

ブラジル連邦共和国パトス・ミリン湖沼地域環境回復・保全計画調査
事前調査報告書

ブラジル連邦共和国 パトス・ミリン湖沼地域環境回復・保全計画調査 事前調査報告書

平成 10 年 9 月

国際協力事業団

JICA LIBRARY



J 1146492 [2]

23
19
8
ARY

社 調 二
J R
98 - 110



1146492 [2]

ブラジル連邦共和国
パトス・ミリン湖沼地域環境回復・保全計画調査
事前調査報告書

平成 10 年 9 月

国際協力事業団

序 文

日本国政府は、ブラジル連邦共和国（以下、ブラジルと略す）政府の要請に基づき、同国のパトス・ミリン湖沼地域環境回復・保全計画にかかる調査を実施することを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施することとしました。

当事業団は、本格調査に先立ち、本件調査を円滑かつ効果的に進めるため、平成10年4月10日より5月9日までの30日間にわたり、当事業団社会開発調査部社会開発調査第二課長 宮本秀夫を団長とする事前調査団（予備調査）を、また平成10年7月12日より7月31日までの20日間にわたり、環境庁水質保全局水質規制課室長補佐 英保次郎氏を団長とする事前調査団（S/W協議）を現地に派遣しました。

調査団は本件の背景を確認するとともにブラジル政府の意向を聴取し、かつ現地踏査の結果を踏まえ、本格調査に関するS/Wに署名しました。

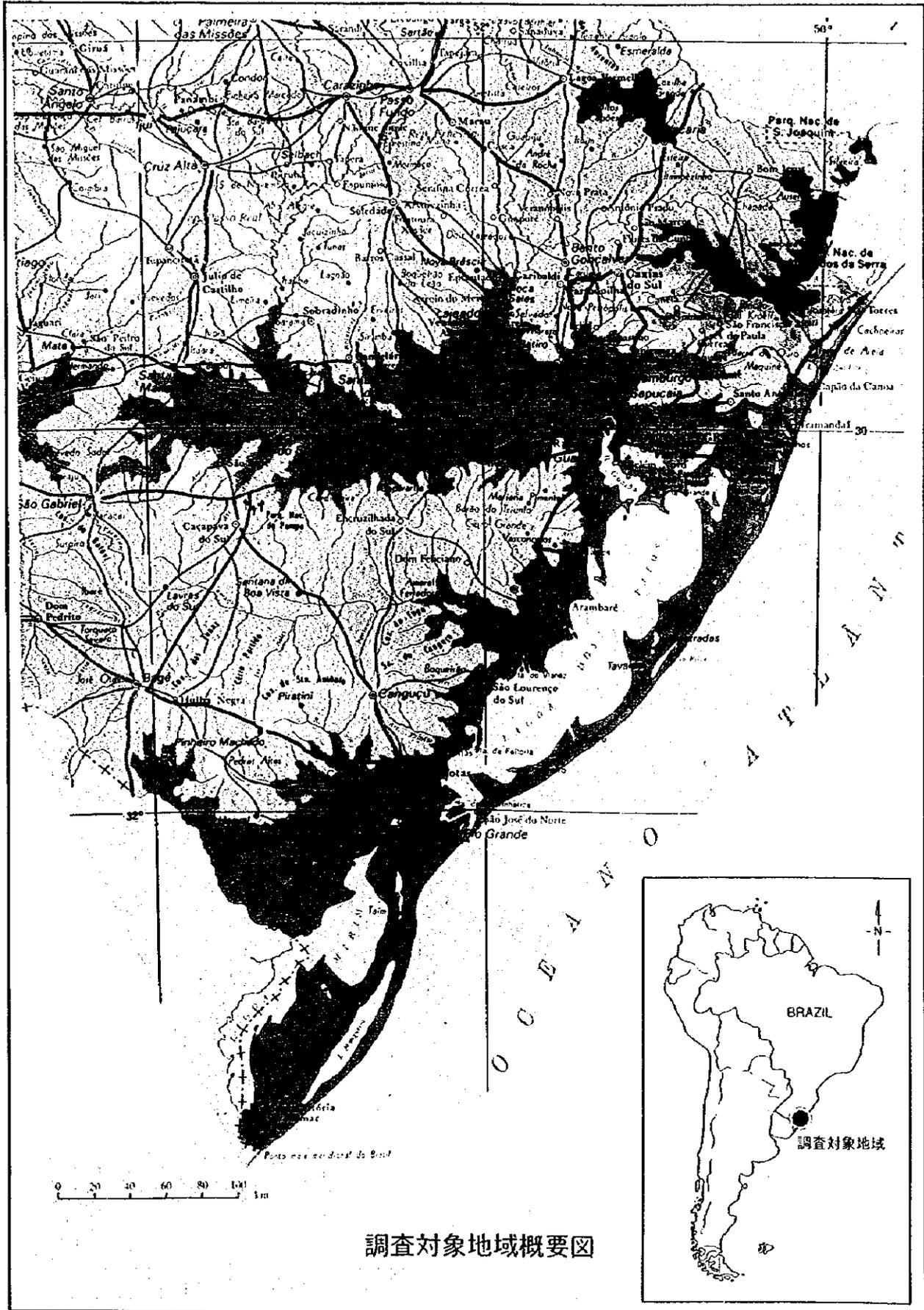
本報告書は、今回の調査を取りまとめるとともに、引き続き実施を予定している本格調査に資するためのものです。

終わりに、調査にご協力とご支援を頂いた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

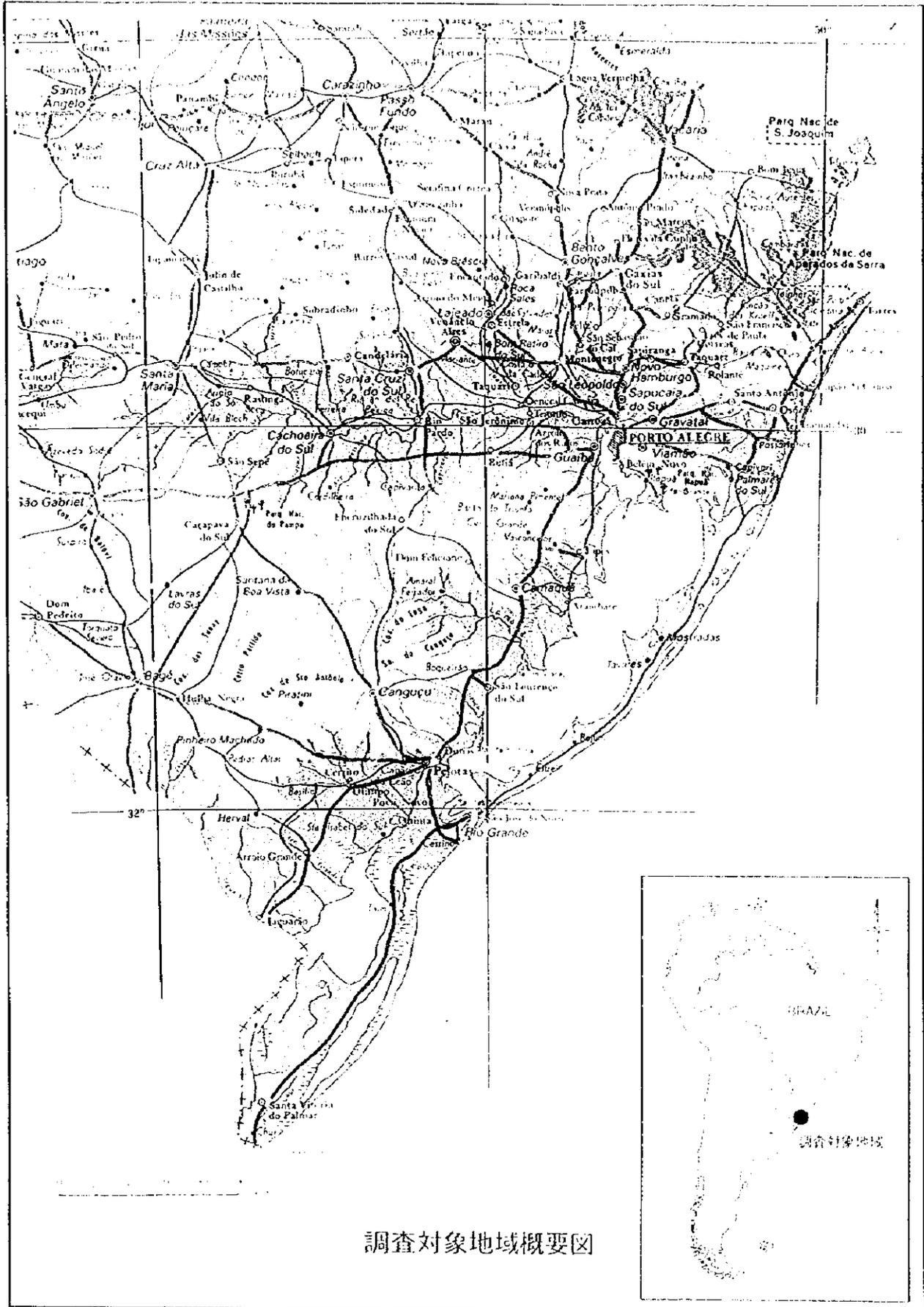
平成10年9月

国際協力事業団

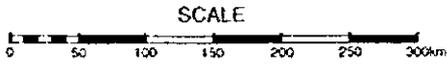
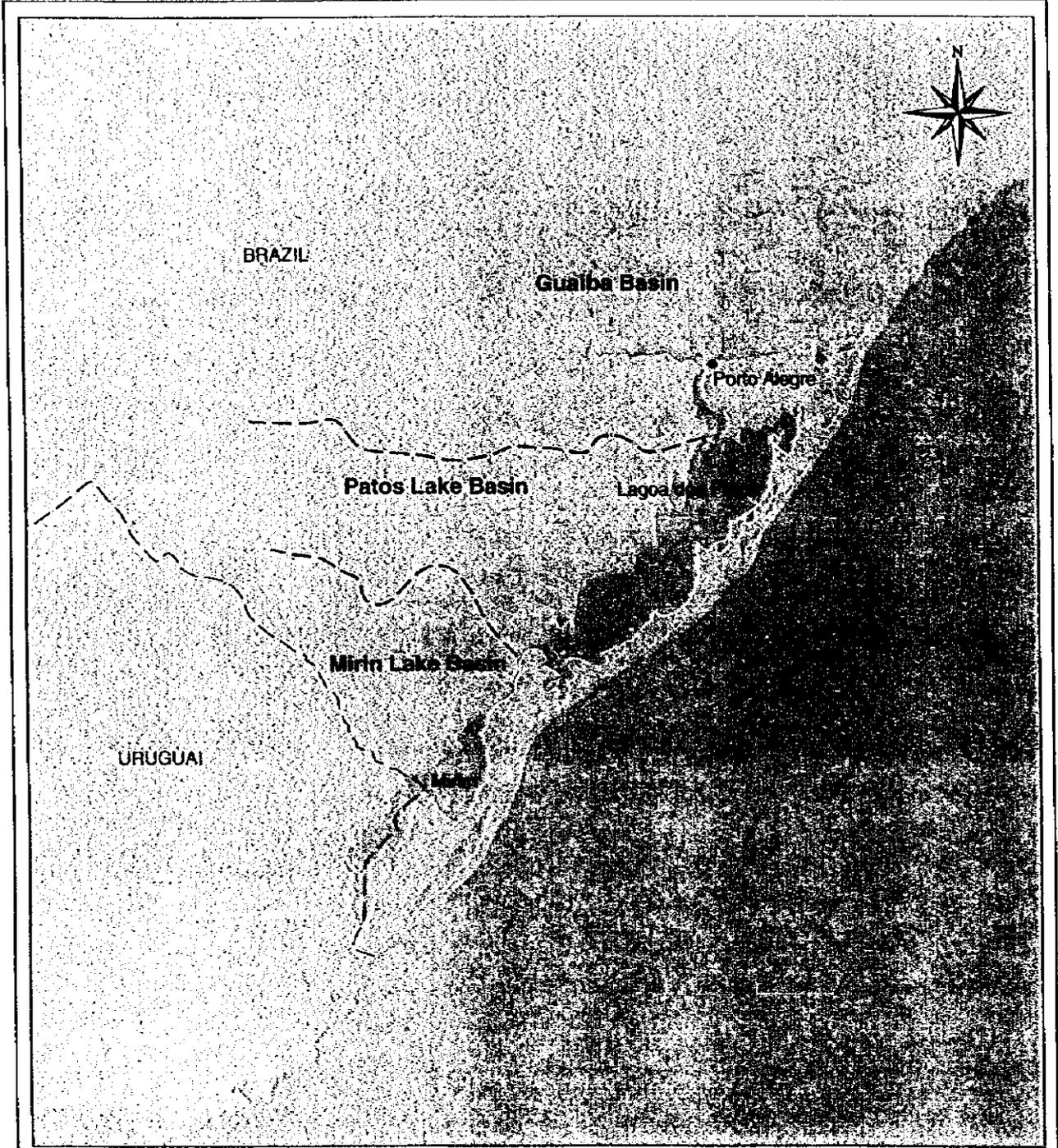
理事 泉 堅二郎



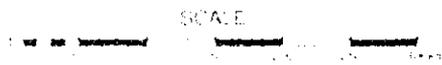
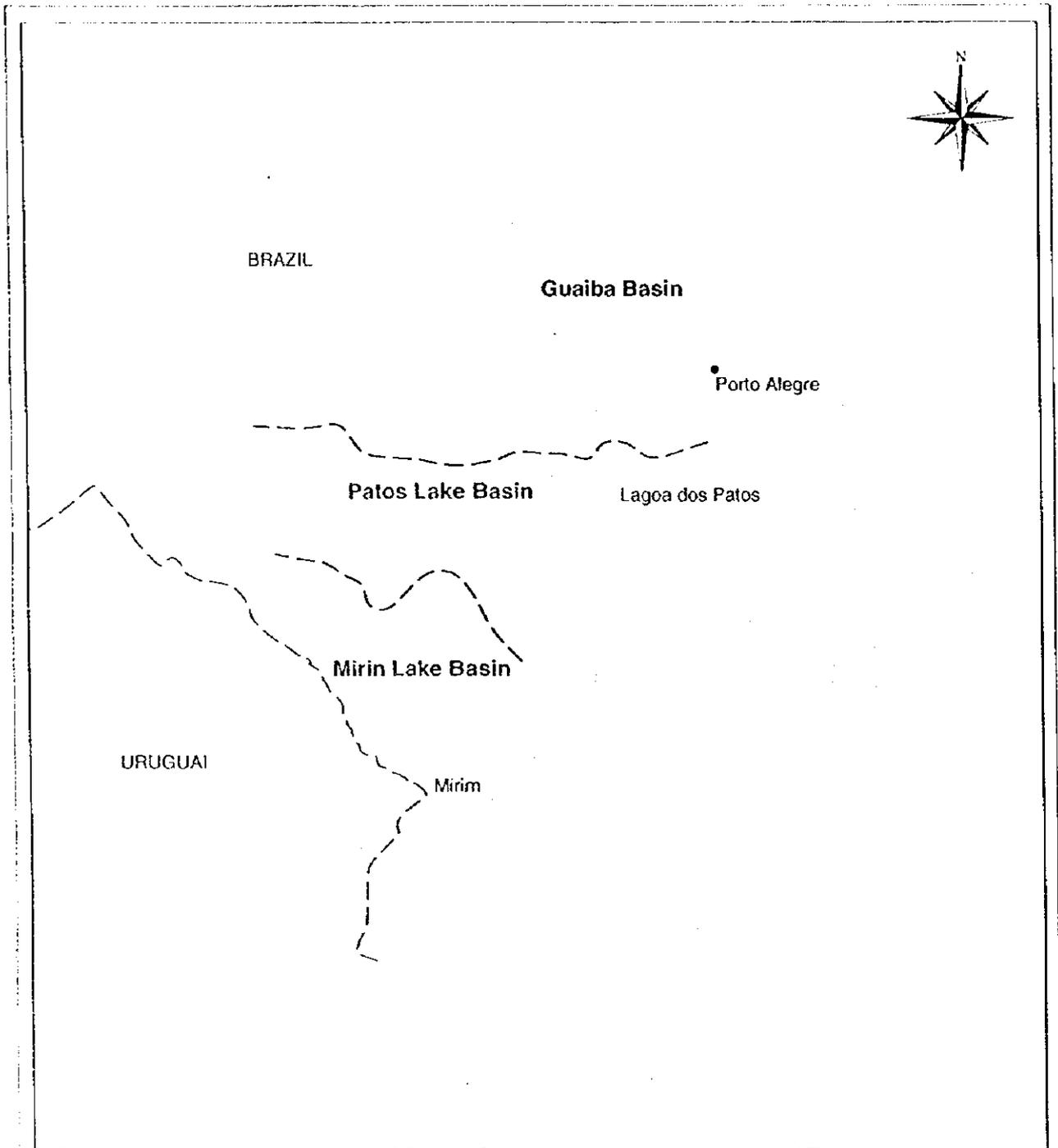
調査対象地域概要図



調査対象地域概要図



調査対象域の水系



調査対象域の水系

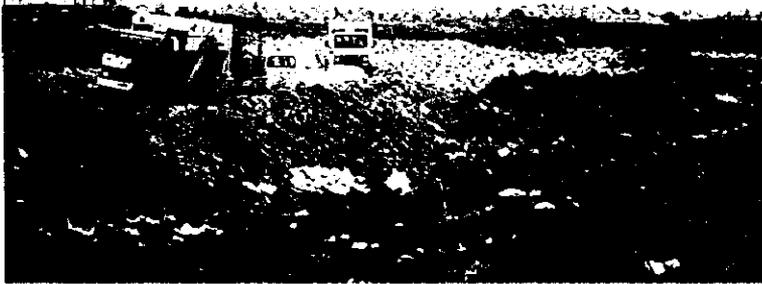


写真1 ペロタス市廃棄物処分場



写真2 リオ・グランデ市廃棄物
処分場



写真3 カマクアン市内の河川汚
染状況

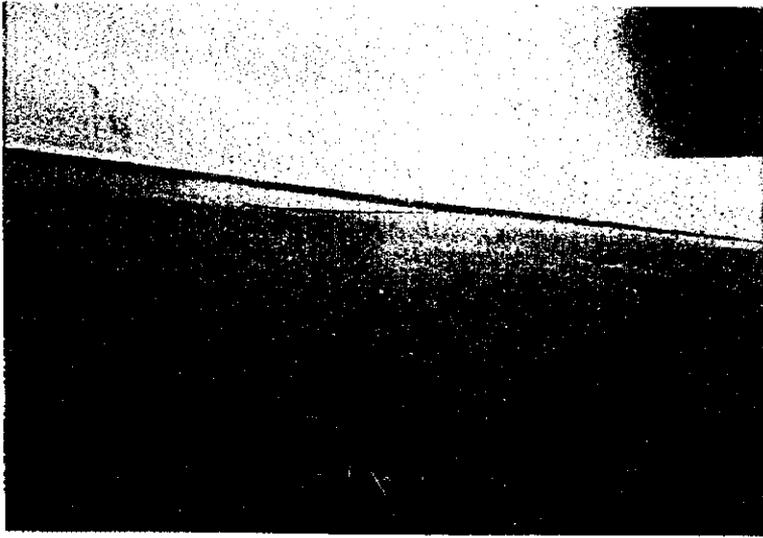


写真4 パトス湖開口部



写真5 海岸に流れついた汚泥
(リオ・グランデ付近)



写真6 サン・ゴンサロ水路

目 次

序 文

調査対象地域概要図

調査対象域の水系

写 真

第1章 事前調査の概要	1
1-1 事前調査の目的	1
1-2 調査団構成	2
1-2-1 予備調査	2
1-2-2 S/W協議	2
1-3 調査日程	3
1-3-1 予備調査	3
1-3-2 S/W協議	4
1-4 ブラジル側受入機関	5
1-5 協議の概要	5
1-5-1 予備調査	5
1-5-2 S/W協議	8
第2章 現地調査の概要	10
2-1 調査対象域の概要	10
2-1-1 対象域の概況	10
2-1-2 社会経済	11
2-1-3 地形・地質	14
2-1-4 気象	15
2-1-5 水文・水理	16
2-1-6 水質	21
2-1-7 水資源・水利用	29
2-1-8 生態系	30
2-2 ブラジルにおける環境政策	39
2-2-1 連邦政府	39
2-2-2 州政府	39

2-2-3	環境関連法規・ガイドライン等	39
2-3	水質管理の現状と問題点	47
2-3-1	既存の水質環境管理プロジェクト及び将来計画	47
2-3-2	水質汚濁防止対策の現状	50
2-3-3	水質環境における問題点	51
2-4	既存のモニタリングシステム及び関連データの整備状況	52
2-4-1	水文・水理データ	52
2-4-2	水質データ	54
2-4-3	生態系データ	55
2-4-4	気象データ	55
2-4-5	地図情報	55
2-4-6	GIS データベースシステム	59
2-4-7	シミュレーションモデル	61
第3章	本格調査の実施体制	62
3-1	調査の基本方針	62
3-1-1	水質汚染実態の把握、汚染機構の解明	62
3-1-2	負荷量解析	63
3-1-3	下水道整備計画の策定	63
3-1-4	廃棄物処分場整備の提言	64
3-1-5	湿源生態系保全計画の策定	64
3-1-6	M/P の策定	64
3-2	調査の目的	64
3-3	調査対象域	65
3-4	調査項目及び内容	65
3-4-1	既存資料・情報の収集・解析	65
3-4-2	現地調査計画の策定	65
3-4-3	水質データ解析	74
3-4-4	湿源生態系保全計画調査結果のまとめ	76
3-4-5	下水道整備計画調査結果のまとめ	76
3-4-6	廃棄物処分場整備調査結果のまとめ	76
3-4-7	土壌流出防止基本計画調査結果のまとめ	76
3-5	M/P の策定	76

3-6	調査工程	77
3-7	要員計画	78
3-8	調査実施体制	78
3-9	調査実施上の留意点	78

付属資料

資料1	Terms of Reference	83
資料2	Scope of Work (S/W 協議)	96
資料3	Minutes of Meetings (S/W 協議)	103
資料4	Minutes of Meetings (予備調査)	107
資料5	Questionnaire	113
資料6	主要面会者リスト	121
資料7	現地調査関連資料	125
資料8	主要資料収集リスト	130
資料9	州動植物基金 (FZB) の主要調査報告書リスト	137

第1章 事前調査の概要

1-1 事前調査の目的

パトス湖（約 10,150km²）・ミリン湖（4,200km²）はリオ・グランデ・ド・スール州南部に位置し、パトス湖は南米第2位の面積を持ち、ミリン湖はウルグァイとの国境となる国際湖沼である。

両湖周辺では都市化・工業化が進み、都市域や工業地域からの下水・排水により、流入河川の水質が悪化している。また、農業開発が進み、湖畔の原生林は大幅に減少し、主に稲作により相当量の農薬が河川に流出しており、これら流入河川により湖の水質が悪化している。さらに、表土の流出やこれに起因する湖の浅化、底質の軟泥化等も問題視されており、廃坑からの重金属の流入等の問題も顕在化している。

ブラジル政府は「国家沿岸管理計画」を打ち出し、同州では州立環境保護財団によって、沿岸地域を北部、中東部、中西部及び南部に地域分けし、現在北部海岸における環境保全対策を実施している。しかし、本調査対象地域である南部海岸地域はいまだ対策が実施されていない。

このため、同州ではパトス・ミリン両湖を対象に、環境回復・保全及び地域開発を目標とした「マール・デ・デントロ計画」を策定することとしているが、具体的な内容や方針は定められていない。

かかる背景から、ブラジル政府は 1996 年 6 月、我が国に対し、湖沼地域の環境回復・保全に関する M/P の策定のため、本件調査の実施に関する協力を正式に要請した。これを受け、我が国は 1998 年 4 月 10 日～5 月 9 日まで事前調査団（予備調査）を派遣し、当方の開発調査スキームを説明し先方の理解を得た。また、環境全般のモニタリング体制を作成するという先方の要請に対して、パトス・ミリン両湖の水質モニタリング及び湿地保全を柱とする水質環境管理計画の策定を行うという内容に調査範囲の絞り込みを行った。さらに 1998 年 7 月 12 日～31 日まで事前調査団（S/W 協議）を派遣し、予備調査時に大筋で合意された調査項目についてさらに調査の精度を検討するとともに、実際の水質測定等にかかる先方の実施体制を確認した。また、実施細則（S/W）及び協議議事録（M/M）の協議・署名を行った。

1-2 調査団構成

1-2-1 予備調査

担 当	氏 名	所 属
総 括	宮本 秀夫	JICA 社会開発調査部社会開発調査第二課長
調査企画	増田 大	JICA 社会開発調査部社会開発調査第二課
水質汚濁対策	英保 次郎	環境庁水質保全局水質規制課室長補佐
湖沼環境	水嶋 清嗣	滋賀県立衛生環境センター水質科専門員
水質分析/ モニタリング計画	中沢 信之	千代田デイムス・アンド・ムーア株式会社
水文・水理	加藤 泰彦	日本建設コンサルタント株式会社
通 訳	キムラ カルロス アルベルト ヒロシ	財団法人日本国際協力センター

1-2-2 S/W 協議

担 当	氏 名	所 属
総括/水質汚濁対策	英保 次郎	環境庁水質保全局水質規制課室長補佐
調査企画	増田 大	JICA 社会開発調査部社会開発調査第二課
水質分析/ モニタリング計画	中沢 信之	千代田デイムス・アンド・ムーア株式会社
通訳	兵藤 砂江子	財団法人日本国際協力センター

1-3 調査日程

1-3-1 予備調査

日順	月 日	曜日	調査日程	宿泊地
1	4月10日	金	東京 (19:00)→	機中泊
2	11日	土	→サンパウロ (05:50) <RG837>	サンパウロ
3	12日	日	サンパウロ (13:00)→ポルトアレグレ (13:45) <RG114>	ポルトアレグレ
4	13日	月	州政府表敬、州企画調整局 (SCP) 打合せ	ポルトアレグレ
5	14日	火	ポルトアレグレ→ペロタス (ヘリコプター) ミリン湖委員会・ペロタス連邦大学との打合せ タイン環境保護区上空視察 ペロタス市役所及び衛生公社打合せ	ペロタス
6	15日	水	関係機関打合せ (ペロタスカトリック大学財団、農業普及公社、農 牧研究公社等) 現地踏査	ペロタス
7	16日	木	関係機関打合せ (リオ・グランデ大学財団、市役所、衛生公社等) 現地踏査 (バトス湖周辺)	ペロタス
8	17日	金	リオ・グランデ港湾管理局打合せ 現地踏査	ペロタス
9	18日	土	現地踏査 (ペロタス→ポルトアレグレ)	ポルトアレグレ
10	19日	日	団内打合せ	ポルトアレグレ
11	20日	月	州政府及びSCPとの協議	ポルトアレグレ
12	21日	火	M/M 案作成	ポルトアレグレ
13	22日	水	M/M 協議	ポルトアレグレ
14	23日	木	M/M 署名 在ポルト・アレグレ総領事館表敬・報告	ポルトアレグレ
15	24日	金	[宮本・英保・水嶋・増田] ポルトアレグレ (18:45)→サンパウロ (20:15) <RG111> JICA サンパウロ事務所報告 サンパウロ (22:45)→ [中沢・加藤・キムラ] C/P 機関との協議	機中泊 ポルトアレグレ
16	25日	土	[宮本・英保・水嶋・増田]→ニューヨーク (07:20) <RG864> [中沢・加藤・キムラ] 収集資料整理	ニューヨーク ポルトアレグレ
17	26日	日	[宮本・英保・水嶋・増田] ニューヨーク (12:15)→ [中沢・加藤・キムラ] 収集資料整理	機中泊 ポルトアレグレ
18	27日	月	[宮本・英保・水嶋・増田]→東京 (14:50) <NH009> [中沢・加藤・キムラ] C/P 機関との協議	ポルトアレグレ
19	28日	火	関係市役所訪問 (サン・ローレンソ・ド・スール市、クリスタル 市、カマクアン市、タペス市)	ポルトアレグレ
20	29日	水	C/P 機関との協議	ポルトアレグレ
21	30日	木	C/P 機関との協議	ポルトアレグレ
22	5月1日	金	収集資料整理	ポルトアレグレ
23	2日	土	収集資料整理	ポルトアレグレ
24	3日	日	収集資料整理	ポルトアレグレ
25	4日	月	C/P 機関との協議	ポルトアレグレ
26	5日	火	C/P 機関との協議	ポルトアレグレ
27	6日	水	ポルトアレグレ (09:30)→ブラジル (12:45) <RG939> JICA 報告 ブラジル (19:45)→サンパウロ (21:15) <RG459>	サンパウロ
28	7日	木	サンパウロ事務所報告	機中泊
29	8日	金	サンパウロ (00:10)→	機中泊
30	9日	土	→東京 (13:10) <RG834>	

1-3-2 S/W協議

日順	月 日	曜日	調査日程	宿泊地
1	7月12日	日	東京 (11:00)→ニューヨーク (10:30) (NH010) ニューヨーク (20:00)→	機中泊
2	13日	月	→サンパウロ (06:30) (RG865) サンパウロ (10:00)→ポルトアレグレ (11:30) (RG112) 州政府企画調整局表敬、S/W説明、打合せ	ポルトアレグレ
3	14日	火	S/W協議	ポルトアレグレ
4	15日	水	S/W、M/M協議	ポルトアレグレ
5	16日	木	S/W、M/M署名 ポルトアレグレ総領事館表敬 〔英保、増田〕 ポルトアレグレ (16:45)→サンパウロ (18:15) (RG117) サンパウロ (20:00)→ブラジル (21:30) (RG376)	ブラジル
6	17日	金	〔英保、増田〕 日本大使館、JICA事務所報告 ブラジル (18:30)→サンパウロ (20:30) (RG267) サンパウロ (22:45)→ 〔中沢、兵藤〕 SCP打合せ	機中泊 ポルトアレグレ
7	18日	土	〔英保、増田〕 →ニューヨーク (07:20) (RG864) 〔中沢、兵藤〕 収集資料整理	ニューヨーク ポルトアレグレ
8	19日	日	ニューヨーク (12:15)→ 〔中沢、兵藤〕 収集資料整理	機中泊 ポルトアレグレ
9	20日	月	〔英保、増田〕 →東京 (14:50) (NH009) 〔中沢、兵藤〕 湿源現地調査、C/Pとの協議	ポルトアレグレ
10	21日	火	ペイシ湖現地視察	ポルトアレグレ
11	22日	水	C/P機関との協議	ポルトアレグレ
12	23日	木	ペロタス市、リオ・グランデ市廃棄物処分場現地視察	ペロタス
13	24日	金	クイン自然保護区現地視察	ポルトアレグレ
14	25日	土	収集資料整理	ポルトアレグレ
15	26日	日	収集資料整理	ポルトアレグレ
16	27日	月	州政府との協議事項の最終確認	ポルトアレグレ
17	28日	火	州政府との協議事項の最終確認 ポルトアレグレ (19:30)→サンパウロ (21:00) (RG119)	サンパウロ
18	29日	水	サンパウロ事務所報告	機中泊
19	30日	木	サンパウロ (00:10)→	機中泊
20	31日	金	→東京 (13:10) (RG836)	

1-4 ブラジル側受入機関

リオ・グランデ・ド・スール州政府企画調整局

(SCP : Secretariat of Coordination and Planning, the State of Rio Grande do Sul)

1-5 協議の概要

1-5-1 予備調査

調査団は、4月11日より現地調査を開始し、SCP、ミリン湖委員会、リオ・グランデ大学等関係機関を訪問した。これら関係者から有益な情報を収集するとともに、現地踏査を実施し、調査対象地域の絞り込み及び現状把握を行った。SCPの協力を得てこれらの調査はほぼ順調に進捗し、問題点等を抽出した上で、本格調査の方向性について協議し、これらをM/Mにとりまとめ、4月23日にMr. Joao Carlos Brum Torres SCP局長と宮本調査団長との間で署名・交換した。

協議の概要は、次のとおりである。

- (1) 本件調査団受入に対し、ブラジル側は終始協力の姿勢を示し、調査対象地域の現地踏査には常時SCPが同行するなど、本件調査に対するブラジル側の真剣かつ積極的な取り組みが伺われた。
- (2) 先方より本調査の要請内容はマール・デ・デントロ計画の策定であり、経済開発を行わないことは了解しているが、環境が改善されることにより、経済開発が促進されることを期待している旨説明があった。これに対し当方としてはあくまでも環境改善・管理の調査を実施するものであり、その後の経済開発は先方の責任であることを説明し、理解を得た。
- (3) 当初先方の主張するところは、湖沼の水質は問題なく、今後環境に負荷をかけない経済開発を行うための環境管理方法を技術移転してほしいとの内容であった。しかし、本調査期間中の現地踏査及び関係機関との協議により、主要都市の生活排水・下水、工場排水、鉱山（銅、石炭等）等からの排水及び流出土砂等による、湖沼の富栄養化及び重金属等による汚染等の問題が明らかとなった。具体的な利水障害としては、漁業の衰退、湿原生態系の破壊、船舶航行障害、湖岸・海岸の機能障害等が認められ、本調査では対処方針どおり水質改善に絞り込んで調査を実施することとした。
- (4) 以上の調査の方向性について確認した上で、当方より次の本格調査項目を提示し、先方の合意を得た。

- ①汚濁負荷量解析
- ②水質モニタリング調査
- ③水質シミュレーションモデルの構築
- ④③を利用したケーススタディ
(負荷量削減対策による水質改善効果の予測)
- ⑤マスタープラン (M/P) の作成
 - 水質モニタリング計画
 - 汚濁源 (下水、工場排水等) 対策
 - 湿原環境管理
 - 流出土砂対策
 - 環境教育
 - 組織・制度の提言

(5) 先方より、以下の項目について調査の対象とするよう要請があったが、水質環境管理を重点とする当方の調査項目からはずれるため、調査対象とはしない旨説明し、了解された。

- ①水質以外の環境モニタリング (大気質・土壌等)
- ②漁業・林業産業等の振興

(6) 先方より、環境管理データベースの作成に関しても、調査項目とするよう要請があったが、各機関が個別に保有するデータベースを統合する内容の調査は膨大な作業量になるため、今回の調査項目には含めないこととした。また、既に先方連邦政府により作成中のデータベースも存在するため、連邦政府との協力によって、州政府においても作成可能である旨提案したところ、先方より了解された。

(7) マール・デ・デントロ計画の内、本調査内容に含まれないものに関しては、先方にて別途対策を検討するため、先方が要請したものの内調査内容に反映されなかったものに関して M/M に記載するよう要請があり、主要なものに関して M/M に記載した。

(8) 上記を踏まえブラジル側と協議を行い、署名・交換された。交換された M/M の要点は次のとおり。

1) 署名相手及び使用言語

署名相手方としては SCP 局長とし、M/M は英語版のみ作成した。今回は M/M のみ

の署名であったため、Brazilian Cooperation Agency (ABC) 局長の署名は不要とのことであった。

2) 実施体制

先方カウンターパート (C/P) は SCP であり、当方からの十分な数の C/P を配置するよう要請したところ、日本側調査団員 1 名に対し、2 名の C/P を配置する計画である旨説明があった。

3) 調査名

“The Study on the Environmental Management of the Hydrographic Basin of Patos and Mirim Lakes in the Federative Republic of Brazil” とした。

4) 調査対象地域

パトス・ミリン湖沼地域のうち、Guaiba 川流域を除いた地域を調査対象とした。また、両湖の境界については、Sao Goncalo 水路の塩止め堰とした。

5) 調査の背景

ミリン湖とパトス湖における水質悪化に伴う諸問題について、以下のように確認した。

- ・水産資源の枯渇
- ・航路の浅化に伴う船舶の航行障害
- ・ビーチの汚染
- ・生態系への影響

6) 調査目的及び方針

調査項目は上記(4)のとおりとした。これに対し先方より、廃棄物処理問題及び農業の検査を扱うよう要請があり、M/M 署名の時点では詳細なデータがなかったため、収集資料を検討の上、これを調査に組み込むかを検討することとした。

7) C/P 研修員の受入れ

C/P 研修につき要請があったため、その旨本部に伝えることとし、M/M に記載した。

8) 技術移転セミナー

当方より技術移転セミナーについて説明を行ったところ、先方より技術移転セミナーを開催してほしい旨の要請があったため、M/M に記載した。

9) ブラジル側の便宜供与事項

今回は M/M 協議であったため、便宜供与事項については、ABC の問題であるとして協議できなかった。ただし、SCP の担当事項であると考えられる次の事項については、ブラジル側の便宜供与事項とすることを確認し、M/M に記載した。

- ①調査実施に必要なデータ及び資料を提供すること

- ②適切な数の C/P を配置すること
- ③事務所スペース及び備品（含複写機）について負担すること
- ④車両及び可能であればヘリコプターを提供すること
- ⑤身分証明書を発行すること

1-5-2 S/W 協議

調査団は、7月13日より SCP と協議を開始し、また、ミリン湖委員会、リオ・グランデ大学等関係機関とのミーティングを行った。これら関係機関との協議を行い、本格調査の方向性を決定し、これらを S/W 及び M/M に取りまとめ、7月16日に Mr. Joao Carlos Brum Torres SCP 局長と英保調査団長との間で署名を了した。M/M については両方で交換したが、S/W は ABC 局長の署名が必要なため、ABC にて署名後 JICA 事務所を通じて送付することとした。

協議の概要は、次のとおりである。

- (1) 同州では、連邦、州政府、政府関係機関をはじめとして、パトス・ミリン両湖の管理にかかわる機関が多数存在しているため、これら関係機関からのデータ提供や、本格調査への協力がスムーズに行われるよう、SCP に必要な調整を求めた。SCP は C/P の中心として、その役割を十分に果たす旨回答した。
- (2) 調査の精度については、パトス湖はシミュレーションモデルを構築し、ケーススタディを実施した上で汚濁源対策を実施するが、ミリン湖については既存のデータ・文献ベースで対策を提案することとした。先方よりミリン湖についてもシミュレーションモデルを構築するよう要請があったが、ミリン湖はウルグアイとの国際湖沼であり、ウルグアイ側からの流入負荷に関するデータが不足しており困難である旨説明したところ、先方の理解を得た。
- (3) 水質分析及び現地踏査は原則として先方 C/P により実施されるべきものである旨説明したところ、先方の理解を得たが、先方予算に限りがあるため、先方予算を超えるものについては JICA にて負担するよう要請があった。当方より、先方 C/P のラボを使用し行う水質分析に対して JICA が費用負担を行うことは、開発調査のスキームにあわないため、水質分析については全額先方にて負担し、その他の必要な費用については別途検討する旨提案したところ、先方の理解を得た。

- (4) 廃棄物に関しては、処分場からの浸出水等が水質に影響を与えている場合のみ調査項目に盛り込むこととしていた。しかし今回の協議で、むしろ回収されていない廃棄物が水質に影響を与えている可能性が出てきたため、面源としてこれをとらえ、1～2都市をモデル的に選び、既存の計画をレビューした上で、必要があれば提案を行うこととした。
- (5) 下水処理に関しては、代表的な2都市（ペロタス市及びリオ・グランデ市）が保有する下水処理計画を検討し、必要な提案を行うこととした。なお、この提案によって新たに計画を策定する必要がある場合には、その概算事業費まで積算することとした。
- (6) 以上の協議を経て、7月16日にS/W及びM/Mの署名にいたったが、ABCの署名が未了のため、M/Mのみ交換し、S/WについてはABC署名後にそれぞれの機関が保有することとした。JICA分については、署名後JICAブラジル事務所経由で本部に送付することとし、8月17日に本部にて受領した。
- (7) 上記(3)に関連する分析の費用負担については、今後当方で計画を作成する際に重要な要素であるため、C/Pと詳細を詰めた。また、今回の調査に必要な機材を先方がどの程度保有しているかについてのリストを提出させた。

第2章 現地調査の概要

2-1 調査対象域の概要

2-1-1 対象域の概況

調査対象域は、パトス・ミリン湖流域（約 180,000km²）のうちミリン湖流域のウルグァイ側（約 33,000km²）を除いた約 150,000km² の流域であり、このうちグアイバ川流域（85,900km²）を除いた地域はマール・デ・デントロ（内海）地域と呼ばれている。

パトス湖は面積 10,360km² でブラジルで最大、南米大陸で第2位の面積を有するが、水深が平均5mと浅く、面積に比して水量の著しく小さい平坦な湖である。パトス湖に流入する主な河川はグアイバ川、カマクアン川であり、パトス湖に流入する総淡水量のそれぞれ80%及び13%を占める。外海と湖水との交換はリオ・グランデ市地先1か所だけで行われ、パトス湖の開口部が狭く水深も浅いため、外洋との水の交換が悪い。汽水域はペロタス付近まででこれ以北はおおむね淡水である。

ミリン湖についても面積は3,750km²と広いが、平均水深は6mであり、パトス湖と同様に平坦な湖盆形態となっている。主要な流入河川は、ウルグァイとの国境線のジャグアロン川、ウルグァイ側のカボラッチ川である。ミリン湖の湖水は最終的にサン・ゴンサロ水路を通してペロタス市付近でパトス湖に流入するため、広域的にはミリン湖流域はパトス湖流域に含まれることになり、パトス・ミリン湖流域における水質汚濁に関連する人間活動は最終的にはパトス湖の水質環境に反映されることになる。

両湖の周辺域にはいずれも広大な湿源域が形成され、カピバラ、フラミンゴ等の貴重な生物が生息している。中でもミリン湖周辺のティン湿地及びパトス湖周辺のペイシ湖は南極・南米-北米を移動する渡り鳥の中継地として有名であり、国立公園に指定されているほか、ペイシ湖はラムサール条約にも登録されており、世界的にも貴重な湿源域となっている。また、パトス湖開口部付近の海底には藻場が形成されており、エビ等の好漁場となっている。ミリン湖は現在リオ・グランデ市の水道源として利用されているほか、将来的にはペロタス市の水道源としても利用される予定である。

しかしながら、両湖周辺はブラジル第一の稲作地帯でもあり、稲作域の拡大により湿源域の面積が減少しているほか、稲作で使用される大量の農業が湖の水質や湿源の生態系に及ぼす影響が懸念されている。また、パトス湖には沿岸のポルトアレグレ市、ペロタス市、リオ・グランデ市等からの生活排水がほとんど未処理で流入しているため水質の富栄養化が急速に進行しており、海水浴場の閉鎖、エビ等漁獲量の激減等の障害が発生している。また、カマクアン川上流の銅山跡地からの重金属を含む排水の問題や、流域のタバコ栽培農地の拡大に伴う浸食及び堆積問題、湖の透明度の低下及び浅化等の問題も生じている。

パトス湖における最大負荷源は、流域最大の都市であるポルトアレグレ市の諸排水が流入するグアイバ川であるが、環境保全をその目的のひとつとしたプロ・グアイバ計画が現在進められており、生活排水処理や工場排水の管理が強化されつつある。しかし、ポルトアレグレ市以南のパトス・ミリン湖流域では、環境保全をその目的に含むマール・デ・デントロ計画の実施が1994年5月に州議会で可決されたものの、具体的な内容は未定であり、パトス・ミリン湖の水質環境の保全は緊急性を要する課題となっている。

2-1-2 社会経済

グアイバ川流域は流域面積85,900km²で約230の自治体があり、リオ・グランデ・ド・スール州全体の人口約900万人のうち、その2/3の約600万人が住み、全企業約5万のうち約4万が立地する。そのGDPは全州の約80%に相当する。工業の中心はポルトアレグレ市周辺で、それ以外の地域では主として稲作、牧畜、タバコ栽培などが行われている。

調査対象域であるパトス・ミリン湖流域は流域面積約61,000km²で約31の自治体がある。工業地域はリオ・グランデ市に石油精製工場があるが、それ以外特に大規模な工場はみられない。人口10万人以上の都市はリオ・グランデ市及びペロタス市のみであり、他は数万人のレベルである。調査対象域主要都市の社会・経済指標を表2-1に示す。

表2-1 主要都市社会経済指標 (1995)

都市名	総人口 (人)	GDP (R\$)	水道整備世帯 (世帯)	下水道整備世帯 (世帯)	家庭廃棄物量 (kg/日)
ペロタス	307,667	28,428,145	81,104	43,040	138,450
リオ・グランデ	178,256	25,526,600	49,432	17,524	80,215
サン・ロレンソ	42,527	2,415,263	7,205	125	19,137
カマクアン	61,620	9,193,088	13,026	—	27,729
タバス	14,478	1,349,800	4,071	—	16,500
ジャグアロン	29,819	1,769,756	9,760	3,460	13,419
合計	634,367	68,682,652	164,598	64,149	295,450

パトス湖周辺の土地利用は、農業が中心であり、稲作、畜産(牛乳、羊)等が行われており、中でも稲作は全ブラジル生産量の80%を占め、年々増加している。また、家族経営で行われていた小麦、とうもろこし栽培は減少し、近年タバコ栽培が盛んである。タバコ栽培の面積増加及びタバコの乾燥用に周辺の森林を伐採するため、森林面積の減少及び裸地の拡大が進み、土壌浸食が重大な問題となっている。山焼きも行われている。稲作は一毛作で3年間耕作の後、数年間牧畜に転換する形態で実施されている。

調査対象域の産業別 GDP は、農業 30%、工業 38%、サービス業 32%であり、工業の大部分は農産物加工、農業機械関連である。農業は、稲作、牛乳が主体であり、他に果物（モモ、オレンジ、イチゴ）、野菜（タマネギ、ジャガイモ）、キャッサバ等がある。家畜類は、牛、豚、羊等である。

パトス湖沿岸主要都市の概要及び排水対策等の現況は以下のとおり。

(1) ペロタス市

人口 31 万人の商業都市。市内の 75%の家庭を下水道でカバーしているが、処理施設はなく、全量がサン・ゴンサロ水路に放流されている。現在嫌気処理の下水処理施設を建設中であり、この処理施設により市の 20%の下水を処理する予定である。下水放流口下流にビーチがあり、年間 12 万人の観光客があったが、水質不良で今はさびれている。

廃棄物処分場は市内にあり、パトス湖とは直接的には接していない（写真 1）。1982 年から家庭廃棄物を中心として埋立て処分を開始。廃棄物処分場からの排水は未処理でサン・ゴンサロ水路に注ぐ運河にポンプで排水している。排水の測定データはない。各廃棄物の処分状況は以下のとおり。

- ・家庭廃棄物：処分量は 150t/日。ゴミをコンパクションしたあと、土を被せるのみ。不透水層の敷設はない。一部リサイクルを実施。
- ・医療廃棄物：処分量は 60t/日。分別収集するが、当該家庭廃棄物処分場に別に埋めるのみ。不透水層の敷設はない。石灰を撒いているが効果は不明。
- ・工場廃棄物：法律で工場の廃棄物は各工場が処理しており、数量、処分方法は不明。ただ、当市では精米工場等の食料関係の工場が主であり、廃棄物は家畜の飼料に配されているらしいとのこと。

(2) リオ・グランデ市

人口 18 万人の港湾工業都市。石油精製工場、コンテナターミナル等がある。ミリン湖を水源とする上水道はほぼ全域完備されているが、下水道整備は市の 5%程度に過ぎず、下水処理施設はない。

リオ・グランデ市の大西洋側にビーチがあり、観光等に利用されてきたが、近年南系の強風時にパトス湖起源と思われる軟泥が沖合いから漂着し、観光等に大きな被害をもたらしている。

リオ・グランデ市からペロタス市に向かうパトス湖岸に処分場があり、これまで 18 年間使用されてきた（写真 2）。処分方法はペロタス市と同様で土を被せるだけ。処分地からの排水は水たまり状になっており、地下浸透でパトス湖に流入しているようである。パトス湖岸にコンクリート等による仕切り、護岸等はなく、容易に湖に浸透する可能性

がある。

- ・家庭廃棄物：100t/日。
- ・医療廃棄物：3つの病院からの廃棄物を当地で処分。不透水性のシートの上に埋め立てている。ただし、3か月前から開始したばかり。開業医、動物病院からの医療廃棄物は家庭ゴミと一緒に処分されている。
- ・工場廃棄物：工場廃棄物の処分は各工場の責任であり、市では関知していないとのこと。

(3) サン・ローレンソ・ド・スール市

人口4万人の市で、漁業が活発であり、主要漁獲物はボラ類、エビ類などである。この地域には漁業権が存在しないため、湖内の航路筋の塩水が進入してくる水域が主な漁場となっている。最近、塩水の入りが悪くなり、漁獲量が落ちてきているとのこと。

生活系の廃棄物の処理が主な環境問題となっている。生活排水は垂れ流しで市内を流れるサン・ローレンソ川、カマハ川に排出される。固形ゴミは19t/日回収されるが、河川敷の空き地に20年間投棄され、ほとんど処理されていない。このため、ゴミからでた汚水や洪水時にはゴミが川に流出する。このほかの環境問題としては、土壌浸食や農薬・肥料の河川流入等がある。

ヨットを中心としたレジャー基地もあり、夏場（12月下旬～3月上旬）には3,000人程度の利用がある。

(4) クリスタル市

カマクアン川下流の人口6,000人の小さな市で農業が主体である。他の市と同様に生活排水による河川汚濁と家庭廃棄物処理が主な環境問題である。ゴミの廃棄量は15t/週。カマクアン川の浸食・堆積、農薬汚染も大きな関心事となっている。

(5) カマクアン市

人口6万人の農業が主体の市で、カマクアン川の河口部がこの市に属している。漁業はない。米の生産量はブラジルで第一位である。環境問題は他の市と同様である。ゴミの廃棄量は28t/日。

(6) タペス市

人口15,000人のパトス湖に面した市で、靴工場、米の精米所等があり、湖に排水を排出している。漁業者は150世帯でボラ類、ナマズ類などが主でエビ類は取れない。市の

前面水域で赤潮などはみられていない。別荘、ホテル、ヨット基地等があり、夏場には各種イベントを催し、1万人程度の利用がある。環境問題は他の市と同様である。ゴミの廃棄量は16t/日。

2-1-3 地形・地質

海跡湖であるパトス・ミリン湖は大西洋岸に沿って南北に広がる低地に位置し、西側のアトランティカ山脈を源とする多くの河川が流入している。地質的にはパトス・ミリン湖の位置するペロタス盆地には、新生代におよそ8,000mの厚さで大陸性あるいは海洋性の堆積物が堆積した。調査対象範囲を含む平坦な海岸平野は地形地質的には図2-1に示すように分類できる。

1986年から1989年にかけてパトス湖プロジェクトとして各種の調査が行われ、リオ・グランデ・ド・スール連邦大学地球科学研究所(IDG-UFRGS)により湖底の堆積層の調査が実施された。研究結果によると次のようである。パトス湖の水深は平均5mで、その下に6mの堆積層がある。C14を用いた分析によると8,000年前から100年前までの堆積速度は0.5mm/yearであった。ところが、100年前から今日までの堆積速度はPb210を用いた分析によると5mm/yearとそれ以前の10倍になっている。これは移民の入植により流域の開発が進み土壌の流出が増大した事を反映している。パトス湖には海面変動により水没した砂州が水深1mの岬状の突き出しとして各所に分布している。

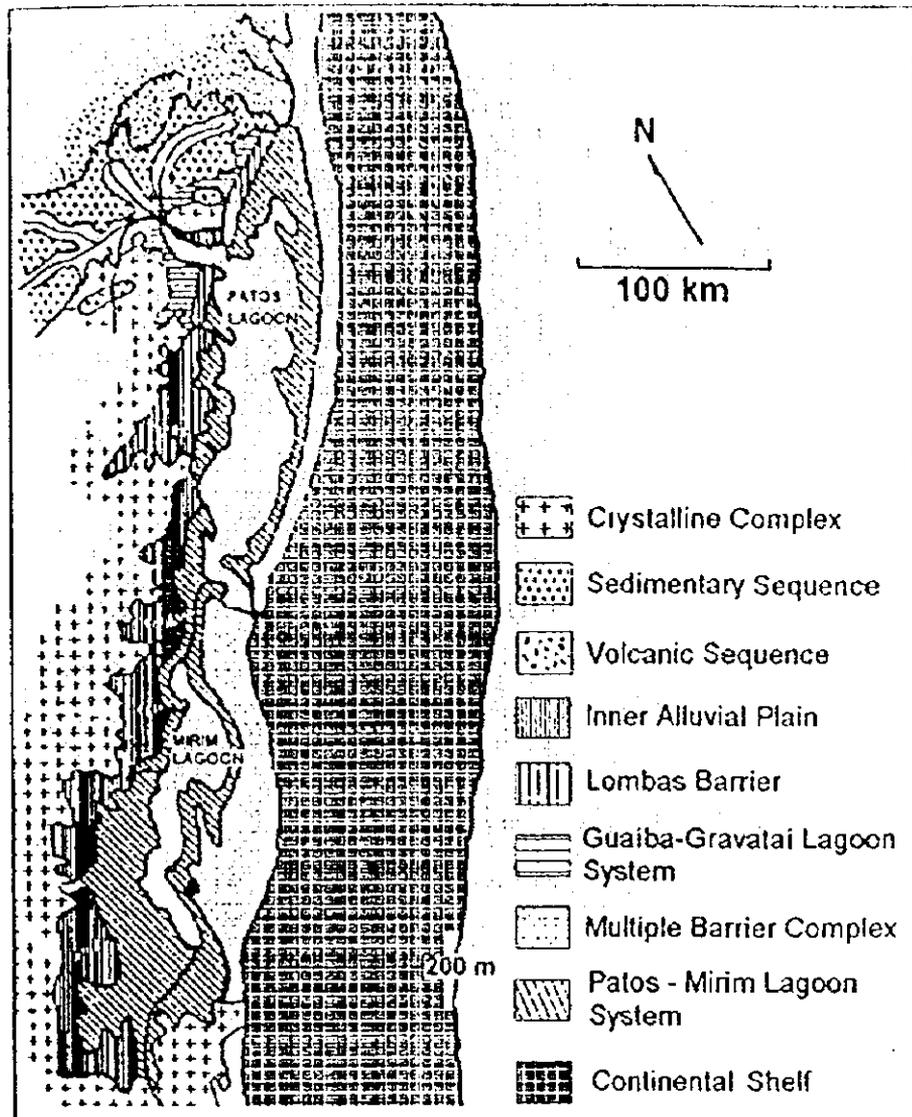


図 2-1 パトス・ミリン湖の地形地質

2-1-4 気象

調査対象域は南緯 30 度から 34 度にかけて位置し、温帯に属するので四季のはっきりした気候特性を呈する。極起源の前線の通過に伴い、急激な気温変化、降雨の増加、風向の変化がみられるのが特徴的である。

湖沼地域における年平均気温は 18℃で、1～2 月が最も気温が高く平均 23℃、6～7 月が最も気温が低く平均 13℃程度である。年間降水量は湖沼地域で 1,300mm、山間部で 1,750mm 程度である。北東の風が年間を通じて卓越するが、秋から冬にかけてはしばしば前線が通過することもあり、西ないし南西の風が支配的となる。風速は平均 3.3m/s である。

調査対象域のほぼ中央に位置するペロタスにおける気象状況は表2-2のとおりである。

表2-2 ペロタスの気象 (1961-1990)

項目	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年間
平均気温 (°C)	23.2	23.2	21.6	18.4	15.2	12.6	12.6	13.5	15.1	17.6	19.7	21.9	17.9
月降水量 (mm)	116.4	121.0	113.0	73.5	83.9	92.8	121.7	137.6	137.0	94.6	96.7	91.9	1280.1
平均風速 (m/s)	3.6	3.4	3.0	2.7	2.4	2.6	2.8	3.0	3.9	4.0	4.1	3.9	3.3
卓越風向	E	E	E	SW	SW	SW	NE	NE	NE	E	E	E	E

出典：ペロタス農業気象観測所データ (EMBRAPA)

2-1-5 水文・水理

(1) 河川水系

パトス・ミリン湖流域は面積約 180,000km² であり、大きく以下の3流域に分けられる。流域分割を図2-2に示す。マール・デ・デントロ計画対象域は、パトス・ミリン湖流域のうちグアイバ川流域及びミリン湖流域のウルグァイ側を除いた約 61,000km² の流域となる。

- ①グアイバ川流域 (流域面積 85,900km²)
- ②パトス湖流域 (流域面積 31,900km²)
- ③ミリン湖流域 (流域面積 62,200km² (ブラジル側 29,200km²、ウルグァイ側 33,000km²))

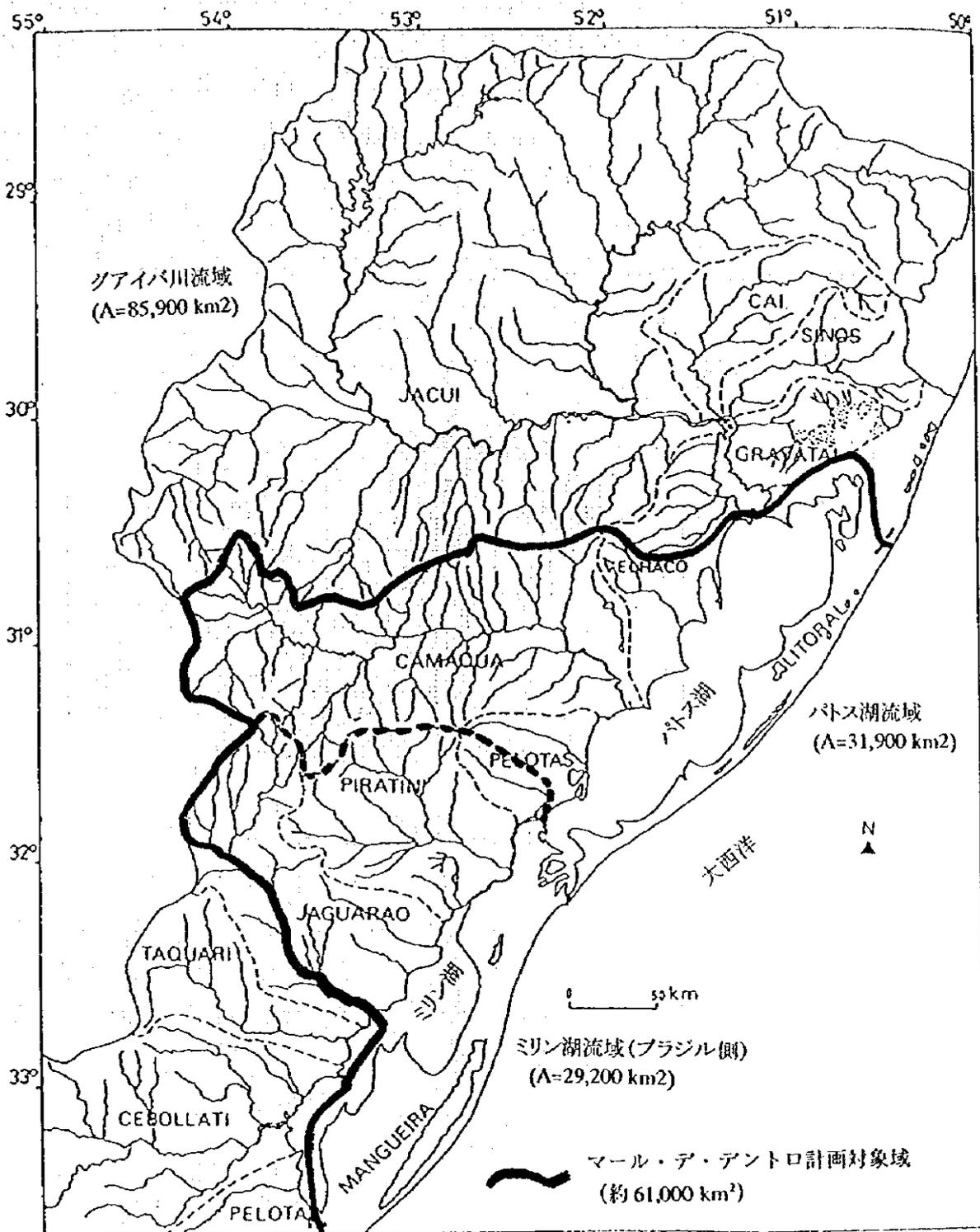


図2-2 パトス・ミリン湖流域分割図

パトス湖に流入する最大の河川は北西部端に位置するグアイバ川 (A=85,900km²) であり、北部及び西部に広がる山地からの水を受けて、州都ポルトアレグレ付近で4本の支川が合流してグアイバ川となってパトス湖に流入する。パトス湖全体の淡水のうちおよそ 80%がグアイバ川からの流入量によって占められている。次いでカマクアン川 (A=20,000km²) が西部山地の水を集め、サン・ローレンソ・ド・スール北方でパトス湖に流入しおよそ 13%の淡水を供給している。グアイバ川及びカマクアン川の流量はそれぞれ 41~22,000m³/s、6~5,000m³/s の範囲で変動し、晩冬から早春にかけての洪水時に増大し、夏から秋にかけて減少する。

パトス湖への主要流入河川の年平均流量は表 2-3 のとおりである。

表 2-3 主要河川年平均流量

水系名	河川名	観測所名	流量 (m ³ /s)	統計期間	
				From	To
グアイバ	ジャクイー	リオ・バルド	1,040	Jan-84	Dec-90
	タクアリ	エンカンタード	577	Jan-83	Dec-94
	カイー	ノバ・パルミラ	39	Nov-42	Sep-84
	シノス	カンポ・ボン	76	Dec-74	Jul-97
カマクアン	カマクアン	パッソ・メンドンサ	318	Jun-64	Dec-96

出典：州水資源局 (SOPSH-RS)

なお、グアイバ、カマクアン両河川を合わせた年平均流量は 1,000m³/s、年変動 700~3,000m³/s とする資料もある。

また、パトス湖南端部ペロタスではサン・ゴンサロ水路を通じミリン湖からの淡水がサン・ゴンサロ堰により調節されて流入する。サン・ゴンサロ水路は主にミリン湖の洪水を速やかに大西洋に排出する目的で 1942 年に竣工された延長 76km、幅 240m、水深 7m、流下能力 750m³/s の人工水路である。

(2) 湖沼

1) パトス湖

パトス湖の主要諸元は次のとおりである。

- 水面面積 10,360km²
- 長さ 250km 平均幅 40km
- 平均水深 5m
- 水位 (表 2-4 及び図 2-3 に示す)

表 2-4 パトス湖水位 (単位:m)

地点	平均	最低	最高
ブライア・ド・アラサ	0.34	-0.62	3.00
カボン・ダ・モッサ	0.22	-0.47	1.39
アランバレ	0.16	-0.35	0.90
サン・ローレンソ	0.35	-0.60	1.45
ポンタ・ダ・フェイトリア	0.24	-0.44	1.46

パトス湖の水は基本的には北から南へ流れ、リオ・グランデ市の南にある延長20km、幅1～2km(最も狭い箇所700m)、最大水深12mの非常に狭い開口部から大西洋に流出する。湖水の滞留時間は20日程度と推定されている。パトス湖の年間水位変動をみると、グアイバ川等河川からの流入量の増減に対応して、冬季(6～8月)に高く、夏季(12～2月)に低くなっている。

パトス湖では通常開口部のポンタ・ダ・フェイトリア付近までが汽水域であり、湖水位が低くかつ南西風が卓越する時には、アランバレ付近まで塩水が遡上することもある。近海での平均潮位変動は0.47mであり、開口部での変動は平均0.32m程度と小さいため、潮位の影響範囲もポンタ・ダ・フェイトリアまでに限定されている。

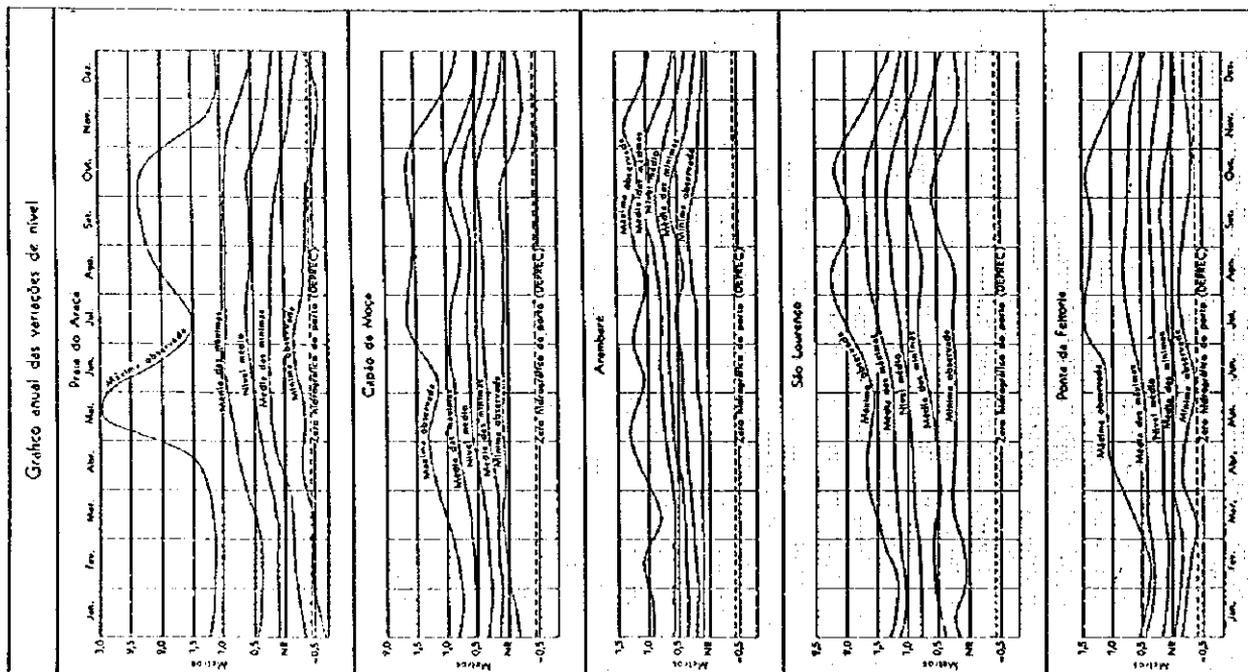
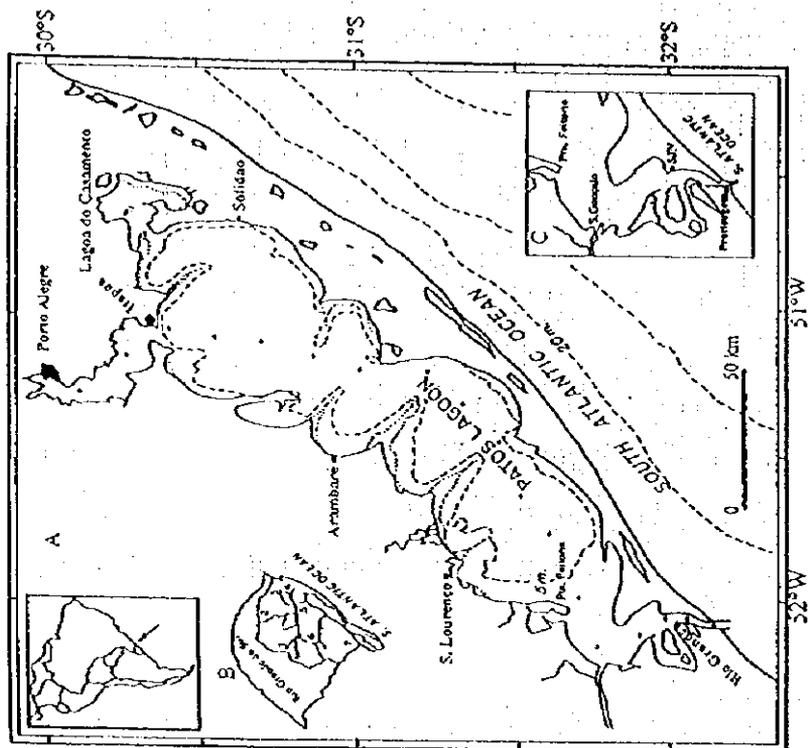


図2-3 パトス湖水位年変動

2) ミリン湖

ミリン湖の主要諸元は次のとおりである。

- 水面面積 3,750km² (うち 75%がブラジル、25%がウルグアイに属する)
- 長さ 180km、平均幅 22km
- 平均水深 6m
- 水位 (平均 1.32m、最低-0.30m、最高 4.80m (1984年6月))

ミリン湖は、湖内にウルグアイとの国境が設定されている国際湖沼であり、唯一の流出水路であるサン・ゴンサロ水路でパトス湖と結ばれている。ミリン湖の水位はパトス湖より平均して 1 m 程度高いため、1年の大半はミリン湖へ流入した淡水がパトス湖へ流出している。しかし、稲作地帯であるミリン湖沿岸で大量の灌漑用水が汲み上げられることなどにより (灌漑面積 1,700km²、うちブラジル側が 1,200km² を占める)、湖水位が低下する夏季には、パトス湖からの逆流現象が起きる。このため 1977年にミリン湖沿岸水田の塩害防止を目的としてサン・ゴンサロ潮止め堰が建設された。

2-1-6 水質

パトス湖全域を対象とした水質モニタリングはこれまでほとんど実施されていないため、富栄養化指標物質や重金属類の広域的な分布パターンには不明な点が多い。しかし、開口部の汽水域における水質データについては、リオ・グランデ大学が保有する船舶を使用して調査を実施しており、水質に関連するレポートがいくつかある。また、パトス湖の最大負荷源であるグアイバ川の水質データについては、州立環境保護財団 (FEPAM) 及びポルトアレグレ市上下水道局 (DMAE) がモニタリングを実施している。マール・デ・デントロ計画域内の最大のカマクアン川流域については、FEPAM による調査データ及びシノス大学等が実施した「科学技術省・カマクアン川流域実態調査報告書 (1996)」等において水質データが利用可能である。

ミリン湖については、ミリン湖委員会がウルグアイと共同で 1995 年から水質モニタリングを実施しており、当委員会を通してモニタリングデータを利用できる。

ここでは、これらのデータに基づいて、パトス湖・ミリン湖流域の水質を概観する。

(1) パトス湖

パトス湖の水質中の N、P などの栄養塩濃度は通年比較的高い状態にあり、およそ NH₄-N 0.04~2 mg/l、P₀₄-P 0.2~0.4mg/l のレベルにある。

水質中の金属 Ni、V、Ba などは自然界の通常の濃度であるが、Cu、Pb、Cr、Mn、As などは濃度が高く、人為的な汚染が存在する。特に銅については、カマクアン川流域の銅鉱山の影響が大きいことが指摘されている (Seeliger ら)。開口部リオ・グランデ市村

近では水質中の Cu、Pb、Cd などが環境基準を超えている水域もみられる。

植物プランクトンについては、ポルトアレグレ市付近及びリオ・グランデ市付近で一次生産量が高く、栄養塩類の供給源とよく一致している。また、ミクロキステス、アナベナ等の出現も確認されており、大規模なアオコ（水の華）の発生も報告されている。赤潮は開口部沖合いの沿岸域で稀にみられる程度である。

パトス湖の主要な負荷源は、湖の南北端に存在する都市群、湖周辺の広大な稲作域、グアイバ川及びカマクアン川流域の旧銅鉱山及び石炭鉱山である。また、両河川流域におけるタバコ栽培の活発化に伴う森林伐採により土壌浸食が激化しており、流出した土砂によるパトス湖の透明度の低下及び浅化等の障害がみられている。

POC、PON などの流入負荷量は、グアイバ川がカマクアン川よりもおよそ 1 オーダー高く、おおむね 104t/y のオーダーである。Pb、Zn、Cr などの重金属については、グアイバ川がカマクアン川の数倍の濃度であるが、Cu についてはカマクアン川と同程度である (Baish ら)。これはカマクアン川上流の旧銅鉱山の影響によるものと推察される。

これらの河川からパトス湖に流入した栄養塩や重金属は、水中の懸濁土砂や内部生産起源のプランクトン等と吸脱着や吸収・分解などの作用を受け、複雑にかかわり合いながら開口部まで輸送され、塩水の影響により開口部でかなりの量が沈降・堆積するものと思われる。また、パトス湖は水深が極めて浅いため風の影響を受けやすく、南系の強風時にはこれらの物質が逆に北部にまで押し戻されることもある。しかし、全体としては、開口部が狭いため塩水の影響域は小さく、グアイバ川及びカマクアン川から供給される大量の淡水が北から南への物質の輸送を卓越させているものと推察される。

このほか、湖周辺はブラジル第一の稲作地帯であり、大量に使用されている農薬の生態系への影響が懸念されている。

(2) グアイバ川

グアイバ川はジャクイノタクアリ、カイー、シノス、グラバタイー川が合流し、パトス湖に流入する総水量の 80% を占めるリオ・グランデ・ド・スール州最大の河川である。平均的な水量は約 1,200m³/s (最大 14,000m³/s、最小 50m³/s) であるが、大水時には 25,000m³/s にも達する時がある。集水域には州最大の都市であるポルトアレグレ市があり、皮なめし、冶金、化学工場や石炭鉱山等もあることからパトス湖へ流入する有機物や Cr、Cd などの重金属の最も大きい負荷源となっている。

表 2-5 は DMAE が実施しているグアイバ湖 (グアイバ河口域) における水質モニタリング調査データをまとめたものであるが、N、P 等の高い値から富栄養化が進行しており、また Cu、Cd、Cr、Hg 等の重金属による汚染もみられることがわかる。

表2-5 グアイバ湖水質調査結果 (1992~1997)

	平均値	最大値	最小値	データ数
気温(°C)	21.0	32.2	6.5	178
水温(°C)	21.0	30.0	11.0	178
BOD(mg/l)	1.5	6.0	0.3	144
COD(Cr)(mg/l)	14.2	38.9	7.5	141
DO(mg/l)	7.5	10.9	4.6	176
PO ₄ -P(mg/l)	0.09	0.27	0.03	145
NO ₃ -N(mg/l)	0.38	7.70	0.00	143
pH	7.3	9.2	6.3	147
Cd(mg/l)	0.0005	0.005	0.000	129
Cu(mg/l)	0.013	0.187	0.000	129
T-Cr(mg/l)	0.001	0.010	0.000	127
Hg(mg/l)	0.0001	0.0030	0.0000	125
Ni(mg/l)	0.002	0.023	0.000	128
Zn(mg/l)	0.051	0.280	0.000	129
大腸菌	1.7E+04	2.8E+05	2.0E+00	173

*調査地点数：12地点

(3) カマクアン川

カマクアン川は流域面積 20,000km² の調査対象域内で最大の河川であり、パトス湖に13%の淡水を供給している。河川漁業は行われていない。

流域に銅鉱山があるが、5年前の豪雨時に銅山の尾鉱ダムが決壊し赤い水が流出した際、自治体、地元の大学、NGO 等が中心となって鉱山に対応策を要求したことが契機となって、2年前に活動を停止した。鉱山跡地は十分な植栽も行われておらず、尾鉱ダムは決壊したままであり、降雨時には鉱滓が流出する可能性が高い。

タバコ栽培農地の開発に伴う流域の森林の伐採・裸地の拡大により、土壌浸食・堆積も深刻な問題となっている他、稲作地やタバコ農地からの農薬の流入についても河川生態系に及ぼす影響が問題視されている。

カマクアン川の実地調査レポートとして、「科学技術省・カマクアン川流域実地調査(1996)」がある。このレポートは科学技術省の科学技術促進プログラムの一部として行われており、カマクアン川の実地調査及び流域開発を目的としている。調査内容には魚類の体内中の農薬濃度や河川の水質・底質中の重金属濃度等が含まれており、カマクアン川がこれらの物質に汚染されていることを裏付けるものとなっている。

図2-4は河口からの距離と水中の重金属濃度 (Cu、Pb、Zn) との関係であるが、廃銅鉱山からの排水が流入する地点でこれらの重金属濃度が急増していることがわかる。また、表2-6はカマクアン川中流部で採捕した魚類の肝臓及び筋肉中の農薬濃度を調べたものであるが、DDT、HCH等のわが国では既に使用が禁止された毒性の高い農薬が検出されている。参考として、同州で使用されている農薬のリストを図2-5に示すが、不純物としてダイオキシンを含むこともあって日本では既に使用されていない2,4-Dが現地では使用されていることがわかる。

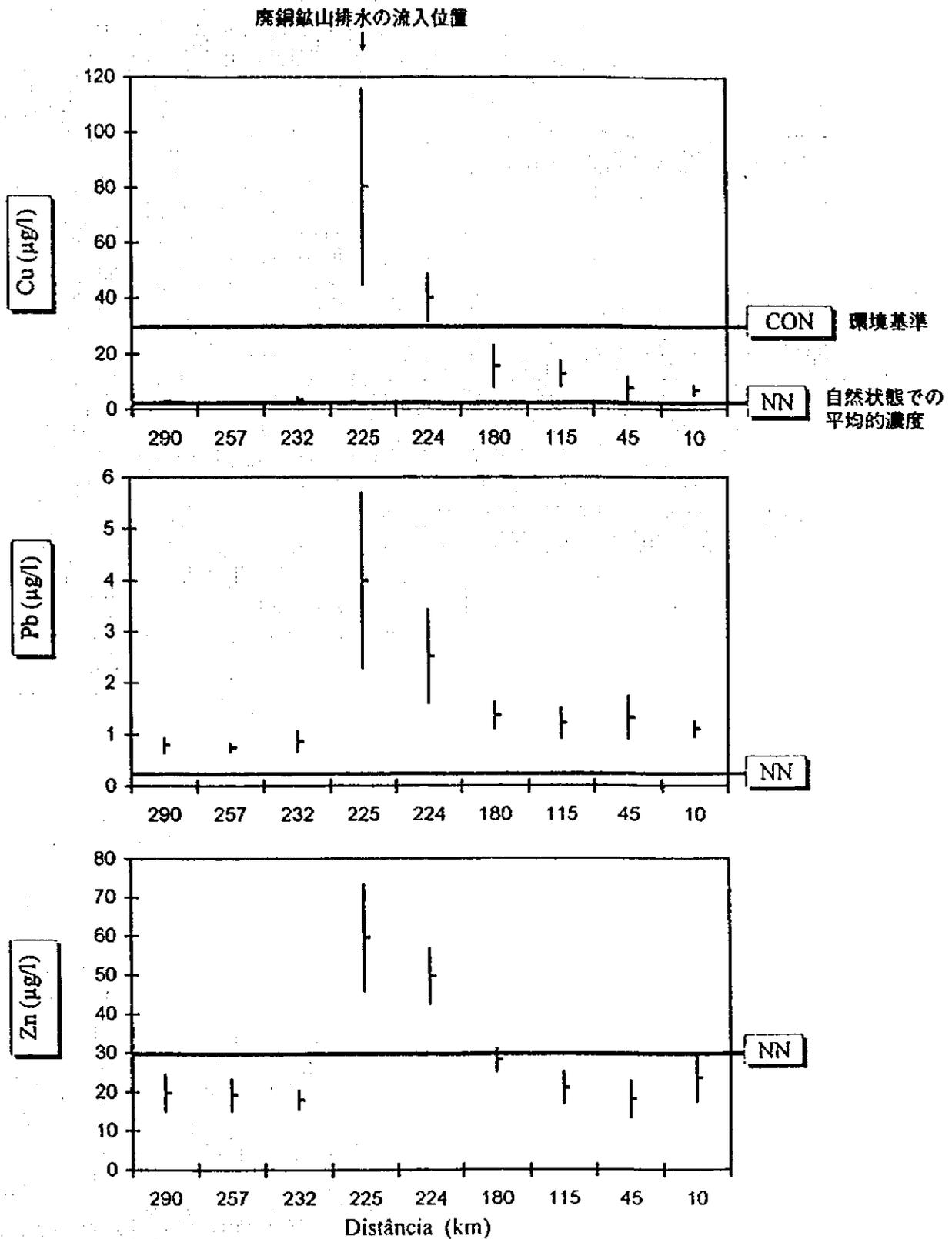


図 2-4 カマクアン川における河口からの距離と水中の重金属濃度との関係
(サンプリング：1994、1995年)

表 2-6 カマクアン川における魚体中の農薬濃度 (DDT, Chlordane, HCH)
中流域で捕獲 (1994、1995 年)

組織	肝 臓		筋 肉	
生物	コイ目の一種 (Hoplías malabaricus)	ナマズ目の一種 (Hypostomus commersoni)	コイ目の一種 (Hoplías malabaricus)	ナマズ目の一種 (Hypostomus commersoni)
最少/最大	3.45 - 22.61	0.53 - 2.69	0.18 - 0.45	0.05 - 0.63
組織	肝 臓		筋 肉	
生物	コイ目の一種 (Hoplías malabaricus)	ナマズ目の一種 (Hypostomus commersoni)	コイ目の一種 (Hoplías malabaricus)	ナマズ目の一種 (Hypostomus commersoni)
最少/最大	0.44 - 0.95	0.63 - 1.36	0.01 - 0.11	0.00 - 0.15
組織	肝 臓		筋 肉	
生物	コイ目の一種 (Hoplías malabaricus)	ナマズ目の一種 (Hypostomus commersoni)	コイ目の一種 (Hoplías malabaricus)	ナマズ目の一種 (Hypostomus commersoni)
最少/最大	0.19 - 0.37	0.70 - 0.96	0.02 - 0.09	0.04 - 0.23

表 10 魚類中の DDT、Chlordane、HCH の残留濃度 (1994、1995 年)

DDT				
	魚		魚肉	
魚種	魚	魚	魚肉	魚肉
魚種	<i>Hypostomus commersoni</i>	<i>Hypostomus commersoni</i>	<i>Hoplias malabaricus</i>	<i>Hypostomus commersoni</i>
濃度 (ppm)	0.48 - 22.61	0.53 - 2.69	0.18 - 0.45	0.05 - 0.63
CHL				
	魚		魚肉	
魚種	魚	魚	魚肉	魚肉
魚種	<i>Hoplias malabaricus</i>	<i>Hoplias malabaricus</i>	<i>Hoplias malabaricus</i>	<i>Hypostomus commersoni</i>
濃度 (ppm)	0.41 - 0.98	0.63 - 1.36	0.01 - 0.11	0.00 - 0.15
HCH				
	魚		魚肉	
魚種	魚	魚	魚肉	魚肉
魚種	<i>Hoplias malabaricus</i>	<i>Hoplias malabaricus</i>	<i>Hoplias malabaricus</i>	<i>Hypostomus commersoni</i>
濃度 (ppm)	0.00 - 0.08	0.00 - 0.06	0.00 - 0.00	0.04 - 0.23



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DA COORDENAÇÃO E PLANEJAMENTO

8.5 CHEMICALS AND FERTILIZERS

(data from Instituto Riograndense do Arroz- IRGA)

At the basin Patos-Mirim, rice under irrigation is responsible for 90% of the agricultural activities.

Soy-bean is cultivated in restricted areas, in lands with high declivity.

Maiz and beans are crops of very small farms, without expressive comercial value.

Rice under irrigation

Agricultural year 1,997-98

(proximate data because IRGA's geographic area is not exactly the same of the basin Patos-Mirim)

Cultivated Area - 285.000 Hectares

Fertilizers

57.000.000 Kg NPK $\left\{ \begin{array}{l} 1.140.000 \text{ Kg N} \\ 11.400.000 \text{ Kg P}_2\text{O}_5 \\ 11.400.000 \text{ Kg K}_2\text{O} \end{array} \right.$

21.000.000 Kg Urea 9.600.000 Kg N

Herbicides

Principle	Comercial Name	Volume/year
Propanil	Grassaide, Erbi-propanil, Propanil-Defensa, Surcopur, Propanil-Fersol, Stam 480, Propanil 450,	855.000 liters
Glyphosate	Glyphosate, Roundup	171.000 liters
Clomazone	Gamit	36.000 liters
2,4 D	Deferon, Esteron, Erbi-D, Aminol, U-46 Ester, U-46 Fluid	57.000 liters
Quinclorac	Facet PM	71.000 Kg
Metsulfuron	Ally	Non expressive
Pyrazosulfuron	Sirius	Non expressive
Pendimethalin	Herbadox	Non expressive
Molinate	Ordram	Non expressive
Propanil + Thiobencarb	Satanil	Non expressive



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DA COORDENAÇÃO E PLANEJAMENTO

Insecticides

Principle	Comercial Name	Volume/year
Pyretoid	Ponce, Hambush, Decis,	1.400 Liters

(used in 10% of rice area or proximately 28.000 Hectares)

Fungicides

Non expressive, very low consumption.

Application Methods

Fertilizers are applied by tractor, except urea.

Herbicides, insecticides and urea , in almost 100% by plane.

図2-5 農業・肥料の使用状況(2)

(4) ミリン湖

表2-7はミリン湖委員会が1997年に水域を3つに分けて実施したミリン湖水質モニタリング調査結果をまとめたものであるが、A水域（サン・ゴンサロ水路水域）ではN、Pの濃度が高く富栄養化が進行しており、さらに一部にはDOがほとんど無酸素となり、BODが20mg/l以上、Kj-N及びPO₄-Pがそれぞれ10mg/l以上となるようなかなり水質の悪化した地点もみられる。また、ミリン湖内のB、C水域（西岸部、東岸部）でも富栄養化の進行が認められるが、これはミリン湖周辺の農業活動に伴う施肥等による栄養塩の流入等が原因と考えられる。

モニタリング計画で重金属類については、ウルグアイが調査することとなっているがデータが入手できていないため汚染の有無については不明である。また、農業等による汚染が危惧されているがデータがないため実態は不明である。

表2-7 ミリン湖水質調査結果（1997年1月～12月年間平均値）

測定項目 \ 水域	A水域	B水域	C水域	全水域*
水温 (°C)	19.9	20.4	19.9	20.1
pH	7.1	7.0	7.4	7.2
BOD (mg/l)	3.9	2.1	2.3	2.8
COD (Cr) (mg/l)**	11.2	9.8	17.8	12.9
NH ₄ -N (mg/l)	0.89	0.27	0.35	0.51
NO ₃ -N (mg/l)	0.85	0.97	1.13	0.99
Kj-N (mg/l)	1.61	1.11	1.26	1.33
PO ₄ -P (mg/l)	0.31	0.20	0.07	0.19
DI (mg/l)	6.8	8.1	8.2	7.7

* 全水域の値はABC各水域平均値の単純平均値

** COD (Cr) は7～9月のみ測定

2-1-7 水資源・水利用

調査対象域内では、パトス湖は州政府、ミリン湖は連邦政府により管理されている。河川はウルグアイとの国境線となっているジャグアロン川以外はすべて州政府により管理されている。

調査対象域は水資源管理の観点から、①ミリン湖-サン・ゴンサロ流域、②カマクアン川流域（パトス湖右岸流域）、③パトス湖流域（パトス湖左岸流域）の3流域に分けられている。パトス湖流域を除いた2流域で水利用のインベントリー調査が後述する水資源関連プロジェクトにより既に行われている。すなわちミリン湖-サン・ゴンサロ流域では535、カマクアン川

流域では 1,000 以上の水利用があり、これらの多くは水田の灌漑用水である。

水資源管理法は、連邦法としては 1997 年 (Lei Federal no 9,433/97)、州法としては 1994 年 (Lei Estadual no 10,350/94) に制定されたばかりであり、現況の水利用はほとんどすべて管理法制定以前のものである。水源地管理のガイドライン及びマニュアルは現時点では存在しない。

飲料水源としては主に河川水が利用され、また数都市では地下水が利用されている。リオ・グランデ市では現在ミリン湖の水を水源としている。ペロタス市は現在河川水を水源としているが、将来ミリン湖の水も水源として加える予定である。

2-1-8 生態系

(1) 生態系の概要

パトス・ミリン湖沿岸には広大な湿源が形成されており、カビバラ、フラミンゴ、ワニ等豊かな生物相がみられる。中でもミリン湖周辺のタイン湿地やパトス湖周辺のペイシ湖は、国立公園にも指定されているほか渡り鳥の中継地としても世界的に有名であり、ペイシ湖は 1994 年にラムサール条約に登録されている。このほか、パトス湖にはイルカ類やアザラシ類などの生息も報告されている。

パトス湖の開口部は、汽水域で水草が繁茂している。水深 1 m 以浅の海底ではその約 40% にカワツルモの一種が繁茂しており、稚仔魚の生育場及びエビ、ボラ等の主要漁場を形成している。特に主要漁獲物であるエビは沖合いで産卵し、パトス湖開口部付近で成長し、産卵のため再び沖合い部に移動するサイクルがあり、開口部は水産資源的な観点からも極めて重要な水域である。パトス湖開口部沖合いは暖流と寒流がぶつかる好漁場となっている。

パトス湖における生態系の概要を以下に示す。

1) 植物 (湿地、湿源の植物)

パトス湖の島部や沿岸にある内陸の湿地には塩水が流入しており、ここには湿源に特有な一年生あるいは多年生の植物が生育している。

低地の開口部には約 70 種の植物が生育している。熱帯に生息する種 (*Paspalum vaginatum* (イネ科スズメノヒエの一種)、*Acrosticum aureum*) から寒帯に生息する種 (*Atriplex patula* (アカザ科の一種)、*Limnium brasiliensis* (イソマツ科の一種)) まで、ブラジル南部に特有な温帯の移行地帯の特徴を示している。湿源の 50% 以上は *Spartina altermiflora*、*Spartina densiflora*、カヤツリグサ科の *Scirpus americanus*、*Scirpus maritimus*、イグサの一種の *Juncus effusus* が優占している。これらの種以外にはガマ科の *Typha domingensis*、ヒユ科の *Alternanthera*

phyloxeroides、イネ科カモノハシの一種の *Ischaemum minus*、イネ科ヒエガエリの一種の *Polypogon monspeliensis* 及び *Bacopa monnieri*、*Acrosticum aureum* といった種が地域的に見られる。

2) 無脊椎動物

エビ類 *Penaeus paulensis* (クルマエビの仲間) 及び *Chasmagnathus granulata*、軟体動物の *Mesodesma mactroides*、*Donax hanleyanus*、*Excirrolana armata* がみられる。

これらは漁業資源として有効であり、生態系内で重要な働きをしている種であるが、アンモニアや農薬、重金属の影響を受けやすい。

3) 魚類

パトス湖には約 110 種の魚類が生息しているが、優占しているのはそのうちの数種にすぎない。優占種として浅瀬の部分では *Odontesthes argentinensis*、*Atherinella* (= *Xenomelaniris*) *brasiliensis* (トウゴロウイワシ科)、*Jenynsia lineata*、*Ramnogaster arcuata* 及び *Blenniidae* (ギンボの仲間)、*Gobiidae* (ハゼの仲間)、*Poeciliidae* (カダヤシの仲間)、低層部では *Achirus garmanii*、*Genidens genidens* が多く見られる。海水魚の *Mugil platanus* (ボラの仲間)、*Paralichthys orbygnianus* (ヒラメの仲間)、*Pogonias cromis*、*Micropogonias furnieri* は稚魚から幼魚の時代には開口部で過ごす。また、海水魚の *Macrodon ancylodon*、*Menticirrhus americanus*、*Paralanchurus brasiliensis*、*Symphurus jenynsi* (カレイの仲間)、*Porichthys porosissimus*、*Urophycis brasiliensis*、*Lycengraulis grossidens*、*Anchoa marinii*、*Trichiurus lepturus* (タチウオ)、*Pomatomus saltatrix* は幼魚時に開口部に生息する場合もある。

Neuma barba、*Neuma planifrons* は遡河性を持ち、産卵時には河川に入る。淡水魚の *Parapinelodus nigribaribis*、*Pinelodus maculatus* は幼魚時に開口部に生息する。

ニベ類の *Pogonias cromis*、*Micropogonias furnieri*、*Cynoscion guatucupa*、ナマズ類 *Netuma barba*、エビ類 *Penaeus paulensis*、ボラ類 *Mugil platanus*、ムツ科 *Pomatomus saltatrix*、タイ科 *Pagrus pagrus* がパトス湖の主要な漁業資源となっている。

4) 鳥類

この地域で繁殖している鳥類としてコクチョウの仲間である *Cygnus melancorhyphus*、カモメ・アジサシ類、*Ajaia ajaja*、*Araunus guarauna*、カイツブリ類、その他ガンカモ科、トキ科の仲間数種が見られるが、その羽毛や卵、肉を商業的に利用しているため、近年減少している。

鶺鴒の仲間である *Phalacrocorax olivaceus* は開口部で最もよく見られる種であるが、繁殖地は付近で観察されていない。アジサシの仲間の *Sterna trudeaui*、*Sterna hirundo*、*Rynchops niger* は開口部付近の入り江部分にねぐらを形成する。

サギ類の *Egretta thula*、*Butorides striatus* は湿源で繁殖している。コクチョウの仲間の *Cygnus melancorhyphus* は南部の湿源で繁殖している。オオバンの仲間の *Fulica armilata* は付近で繁殖している可能性がある。カモメ類の *Larus maculipennis*、*Larus dominicanus* が観察されている。

シギ、チドリ類ではソリハシシギの仲間である *Limosa haemastica* が北アメリカから、チドリの仲間である *Charadrius modestus* がパタゴニアから、セイタカシギの仲間である *Himantopus himantopus* が付近の内陸部の繁殖地から渡ってくるのが見られる。

5) 海獣類

イルカ類の *Tursiops truncatus* (バンドウイルカ)、*Tursiops gephyreus* はパトス湖の開口部で年間を通して観察される。一部はかなり塩分の低下しているサン・ゴンサロ水路の付近まで来る場合がある。アシカ類の *Otaria flavescens* はまれにポルトアレグレまで採餌のために移動してくるのが見られる。

ミリン湖については、タイン国立公園でペンギン科の *Spheniscus magellanicus*、アメリカダチョウ科の *Rhea americana*、フラミンゴ科の *Phoenicopterus chilensis*、コンドル科の *Coragyps atratus*、フクロウ科の *Bubo virginianus*、ガンカモ科の *Cairina moschata*、キヌバネドリ科の *Trogon surrucura* 等の 54 科 173 属 236 種の鳥類が観察されている。

(2) 湿源

1) 湿源保全関連機関

図 2-6 は 1997 年 10 月に FEPAM、NGO 等が連邦の生物保護委員会に提出した湿源の保全計画である。湿源の保全・研究に関連する連邦及び州政府機関は以下のとおり。

a) リオ・グランデ連邦大学 (FURG)

外海の哺乳類、植物プランクトン、ベントス等の調査

b) ブラジル環境・自然源院 (IBAMA)

ペイシ、タイン等の自然保護区の管理活動。調査は鳥が中心。

ペイシ湖は 1993 年にラムサール条約に登録済み。「陸上の湖水に住む鳥に関するネットワーク」という国際的なネットワークにも参加している。タイ

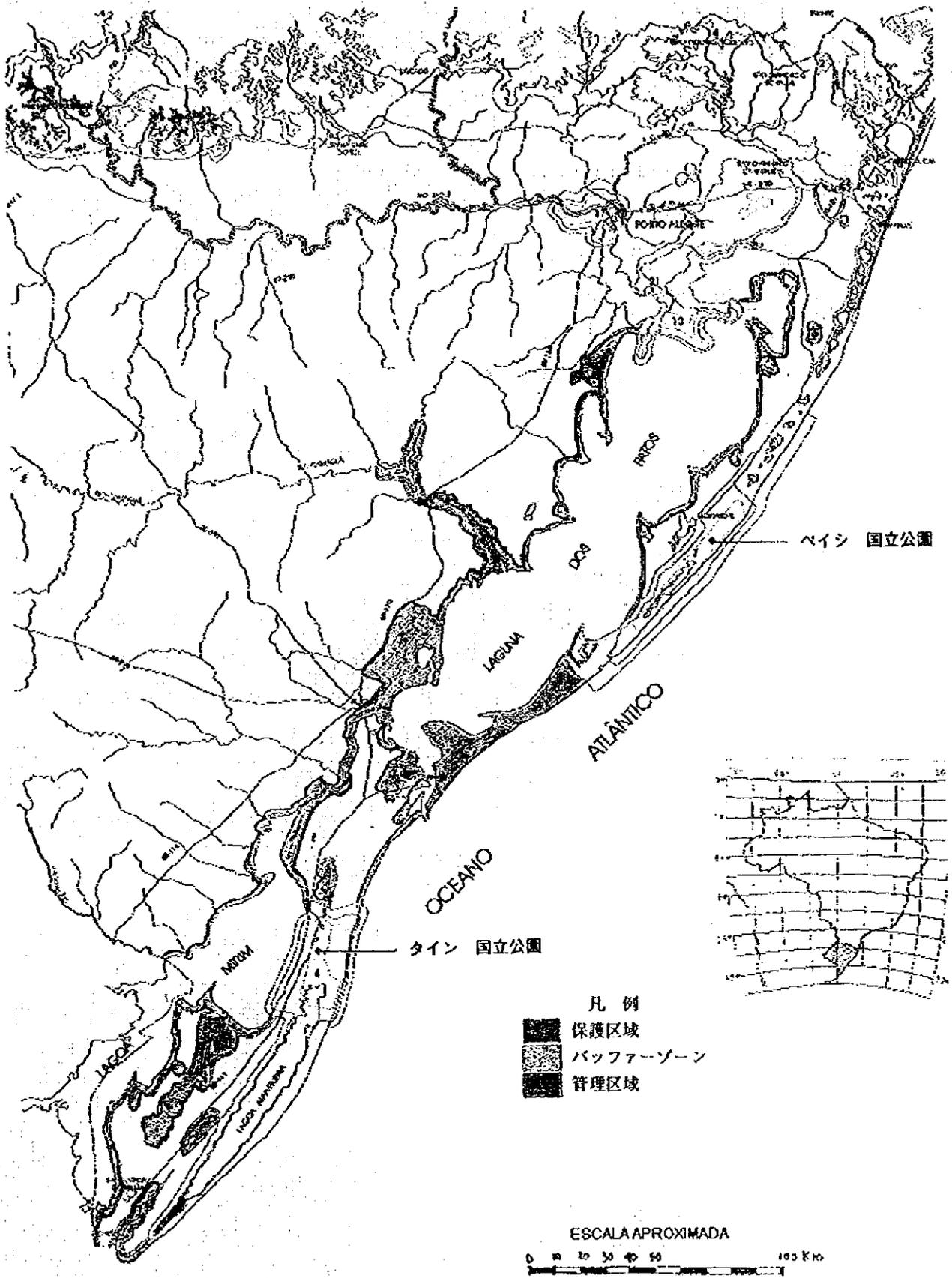


図2-6 湿原域保護計画 (1997年10月)

ン自然保護区はラムサール条約に未登録。

c) FEPAM

他の関連機関のデータを基に保護地域の指定を実施。

環境ライセンスの発行（湿源周辺で活動する農業従事者への農業内容、栽培種等の制限等）、湿源周辺の事業内容のチェック等を実施。

d) 私立シノス大学

南米、北米、南極地域の渡り鳥に関する研究、重金属の渡り鳥に対する影響、ペンギン等の死骸の研究等。

e) IPII

湿源における農業、肥料の研究、タイン湖における水文モデルの研究等

f) 州エコツーリズム局

マール・デ・デントロ域内には7か所のエコツーリズム適地があるが、中でもペイシ、タインが最も優れている。現在観光客はカウントしていないが、あまり多くはない。今後、エコツーリズムの振興を図っていきたいとのこと。

2) ペイシ湖及びタイン自然公園の概要

ペイシ湖は外海との水の交換があり、塩水湖である。一方、タイン湿地のマンガイラ湖は降水に依存する淡水湖であり、両者の物理化学的な性質はかなり異なっている。しかしながら、両湖は生物相が豊かであるばかりでなく、南北アメリカ・南極を移動する渡り鳥の中継地点として極めて重要である。調査によれば、南極、アルゼンチン、チリ等から北米へ移動する渡り鳥は当地まで不眠・不休で移動し、当地でしばらくの間休憩し、豊富な餌糧を得て体力を回復し再度渡りを開始するとのこと（図2-7）。

ペイシ湖及びタイン自然公園の現地視察結果は以下のとおり。

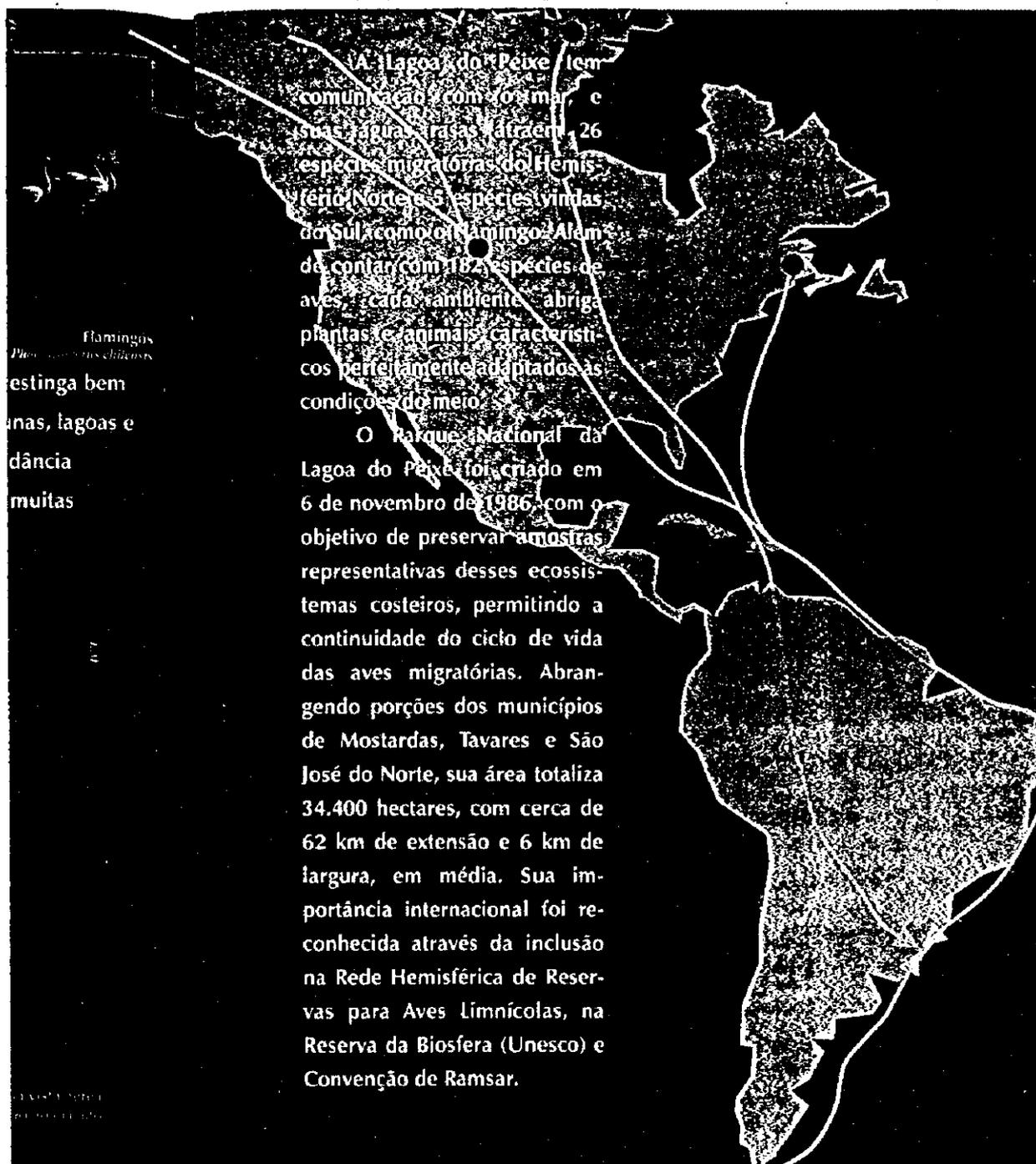


図2-7 渡り鳥のコース

a) ペイシ湖

モスタルダスの IBAMA 現地事務所及びシノス大学の研究者のガイドで現地視察を実施した。当該地はモスタルダスまでは舗装道路があるがそれ以降はほとんど道らしい道もなく、海岸線を走るのが最も有効なアクセス道となっている（図2-8）。

海岸線は堅く締まった砂浜であり、ペンギン、アザラシ等が確認された。しかし、海岸線近くまで接近して操業している漁船の漁網に絡まって死亡したペンギンもかなりの数確認された。ペイシ湖内では外海との水路付近が最も野鳥の多いところであり、渡り鳥のシーズンには多数の野鳥が観察できるとのこと。

人家は小規模な漁村が点在する程度であり、これらの漁業者が実施している漁は極めて小規模であるため、許可されているとのこと。

現状の問題は以下のとおり。

- ・主に外海での漁船の操業時の漁網による水鳥への直接的ダメージ、餌の減少等
- ・植林されたマツによる生態系への影響
- ・道路の建設計画
- ・稲作に伴う影響
- ・点在する漁村での廃棄物処理

b) タイン自然保護区現地視察

IBAMA タイン事務所のガイドで現地を視察した。当該地区は国道が一部保護区内を通過しており、ペイシ湖に比べはるかにアクセスが容易である（図2-9）。鳥類の他、カピバラ、オオネズミ、カワウソなどが国道上から容易に観察できる。国道には野生動物優先の標識が、国道の下には19か所のケモノ道が設けられているが、車に起因する野生生物の被害も大きく、月に80匹の動物が交通事故により死亡している。管理事務所では日に2回、事故による動物の死骸をモニタリングしている。

保護区の周辺にも湿源（私有地）が広がり、野生生物が生息している。また、一次林の植生もみられている。IBAMA ではこのような土地所有者に対して、税金等の特典のある私有地自然保護地区の申請を働きかけている。

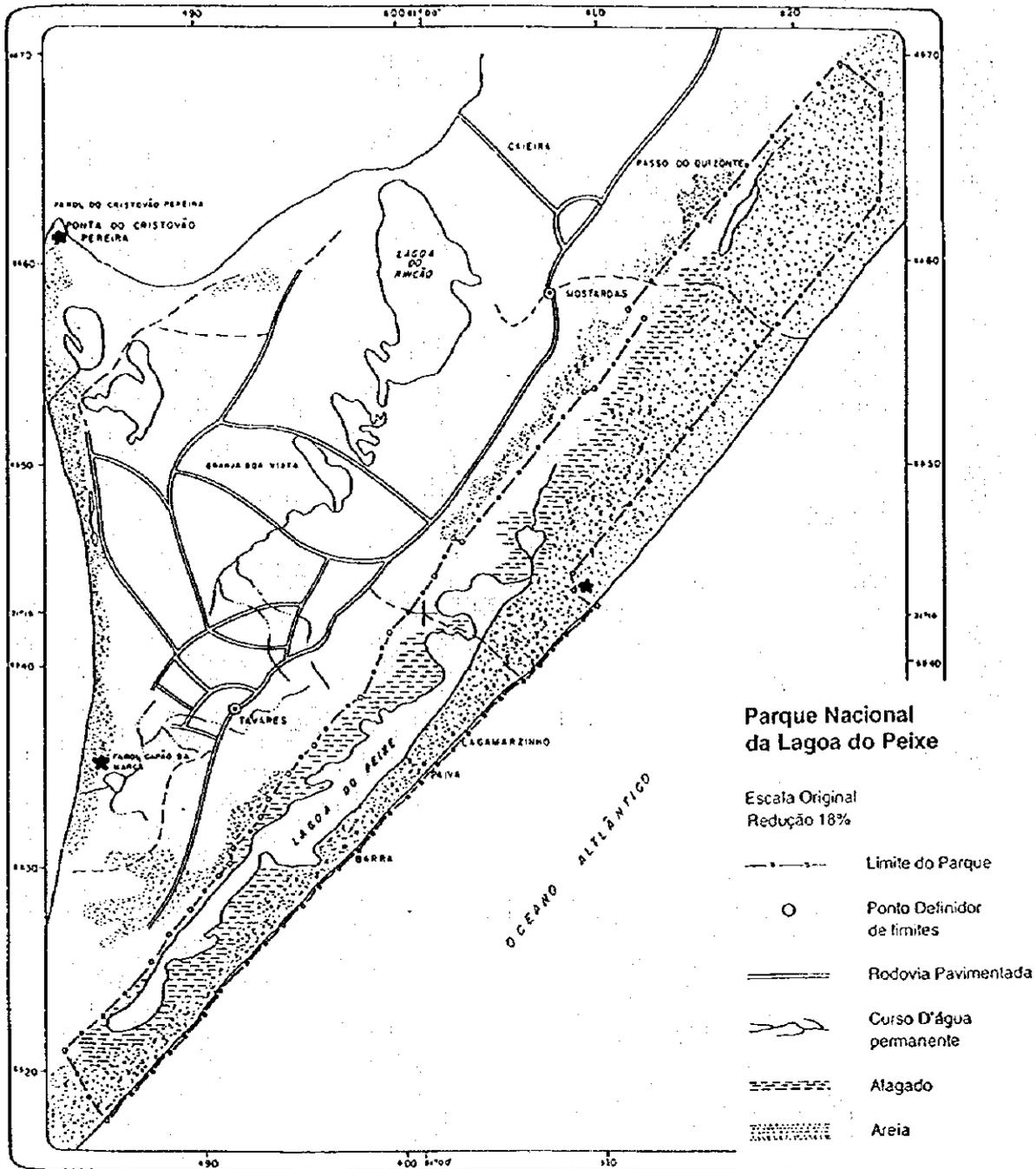


図 2-8 ペイシ湖

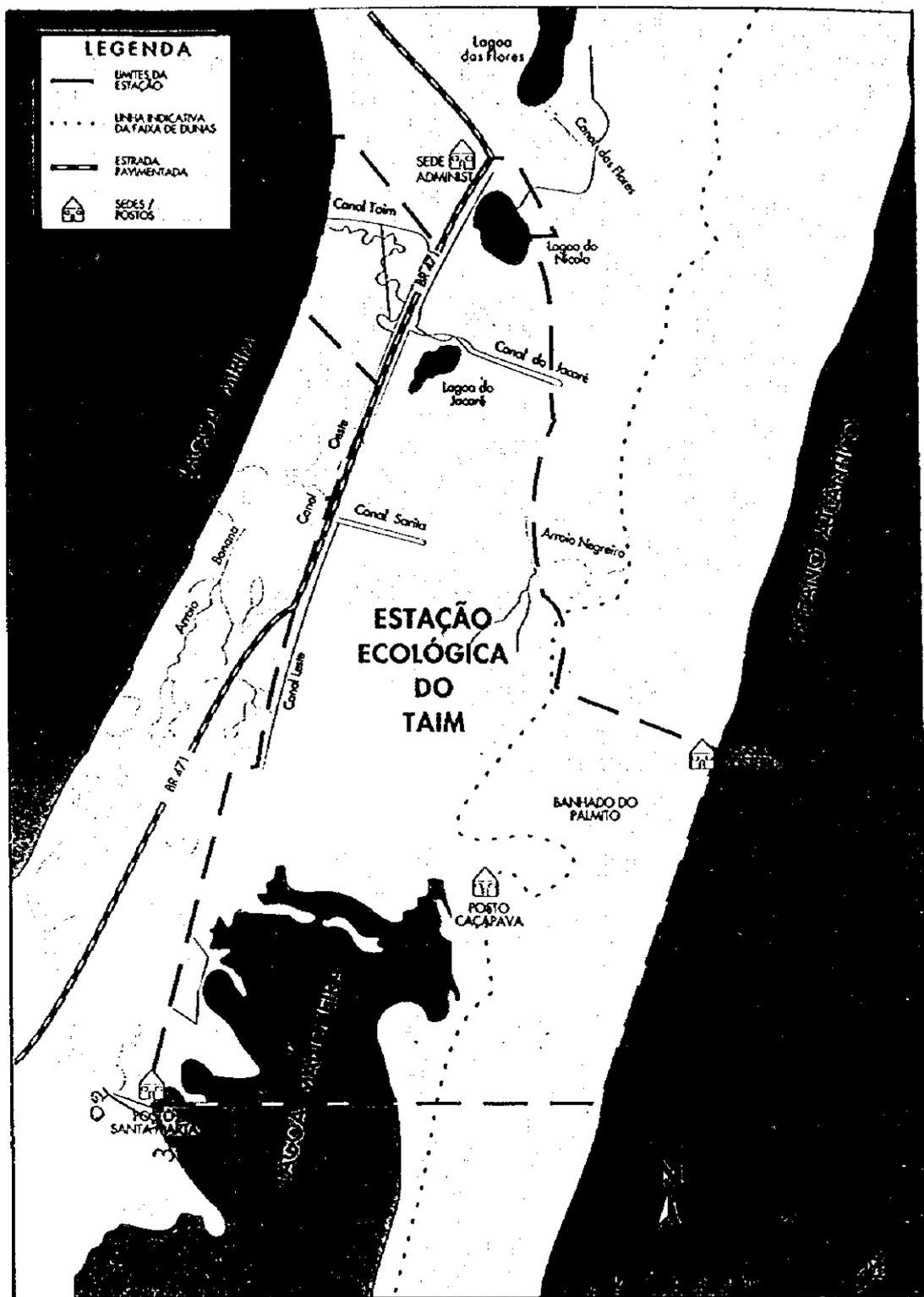


図 2-9 タイム自然保護区

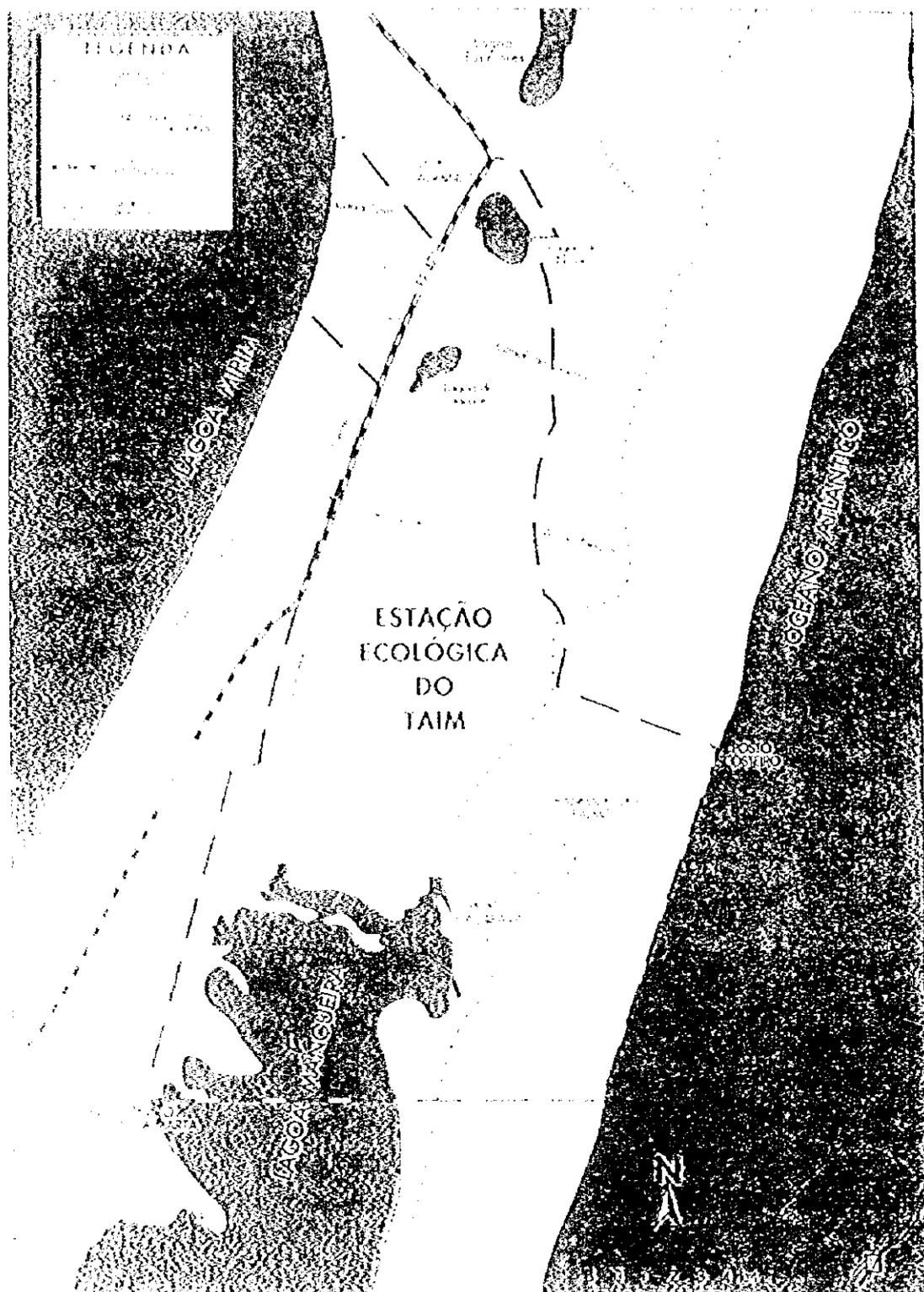


Figura 1. Mapa da Estação Ecológica do Taim.

2-2 ブラジルにおける環境政策

2-2-1 連邦政府

連邦政府において環境行政一般を取り扱う組織は、環境省である。
環境省の組織を図2-10に示す。

2-2-2 州政府

(1) 水環境関連行政組織

州政府では FEPAM が環境行政一般を取り扱う組織であるが、上水道及び生活排水関連の下水道の水質管理は州上下水道局 (CORSAN)、ポルトアレグレ市前面のグアイバ湖の水質管理などは DMAE が実施しており、州環境局は上記以外の公共用水域の管理及び工場排水の管理を実施している。

州の水環境関連行政組織を図2-11に示す。

(2) C/P の概要

SCP の組織を図2-12に示す。また、主要な C/P 及び本調査に関連する機関のリストを表2-8に示す。

2-2-3 環境関連法規・ガイドライン等

主要な環境関連法規・ガイドライン等については、「プロ・グアイバ計画現況調査報告書法律編 (Vol.5) (1997)」に網羅されている。

水質環境基準及び工場排水基準の概要は以下のとおり。

(1) 水質環境基準

連邦政府が利用目的別に定めた6段階の水質環境基準をそのまま適用している。河川の基準値は環境調査が完了した水域から順次決定している。

パトス湖については以下のとおり。

- ・グアイバ湖出口から汽水域までの水域については、水質データが乏しいため暫定的にクラス2を適用 (表2-9)。
- ・パトス湖開口部付近の汽水域について、別途基準値を設定 (表2-10)。

MINISTRY OF ENVIRONMENT, WATER RESOURCES AND THE LEGAL AMAZON

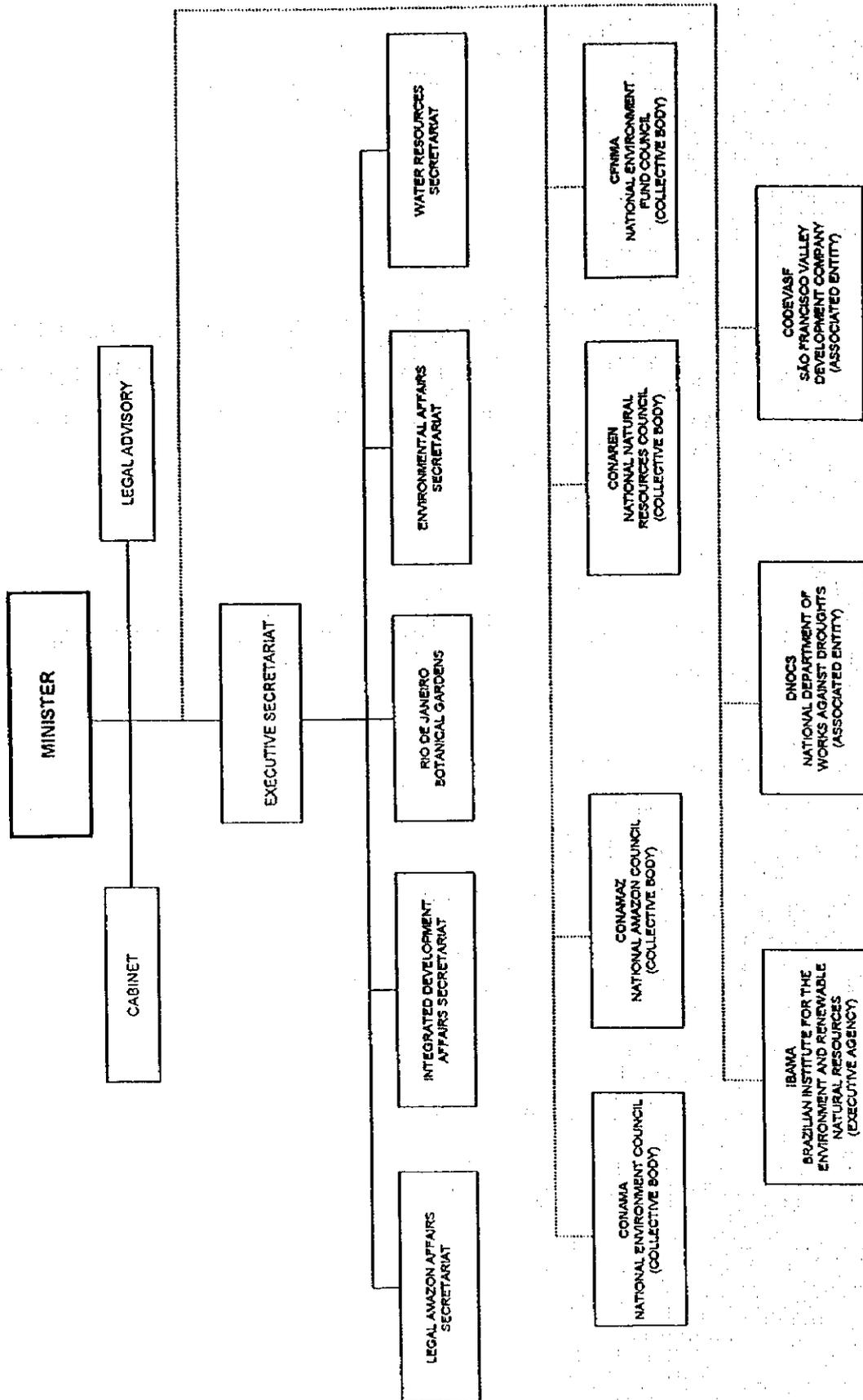
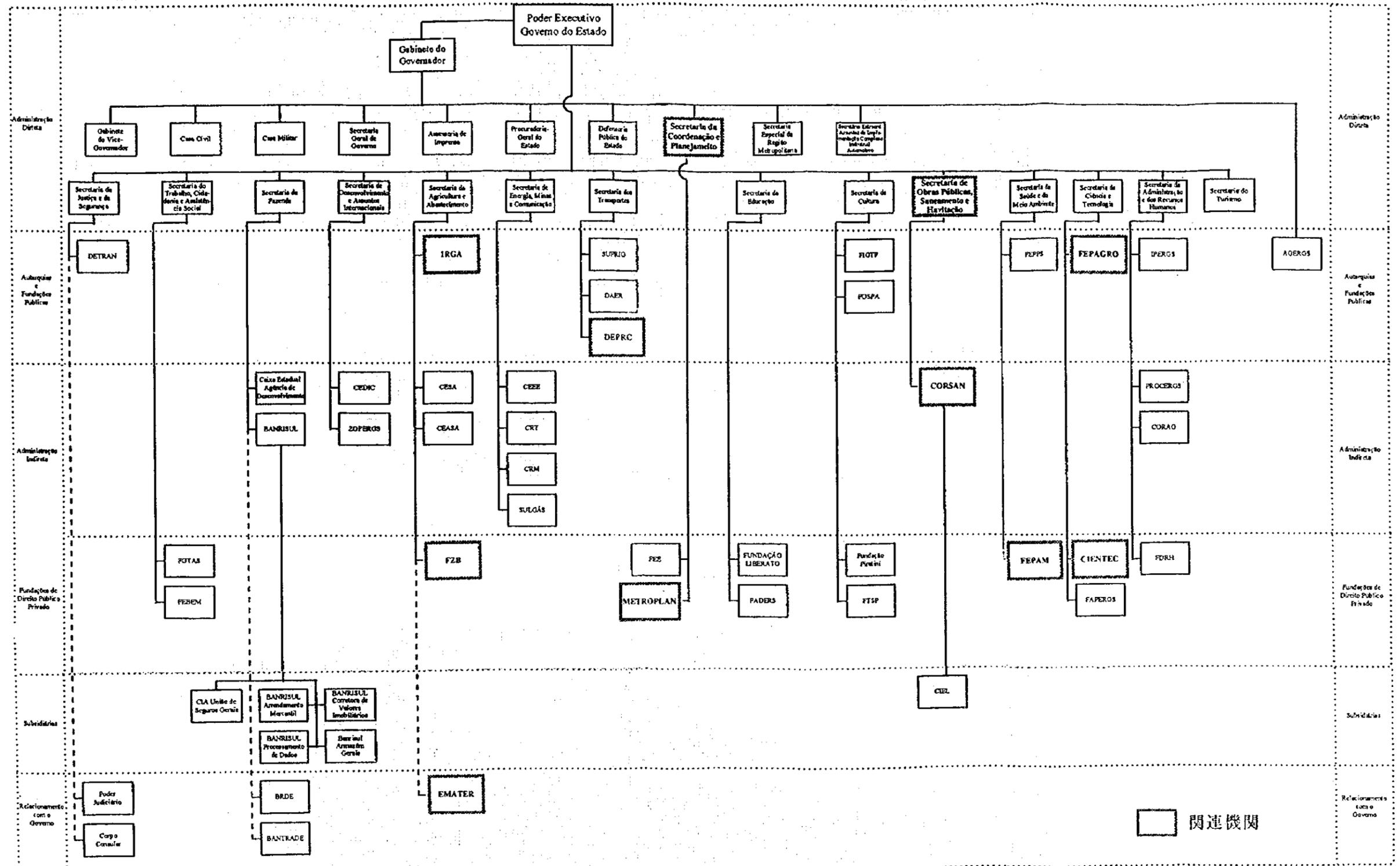


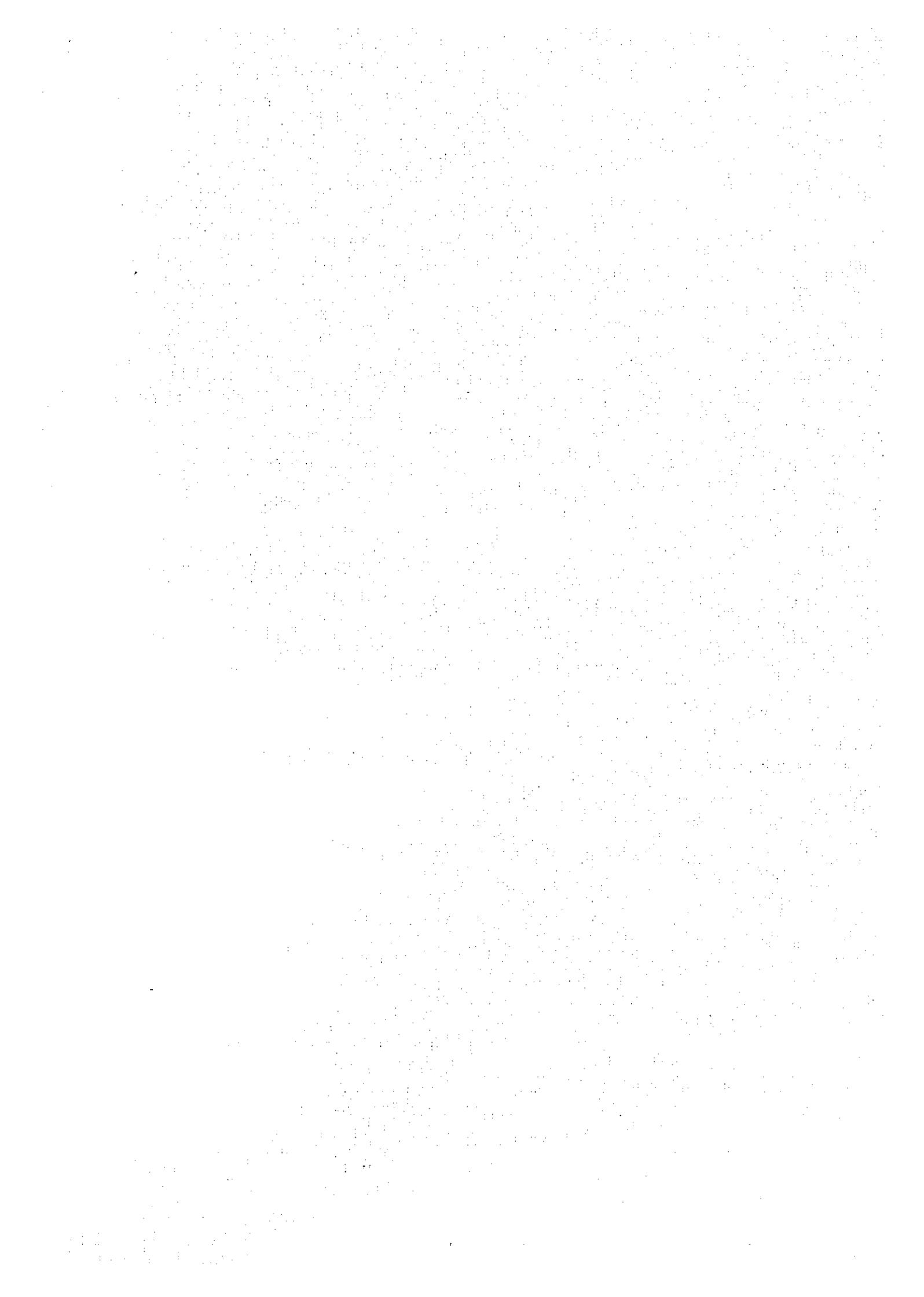
図 2-10 環境省の組織図

Estrutura Orgânica do Estado do Rio Grande do Sul



DPMA/DPO - SARH 04/08/97

図2-11 リオ・グランデ・ド・スール州の行政組織図



SECRETARIA DA COORDENAÇÃO E PLANEJAMENTO

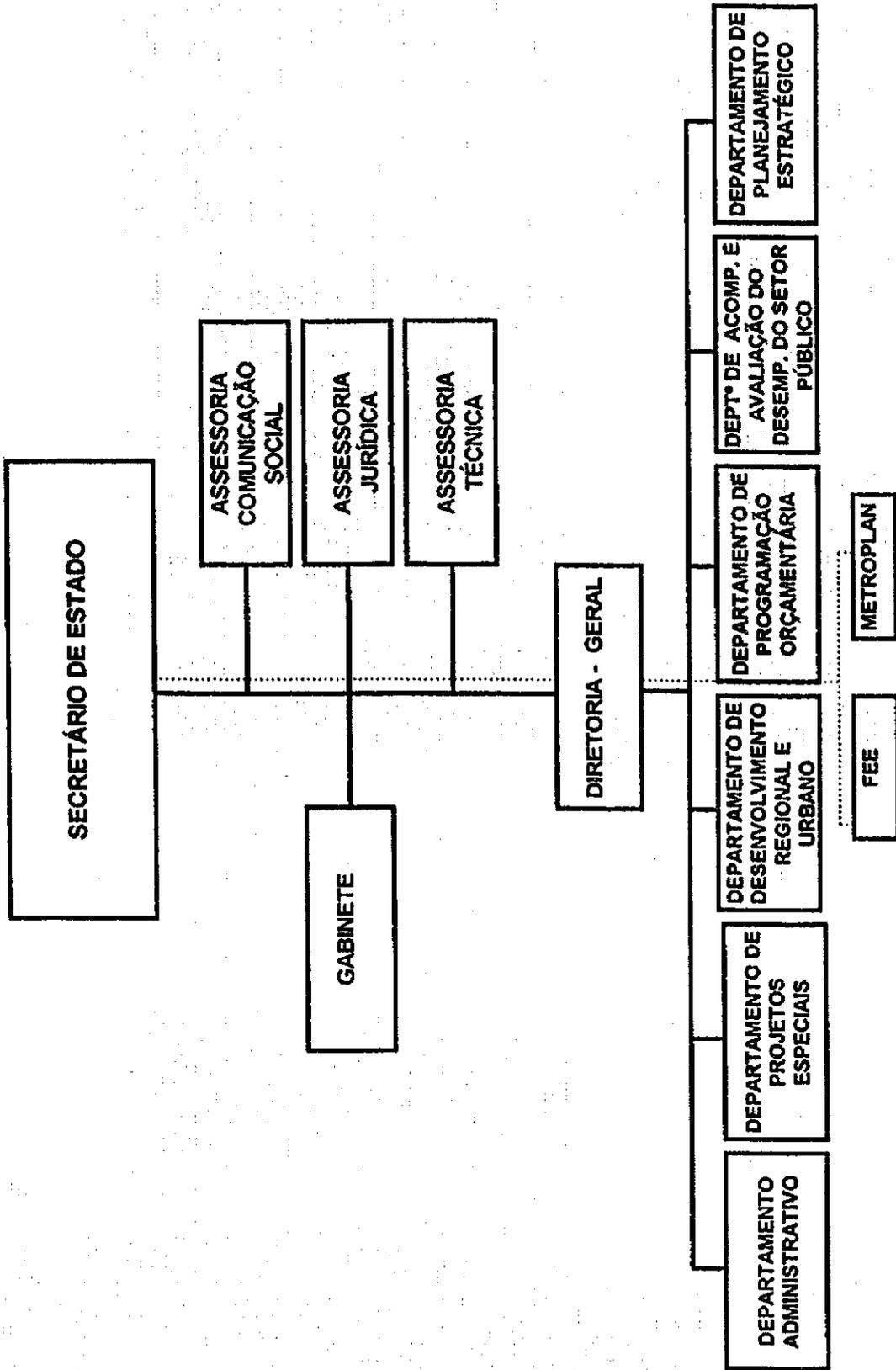


图 2 - 12 C/P 組織図

表 2 - 8 主要 C/P 機関リスト

Nome	Intituição	Fone	Fax	Contato/ Contra Parte	E-mail
Otávio J. W. Siqueira	EMBRAPA	0532.758139	758120		Otavio@cpact.embrapa.br
Norton M Gianuca	FURG - Oceanografia	0532.336522	336601		ngianuca@mifrus.com.br
Tânia Maria Aves da Silva	Fepagro/ Furg	0532.361685	361685		
Josete C. Dani Sánchez	CIENTEC	051.221.4688	226.0207		
Ernesto Diestel Jr.	CIENTEC	051.221.4688	226.0207		
Osmar O. Moller Jr.	FURG	0532.336652	336652		Osmar@calvin.ocfis.furg.br
Luiz Emilio Almeida	IPH/ UFRGS	051.316.6624			Almeida@if.ufrgs.br
João Antônio Neves Allemand	Esc. Técnica Federal de Pelotas	0532.845140	8451102		jallemand@etfpel.tche.br
Maria Elice Rosa Dias	IBAMA	051.226.0002	226.0002		
Flávio F. Barth	CORSAN	051.215.5122			
Maria Laura Mattos	EMBRAPA / CPACT	0532.758224	758220		Mattos@cpact.embrapa.br
Mariza Lima	ABC / MRE	061.411.6885	411.6894		
Claudia Laydner	FEPAM	051.225.7242			
José Costa Fróes	UCPEL	0532.231780	233105		
Paulo Rogério Couto Rochedo	ALMirim/ UCPEL	0532.273677	273677		
Henrique C. Fensterseifer	UNISINOS	051.590.3333	r.1746		Henrique@ddgra.unisinos.tche.br
Margareth Vasata Macchi Silva	METROPLAN	051.225.0801			
Maria Lucia Silva	FEPAM	051.225.7748	225.1645		
Valter G Zunkowski	EMATER	051.233.3090	233.8424		
Dirlei Matos de Souza	EMATER	051.233.3144	231.6199		
Paulo Barth	SCP - RS	051.226.9411	228.9702		
Mariana Zimmermam	SCP - RS	051.226.9411	225.9238		Deplan@pro.via-rs.com.br
Paulo S. Chagas Pinto	FEPAGRO	051.223.5411	223.7607		
Herbert Klarmam	SCP - RS	051.226.9964			Ddru@pro.via-rs.com.br

表 2-9 パトス湖の水質環境基準

物質名		単位	基準値
Alumínio	Aluminum	mg/l	0.1
Amonia nao ionizavel	Ammonium ion	mg/l	0.02
Arsenio	Arsenic	mg/l	0.05
Bario	Barium	mg/l	1.0
Berílio	Beryllium	mg/l	0.1
Boro	Boron	mg/l	5.0
Benzeno	Benzene	mg/l	0.01
Benzo-a-pireno		mg/l	0.00001
Cadmio	Cadmium	mg/l	0.001
Cianetos	Cyanide	mg/l	0.005
Chumbo	Lead	mg/l	0.01
Cloretos	Chloride	g/l	19.3
Cloro Residual		mg/l	0.01
Cobalto	Cobalt	mg/l	0.2
Cobre	Copper	mg/l	0.02
Cromo Trivalente	Trivalent Chromium	mg/l	0.5
Cromo Hexavalente	Hexavalent Chromium	mg/l	0.05
1,1 dicloroetano	1,1 - dichloroethylene	mg/l	0.0003
1,2 dicloroetano	1,2 - dichloroethane	mg/l	0.01
Estanho	Tin	mg/l	2.0
Índice de Fenóis		mg/l	0.001
Ferro solúvel	Iron	mg/l	0.3
Fluoretos	Fluorine	mg/l	1.4
Fosfato total	Total Phosphorus	*	*
Lítio	Lithium	mg/l	2.5
Manganes	Manganese	mg/l	0.1
Mercurio	Mercury	mg/l	0.0001
Níquel	Nickel	mg/l	0.025
Nitrato	Nitrate	mg/l	10.0
Nitrito	Nitrite	mg/l	1.0
Prata	Silver	mg/l	0.005
Pentaclorofenol	Pentachlorophenol	mg/l	0.01
Selenio	Selenium	mg/l	0.01
Substancias tenso-ativas que reagem com o azul de metileno	LAS	mg/l	0.5
Sulfatos	Sulfate	g/l	2.7
Sulfetos (como H2S nao dissociado)	Sulfide	mg/l	0.002
Talio	Thallium	mg/l	0.1
Tetracloroetano	Tetrachloroethylene	mg/l	0.01
Tricloroetano	Trichloroethylene	mg/l	0.03
Tetracloroeto de carbono	Carbon tetrachloride	mg/l	0.003
2,4,6 triclorofenol	2,4,6 trichlorophenol	mg/l	0.01
Uranio total	Total Uranium	mg/l	0.02
Vanadio	Vanadium	mg/l	0.1
Zinco	Zinc	mg/l	0.17
Aldrin		ug/l	0.003
Clordano		ug/l	0.004
DDT	DDT	ug/l	0.001
Dieldrin		ug/l	0.003
Endrin		ug/l	0.004
Endossulfan		ug/l	0.034
Epoxido de Heptacloro		ug/l	0.001
Heptacloro		ug/l	0.001
Lindano (gama-BHC)		ug/l	0.004
Metoxicloro		ug/l	0.03
Dodecacloro + Nonacloro		ug/l	0.001
Bifenilas Policloradas (PCB's)	PCB	ug/l	0.001
Toxafeno		ug/l	0.005
Demeton		ug/l	0.1
Gution		ug/l	0.005
Malation		ug/l	0.1
Paration		ug/l	0.04
Carbaril		ug/l	0.02
Compostos organofosforados e carbamatos totais		ug/l	10.0 em Paration
2,4-D		ug/l	4.0
2,4,5-TP		ug/l	10.0
2,4,5-T		ug/l	2.0

表 2-10 Class 2 の水質環境基準

物質名	物質名	単位	基準値
Aluminio	Aluminum	mg/l	0.1
Amonia nao ionizavel	Ammonium Ion	mg/l	0.02
Arsenio	Arsenic	mg/l	0.05
Bario	Barium	mg/l	1.0
Berilio	Beryllium	mg/l	0.1
Boro	Boron	mg/l	0.75
Benzeno	Benzene	mg/l	0.01
Benzo-a-pireno		mg/l	0.00001
Cadmio	Cadmium	mg/l	0.001
Cianetos	Cyanide	mg/l	0.01
Chumbo	Lead	mg/l	0.03
Cloretos	Chloride	mg/l	250
Cloro Residual		mg/l	0.01
Cobalto	Cobalt	mg/l	0.2
Cobre	Copper	mg/l	0.02
Cromo Trivalente	Trivalent Chromium	mg/l	0.5
Cromo Hexavalente	Hexavalent Chromium	mg/l	0.05
1,1 dicloroeteno	1,1 - dichloroethylene	mg/l	0.0003
1,2 dicloroetano	1,2 - dichloroethane	mg/l	0.01
Estanho	Tin	mg/l	2.0
Indice de Fenóis		mg/l	0.001
Ferro soluvel	Iron	mg/l	0.3
Fluoretos	Fluorine	mg/l	1.4
Fosfato total	Total Phosphorus	mg/l	0.025
Lítio	Lithium	mg/l	2.5
Manganes	Manganese	mg/l	0.1
Mercurio	Mercury	mg/l	0.0002
Niquel	Nickel	mg/l	0.025
Nitrato	Nitrate	mg/l	10
Nitrito	Nitrite	mg/l	1.0
Prata	Silver	mg/l	0.01
Pentaclorofenol	Pentaclorophenol	mg/l	0.01
Selenio	Selenium	mg/l	0.01
Solidos dissolvidos totais	Total Dissolved Solids	mg/l	500
Substancias tenso-ativas que reagem com o azul de metileno	LAS	mg/l	0.5
Sulfatos	Sulfate	mg/l	250
Sulfetos (como H2S nao dissociado)	Sulfide	mg/l	0.002
Tetracloroeteno	Tetracloroethylene	mg/l	0.01
Tricloroeteno	Tricloroethylene	mg/l	0.03
Tetracloro de carbono	Carbon tetrachloride	mg/l	0.003
2,4,6 triclorofenol	2,4,6 triclorophenol	mg/l	0.01
Uranio total	Total Uranium	mg/l	0.02
Vanadio	Vanadium	mg/l	0.1
Zinco	Zinc	mg/l	0.18
Aldrin		ug/l	0.01
Clordano		ug/l	0.04
DDT	DDT	ug/l	0.002
Dieldrin		ug/l	0.005
Endrin		ug/l	0.004
Endossulfan		ug/l	0.056
Epoxido de Heptacloro		ug/l	0.01
Heptacloro		ug/l	0.01
Lindano (gama-BHC)		ug/l	0.02
Metoxicloro		ug/l	0.03
Dodecacloro + Nonacloro		ug/l	0.001
Bifenilas Policloradas (PCB's)	PCB	ug/l	0.001
Toxafeno		ug/l	0.01
Demeton		ug/l	0.1
Gulion		ug/l	0.005
Malation		ug/l	0.1
Paration		ug/l	0.04
Carbaril		ug/l	0.02
Compostos organofosforados e carbamatos totais		ug/l	10.0 em Paration
2,4-D		ug/l	4.0
2,4,5-TP		ug/l	10.0
2,4,5-T		ug/l	2.0

(2) 排水基準

工場の排水基準は、連邦の排水基準とは別途に、より厳しい基準を設けている。BOD、COD、SSについては、排水量に応じて排水量が多いほど厳しい値となっている。重金属等については一律基準であるが、環境上規制の必要な水域には基準値に 0.9 を乗じた値を適用し、比較的問題のない水域には 1.1 を乗じた値を適用している。これらの水域は州法で決められている。

工場排水については、以下の要領で管理している。

- ①各工場及び地域の特性に応じて、総量規制の観点から対象工場の排水基準及び工場の自主モニタリング内容を決定。
- ②工場の排水モニタリング結果を毎回 FEPAM に提出。毎年報告書を提出させる。
- ③ FEPAM は立入検査によって工場の排水の水質をチェック。

工場側の報告と FEPAM の検査結果とは大きく食い違うことが多く、必ずしも工場側が排出基準を遵守している状況にはない。

2-3 水質管理の現状と問題点

2-3-1 既存の水質環境管理プロジェクト及び将来計画

(1) マール・デ・デントロ計画

グアイバ川流域を除くパトス湖・ミリン湖流域の約 31 の関係市町村、企業、大学、研究所、労働組合、教員等が参加し、生活レベルの向上、利益分配の公平、人口流出防止、環境保全・回復を目的とした計画である。SCP の管理下で南部地域振興委員会 (COREDE-SUL) が窓口となっており、1994 年 5 月に州議会で承認された。しかしながら、この計画の具体的な内容については今後検討されることになっている。

(2) プロ・グアイバ計画

プロ・グアイバ計画は、SCP が中心となって、グアイバ川の全流域 85,900km² を対象として環境保全・社会開発を目的としたものである。プロ・グアイバ計画には州政府、各自治体、大学、NGO 等が参加し、16~20 年のタイムスケジュールで 4 ステップに分けて実施される。現在は第 1 ステップが 1995 年 7 月から 1999 年 7 月までを目標に予算総額 220.5 百万米ドルで実施されている。本プロジェクト第 1 ステップの主要な事業及び予算は表 2-11 に示すとおり。

プロ・グアイバ計画のうち生活排水、産業排水、廃棄物対策については以下のとおりの実施状況である。

表2-11 プロ・グアイバ計画の内容・予算

em US\$ 1.000,00

Ação	Executor	Financiamento	Aporte Local	Custo
1. Gerenciamento	SPA		2.208	2.208
2. Obras Emergenciais:				
2.1-Esgotos Cachoeirinha e Gravatai	CORSAN	50.073	426	50.499
2.2-Esgotos Domésticos POA	DMAE	24.633	3.521	28.154
2.3-Sistema Resíduos Sólidos POA	DMLU	1.399	576	1.975
2.4-Sistema Parques e Reservas	FZB	6.600	5.728	12.328
2.5-Manejo Controle de Agrotóxicos	EMATER	17.642	10.610	28.252
3. Planos e Projetos:				
3.1-Plano de Ações Controle Poluição Industrial	FEPAH	1.165	5.895	7.060
3.2-Rede de Monitoramento Ambiental	CORSAN FEPAH/DMAE	2.053	7.799	9.852
3.3-Sist. de Geoinformações Geográficas	METROPLAN/SPA	1.923	5.004	6.927
3.4-Plano Diretor de Controle da Bacia do Guaíba	SPA		7.125	7.125
3.5-Estudos Consolidação Parques e Reservas	FZB		1.537	1.537
3.6-Plano Diretor de Resíduos Sólidos	METROPLAN		510	510
4. Desenvolvimento Institucional:				
4.1-Treinamento de Recursos Humanos	FDRH		1.335	1.335
4.2-Plano de Comunicação	SPA		1.691	1.691
4.3-Educação Ambiental	SE		2.417	2.417
4.4-Aquisição de Terrenos	SAA-DRNR/CORSAN		9.951	9.951
4.5-Reassentamento de Famílias	DMAE		200	200
SUBTOTAL:		105.488	66.533	172.021
5. Outros Custos:				
5.1-Imprevistos		10.601	1.848	12.449
5.2-Escalonamento de Custos		14.888	2.040	16.928
5.3-Juros			16.054	16.054
5.4-Comissão de Crédito			1.725	1.725
5.5-F.I.V. (Taxa de Fiscalização do BID)		1.323		1.323
TOTAL:		132.300	88.200	220.500

1) 生活排水

第1ステップでは、Inter-American Development Bank (IDB) の融資により、4か所の処理施設、6基のポンプステーション、総延長 800km のパイプラインが建設中である。これらのパイプラインは分流式である。

生活排水による汚染度の高いカショリーニ市及びグラバタイ市のグラバタイ川流域にラグーン式沈殿池2基が建設中であり、これらの完成により両市の生活排水の80%がカバーされる。また、ポルトアレグレ市内にラグーン式沈殿池1基（イパネマ処理場）及び2次処理まで可能な水処理施設（サンジョアン・ナベガンテス処理場）が計画され、うちポルトアレグレ市内のラグーン式沈殿池についてはほぼ完成しており、生活排水のパイプラインが完成次第、運転開始となる予定である。なお、第1ステップの4か所の処理場は1999年7月からすべて稼働を開始する予定である。

しかし、これらの完成によってもポルトアレグレ市の全生活排水の20%がカバーされるだけであるため、第2ステップではイパネマ処理場の拡張を計画している。また、ポルトアレグレ市内には建設スペースが不足しているため、他の土地に新規の処理場の建設を検討している。

ポルトアレグレ市付近では、唯一ラミ村で生活排水処理設備が稼働しており、この村の海岸だけが付近で海水浴ができる。他は大腸菌の問題ですべて海水浴不可能である。

2) 産業排水

第1ステップでは、産業排水対策のためのM/Pを作成しており、本年9月ないし10月に完了する予定である。次のステップではこのM/Pに基づき、産業排水対策を実施する予定である。

3) 廃棄物

都市部の廃棄物（医療、産業廃棄物を含む）に関して、現況調査結果及びM/Pに関するレポートがある。

(3) 他の水環境関連プロジェクト

1) カマクアン川流域開発プロジェクト

「科学技術省・カマクアン川流域実態調査（1996）」（フェーズⅠ）の結果を受けて、今年度予算を用いて、環境回復・地域開発を目的としたカマクアン川流域開発プロジェクト（フェーズⅡ）が予定されている。

2) 下水道整備計画

調査対象域内の関係自治体（ペロタス及びカマクアン市は独自）における下水道整

備計画を CORSAN が進めている。ただし、この計画はいずれの自治体についても全域をカバーするものではなく、特に人口等の集中した区域だけを対象としたものである。

3) 水資源関連プロジェクト

a) ミリン湖－サン・ゴンサロ流域 (連邦プロジェクト)

- －水利用インベントリー調査 (完了)
- －ミリン湖全域の深浅測量 (5km×5km) (1997年完了)
- －30年間の流況に基づく水収支調査 (リオ・グランデ・ド・スール連邦大学水理研究所 (IPH-UFRGS) により現在最終取りまとめ中)

b) カマクアン川流域 (州政府プロジェクト)

- －水利用インベントリー調査 (完了)
- －水利用可能性を考慮した水収支調査 (詳細不明であるが、連邦科学技術省により現在実施中のカマクアン川流域プロジェクトとは別プロジェクトである)。

c) パトス湖流域 (州政府プロジェクト)

- －パトス湖及びグアイバ湖 (グアイバ川最下流部) における湖流調査及びテレメータ水位観測所の設置 (調査時点では入札準備中であり TOR を入手 (収集資料 5-26 参照))。
- －湖水位が低下し南西風が卓越した場合、アランバレ付近まで塩水が遡上する場合がある。このため河川水に頼れないパトス湖右岸の灌漑用水確保のため 1995 年にファルサダム (Barra Falsa) が建設され、塩水遡上時に周辺の農地に灌漑用水の供給が可能となった。

2-3-2 水質汚濁防止対策の現状

(1) 生活排水対策

CORSAN が、調査対象域内の自治体の内、ペロタス市等の一部の自治体を除くほぼすべての自治体の上下水道を管理している。ペロタス市等では市の上下水道部門が担当している。ペロタス市の一部の地域を対象とした生活排水処理場が建設中であるが、他の地域では域家庭排水はほぼパトス湖へ垂れ流しの状況にある。この地方の家庭では生活排水の処理タンクが設置されているところもあるが、メンテナンスされていないため、実際には垂れ流しと同じ状況となっている。

ミリン湖においても状況は同様である。今後の下水道の整備計画は大部分の都市について検討されているが、予算の関係上実際に工事に取りかけられる目途は立っていない。

(2) 産業排水対策

マール・デ・デントロ計画域内では、大規模な工場はほとんどなく、わずかにリオ・グランデ市に石油精製工場がある程度であり、通常の処理以外に特に産業排水対策は計画されていない。

(3) 浸食／堆積防止対策

「科学技術省・カマクアン川流域実態調査（1996）」において流域の土壌浸食／堆積の実態調査が行われたが、具体的な対策は今後実態調査結果に基づいて検討される予定である。

2-3-3 水質環境における問題点

これまでの調査結果によれば、水質の悪化に伴う障害は主に開口部に顕著に現れており、パトス湖流域の人間活動の結果がパトス湖特有の流動機構により開口部に集約された形となっている。

水質の悪化に伴う主要な障害は以下のとおり。

(1) 漁業の衰退

リオ・グランデ市からペロタス市にかけての前面水域は、塩水の影響が強い汽水域となっている。この水域の低水深域（1 m 以下）にはその約 40%に水草（カワツルモの一種）が繁茂しており、ボラ、海産エビ等の保育場及び主要漁場として重要な機能を果たしている。しかし、近年の汚染の激化及び乱獲に伴い、著しく生産量が低下し、深刻な内水面漁業の衰退が生じている。

(2) 船舶航行障害

リオ・グランデ市はブラジル南部の重要港湾であるが、航路部に底質が堆積し、2年に1回の頻度でしゅんせつが行われている。1回あたりのしゅんせつ土砂量は 150 万 m³ であり、しゅんせつした土砂は沖合い部に投棄されている。

(3) ビーチの汚染

1) 開口部付近における海水浴場の軟泥化

パトス湖から外洋に流出した軟泥が気象条件により沿岸部に押し戻され、海水浴場に再沈積し、海水浴場としての機能が損なわれている。海岸部に沈積した土砂は回収され、リオ・グランデ港内の埋立て地に処分されている。

2) 大腸菌汚染

パトス湖周辺の都市ではし尿が垂れ流しの状態であるため、付近のビーチは多くが大腸菌に汚染され、観光資源としてのビーチの機能が著しく低下している。

3) 湿源への影響

パトス湖沿岸には広大な湿源が形成されており、カピバラ、フラミンゴ等の貴重な生物が生息している。また、パトス湖にはイルカ類やアザラシ類などの生息も報告されている。しかしながら、湖周辺はブラジル第一の稲作地帯であり、稲作域の拡大により湿源域が急速にその面積を減少させている。また、稲作で使用される大量の農薬が湿源の生態系に及ぼす影響が懸念されているほか、流出土砂による湖水の透明度の低下、底質の軟弱化、水質の富栄養化等による影響も大きいものと推察される。

2-4 既存のモニタリングシステム及び関連データの整備状況

2-4-1 水文・水理データ

(1) 水文観測ネットワーク（連邦電力事業団）

全国的な水文観測（気象、雨量、水位・流量、流砂量）ネットワーク及びデータベースは連邦電力事業団（DNAEE）が管理している。観測実施機関は鉱物資源研究公社（CPRM-Compania de Pesquisas de Recursos Minerais）である。実際の観測は各種関係機関の協力で行われている。連邦電力事業団の本部はブラジリアであるが、ポルトアレグレ支所にもデータベースが置かれ、そこでデータの入手がフロッピーベースで可能とこのことである。観測所位置図を図2-13に示す（観測所インベントリーについては収集資料9-22、23参照）。

(2) パトス湖風・水位データ (IPH-UFRGS)

IPH-UFRGS がパトス湖プロジェクトの一貫として、4か所の風力観測所、7か所の湖水位観測所を設け、1987年10月～1990年10月まで、3年間の期間限定で集中的な毎時間観測を行った。湖水位観測は一部連邦電力事業団が協力している。観測データはデータバンク (dBASE III) にすべて登録されている (収集資料9-21 参照)。

(3) ミリン湖水位データ

ミリン湖委員会 (Agencia da Logoa Mirim) がサン・ビトリア・ド・パルマ、サンタ・イザベル等3観測所での1912～1997年までの月水位及び1978～1997年までの日水位観測記録を Microsoft Excel フォーマットでデータベース化している (収集資料9-4 参照)。

(4) 湖流

パトス湖全域の湖流については各種の水理モデルによりシミュレーションが行われているが、実測データについては FURG がパトス湖プロジェクトの一環として1988年に一部観測している他はほとんどない状況である。2-3-1 関連プロジェクトの項で述べたとおり、パトス湖及びグアイバ湖 (グアイバ川最下流部) における湖流調査が州政府プロジェクトとして近いうちに実施される予定である (収集資料5-26 参照)。ミリン湖についての実測湖流データも存在しない模様である。

(5) 潮位

ブラジル海軍航路局 (Diretoria de Hidrografia e Navegacao-Marinha do Brasil) がパトス湖開口部のリオ・グランデ港において潮位観測を行っている (収集資料9-5 参照)。

2-4-2 水質データ

以下の水質モニタリングがあり、データが利用可能である。これらのデータはすべてパソコンを利用したデータベースに収められている。

(1) グアイバ川

- ・グアイバ川水系水質モニタリング (FEPAM)
- ・グアイバ湖水質モニタリング (DMAE)

(2) パトス湖

- ・パトス湖ポルトアレグレ市地先水域におけるビール工場建設影響水質モニタリング (FEPAM/CORSAN)

(3) カマクアン川

- ・科学技術省・カマクアン川流域実態調査 (シノス大学等)

(4) ミリン湖

- ・ミリン湖水質モニタリング (ミリン湖委員会)

2-4-3 生態系データ

州動植物基金 (FZB) が調査対象域内の生物調査を実施している。同基金は 1972 年に設立された特殊法人で、動植物の調査及び保護、環境教育等が主要な活動である。同基金の主要調査報告書リストを付属資料に添付する。

カマクアン川流域については、「科学技術省・カマクアン川流域実態調査 (1996)」において、魚類、鳥類、ほ乳類の生態調査が行われている。

2-4-4 気象データ

ポルトアレグレ市内にある農業省付属の連邦気象研究所第 8 管区気象台 (8° DISMET) はリオ・グランデ・ド・スール、サンタ・カタリーナ、パラナの 3 州の気象観測を管轄し、調査対象域内では下記の 4 気象観測所を運営している。主要観測項目 (気圧、気温、湿度、降雨、風向・風速等) についてはブラジル時間 9、15、21 時の 1 日 3 回観測を行っている。

- ①ポルト・アレグレ (No. 967)
- ②ペロタス (No. 985)
- ③リオ・グランデ (No. 995)
- ④サン・ピトリア・ド・パルマ (No. 997)

2-4-5 地図情報

(1) 地形図

ブラジル陸軍地理調査部 (Divisao de Servicos Geograficos (DSG) - Exercicio Brasileiro) 作成の縮尺 1 : 50,000 及び 1 : 250,000 地形図が調査対象域全域をカバーしている。図化年代は 1970 年代後半から 1980 年代にかけてである。インデックスマップを図 2-14 に

示す。80年代後半にペロタス市以東について新規に図化を行ったとの情報もあるが現時点では未確認である。

(2) 湖盆図

パトス湖については1995年にFEPAM-GERCOが作成した縮尺1:100,000湖盆図(収集資料6-9参照)、及び1968年にブラジル海軍が作成したパトス湖全域の縮尺1:271,600深淺図(収集資料6-7参照)が存在する。

ミリン湖については1968年にUNDP/FAOが作成した縮尺1:130,000湖盆図(収集資料6-1参照)が存在する。なお1997年に連邦プロジェクトとして5kmメッシュでミリン湖全域の深淺測量が実施され、最新の湖盆図が作成されているとの情報があるが未入手。

(3) 航路図

ブラジル海軍の水理海洋局(Departamento de Hidrografia e Oceanografia)作成のパトス湖航路図が利用可能である。開口部の図幅Porto do Rio Grande(収集資料6-4参照)を例にとると、1990年発行、縮尺1:25,000である。航路図リストを表2-12に示す。

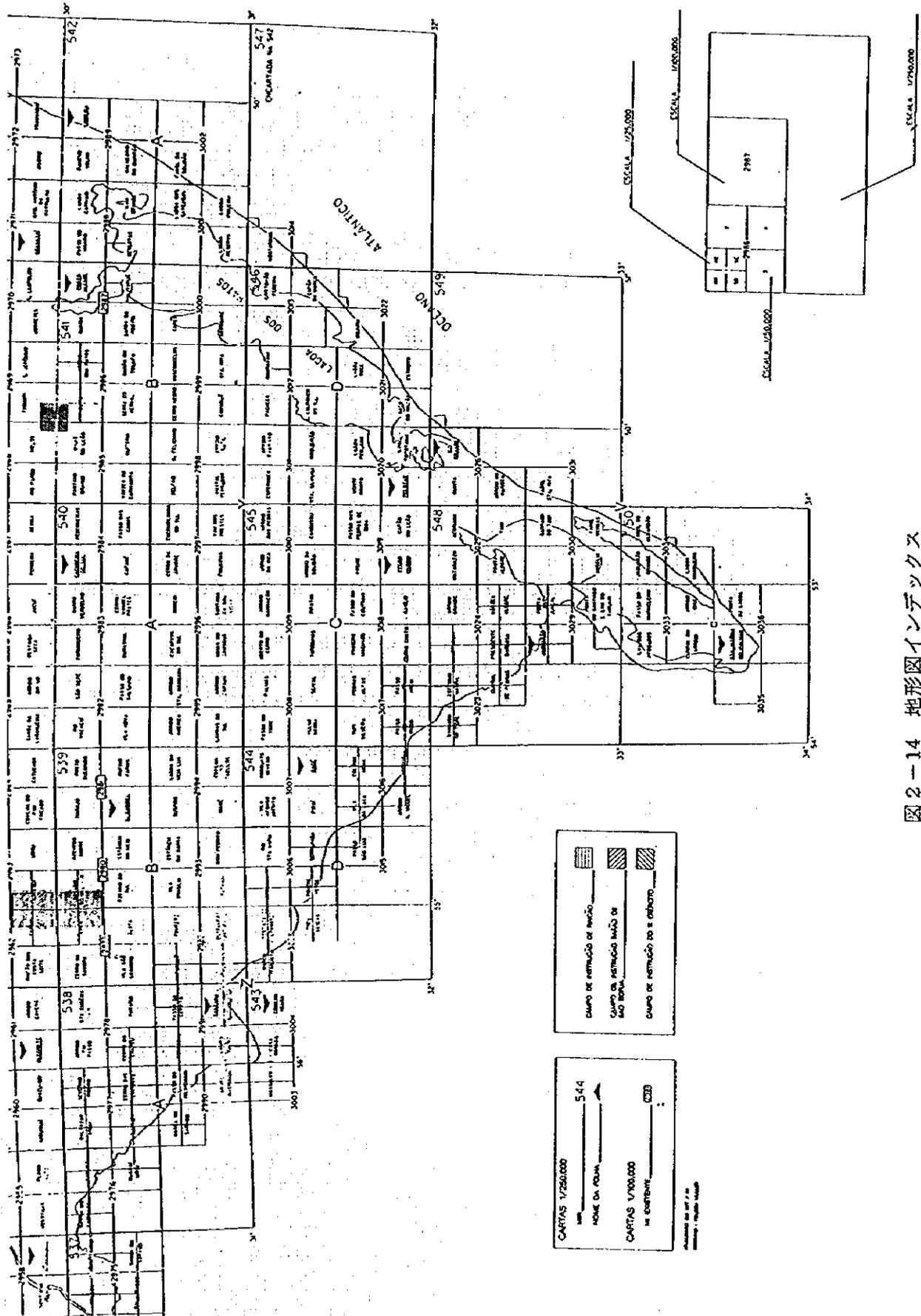


図 2-14 地形図インデックス

表 2-12 パトス湖航路図インデックス

MINISTÉRIO DA MARINHA
DIRETORIA DE HIDROGRAFIA E NAVEGAÇÃO
DEPARTAMENTO DE HIDROGRAFIA E OCEANOGRAFIA
DIVISÃO DE INFORMAÇÕES AMBIENTAIS

**RELAÇÃO DAS CARTAS NÁUTICAS
QUE REPRESENTAM AS LAGOAS DOS PATOS E MIRIM**

- 1 - Carta Náutica nº 2000 - De Torres à Mostarda;
- 2 - Carta Náutica nº 2100 - De Mostarda ao Rio Grande;
- 3 - Carta Náutica nº 2140 - Lagoa dos Patos;
- 4 - Carta Náutica nº 2140 (Plano A) Enseada de Tapes;
- 5 - Carta Náutica nº 2140 (Plano B) Fundeadouro de Arambaré;
- 6 - Carta Náutica nº 2140 (Plano C) Fundeadouro de Cristóvão Pereira;
- 7 - Carta Náutica nº 2140 (Plano D) Fundeadouro de Bojuru;
- 8 - Carta Náutica nº 2140 (Plano E) Fundeadouro de São Lourenço;
- 9 - Carta Náutica nº 2200 - Do Rio Grande ao Arroio Chui;
- 10 - Carta Náutica nº 2200 (Plano) - Rio Jaguarão (Da Barra até a cidade de Jaguarão);
- 11 - Carta Náutica nº 2101 - Porto de Rio Grande;
- 12 - Carta Náutica nº 2102 - De São José do Norte ao Canal da Setia;
- 13 - Carta Náutica nº 2103 - Da Barra do Canal São Gonçalo às Porteira;
- 14 - Carta Náutica nº 2104 - Canal São Gonçalo - Da Barra a Pelotas;
- 15 - Carta Náutica nº 2105 - Canal da Feitoria e Proximidades;
- 16 - Carta Náutica nº 2106 - Saco do Riachão e Proximidades;
- 17 - Carta Náutica nº 2107 - Barra do Rio Guaíba;
- 18 - Carta Náutica nº 2108 - De Itapuã à Ponta do Arado Velho;
- 19 - Carta Náutica nº 2109 - Da Ponta Grossa à Porto Alegre;
- 20 - Carta Náutica nº 2111 - De Itapuã à Porto Alegre;
- 21 - Carta Náutica nº 2112 - Do Rio Grande à Feitoria; e
- 22 - Carta Náutica nº 2113 - De Porto Alegre ao Terminal Santa Clara.

Obs. Existe no Arquivo Técnico, a coleção histórica de todas as cartas citadas acima.

(4) 航空写真

地形図同様 DSG が担当機関であり、ポルトアレグレの支局で購入可能である。
パトス湖周辺については 1960 年代及び 1970 年代撮影の航空写真が利用可能である。
ミリン湖周辺については 1997 年撮影、縮尺 1 : 60,000 航空写真が利用可能である。

(5) 衛星写真

1990 年から 1992 年にかけて撮影された調査対象域の衛星写真は、リオ・グランデ・ド・スール連邦大学付属のリモートセンシング研究機関である CEPSRM を通じ入手可能である。注文から入手までおよそ 2 週間程度を要する。

該当写真番号は、220/81 A and B、221/81 B and D、221/82、221/83 及び 222/83 B and D である。

2-4-6 GIS データベースシステム

(1) 地理情報システム (EMBRAPA-CPACT) (現在構築中)

リオ・グランデ・ド・スールからパラナまでの 3 州を管轄する連邦農牧研究公社 (EMBRAPA) では、図 2-15 の概念図に示すように他機関の協力を得て、農地利用の支援を主目的とするマール・デ・デントロ地域の総合的な GIS 地理データベースシステムを 1996 年から構築中であり、1999 年頃の完成をめざしている。

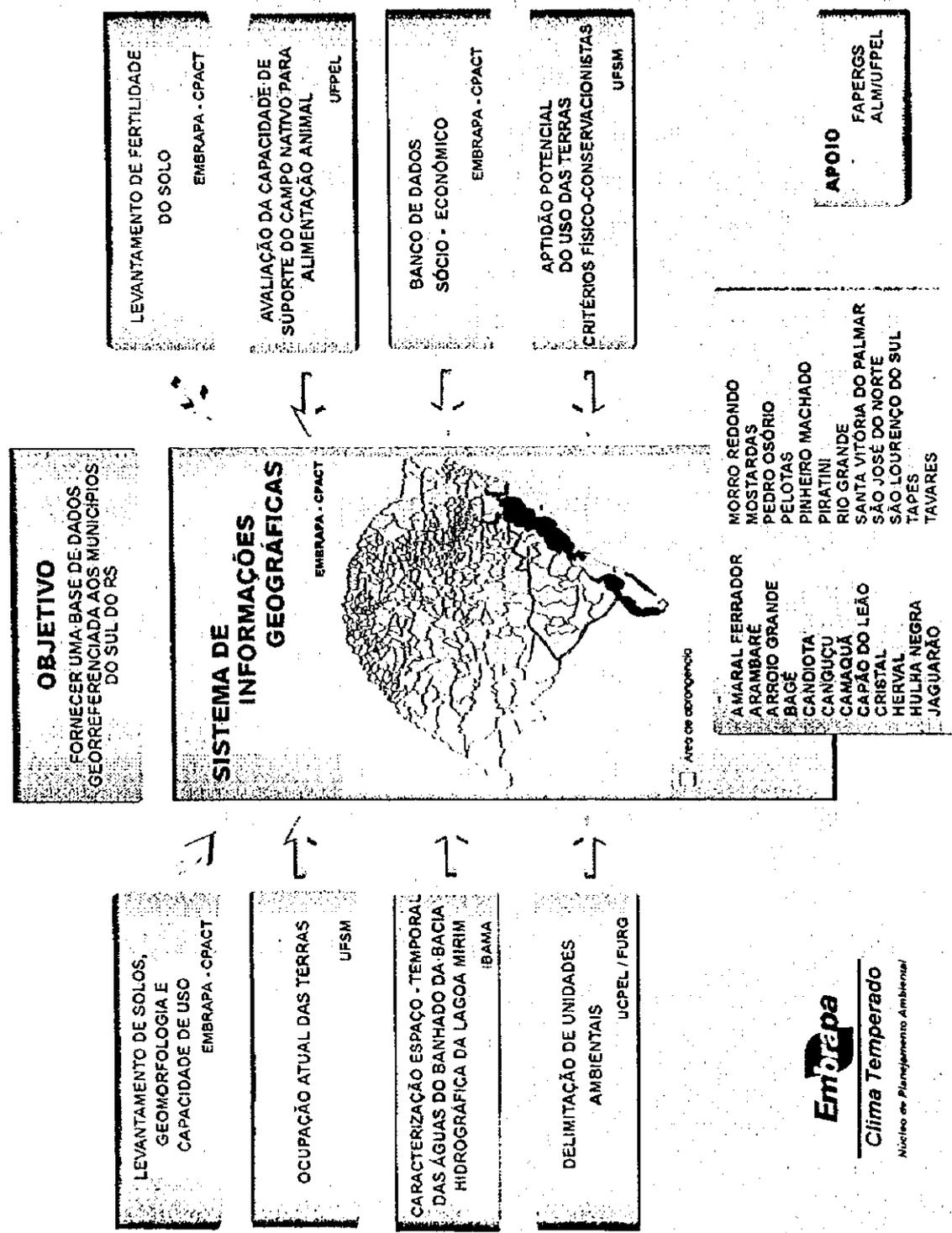
同公社では地域内 31 市町村のうち、現在までに 14 市町村について土壌、地形図、土地利用可能性評価の入力を終了している。今後、社会経済指標の入力も予定している。使用データベースソフトはクラーク大学が開発した IDRISI であり、ArcInfo とのデータ互換が可能である。

(2) リオ・グランデ・ド・スール州社会経済アトラス (SCP-METROPLAN) (現在稼働中)

SCP、METROPLAN が州全体をカバーする GIS 地理データベースシステムを既に開発済みである。ArcInfo (ArcView) により構築されており、一般的プレゼンテーション、インフラ状況、都市化、人口統計、生活指標、産業等の非常に多岐にわたる情報が入力されている (収集資料 6-19 参照)。稼働中のシステムはポルトアレグレ市にあるコンサルタント会社 ECOPLAN に設置されている。

なお、SCP は ECOPLAN に委託してプロ・グアイバ計画の一環である GIS 地理情報システムの構築も開始している。

CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL DA REGIÃO DE CLIMA TEMPERADO MODULO INICIAL: SUL DO RS



Clima Temperado
Núcleo de Planejamento Ambiental

図 2-15 GIS 地理データベースシステム (EMBRAPA) 概念図

(3) その他の非 GIS データベースシステム

リオ・グランデ・ド・スール州全域の社会経済データベースがリオ・グランデ・ド・スール州郡協会連盟 (FAMURS) にて現在稼働中であり、データの利用が可能である (収集資料 6-23 参照)。

2-4-7 シミュレーションモデル

(1) 2次元水理モデル (IPH-UFRGS)

IPH-UFRGS が、パソコン上で稼働するパトス湖の2次元水理モデル (IPH-A) を開発済みである。風による湖水位の変動及び流向・流速の解析が可能であり、モニター上でシミュレーション経過・結果を確認することができる。

メッシュは2 km×2 km でパトス湖全体で 46,000 エレメントである。このモデルでは潮位変動は開口部で 0.32m 程度と小さいため考慮していない。また河川の流入量は組み込まれていない。モデルの使用マニュアルが完備されている (収集資料 9-6 参照)。また、マニュアルには記載がないが、ミリン湖のモデルも完成している他、水質シミュレーションモデルも既に組み込まれている。

(2) 2次元、3次元水理モデル (FURG)

FURG において収集した各種研究論文 (収集資料 9-11、9-19 参照) によると、同大学では2次元及び3次元水理モデルを使い、パトス湖に関して湖流、塩水遡上、水温分布など各種のシミュレーションを行っている。