

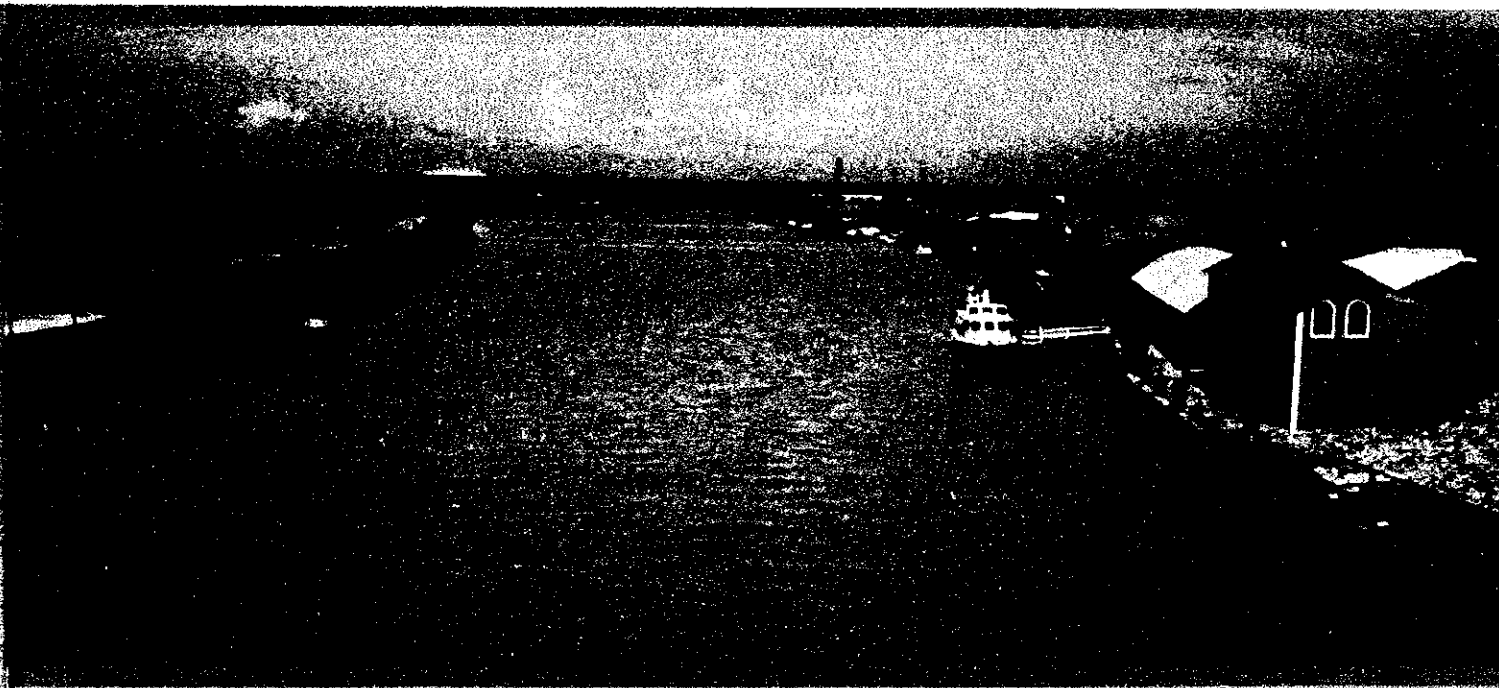
国際協力事業団 (JICA)

ピアウイ州企画局  
ブラジル連邦共和国

# パルナイバ河水系船舶航路整備計画調査

## 要 約 編

国際協力事業団  
パルナイバ河水系船舶航路整備計画調査  
要約編



平成7年3月

(調) パシフィックコンサルタンツインターナショナル (PCI)

JICA  
LIBRARY

社 団 一  
J R  
05-036

JICA LIBRARY



1118735101

国際協力事業団（JICA）

ピアウイ州企画局  
ブラジル連邦共和国

## パルナイバ河水系船舶航路整備計画調査

### 要 約 編

平成7年3月

(株) パシフィックコンサルタンツインターナショナル (PCI)

国際協力事業団

27381

本報告書で用いた外貨交換率は次の通りである。

1 US ドル (US\$) = 99.85 日本円 (J ¥)

= 0.86 レアル (R \$)

1 R \$ = 116 (J ¥)

(1994年9月の平均レート)

## 序 文

日本国政府は、ブラジル連邦共和国政府の要請に基づき、同国のパルナイバ河水系船舶航路整備計画にかかる開発調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施いたしました。

当事業団は、平成4年12月から平成7年3月までの間、6回にわたり、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の田中 全人 氏を団長とする調査団を現地に派遣しました。

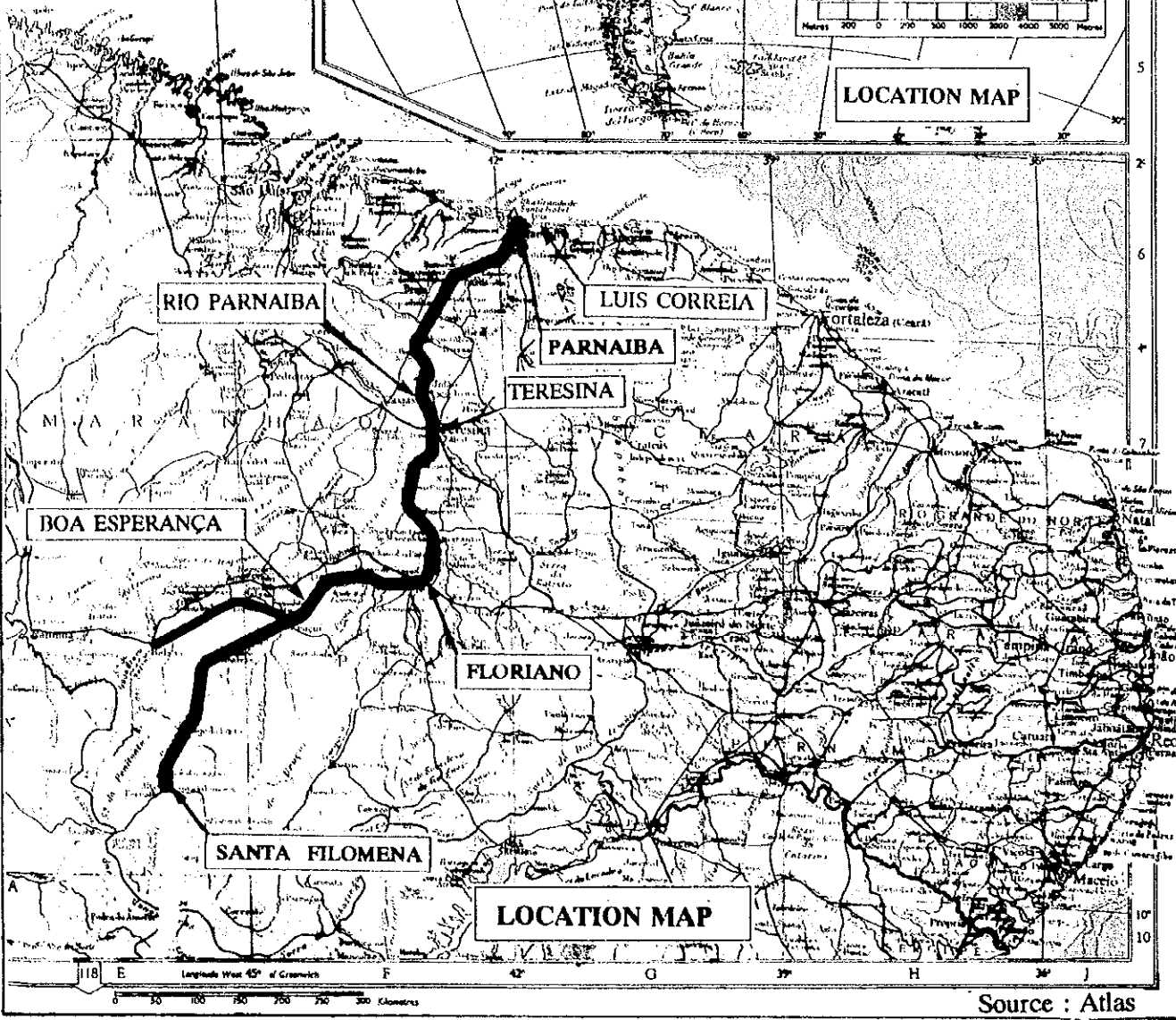
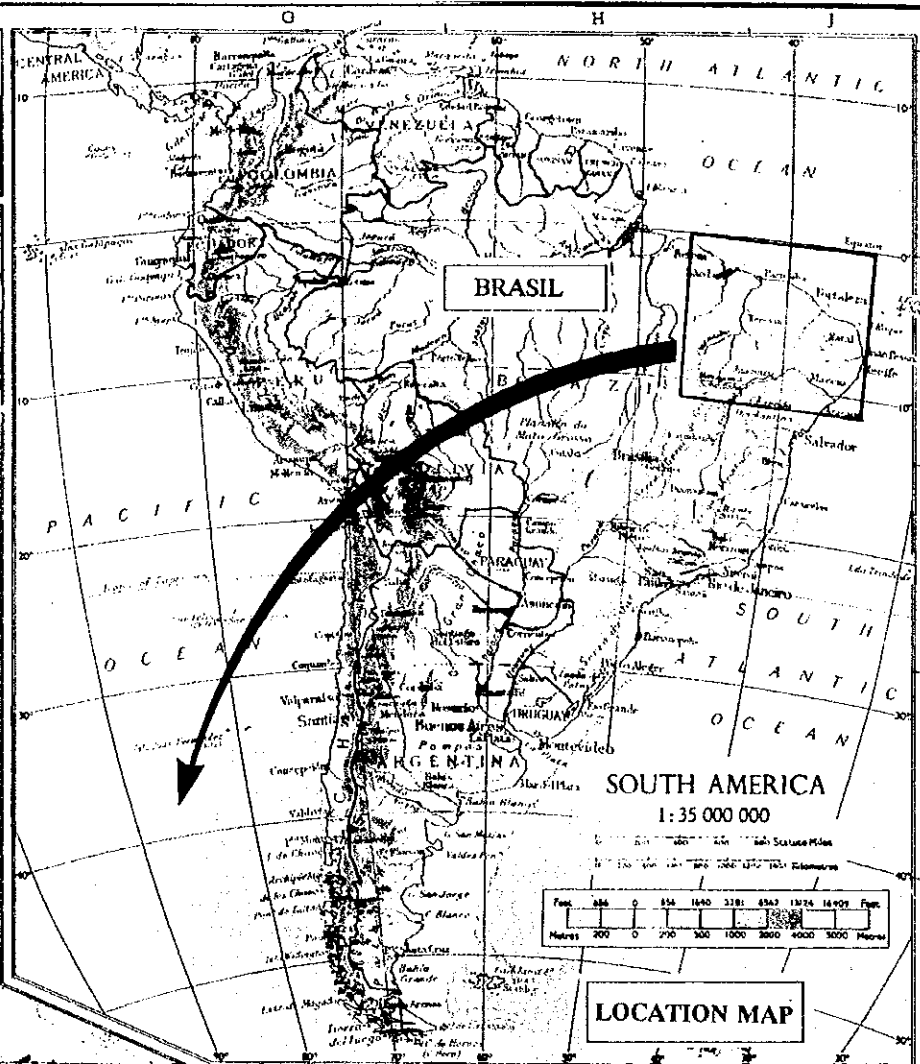
調査団は、ブラジル政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好・親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

終わりに、調査に御協力と御支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成7年3月

国際協力事業団  
総裁 藤田 公郎



Source : Atlas



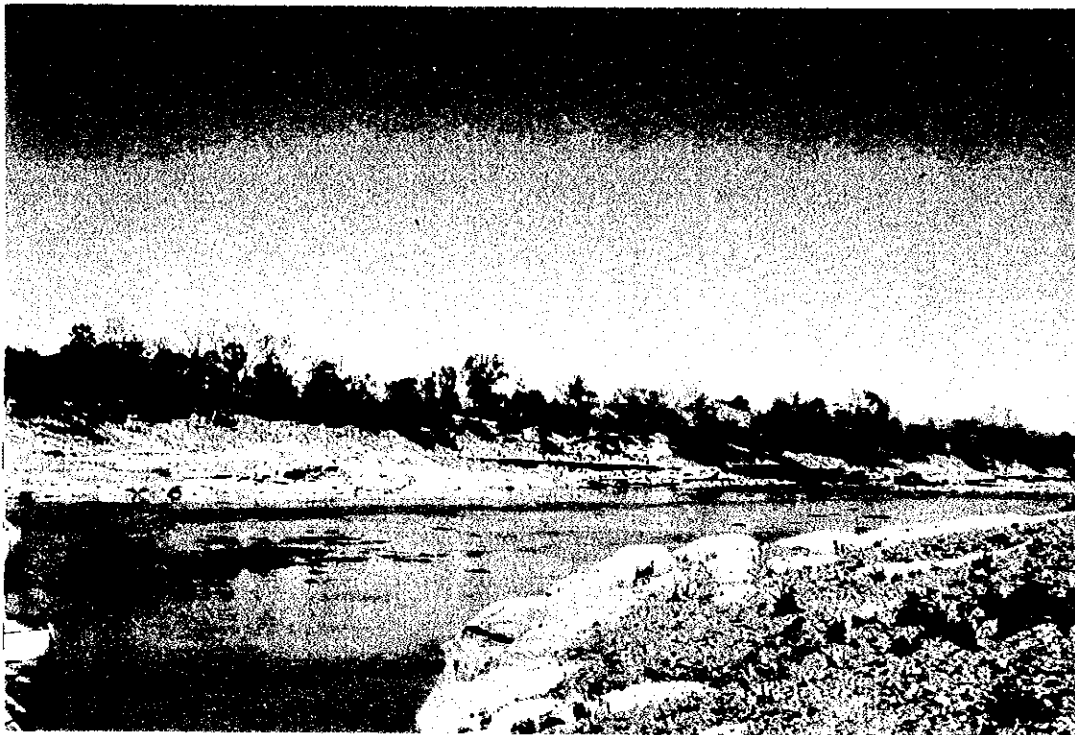
View of Luiz Correia Port. The Construction of the port was suspended due to the financial problems of PORTOBRAS.



View of Boa Esperança Dam and Locks. Until 1960's, the Parnaíba river was utilized for river navigation between Santa Filomena and Parnaíba cities mainly for transportation of the agricultural products. However, the river navigation dwindled, after the construction of Boa Esperança Dam since the construction of Boa Esperança Locks was suspended due to also the financial problems. The rehabilitation of the Locks is definitely required for the river navigation.



View of the Parnaíba river. There are many sand bars, especially down below Amarante. The water depths at this area are quite shallow during the dry seasons. The draft of the vessel is restricted by this depth.



The rock materials are observed at the river banks between Floriano and Guadalupe. Some precautionary measures of ship's maneuvering are required.



## 要 旨

1. ピアウイ州はブラジル国の東北部に位置する人口2.6百万、面積250,934km<sup>2</sup>の州である。同州は天然資源に富み発展の可能性を秘めた州であるが、州南部の地域ではインフラ施設が未整備で、開発が遅れた地域となっている。この地域の開発を促進するため、ピアウイ州政府は、農業開発や交通プロジェクトなどの様々な事業を実施している。この中で、州政府は、パルナイバ川の舟運整備事業に着目し、上流部で生産された農産物を舟運を利用して下流部まで輸送する計画の実現に向け、日本政府に対して、F/S調査実施の要請を越した。
2. パルナイバ川は、ピアウイ州とマラニョン州の州境を流れる延長約1,344kmの河川であるが、同河川は1960年代までは舟運に利用されており、上流のサンタフィロメナとパルナイバ市との間で農産物や生活必需品などが輸送されていた。しかし、1974年のボアエスペランサダムの建設によりダム上流と下流の舟運は遮断され、現在に至っている。
3. 現在では、パルナイバ川の舟運は殆どなく、道路交通事情の悪い、下流域の河口デルタ地域、およびパルナイバ市とルジランジアの間で細々と行われている程度である。
4. ピアウイ州の人口は約2.6百万（1990年推定人口、ブラジル全体の約1.8%を占める）であるが、テレジーナを中心とする州の北部（パルナイバ川の下流域）に人口が集中している。また、州内の主要都市はパルナイバ川に沿って分布しており、約百万の人がこれらの都市部で生活をしている。同州の人口増加率は2.1%（80年～90年）であり、2010年の人口は約4百万人と推定されている。同州の気候は一年を通して温暖であるが、乾季と雨季とがある。パルナイバ川沿いの年間降雨量は1,000～1,500mm程度で、川の水位は乾季と雨季で変化する。
5. 同河川には水位観測所が9箇所あり、毎日水位観測を実施している。この水位観測所の観測資料及び調査団の実施した自然条件調査の結果、同河川の流量は乾季と雨季で変化するが、低水位の乾季の流量は、上流部で平均80～190トン/秒、中流部で300～400トン/秒、下流域で400～500トン/秒となっている。また、乾季と雨季の水位差は、上流部で約1m、中流部で1.5m、下流域で2.0～3.0mと、下流域にいくほど水位差が大きくなっている。
6. 同河川の中流部のアマランテから下流域では砂州が多数存在し、乾季の水深は浅くなっている。特に、ルジランジア付近の砂州での最大水深は1.2m、ファゼンダベネザでは1.5m程度となっており、運航船舶の喫水の制約条件となっている。さらに、同河川の流速は、上流部で1.3～1.8m/s、下流部で1.0m/sとなっている。ダムの下流部のグアダルツペ付近での流速は特に早く、約2.2m/sとなっている。
7. 大西洋に面したルイスコヘイア港の建設は中断されたままであることから、同州の輸出入の窓口はフォルタレーザ、イタキー港などと他州の港となっている。また、同州の貨物輸送の殆どは道路輸送により行われている。道路の整備状況は州都であるテレジーナを中心とした北部地域（パルナイバ川の下流部）で整備が進んでおり、州内の舗装道路の延長は約2,300kmある。鉄道もテレジーナを中心に整備されており、フォルタレーザ及びイタキー港との間で運転され、石油などの輸送に利用されている。

8. パルナイバ川の舟運計画を策定する上で、上述したパルナイバ川の自然条件及びピアウイ州の現況の交通網を考慮してパルナイバ川を三つのゾーンに区分した。ゾーン1はパルナイバからテレジーナまで、ゾーン2はテレジーナからフロリアーノまで、ゾーン3はフロリアーノからサンタフィロメナまでの区間とした。
9. ゾーン1は、人口も多く経済活動の活発な地域で、ピアウイ州のなかで最も交通網の整備された地区であり、舟運が就航した場合には鉄道、道路など他の交通機関と舟運が競合する地区。ゾーン3は、大規模農業開発計画が予定されている地域であるが、人口密度も小さく、現在のところ、道路交通網が整備されていない地区であり、舟運が就航した場合でも他の交通機関と競合が発生しないと考えられる地区。ゾーン2はゾーン1とゾーン3の中間の地区で、舟運と道路とが競合する可能性のある地区。
10. 舟運で輸送される貨物としては、上流部で生産される農産品（米、トモロコシ、大豆、フェジョン豆、フルーツ、ナッツ）および生活必需品（塩、肥料、砂糖、小麦、石油類）として計画をした。2010年を計画年として、農産品については州農業局の予測した生産量をベースとして、舟運貨物潜在需要の予測を行った。また、生活必需品については、将来人口、農業生産量をベースに潜在需要量を予測した。
11. パルナイバ川の舟運の制約条件は、1) 建設が中断されているボアエスペランサ閘門、2) アマランテから下流域に存在する砂州付近での乾季における水深である。閘門通過時の船舶の喫水は、閘門の最低水深2.5mで制約を受け、最大喫水は2.3mとなる。河川航行では、乾季のファゼンダベネザ及びルジランジア付近の砂州付近の水深で運航船舶の喫水が制限される。また、就航する船舶のサイズは、ボアエスペランサ閘門のサイズにより制約される。さらに、就航する船舶数は、閘門の運転時間により制限される。
12. パルナイバ川に就航する船舶は、バージ式も可能であるが、屈曲部での操船性、浅水域での舵効き、流速の早い所での性能など安全上問題が多く適さないため、閘門通過可能な自航式貨物船が推奨されている（船長：47m、幅：11m、ドラフト：3.0m、船速：8ノット）。
13. 河川の制約条件を考慮して、上記の自航式貨物船での許容最大輸送量（各ゾーンにおける年間片道最大輸送量）は、閘門の運転時間を18時間とした場合には、次のように推定されている。

ゾーン1 : 593千トン  
ゾーン2 : 737千トン  
ゾーン3 : 1,095千トン  
ロック : 1,249千トン

14. 予測された潜在需要量および制約条件の下でのゾーン別の許容最大輸送量を考慮して、シナリオ別の舟運貨物輸送量を推定した。舟運のシナリオは次に示す4つのシナリオである。

シナリオ1 : パルナイバ川の全線に舟運を想定したシナリオで、舟運区間はパルナイバからサンタフィロメナまで（ゾーン1からゾーン3までの舟運）。

シナリオ2 : パルナイバ川の上流サンタフィロメナからピアウイ州の州都であるテレジーナまでの舟運を想定したシナリオ（ゾーン2と3の区間の舟運）。

シナリオ3 : 代替交通機関の無い地区の舟運で、フロリアーノからサンタフィロメナの区間に舟運を想定したシナリオ（ゾーン3）。

シナリオ4：シナリオ2とシナリオ3の中間案であり、雨季の間は上流からテレジーナまで、乾季は上流からフロリアーノまでの舟運を想定したシナリオ（ゾーン2とゾーン3の区間の舟運）。

15. 各シナリオ別の2010年における必要船舶隻数、輸送量、および輸送コストは次表のように想定されている。

	シナリオ1	シナリオ2	シナリオ3	シナリオ4
航行区間	上流～パルナイバ	上流～テレジーナ	上流～フロリアーノ	上流～テレジーナ（雨季） ～フロリアーノ（乾季）
必要船舶隻数	53	46	31	40
輸送量 (トン/隻)	8,874,000	9,417,000	13,930,000	10,749,000
輸送コスト 資本費込 (US\$/トン)	0.0429	0.0388	0.0262	0.0272
輸送コスト 資本費除く (US\$/トン)	0.0281	0.0249	0.0168	0.0182

16. 上記の船舶運航計画を具体化するためには、まず、ボアエスペランサダムにより遮断された、ダムの上流と下流との舟運を可能とする就航システムを検討する必要がある。建設が中断されているボアエスペランサ閘門を含め、ダムの上流と下流とを就航する航行システムの比較検討を行った結果では、ボアエスペランサ閘門の改修案が現実的であるとして推奨されている。
17. ボアエスペランサ閘門は、上流側の貯水池と下流側のパルナイバ川の間最大水位差47mを、上下流2つの閘門で連結するように計画されている。上下流の閘門の主要諸元は同様であり、それぞれ、閘室有効長50m、閘室幅12m、最高水深26m、最低水深2.5mで、最大水位差は23.5mで設計されている。建設が中断されている閘門の改修工事は、機械設備、電気設備、およびコントロール設備が主となり約3年の工期を必要としている。
18. 船舶運航計画に従って、川沿いの主要都市に河川港を計画した。また、航路の安全確保の観点より、屈曲部や水深の浅い砂州付近に航路標識を計画した。検討された河川港は、4つのタイプに分類し計画した。また、航路標識は、ブラジル北東伯河川管理事務所の基準に従って、昼間の航行を原則として計画した。シナリオ別の河川港の設置数及び航路標識の設置個数は以下の様に計画されている。

	シナリオ1	シナリオ2	シナリオ3	シナリオ4
舟運の運航区間 (上流から)	パルナイバまで	テレジーナまで	フロリアーノまで	テレジーナまで
河川港の設置数	13	8	5	8
航路標識の設置個数	475	213	109	213

19. 施設を維持管理・運営するため、川沿いの主要都市には管理事務所の設置を提案している。設置する事務所は、船舶運航関連事務所、河川港管理事務所、河川管理事務所、及び閘門管理事務所である。また、ピアウイ州には、舟運プロジェクトを実施推進するための統括管理事務所の設置を提案している。

20. 上記の船舶運航計画、閘門改修計画、河川港の建設計画、航路標識の建設計画、及び維持管理運営計画に従って、1994年9月の時点での事業費を積算した。結果は次表の通り。

単位：US\$

プロジェクト	シナリオ1	シナリオ2	シナリオ3	シナリオ4
A. 建設コスト				
1 閘門の改修	15,480,000	15,480,000	15,480,000	15,480,000
2 河川港の建設	57,130,000	46,200,000	33,920,000	46,200,000
3 船の建造費	60,420,000	52,440,000	35,340,000	45,600,000
4 航路標識	830,000	360,000	200,000	360,000
小計	133,860,000	114,480,000	84,940,000	107,640,000
B. エンジン・フリックコスト	13,380,000	11,442,000	8,490,000	10,760,000
C. 予備費	6,760,000	5,778,000	4,370,000	5,400,000
合計	154,000,000	131,700,000	97,800,000	123,800,000

単位：US\$

プロジェクト	シナリオ1	シナリオ2	シナリオ3	シナリオ4
1. 船の運営コスト (資本費を除く)	13,207,600	10,777,800	7,263,300	7,812,000
2 事務所経費				
1) 船の管理事務所	2,802,000	1,809,600	1,148,400	1,589,200
2) 港の管理事務所	4,131,600	2,776,800	1,820,400	2,458,000
3) 河川及び航路標識	2,961,600	1,736,400	1,574,400	1,682,400
小計	9,895,200	6,322,800	4,574,400	5,729,600
合計	23,102,800	17,100,600	11,837,700	13,541,600

21. 経済分析は、便益として走行費用の節約便益（舟運と道路輸送コストの差）及び農産物生産便益（上流地域で生産される大豆について、その販売コストと生産コストとの差）の2つを考え、プロジェクトライフを30年として、シナリオ別のプロジェクトの内部収益率(EIRR)を求めた。検討結果は下表の通りであり、シナリオ4のみが、プロジェクトの妥当性は存在するが、その他のシナリオでは妥当性に劣ることが判明した。

	シナリオ1	シナリオ2	シナリオ3	シナリオ4
EIRR (生産便益含む)	マイナス	6.56%	8.54%	11.02%
EIRR (生産便益含まず)	マイナス	2.64%	8.54%	7.86%
EIRR (建設コスト5%カット)	—	—	—	11.59%

22. 従って、シナリオ4について、プロジェクトの妥当性があることから、プロジェクトの現在価値(NPV)及び費用・便益比率(B/C)を検討した。また、感度分析として建設コストを5%カットした場合のIRR、NPV、及びB/Cを検討した。検討結果は下表の通りである。なお、ブラジルのナショナルパラメーター(NP)の割引率は10%として検討した。

	シナリオ4 (オリジナルケース)	シナリオ4 (建設コスト5%カット)
EIRR	11.02%	11.59%
NPV	US\$ 7,807,152	US\$ 11,725,641
B/C	1.05	1.08

23. 財務分析は、経済分析において妥当性があると判断されたシナリオ4について検討を行った。財務分析で使用したプロジェクトの収入は、輸送運賃 (US\$0.0272/トンキロ) を想定し、プロジェクトの財務的内部収益率(FIRR)を求めた。検討の結果、全事業費を償還対象とした場合のFIRRはマイナスとなり、事業は不採算となることが判明した。このため、次の4つのケースについての検討をした。即ち、

ケース1：全事業費を償還するためには単位輸送料金 (トンキロ当り) をどの程度に設定すればよいか。

ケース2：トラックの輸送料金と競合可能な料金収入で、船舶の建造費と維持管理運営費を賄うと仮定した場合のFIRRはどの程度になるか。

ケース3：船舶の建造費のみと維持管理運営費を賄うためには単位料金をどの程度に設定すればよいか。

ケース4：トラックの料金と競合可能な料金 (US\$0.0272) で本事業を運営した場合に、船舶の建造費に対してどの程度の補助金が必要になるか。

24. 上記の各ケースの検討結果は、次表の通りであり、財務的に妥当性を有するためにはトラックの輸送コストがトンキロ当りUS\$0.10前後に高騰する状況が生まれぬ限り困難であることを示している。このため、現況のまま事業の実施に踏み切る場合には、ボアエスペランサ閘門の改修、河川港の建設及び航路標識の設置の費用は総て公共事業費として償還不要の資金で実施し、且つ、船舶の建造費の50%は補助金として支出する必要がある。

	F I R R	必要条件又は、評価
シナリオ4 (オリジナルケース)	マイナス	—
ケース1	11.26%	トンキロ当り輸送料金をUS\$0.0816に設定する必要がある。
ケース2	2.92%	償還不能
ケース3	11.89%	トンキロ当り輸送料金をUS\$0.0354に設定する必要がある。
ケース4	11.78%	船舶建造費に対して50%の補助を必要とする。

25. 以上の経済及び財務分析の結果より判断すると、本プロジェクトの大きな優位性はないが、間接便益としての地域開発効果、雇用機会の増大効果、及びその波及効果を考慮に入れると

1) パルナイバ川の舟運計画は、シナリオ4においてのみ経済的妥当性が存在する。

2) しかしながら、財務的な困難性が存在し、プロジェクトの実施には償還する必要のない公共事業費などの投入が必要になる。

26. 上記の舟運を想定した場合の環境評価の結果、舟運の再開は周辺環境に対して様々な影響を与えるが、問題点の指摘はなく、環境問題の発生はないと報告されている。また、策定された舟運計画は、パルナイバ川の自然状態をベースにしたものであり、大規模な浚渫などは計画されていないため、現状のパルナイバ川の自然環境を破壊するようなことはないと判断されているとともに、舟運の再開は、経済分析で指摘されているような上流地域の開発効果や雇用機会の増大につながる社会・経済効果のほうが大きいと判断されている。
27. 以上に示すようなパルナイバ川を利用する舟運計画の可能性について検討をしてきたが、結論は以下の通りである。

パルナイバ川を利用した上流から河口部までの一貫した舟運輸送計画は、経済的な優位性が認められず、実現の可能性は極めて困難であると判断される。その理由として、

- 一 テレジーナより下流区間で乾季（低水期）に確保できる輸送船舶の喫水が0.9mにまで低下し、輸送量が極端に減少する。このため、輸送効率が悪くなり、トンキロ当りの輸送コストが上昇する。仮に、所要喫水を確保するための継続的な浚渫、あるいは水制工などによる航路確保の工事を考えた場合には投資金額が大きく運賃収入では償還できない。
- 一 また、輸送する船舶諸元は、途中で通過するポアエスペランサ閘門により制限を受けるとともに、安全航行の観点から判断し自航式の輸送船となる。このためチエテ川等で実施されているバージ式舟運と比較すると、トンキロ当りの輸送コストが割高となる。

また、パルナイバ川の河口部に位置するルイスコヘイア港の開発については、将来その必要性はあると予想されるが、舟運計画の目標年次である2010年までにはその必要性は認められず、この間はフォルタレーザ、イタキー港を利用するのが得策であると判断される。

経済評価の結果、妥当性のあると判断されるパルナイバ川の舟運計画のシナリオは、乾季（低水期）は上流からフロリアーノまで、雨季（豊水期）には上流からテレジーナまでの区間で運航される舟運計画である。しかしながら、本事業にも同様に多大な投資を必要とするため、その財務的採算性を確保することは極めて困難で、この舟運計画に必要となるプロジェクトコストは、返済の必要のない公共事業費で実施する必要があると判断される。

従って、舟運事業の実施については、資金ソース、開始時期などを含め、慎重な政策的判断を必要とする。

28. 上記調査結果を受け、パルナイバ川の舟運事業の実施について以下のことを提言する。

州南西部には有効な輸送交通手段がないため、将来の農産物の生産時期に合わせた、輸送対策を策定する必要はあるが、検討は、舟運以外の他の輸送手段をも含めて広範囲に行う必要がある。

政策的な判断が下され、舟運計画を実施する場合には、先ず、舟運計画ミニ版（小型輸送船によるテスト輸送計画）を策定して、具体的な問題点を明らかにしつつ、段階的に舟運事業を実施することを提案する。

- 1) プロジェクト事務所の開設
- 2) 閘門の完成に向けた調査・詳細設計の実施、
- 3) 閘門完成計画に必要な資金調達
- 4) 上流部における農産物集荷基地の建設とパイロット舟運事業の実施

# 目次

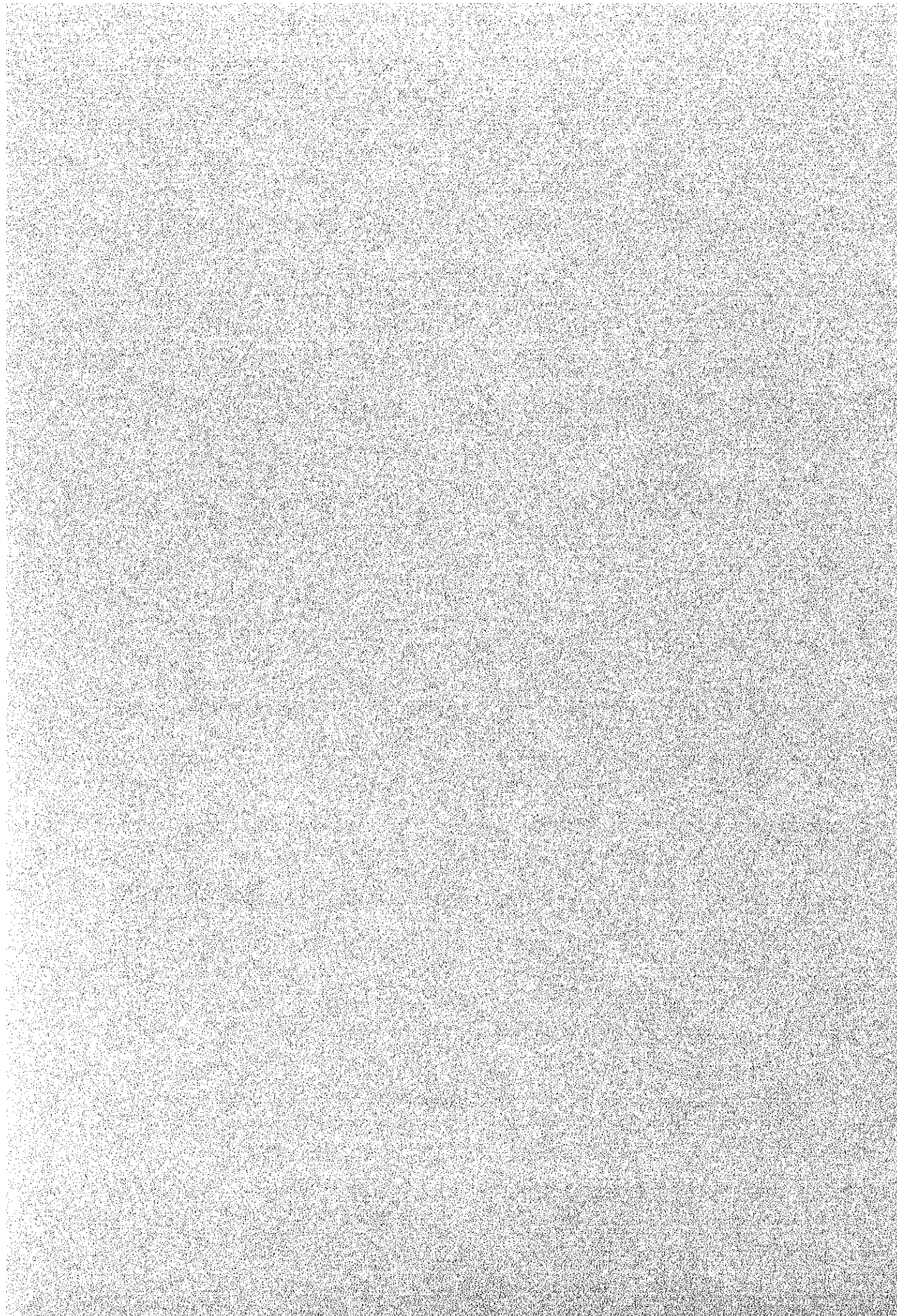
序文  
位置図  
写真  
要旨

1. 概要	1
1.1 調査の背景	1
1.2 事前調査団	1
1.3 調査対象地域	1
1.4 調査目的	1
1.5 調査内容	1
1.6 調査団構成	4
1.7 報告書の概要	4
2. ピアウイ州の概要	6
3. パルナイバ川の自然条件	11
3.1 河川概要	11
3.2 水位観測所の水位と流量	11
3.3 横断測量実施個所での水位	13
3.4 河川舟運からのパルナイバ川の特徴	13
4. ピアウイ州の交通体系の現況	19
4.1 ピアウイ州の交通体系とゾーニング	19
4.2 各輸送モードの概要	19
4.3 輸送コスト	23
4.4 物流からの提言	23
5. ピアウイ州の農業現況と将来生産量	24
5.1 一般状況	24
5.2 農業政策	24
5.3 農業動向	24
5.4 農業の特性	25
5.5 農業生産予測	25
6. 需要予測	29
6.1 ブラジル経済の特殊性	29
6.2 舟運のシナリオ	30
6.3 需要予測手法	30
6.4 需要予測	35
6.5 上流地域における農業生産量の舟運輸送割合	36
7. 航行可能船舶諸元と許容輸送量	40
7.1 航行可能船型	40
7.2 船型及び貨物積載量	42
7.3 許容最大輸送量	44
8. 輸送計画	50
8.1 船舶許容最大輸送量と舟運潜在貨物輸送需要量	50
8.2 最大舟運貨物輸送量	50

8.3 舟運計画の代替案と貨物輸送量 .....	51
9. 船舶運航計画 .....	56
9.1 航路計画 .....	56
9.2 船舶運航計画 .....	57
10. ボアエスペランサ閘門の改修計画 .....	58
10.1 ボアエスペランサ閘門の現状 .....	58
10.2 船舶航行システムの比較設計 .....	58
10.3 ボアエスペランサ閘門の改修計画 .....	58
11. 河川港の計画 .....	70
11.1 河川港の位置 .....	70
11.2 取扱貨物量 .....	70
11.3 計画施設 .....	71
11.4 河川港規模の設定 .....	71
11.5 河川港のプラン .....	72
12. 航路標識の計画 .....	75
13. 施設の運営維持管理計画 .....	79
13.1 パルナイバ川河川管理の現状 .....	79
13.2 維持管理運営体制 .....	79
14. 工程計画及び概算事業費 .....	82
14.1 実施計画 .....	82
14.2 概算事業費の積算 .....	82
15. 経済財務分析 .....	85
15.1 経済分析 .....	85
15.2 財務分析 .....	87
15.3 総合評価 .....	89
16. 環境評価 .....	90
17. 結論と提言 .....	92
17.1 結 論 .....	92
17.2 提 言 .....	92



## 第1章 概要



# 1. 概要

## 1.1 調査の背景

ブラジルの北東部に位置するパルナイバ川は、ピアウイ州とマラニョウン州の州境を流れる延長1,344kmの河川である。過去、この河川は、サンタフィロメナとパルナイバの間、舟運に利用されており農産品などを輸送していた。しかし、ボアエスペランサダム建設後は、河川舟運は衰退し現在に至っている。

パルナイバ川の上流部は、道路などのインフラ施設が未整備であるために開発が遅れた地域となっている。この地域を開発を促進するため、ピアウイ州政府は、農業開発や交通プロジェクトなど様々な事業を実施している。特に、州政府は、安価な輸送コストを提供できる可能性のあるパルナイバ川の舟運整備事業に着目し、積極的な活動を展開してきた。

活動の一環として、河口部に位置するルイスコヘイア港や中流域のボアエスペランサ閘門の建設が開始されたが、これらの建設工事は政府の財政的理由により中止を余儀なくされた。

このような背景の下、ピアウイ州政府は、日本政府に対してパルナイバ川舟運整備事業に係わるフィージビリティ調査の実施を依頼してきた。

## 1.2 事前調査団

国際協力事業団（JICA）は、1992年3月にブラジル政府の要請内容を確認するため、コンタクトミッションを派遣した。また、1992年7月には、本格調査の準備及び調査内容を確認するためS/Wミッションを派遣した（各ミッションの議事録は本編の添付資料A1-1参照）。

## 1.3 調査対象地域

調査対象地域は、パルナイバ川のサンタフィロメナからルイスコヘイアまでの1,180km及びバルサス川のバルサスからウルスイまでの220kmの区間である。

## 1.4 調査目的



パルナイバ川水系（バルサス川を含む）の河川舟運整備に係わるフィージビリティ調査を実施するとともに、調査を通じてブラジル国カウンターパートに対し、技術移転を図ることを目的とする。

## 1.5 調査内容

調査はフェーズ1からフェーズ5までの5段階に分けて、1993年1月から1995年3月までの間に実施された。表1.5.1に各調査段階の調査概要を示す。また、各調査段階での調査内容は以下の通り（各調査段階で署名された議事録は、本編添付資料A1.3～1.7参照）。

Table 1.5.1 Outline of the Study

Phase	Y	M	Activity	Main Activity		Report	
				Piauí State	Japan		
Phase I	1993	12		Field Reconnaissance Survey Installation of water level observation site Preparation of the Field Report		Inception Report	
		1					
		2					
Phase II	1993	3					
		4					
		5			Preparation of mosaic photos Study on river conditions Washout Volume Study	Preparation of mosaic photos Preparation of the sand bar inventory Preparation of the Interim Report(I)	Field Report
		6					
		7					
Phase III	1993	8					
		9			Observation of the river bed movement Natural conditions survey Washout volume study Transportation system study Environmental Study		
		10					
		11					
		12				Preparation of the Progress Report	Progress Report
Phase IV	1994	1					
		2					
		3					
		4					
		5			Additional data collection of river bed movement	Study of transportation system Study of navigability Formulation of socio-economic frame work Prediction of transportation demands Transportation system planning Planning of cargo transportation system Transportation facilities planning	
		6					
		7					
		8					
		9					
		10					
		11				Facility planning Construction schedule Operation and maintenance planning Project cost estimation Project evaluation Environmental consideration Project implementation program	Interim Report (II)
		12					
Phase V	1994	1					
		2					
		3					Draft Final Report

 Work in Piauí State  
 Work in Japan

フェーズ 1 (1993年1月～1993年3月)

- インセプションレポートの説明
- 現地踏査（航空写真及び水制工）及び資料収集
- 水位観測標の設置及び観測
- フィールドレポートの作成及び説明

フェーズ 2 (1993年5月～1993年8月)

- 航空写真撮影
- モザイク写真の作成
- 現地踏査（水制工）
- サンドバーインベントリーの作成
- 自然条件調査（21ヶ所の河川横断測量及び流速観測：乾季）
- カニンデ及びポチ川の流砂量調査（乾季）
- インテリムレポート(I)の作成

フェーズ 3 (1993年9月～1994年3月)

- インテリムレポート(I)の説明・協議
- 水制工の施工及び河床動態観測の実施
- 自然条件調査（21ヶ所の河川横断測量及び流速観測：雨季）
- カニンデ及びポチ川の流砂量調査（雨季）
- 現地調査及び資料収集（経済社会条件、農業、舟運、航路標識、開門、港湾）
- 物流調査
- 環境調査
- プロGRESSレポートの作成及び説明・協議

フェーズ 4 (1994年6月～1994年9月)

- 河床動態観測
- 物流調査結果の検討
- パルナイバ川及びバルサス川の舟運可能性の検討
- 需要予測
- 輸送計画、舟運計画、施設計画の検討
- インテリムレポート(II)の作成及び説明・協議

フェーズ 5 (1994年9月～1995年3月)

- 施設計画、工程計画
- 維持管理運営計画
- 事業費の積算
- 経済・財務分析
- ドラフトファイナルレポートの作成及び説明・協議
- ファイナルレポートの作成

## 1.6 調査団構成

### 作業監理委員

鶴谷 広一	: 総括
渡辺 正幸	: 委員 (河川水理)
塩崎 正考	: 委員 (航路計画)、第4次～第5次調査
滝野 義和	: 委員 (航路計画)、第1次～第3次調査
戸引 勲	: 委員 (港湾計画)、第3次～第5次調査
松本 清次	: 委員 (港湾計画)、第1次～第2次調査

### 調査団

田中 全人	: 総括 (港湾計画、環境評価)
池原 政和	: 団員 (自然条件)
亀山 努	: 団員 (河川)
岸 篤	: 団員 (砂防)
渡辺 明	: 団員 (船舶航行・操船)
本城 正行	: 団員 (農業開発・農業経済)
山田 元良	: 団員 (需要予測、経済・財務分析)
吉鷹 永三郎	: 団員 (物流計画)
高杉 洋一	: 団員 (船舶運航計画)
渡辺 一博	: 団員 (航路標識)
吉田 健太郎	: 団員 (港湾設計、積算)
黒川 英雄	: 団員 (開門施設)
中田 豊	: 団員 (航空写真測量)

### カウンターパート

Adolfo Martins de Maras  
Seiji Nakayama  
Jose Oscar Frazao Frota  
Julio Emilio  
Antonio Alexandre

## 1.7 報告書の概要

報告書 (ファイナルレポート) は、要約編 (日本語及び英語)、本編 (英語)、及び試験水制工について取りまとめたサブリメンタルレポートの3分冊で構成されている。

このうち、本報告書は本編の要約編 (日本語版) であり、本編と同様な構成で、図表番号は本編と同じ番号を使用している。報告書の構成は以下の通りである。

1. 第1章には、調査の背景、調査の経緯、調査フロー、調査内容、調査団の構成などの調査概要が述べてある。
2. 第2章には、スタディーの前提となるピアウイ州の自然条件、人口、社会・経済条件の概要などが

記述してある。

3. 第3章には、パルナイバ川の航行可能船舶諸元を検討するため、サンフランシスコ発電公社（CHESF）が観測している水深データと調査団が実施した自然条件調査結果が記述してある。
4. 第4章では、ピアウイ州の交通体系の現況と物流調査結果及びパルナイバ川の自然条件及び現況の交通体系を考慮した舟運計画策定のためのパルナイバ川のゾーニングについての記述がある。パルナイバ川のゾーニングは、舟運が道路・鉄道と競合するゾーン1（テレジーナから下流域）、舟運が道路・鉄道と競合しないゾーン3（フロリアーノから上流域）、及びその中間のゾーン2（テレジーナとフロリアーノの間）との3つのゾーンに分割されている。
5. 第5章には、舟運の主要輸送貨物が農産品であることを考慮して、ピアウイ州の農業の現況や将来生産量について述べてある。ここでの農産品将来生産量は、ピアウイ州の農業局にて推定された値を採用してある。
6. 第6章には、第5章で想定された農業の将来生産量に基づき、舟運が再開された場合のシナリオの策定と、農産物、生活必需品などの舟運貨物についての潜在需要予測について記述してある。
7. 第7章では、第3章と第4章のパルナイバ川の自然条件、ピアウイ州の交通体系の検討を受け、各ゾーンごとの適応船型、パルナイバ川の制約条件、許容最大輸送量についての検討結果が記述してある。
8. 第8章では、第6章の舟運潜在需要量及び第7章の許容最大輸送量の検討結果に基づいた、各シナリオ毎の舟運輸送量が記述してある。ここでの舟運のシナリオは4つ策定されており、シナリオ1はパルナイバ川全線に舟運を想定したケース、シナリオ2は上流からテレジーナまでの舟運を想定したケース、シナリオ3は上流からフロリアーノまでの舟運、そしてシナリオ4は、雨季の間はテレジーナまで、乾季にはフロリアーノまでの舟運を想定したシナリオとなっている。
9. 第9章では、航路計画及び各シナリオ毎の必要船舶隻数について検討した船舶運航計画が記述してある。検討された舟運計画は、安全航行の観点より、昼間の運航を原則としたものであるが、上流部では閘門が輸送の制約条件となっており、ここでの輸送量を増加させるために閘門の運転時間は18時間と設定されている。
10. 第10章から第12章までは、航路計画・船舶運航計画に基づく、ボアエスペランサ閘門の改修、河川港、及び航路標識など、舟運に必要な施設計画が記述してある。また、第13章に、これらの施設の運営維持管理計画が記述してある。さらに、第14章では、検討された舟運計画、施設計画に基づく実施工程や事業費の検討結果が記述してある。
11. 第15章では、シナリオ1からシナリオ4までの舟運計画に対する経済・財務分析の検討が行われている。検討の結果、シナリオ4（雨季の間は上流からテレジーナまでの舟運、乾季にはフロリアーノまでの舟運計画）のプロジェクトの内部収益率（EIRR）が最も優れていることが判明しているが、財務的な内部収益率（FIRR）は低く、舟運計画実施に必要なインフラ施設（閘門の改修、河川港の整備、航路標識の整備の全額及び船舶建造の約半分）については公共工事を実施する必要のあることが指摘されている。
12. 第16章では、舟運が就航した場合の環境評価について述べてある。最後の第17章では、パルナイバ川水系船舶航路整備計画の実施に係わる調査結果としての結論と提言が述べてある。

以下に上記報告書の要約を示す。

## 第2章 ピアウイ州の概要



## 2. ピアウイ州の概要

### 地 勢

ピアウイ州は、ブラジル北東部に位置する南北距離887km東西距離618kmの南北に細長い面積250,934km<sup>2</sup>（ブラジル全体の約2.95%を占める）の州である。地形は比較的平坦であり、標高600m以下の土地が約82%を占めている。ピアウイ州はセアラ州、ペルナンブコ州、バイア州、トカンチンス及びマラニョン州に接しており、州境の総延長は3,114kmである。また、調査対象であるパルナイバ川は、州の西側を南より北に流下し、大西洋にそそいでいる。同州の海岸線の延長は約66kmである。なお、同州は州農業企画委員（CEPA）によると地相上8地域に分類されている（図2.1.1参照）。

### 気 候

ピアウイ州の気温は18℃から39℃であり平均湿度は72%である。また、年間降雨量は南部で1,000mm、北部で1,800mm程度である（図2.1.3参照）。

### 人 口

ピアウイ州の人口は、1980年の人口センサスによると、州内の人口は、2,139千人（ブラジル全体の約1.8%を占める）である。人口密度は8.52人/km<sup>2</sup>で1990年の推定人口は2,643千人である。また、都市部の人口は全体の49%と推定されている（表2.2.1参照）。

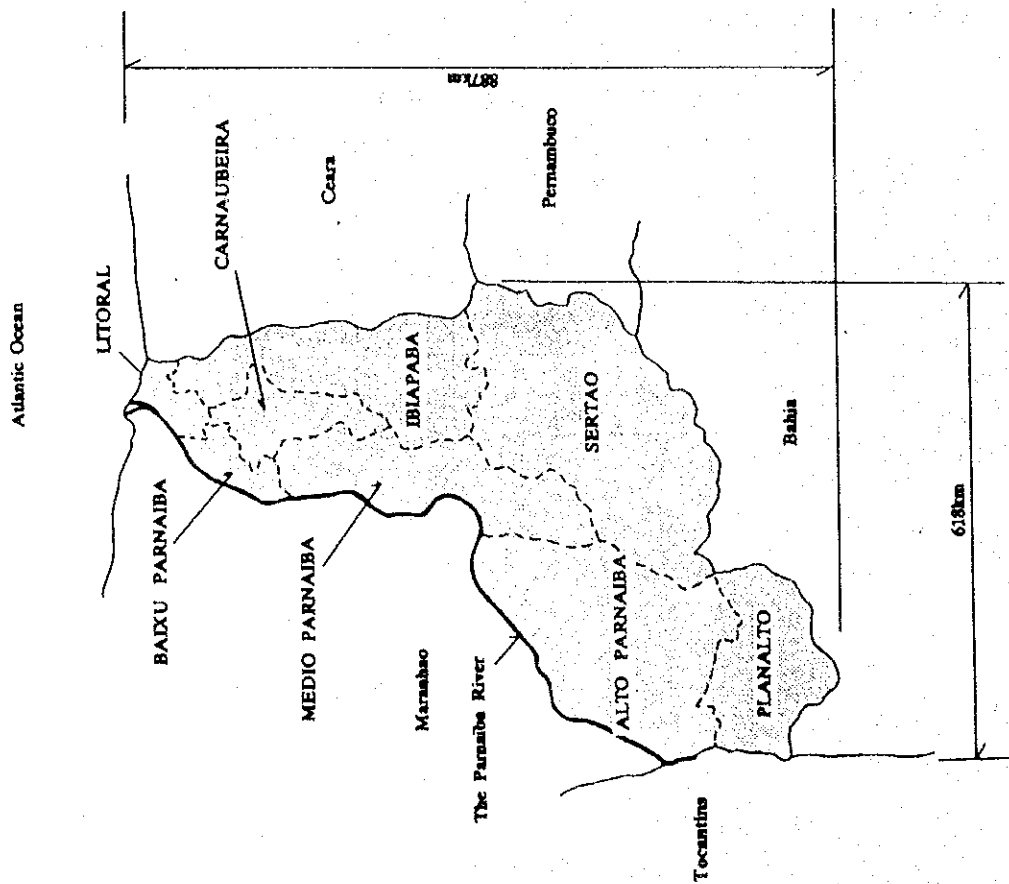
同州の主要都市はパルナイバ川沿いに発達しており、約百万人（約38%）の人がこれらの都市で生活をしている（表2.2.4及び図2.2.1参照）。

表 2.2.1 ピアウイ州の人口推移

(単位：千人)

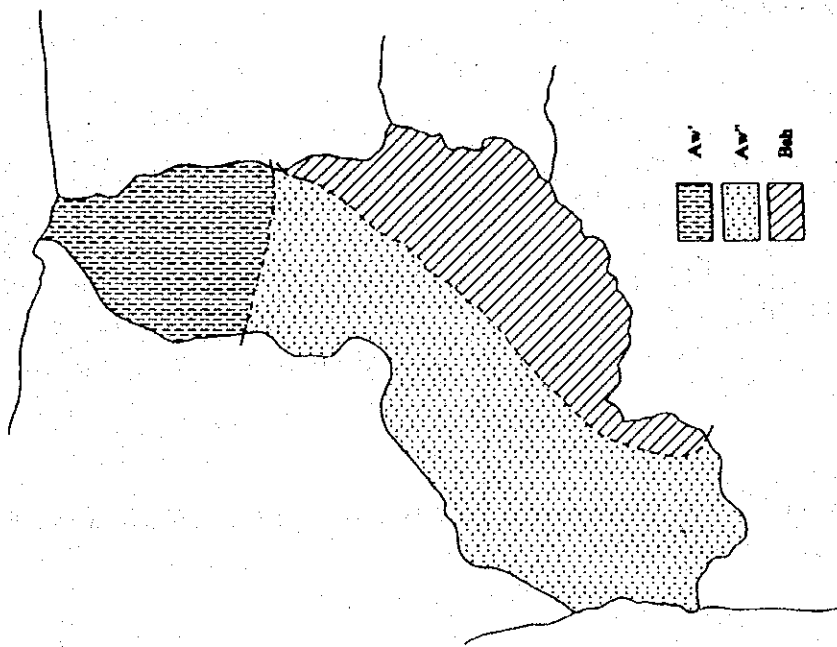
年	人 口	都市人口	農村人口
1940	817.6	124.2	693.4
1950	1,045.7	170.6	875.1
1960	1,242.1	285.6	956.6
1970	1,680.6	536.6	1,144.0
1980	2,139.0	898.0	1,241.0
1990	2,643.2	1,293.8	1,349.4

出典: JICA報告書、1992年9月



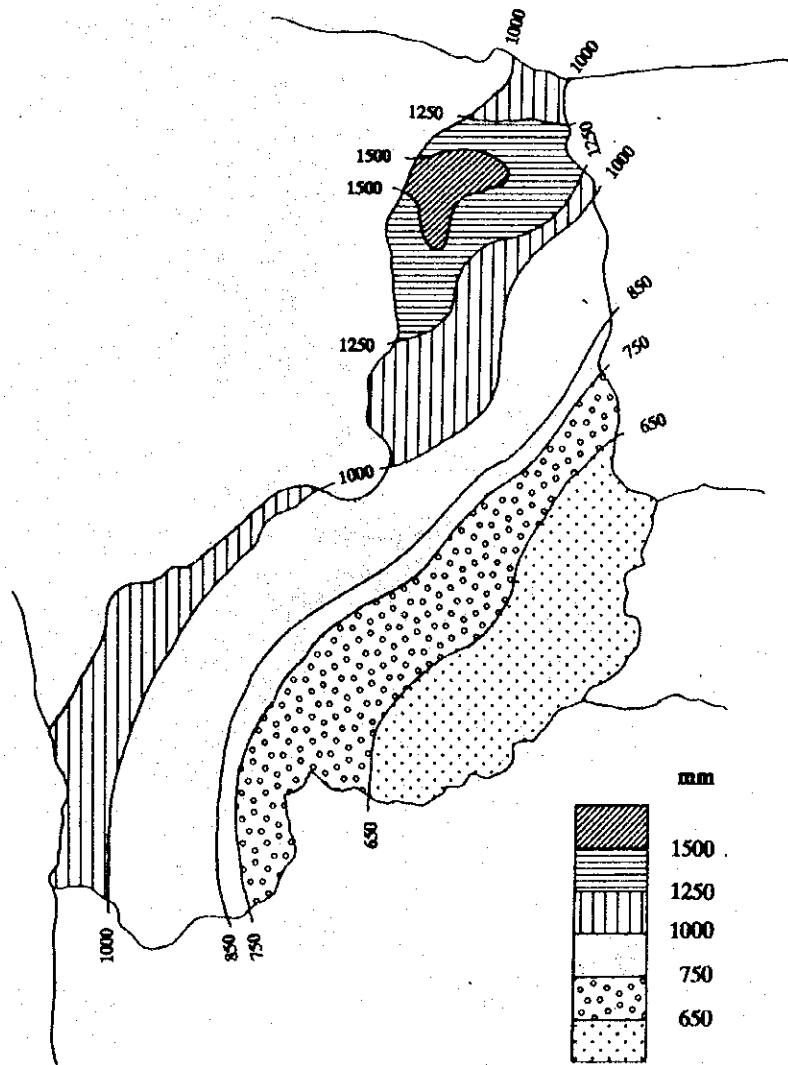
Source : Piauí, Caminhos da Industrialização.

Fig. 2.1.1. Region of the State of Piauí by CEPA



Source : Piauí, Caminhos da Industrialização.

Fig. 2.1.2. Climate Type



Source : Piaui, Caminhos da Industrializacão.

Fig. 2.1.3. Rainfall Map

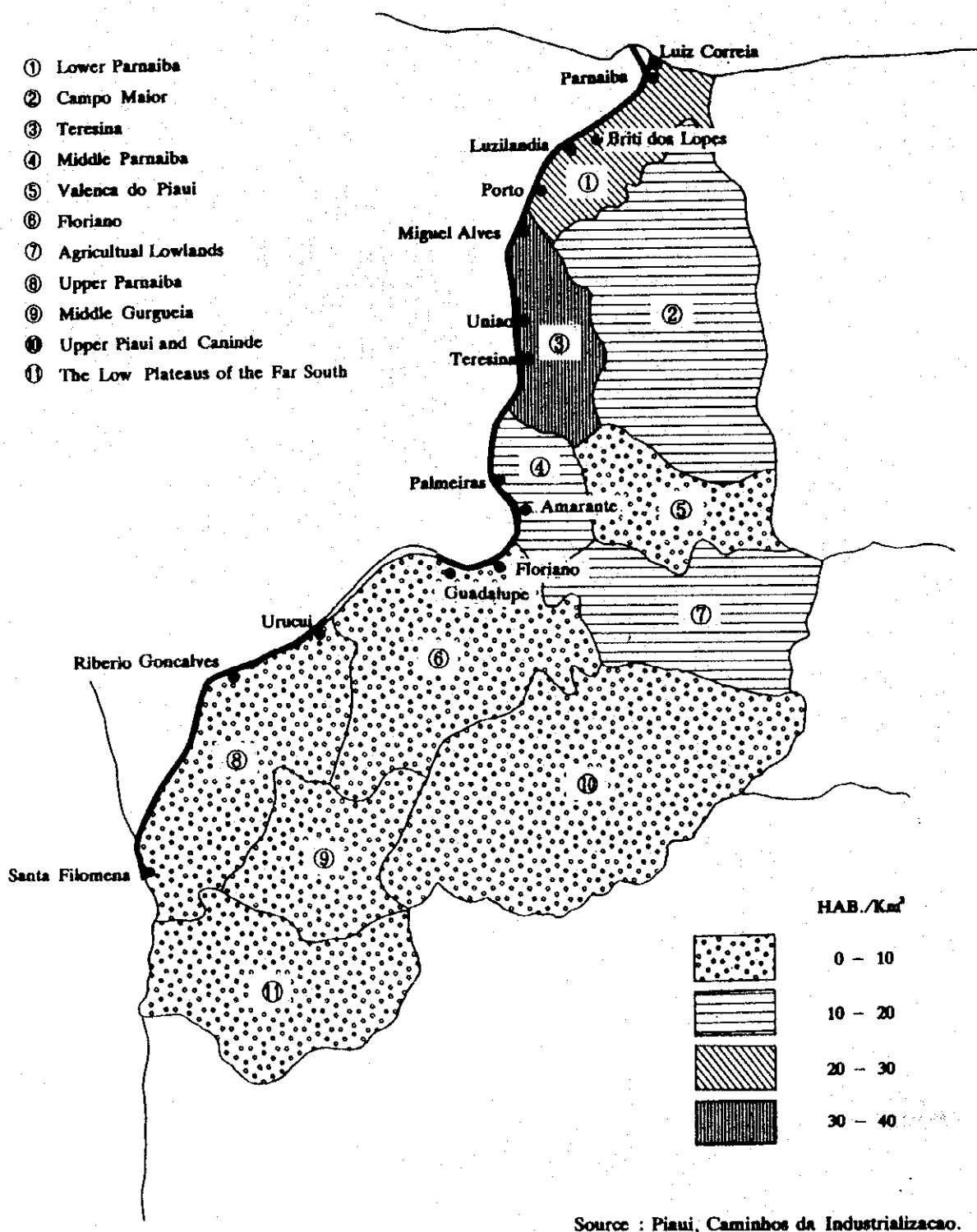


Fig. 2.2.1. Major Cities along the Parnaíba River and Regions in the States of Piauí

表 2.2.4 パルナイバ川沿いの市町村人口 (1991)

市町村名	人口	面積 (Km <sup>2</sup> )	人口密度 (人./km <sup>2</sup> )
1. ルイスコヘイア	28,828	1,607.2	17.94
2. パルナイバ	127,992	1,053.0	121.55
3. プリチドロペス	31,055	1,835.7	16.92
4. ルジランジア	36,030	1,108.6	32.50
5. ポルト	14,296	752.1	19.01
6. ミゲルアルベス	27,672	1,493.0	18.53
7. ウニオン	41,090	1,822.9	22.54
8. テレジーナ	598,411	1,356.2	441.24
9. パルメイラス	11,597	1,501.0	7.73
10. アマランテ	16,503	1,272.8	12.97
11. フロリアーノ	51,445	3,650.9	14.09
12. グアダルッペ	9,618	1,106.8	8.69
13. ウルスイ	15,929	8,892.9	1.79
14. リベリオゴンサルベス	11,925	11,891.1	1.00
15. サンタフィロメナ	5,613	5,640.2	1.00
合計	1,028,004	44,984.4	22.85

出典 : Anuário Estatístico do Brasil 1992

### ピアウイ州の社会・経済状況

ピアウイ州の属するブラジル北東部地域は、ブラジルにおいて最も貧困・未開な地域である。ピアウイ州の国内総生産に占めるシェアは0.47%である。ブラジルでは地域間の経済格差は大きく、南部に経済活動は集中している。IDS（平均寿命、成人の就学率、所得分配の公平度を組合わせた数値で1に近い程社会発展の度合いが大きいことを示すインデックス）が北東部では0.34と最も低い値を示している（表2.3.3参照）。

表 2.3.3 IDSインデックス

	平均寿命 (才)	就学率 (%)	ジニ係数	IDS	年間収入 (US\$/人)
ブラジル全体	67	79	0.61	0.52	2,020
南部地域	72	86	0.57	0.65	2,186
南西部地域	69	87	0.58	0.61	2,889
中央西部地域	69	81	0.63	0.54	1,642
北部地域	69	86	0.66	0.53	1,324
北東部地域	55	60	0.62	0.34	841

出典 : Published by Rodrigues, Maria Cecilia Prates, "Indice de Desenvolvimento Social), Conjuntura Economica, Vol. 45, No. 1 (January, 1991).

IDS : Índice de Desenvolvimento Social (社会発展度係数)

### 第3章 パルナイバ川の 自然条件

### 3. パルナイバ川の自然条件

#### 3.1 河川概要

##### パルナイバ川の概要

パルナイバ川は、ピアウイ州とマラニョン州との州境に沿って流れる延長約1,344kmの河川である。河川勾配は上流部で約1/3,700、下流部で約1/6,000である。パルナイバ川の高水位時期（雨季）は10月から5月までで、低水位時期（乾季）は6月から9月までである。

同河川は、1960年代まで、パルナイバ川上流のサンタフィロメナ市とパルナイバ市の間、舟運が就航し農産品や生活必需品が輸送されていたが、河口部より約669kmの所に位置するボアエスペランサダム建設により、ダムの上流と下流の舟運は遮断され物理的に不可能となった。このため舟運は衰退し、現在に至っている。このように、パルナイバ川の舟運を制約しているのは、現在このダムとアマランテの下流から河口部までの間に存在する砂州である。

##### バルサス川の概要

マラニョン州を流れるバルサス川は、ウルスイでパルナイバ川と合流する延長525kmの河川である。高水位時期は10月から4月までで、低水位時期は6月から9月である。同河川はバルサスとウルスイの間（約255km、河川勾配：約1/3,100）は舟運が可能である。

#### 3.2 水位観測所の水位と流量

##### 水位観測所の位置

パルナイバ川には9ヶ所の水位観測所がある。サンフランシスコ発電公社（CHESF）が水位観測を実施している（図3.2.1参照）。JICA調査団は、この9ヶ所の水位観測所に追加して、パルナイバとアマランテの2ヶ所に水位標を設置し水位観測を実施した。さらに、調査団は、これら水位観測所の絶対標高をGPSを使用し測定した（表3.2.1参照）。

表 3.2.1 水位観測所の絶対標高

観測所の位置	測量年月日	絶対標高 (E.L. m)	水位標高 (m)
1. パルナイバ	'93. 1.22	0.2	
2. ルジランジア	'93. 1.22	13.6	16.0
3. ウニオン	'93. 1.16	40.1	43.4
4. テレジーナ	'93. 1.13	52.4	55.8
5. ファゼンダベネザ	'93. 1.14	62.7	67.5
6. アマランテ	'93. 1.28	86.0	86.4
7. フロリアーノ	'93. 1.29	97.1	100.9
8. グアダルッベ	'93. 2.1	122.1	113.5
9. ウルスイ	'93. 2.2	157.1	159.4
10. リベリオゴンザルベス	'93. 2.3	186.7	189.7
11. サンタフィロメナ	'93. 2.5	263.8	267.6

出典: JICA Study Team

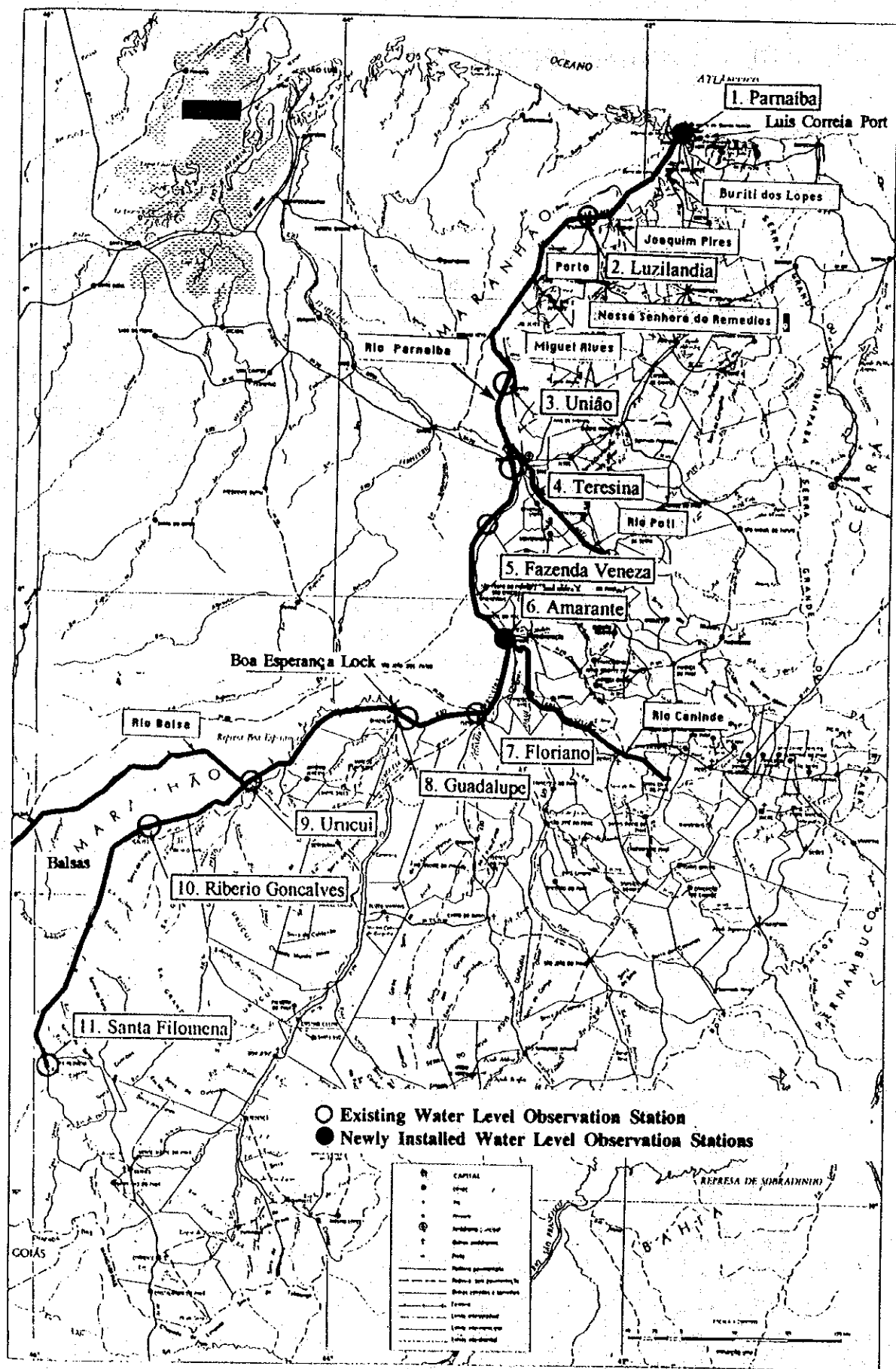


Fig. 3.2.1 Water Level Monitoring Stations



## 水位と流量

CHE SFの水位観測所で記録された23年間の水位観測結果をベースに年間の平均水位および最低水位を求めた。検討の結果次のことが判明した。

- － パルナイバ川の水位は、雨季と乾季で変動し、雨季は11月から翌年の4月頃までで、乾季は5月から10月頃までである。
- － しかし、ダムの下流グアダルッペの水位は、発電のための放水量（約300～350m<sup>3</sup>/sec）に影響されている。
- － 雨季と乾季の水位差は、上流部で約1m、中流部で約1.5～2.0m、下流部で約2.0～3.0mである。上流部ほど雨季と乾季の水位差は少ない。
- － ファゼンダベネザとルジランジアでは、乾季の間に水深1.0m以下の水位が観測されている（図3.2.8参照）。
- － 各水位観測所での平均流量は、乾季の間、上流部で80～190m<sup>3</sup>/s、中流部のフロリアーノやテレジーナ付近で300～400m<sup>3</sup>/s、下流部のルジランジアで400～500m<sup>3</sup>/sとなっている（図3.2.12参照）。

### 3.3 横断測量実施個所での水位

パルナイバ川沿いの21ヶ所の河川横断測量を実施した結果、次のことが判明した（観測結果は表3.3.1及び表3.3.2参照）。

- － ミケルアルベスの水深が最も浅く、乾季の水深は1.6m程度である。
- － パルナイバ川の雨季と乾季の水位差は、上流部で0.5m、中下流部で1.1～3.0m程度ある。
- － 河川流速は、乾季に約0.7～1.3m/s、雨季は約0.8～1.8m/sである。
- － 河川の幅はグアダルッペが最少で、約36mである。

### 3.4 河川舟運からのパルナイバ川の特徴

パルナイバ川は、河川特性より、1)アマランテ～ルイスコヘイアの地区、2)アマランテ～グアダルッペの区間、3)グアダルッペ～サンタフィロメナまでの区間の3地区に分類できる。各地区の舟運の制約条件及び概要は以下の通り。

- 1) アマランテ～ルイスコヘイア：この区間の河川は、砂州が舟運の運航の制約条件となっている。特に、乾季のルジランジアの水深は1.2m、ファゼンダベネザでの水深は1.5mとなっている。イガラス川とパルナイバ川の合流部では、河道がSカーブを呈している。この区域の流速は1.0m/sであるが、ルジランジア付近のコヘデーラ（河床段差）では、約2m/sとなっている。
- 2) アマランテ～グアダルッペ：この区間には砂州はなく、河川は形状的に安定はしているが、河岸に岩のあるところがあり、舟運の制約条件は河川幅になる。この付近の流速は1.1m/sである。
- 3) グアダルッペ～サンタフィロメナ：ボアエスペランサ閘門が舟運の制約条件となっている。ここを通過可能な船舶は、その閘門のサイズにより制約を受けることになる。ダム部分を除いて、この区間の流速は早く、約1.3～1.8m/sとなっている。また、サンタフィロメナ付近の乾季の水深が約1.5mとなっている。また、この区間にはコヘデーラがある。

注：パルナイバ川の自然条件を把握するため、1993年6月、ボアエスペランサダムから河口部までの間で航空写真測量（縮尺：1/20,000）を実施した。また、この写真をベースにして、モザイク写真（縮尺：1/5,000）を作成するとともに、砂州インベントリーを作成し試験水制工の建設予定地を選定した（試験水制工についてはサブリメンタルレポート参照）。

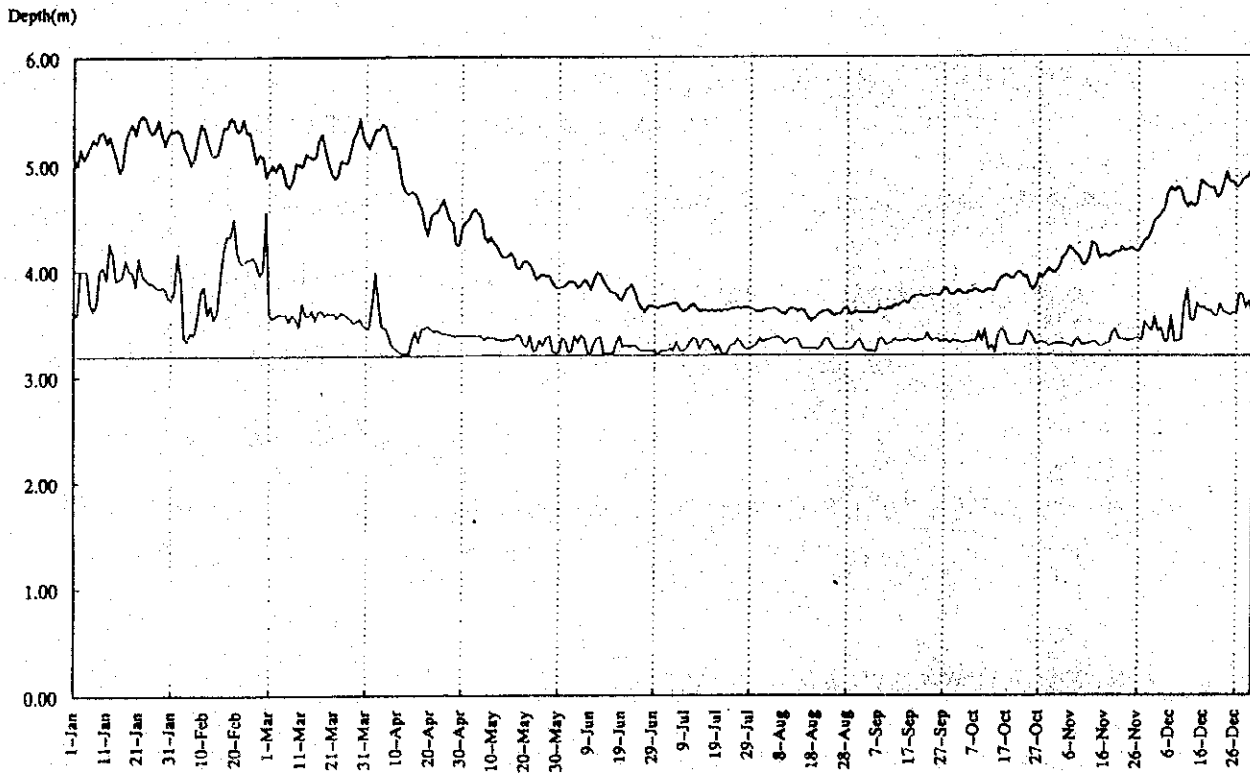


Fig. 3.2.7 Average and Minimum Water Depth at Floriano (1981 - 1993)  
Source : JICA Study Team

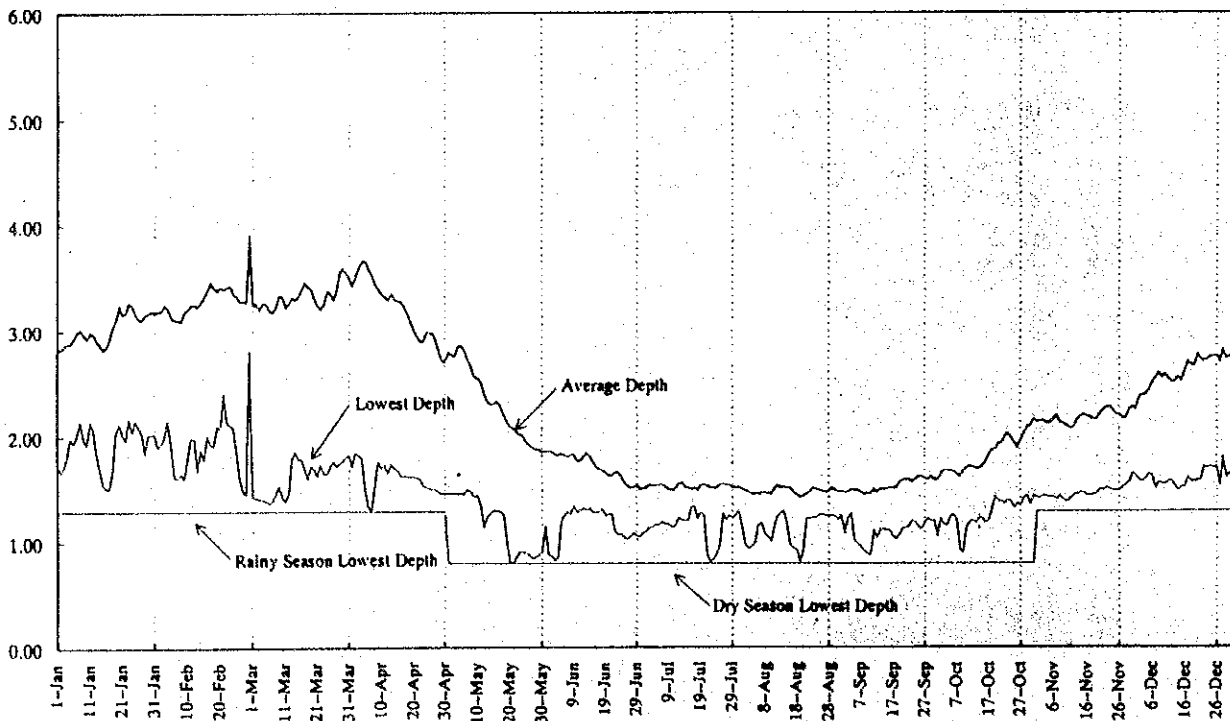
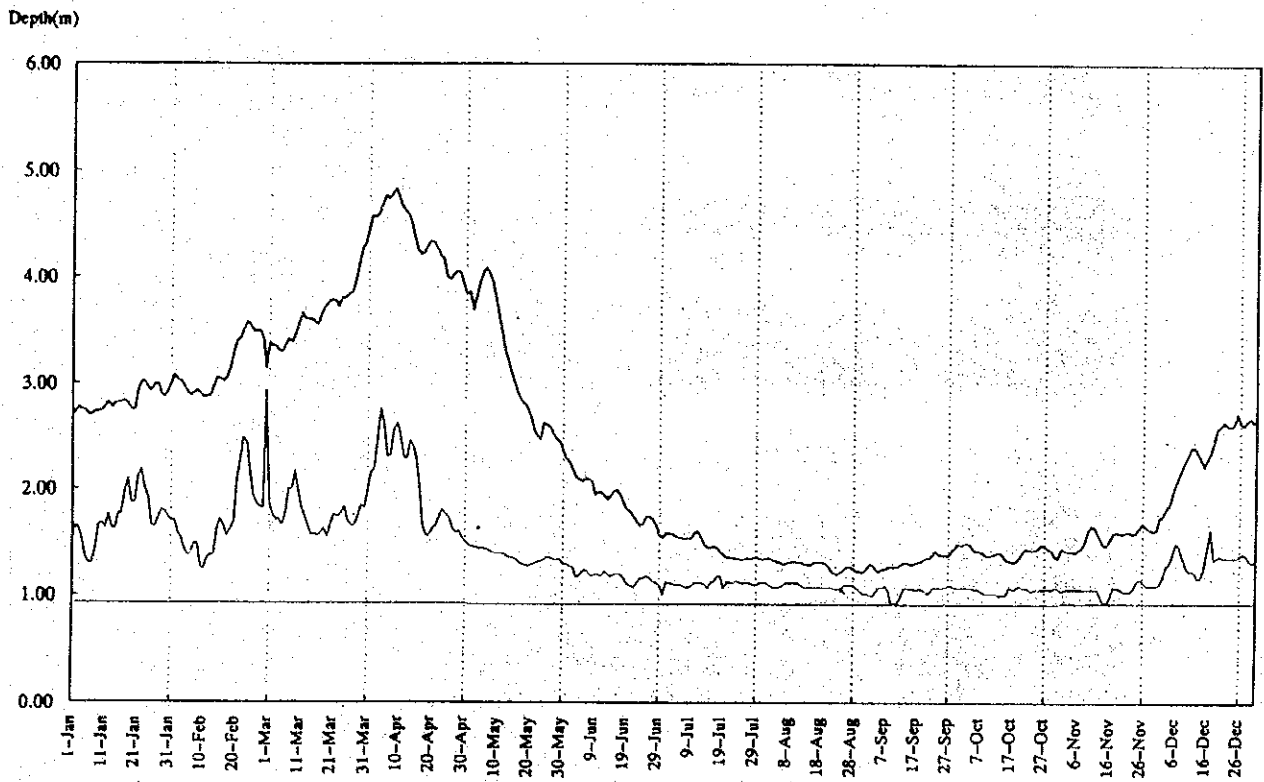
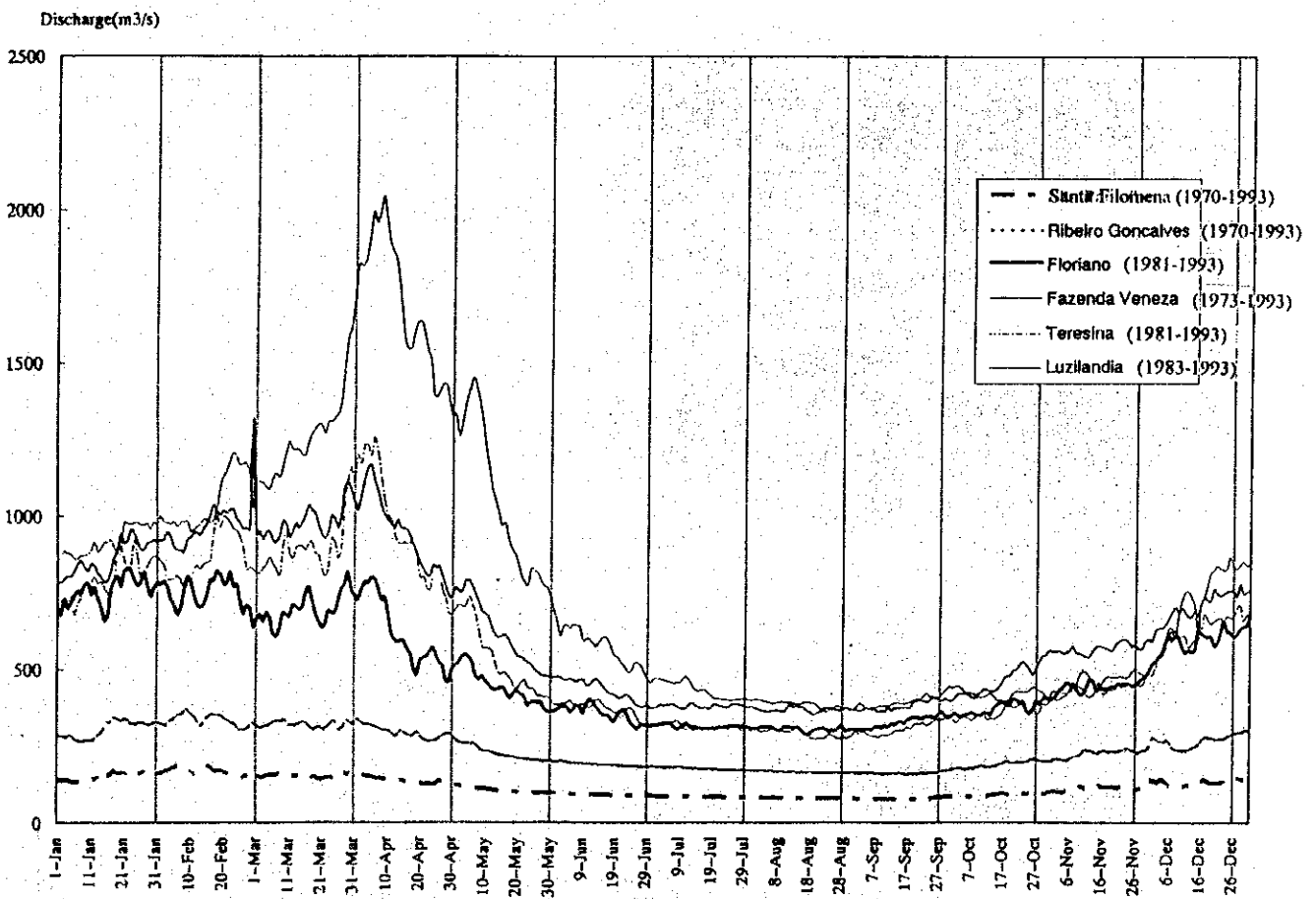


Fig. 3.2.8 Average and Minimum Water Depth at Fazenda Veneza (1973 - 1993)  
Source : JICA Study Team



**Fig. 3.2.11 Average and Minimum Water Depth at Luzilandia (1983 - 1993)**  
**Source : JICA Study Team**



**Fig. 3.2.12 Discharge Volume at Monitoring Stations** **Source : JICA Study Team**

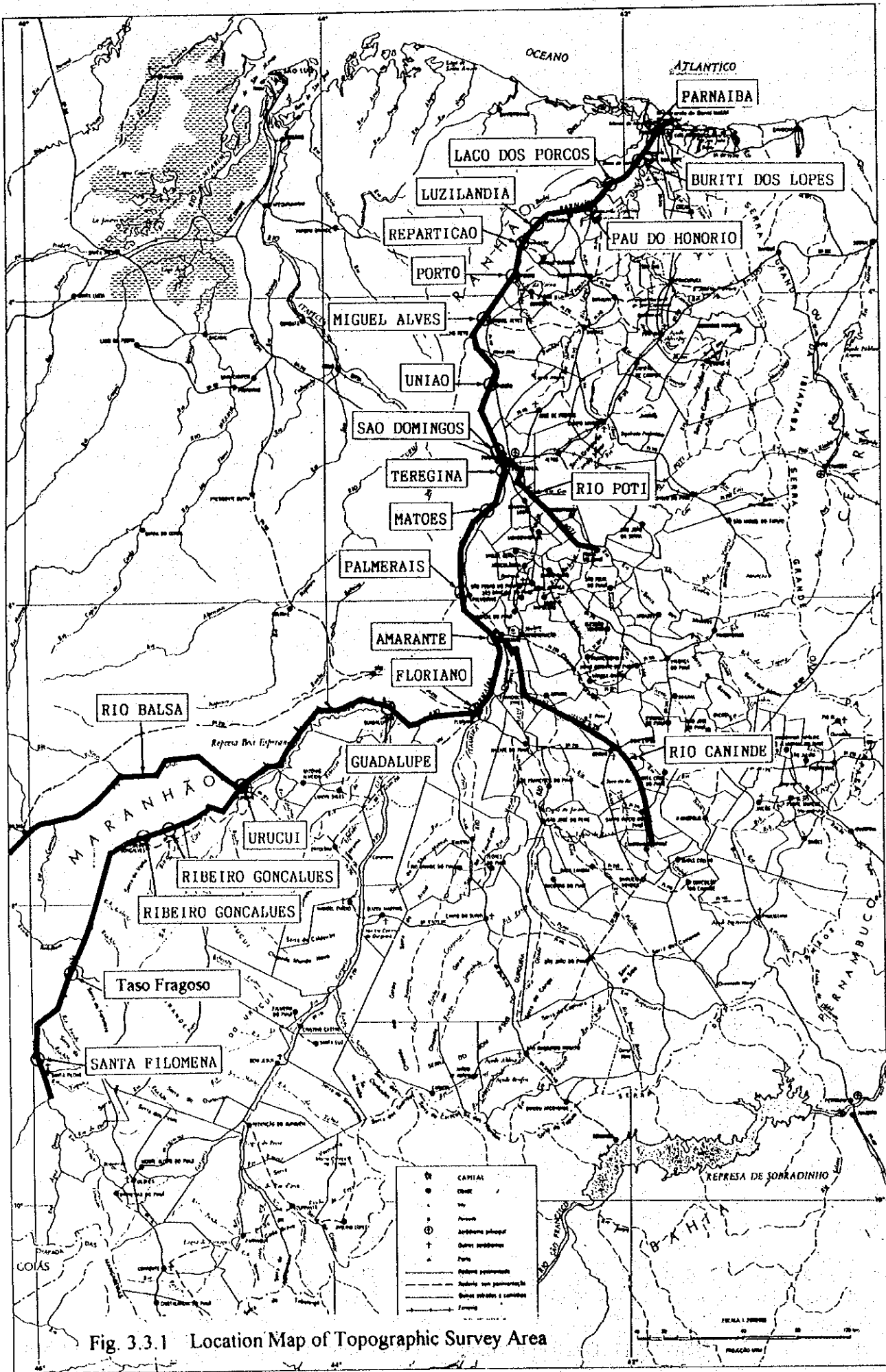


Fig. 3.3.1 Location Map of Topographic Survey Area

**Table 3.3.1 Summary of the Topographic Survey**

No.	Name	Location	Water Level (EL. m)	River Width (m)	Water Depth (m)
1	Parnaíba	S 2°53'43", W 41°46'36"	1.85 (0.64)	64 - 114 (48 - 98)	4.0 - 8.3 (2.7 - 7.0)
2	Buriti dos Lopes	S 3°08'53", W 41°55'39"	7.2 (5.50)	412 - 706 (285 - 690)	4.0 - 5.5 (3.1 - 4.5)
3	Lago dos Porcos	S 3°05'45", W 42°07'05"	11.6 (10.50)	475 - 495 (472 - 490)	3.5 - 4.4 (1.5 - 2.9)
4	Magaidas de Aimeida (Pau do Honorio)	S 3°24'10", W 42°12'10"	15.1 (14.0)	552 - 560 (52 - 539)	5.8 - 7.0 (3.1 - 5.5)
5	Santa Quitéria do Marabhão (Luzilandia)	S 3°32'02", W 42°32'49"	22.80 (21.7)	472 - 516 (511 - 637)	5.0 - 5.1 (2.4 - 4.0)
6	Brejo (Reparticao)	S 3°40'55", W 42°40'55"	26.60 (25.40)	272 - 280 (255 - 258)	4.0 - 4.6 (2.9 - 3.4)
7	Porto	S 3°53'39", W 42°43'15"	29.70 (28.50)	370 - 400 (350 - 393)	4.0 - 4.5 (2.9 - 3.2)
8	Miguel Alves	S 4°09'28", W 42°53'39"	34.40 (32.90)	645 - 693 (642 - 688)	3.3 - 5.3 (1.0 - 2.0)
9	União	S 4°35'05", W 42°52'17"	44.10 (42.5)	340 - 600 (330 - 516)	3.9 - 5.0 (1.5 - 2.3)
10	Sao Domingos	S 4°57'52", W 42°51'38"	52.40 (51.2)	500 - 555 (95 - 200)	6.2 - 7.0 (5.3 - 6.3)
11	Teresina	S 5°06'21", W 42°48'53"	56.00 (54.79)	370 - 420 (363 - 412)	2.5 - 4.2 (1.9 - 2.8)
12	Parnarama (Matoes)	S 5°40'58", W 43°05'11"	71.30 (70.09)	252 - 288 (223 - 246)	4.0 - 5.1 (2.5 - 3.8)
13	Palmerais	S 5°58'47", W 43°03'45"	78.10 (76.90)	212 - 244 (203 - 239)	4.2 - 6.6 (5.3 - 3.4)
14	Amarante	S 6°14'45", W 42°51'19"	87.34 (85.80)	284 - 328 (172 - 217)	4.2 - 6.0 (2.0 - 4.4)
15	Floriano	S 6°45'38", W 43°00'52"	101.70 (100.20)	216 - 224 (200 - 208)	4.0 - 4.3 (2.5 - 2.9)
16	Guadalupe	S 6°46'21", W 43°32'43"	115.22 (113.34)	76 - 104 (36 - 84)	11.1 - 11.6 (9.2 - 9.8)
17	Urucui	S 7°13'35", W 44°33'32"	160.10 (160.40)	116 - 228 (122 - 231)	3.3 - 5.2 (3.5 - 5.6)
18	Ribeiro Gonçalves 1	S 7°33'05", W 45°14'15"	190.00 (189.32)	66 - 145 (55 - 140)	3.0 - 5.6 (2.5 - 5.0)
19	Ribeiro Gonçalves 2	S 7°33'16", W 45°14'36"	190.06 (189.32)	105 - 190 (107 - 190)	2.6 - 4.5 (1.7 - 3.8)
20	Taso Fragoso (Santa Filomena 1)	S 8°28'16", W 45°44'33"	228.85 (228.20)	79 - 88 (70 - 83)	2.5 - 3.0 (1.8 - 2.4)
21	Santa Filomena 2	S 9°06'46", W 45°55'30"	267.85 (267.23)	88 - 92 (88 - 91)	2.0 - 2.2 (1.4 - 1.5)

Source: JICA Study Team

Note that the numbers in parenthesis show the survey results of the Phase II study, during dry seasons.

**Table 3.3.2 Results of the River Flow Observations**

No.	Name	Location	Survey Date	River Flow (m/s)
1	Parnaíba	S 2°53'43", W 41°46'36"	Jan. 29, 94	0.78 (1.28)
2	Buriti dos Lopes	S 3°08'53", W 41°55'39"	Jan. 30, 94	0.89 - 1.12 (1.03)
3	Lago dos Porcos	S 3°05'45", W 42°07'05"	Feb. 1, 94	0.85 - 0.93 (0.91)
4	Magaidas de Aimeida (Pau do Honorio)	S 3°24'10", W 42°12'10"	Jan. 31, 94	0.87 - 0.91 (0.89)
5	Santa Quitéria do Maranhão (Luzilandia)	S 3°32'02", W 42°32'49"	Feb. 2, 94	1.08 (0.72)
6	Brejo (Reparticao)	S 3°40'55", W 42°40'55"	Feb. 3, 94	0.91 - 1.25 (0.69)
7	Porto	S 3°53'39", W 42°43'15"	Feb. 4, 94	0.90 - 1.11 (1.08)
8	Miguel Alves	S 4°09'28", W 42°53'39"	Jan. 23, 94	0.90 - 0.94 (0.86)
9	União	S 4°35'05", W 42°52'17"	Jan. 22, 94	0.88 - 1.62 (0.90)
10	Sao Domingos	S 4°57'52", W 42°51'38"	Jan. 20, 94	1.44 - 1.46 (0.71 - 1.43)
11	Teresina	S 5°06'21", W 42°48'53"	Jan. 19, 94	0.91 - 1.12 (1.03)
12	Parnarama (Matoes)	S 5°40'58", W 43°05'11"	Jan. 18, 94	0.91 - 1.33 (0.99)
13	Palmeiras	S 5°58'47", W 43°03'45"	Jan. 21, 94	0.90 - 1.41 (0.54 - 1.09)
14	Amarante	S 6°14'45", W 42°51'19"	Jan. 26, 94	0.91 (1.19)
15	Floriano	S 6°45'38", W 43°00'52"	Jan. 27, 94	0.82 - 0.95 (0.93 - 1.03)
16	Guadalupe	S 6°46'21", W 43°32'43"	Feb. 23, 94	1.44 - 1.46 (1.08)
17	Urucui	S 7°13'35", W 44°33'32"	Feb. 22, 94	P:1.26, B:1.17 (P:1.77, B:0.72)
18	Ribeiro Gonçalves 1	S 7°33'05", W 45°14'15"	Feb. 21, 94	1.37 - 1.80 (1.03 - 1.26)
19	Ribeiro Gonçalves 2	S 7°33'16", W 45°14'36"	Feb. 21, 94	0.97 - 1.53 (1.13 - 1.29)
20	Tasso Fragoso (Santa Filomena 1)	S 8°28'16", W 45°44'33"	Feb. 20, 94	1.21 - 1.23 (1.18)
21	Santa Filomena 2	S 9°06'46", W 45°55'30"	Feb. 19, 94	0.96 - 0.97 (0.93)

Source: JICA Study Team

Note that the numbers in parenthesis show the survey results of the Phase II study, during dry seasons.