

ブラジル連邦共和国  
鉱山公害防止技術協力事業  
エバリュエーション調査団報告書

昭和60年9月

国際協力事業団

鉱開技
J R
85-198

RY



ブラジル連邦共和国  
鉦山公害防止技術協力事業  
エバリュエーション調査団報告書

JICA LIBRARY



1025105[6]

昭和60年9月

国際協力事業団

国際協力事業団	
受入 月日 '86. 2. 21	703
登録No. 12447	66.1
	MIT



エバリュエーション・ミニッツ  
署名交換（8月30日 DNPMにて）





# 目 次

I	エバリュエーション調査団の派遣	1
1.	調査団派遣の経緯と目的	1
2.	業 務 内 容	1
3.	調査団の構成と調査日程	1
II	エバリュエーション調査団業務報告	3
1.	伯側との総合評価	3
2.	技術移転評価	4
2-1	総 論	4
2-2	第1フェイズにおける技術移転評価	6
2-3	第2・3フェイズにおける技術移転評価	29
3.	そ の 他	62
4.	調査団面会者	62
III	プロジェクト実績	65
巻 末 資 料		95
1.	プレエバリュエーション・レポート	95
2.	エバリュエーション・ミニッツ	123





## 1 エバリュエーション調査団の派遣



## 1 調査団派遣の経緯と目的

伯国は、第二次国家開発計画の一環として非鉄金属鉱物資源開発を推進してきたが、鉱山及び採石場がリオデジャネイロ・ベロオリゾンテ等の大都市に隣接しているため、水質汚濁・大気汚染・騒音などの公害問題が深刻になってきている。連邦政府は、これらの鉱業活動に由来する環境破壊を憂慮し、資源の有効利用と国家レベルでの環境保全さらに鉱業活動との調和を図るための総合的な公害防止対策を推進するため、わが国に協力を要請越した。

これに対しわが国は、昭和56年2月に予備調査団さらには昭和56年8月に事前調査団（実施協議を兼ねる）を派遣して要請を検討のうえ、昭和56年9月2日討議議事録(Record of Discussions)に署名・交換をして、昭和56年9月2日から昭和60年9月1日まで4年間の技術協力事業を開始した。

本調査団は、本年<sup>(69)</sup>9月1日をもって協力期間が終了する本事業の4年間にわたる活動実績の確認及びその評価を行い、併せて事業終了の妥当性を判断することを目的に派遣されたものである。

## 2 業務内容

### 1) 伯側との総合評価

日本人専門家及び伯側カウンターパートとの間で作成されたプレエバリュエーションを踏まえ、本事業の実績及びその評価を伯側と協議のうえ確認する。

### 2) 日本側独自の技術移転評価

本事業における技術移転の達成度を中心にその評価を行い、日本が行っている技術協力事業の中の一つとして本事業がどの程度成功したものであるのかを日本側独自の評価として調査する。

## 3 調査団の構成及び調査日程

本調査団は構成を2班に分け、第1班は伯側との総合評価、第2班は技術移転評価を行うべく調査を実施した。

1) 構成

第1班（打合せ班）

総括	飯村圭司	国際協力事業団鉱工業開発協力部鉱工業開発技術課長
業務調整	森千也	国際協力事業団鉱工業開発協力部鉱工業開発技術課

第2班（技術移転評価班）

技術協力計画	三浦秀夫	通商産業省立地公害局鉱山課
技術評価	石原透	三菱金属株式会社環境安全管理部顧問
技術評価	富田収	日鉄鉱道南興発株式会社常務取締役

2) 調査日程

月日	曜日	行程	調査内容
7/22	月	東京 → (ニューヨーク)	
23	火	→ リオデジャネイロ	総領事館・DNPM第9支局表敬、専門家と打合せ
24	水	(第1班) (第2班)	DNPM第9支局と協議 採石場調査
25	木	リオデジャネイロ → ブラジリア	大使館・JICA事務所と打合せ "
26	金		DNPMと協議 "
27	土	ブラジリア → ペロオリゾンテ リオデジャネイロ → ペロオリゾンテ	(第2班に合流) 資料整理、国内打合せ
28	日		鉱山・水質モニター視察
29	月	ペロオリゾンテ → ブラジリア	資料整理 鉱山調査、DNPM第3支局表敬
30	火	ペロオリゾンテ → ブラジリア	DNPMと協議 (第1班に合流)
31	水	ブラジリア → (リオデジャネイロ)	大使館へ報告、JICA事務所との打合せ
8/1	木	(リマ)	(飯村団長ペルー酸化鉱処理事業巡回指導調査団に合流)
2	金	→ 東京	

※ DNPM：鉱山動力省鉱産局（ブラジリア）

第9支局：リオデジャネイロ支局

第3支局：ペロオリゾンテ支局

## Ⅱ エバリュエーション調査団業務報告



## 1 伯側との総合評価

昭和60年3月24日から29日まで派遣された昭和59年度第2次計画打合せ調査団において、今回の総合評価に関する次のような合意事項が日伯双方で確認された。

- ① 評価の手法については、本事業の前身である「ブラジル鉱物資源開発技術協力事業」において行われた評価に準ずるものとする。
- ② 終了時総合評価に先立ち、日本人専門家及び伯側カウンターパートとの間で事業全体を通じたプレバリュエーションを実施する。

その後、日本人専門家及び伯側カウンターパートからそれぞれ1名プレバリュエーション責任者を選任し、作業結果として昭和60年6月24日付のプレバリュエーション・レポートが完成した（巻末資料1参照）。

本調査団では、上記プレバリュエーション・レポートを踏まえてわが方が作成したエバリュエーション・ミニッツを総合評価の案として提示し、伯側との協議を進めた。

協議の要旨は次のとおりである。

- (1) 今回の技術協力では、事業開始時点で専門家派遣に若干の遅れがあったこと、伯側カウンターパートの配置に遅れがあったこと、機材供与に遅れ気味のものがあったこと等から、計画全体としての遅れはあったものの、その後の日伯双方の努力によって精力的に計画を進め、協力期間内に当初目的を達成することが可能となったと判断される。
- (2) 伯側の問題でもあるが、今回の技術協力において養成されたカウンターパートは、本事業終了後公害防止技術を伯国全体に普及して行くためには必ずしも十分な人数とは言えず、伯側としては今後何らかのかたちで引き続き日本の協力を得たいとも考えている。
- (3) 伯側は、今回の技術協力の結果として鉱山公害防止と環境保全の重要性について認識を深めるようになっており、現在では採鉱・採石の許可条件として環境修復を義務付けるよう指導している。
- (4) 日本から供与された機材については、極めて効果的に活用されており、これらから得られる各種データ類も鉱山公害防止の指導に有効に使用されている。しかしながら、伯国の輸入制限制度のためにスペアパーツ等を容易に調達できない問題があり、本事業終了後の機材保守・管理について若干の懸念は残っている。
- (5) 今回の技術協力によって得られた技術・法律関係資料及び各種データ類を踏まえ、今後伯国としては、関係法規等を整備しつつ技術者を養成し、鉱山公害防止・環境保全を伯国全体に普及させたいと考えている。

以上の点から、伯側は今回の技術協力の成果を高く評価し、日本側の提示したエバリュエーション・ミニッツに全面的に合意を示した。日伯双方の合意のもと、昭和60年7月30日

エバリュエーション・ミニッツに署名・交換が行われた（巻末資料 2 参照）。

## 2 技術移転評価

### 2-1 総合評価

現在 DNPM のカウンターパート（鉱山（砕石場を含む、以下同じ）公害の担当技術者）は、第 9 支局（Rio de Janeiro 市地区管轄）に 5 人、第 3 支局（Belo Horizonte 市地区管轄）に 3 人配属され、それぞれ Rio 地区の砕石場、Belo 地区の鉱山（主として鉄鉱石）の鉱山公害を防止するため鉱山の監督指導に当たっている。

（参考）

カウンターパート名と専門技術

#### ○ 第 9 支局

Noc Medeiros (Geologo)

Gilson Lucio Rodrigues (Engo. de Minas)

Cleber Pinto Teixeira (Geologo)

Valmir de Souza (Tecnico de Mineracao)

Vania Maria Margues Marinho (Geologa)

#### ○ 第 3 支局

Geraldo Ratton Mascarenhas

Marcos Vinicio Texeira de Melo (Engenheiro)

Francisco Arnaldo de Figueiredo (Tecnico)

今回、本プロジェクトを通じ、カウンターパートにもたらした技術移転を中心に、エバリュエーションの調査を実施した結果は以下のとおりである。

#### (1) カウンターパートの技術水準

本プロジェクトが開始される 4 年前は、鉱山公害に関する技術、特にそれを防止しようとする認識が国全体として非常に薄かったといわれるが、今回調査した限りでは、少なくとも現在の DNPM は鉱山公害の防止についてその必要性を深く認識し、特にカウンターパート自身が鉱山を強力に指導できるまで技術が向上しており、本プロジェクトの成果は確実に表われている。

現在のカウンターパートの技術水準について、鉱山公害の防止に対する認識の度合（いわゆるソフト面）と公害測定技術（いわゆるハード面）に分け、評価される点をあげると次のとおりである。



## ① ソフト面での技術評価

- ① 今回調査を実施した Rio 地区においては、都市の大型化に伴う公害（大気汚染、騒音、環境破壊等）が大きな問題となってきたこともあり、カウンターパート自身が砕石場の鉱山公害（粉じん等）についてかなり問題意識を持ってきており、そのため砕石場に対し散水を指導する等、粉じんによる鉱山公害の防止に努力していること。
- ② 又 Belo 地区における中小の鉄鉱石鉱山においては、選鉱廃さいの処理が十分でないため、廃さいが直接河川に流出する等水質汚濁の発生源となっている。そのため廃さいが河川に流出するのを防止するため、鉱山に対し堆積場の設置を要求する等改善に努めてきており、カウンターパートの鉱山公害の防止に関する認識が著しく向上してきていること。
- ③ 一方カウンターパートとしては、鉱山を強力に指導するための裏づけを得るため鉱山公害の実態を把握すべく、基礎データ収集のための公害測定（粉じん測定、水質測定等）を自ら計画立案し、測定し、データの収集に努めていること。

## ② ハード面での技術評価

- ① 今回の調査で、カウンターパートによる Vila Real 砕石場の粉じん測定状況の調査を実施したが、測点の設定等粉じん測定を実施するための計画立案は全てカウンターパート自らが行うと共に、測定もカウンターパート自らが適切に行う等、鉱山公害に対する認識と相まって公害測定の技術についてもマスターしていること。
- ② Emasa 砕石場外 2ヶ所（以前は 3ヶ所）に設置されている粉じん測定モニター及び Rio das Velhas 川下流に設置されている水質測定モニターは概ね良好に機能しており、公害測定機器の運転技術並びに保守管理技術も十分であること。

## (2) 本事業の成果及び今後の課題

本プロジェクトを通じ、DNPM が真に鉱山公害の防止の必要性を認識し、かつカウンターパートが我が国専門家の技術指導により公害測定の技術を含め、鉱山公害の防止に関する諸技術を修得し得たことは本プロジェクトの最大の成果であり、本プロジェクトの初期の目的が十分達せられたものと評価できるものである。

今後の課題としては、せっかく伯側へ移転された技術が将来本当に伯側のものとなっていくために、DNPM 自らが本プロジェクトの成果を基に更に多くの鉱山公害の防止に関する技術者の養成に努力すべきである。そして本プロジェクトでは十分でなかった公害測定結果のデータの解析・評価が十分行えるように引き続き公害測定を実施し、更に多くのデータを集積することが必要である。と同時にそのデータに基づき伯側が独自に鉱山公害の防止対策技術を確立させることが望まれる。

我が国としても一日も早く伯側が独自に鉱山公害の防止対策技術を確立させることができるよう、又せつかく伯側へ移転された技術が水の泡とならないようにするためにも、今後共伯側に対しできる限りの助言・援助を与え、伯側の対応を見守ることが必要と考える。

## 2-2 第1フェイズにおける技術移転評価

### Belo Horizonte 地域の鉄鉱山および金鉱山の採掘に起因する鉱害の調査

#### (1) 概 況

上記調査は、1982年から1983年にかけての2年間にわたって実施され、Belo Horizonte地域の鉱害防止を目的とし、河川および鉱山についての幅広い調査、またカウンターパートへの公害防止技術教育を精力的に実施した。

そのプロジェクトの総合的ダイアグラムを図-1に示す。

このダイアグラムが示すように、この主な調査は、鉱山調査と河川調査とに大別することができる。しかし、これらの調査は、お互に関連しあいながら作業を進めており、鉱山調査では、河川流域の各鉱山が、排水、廃棄物その他で環境を汚染している状況を、鉱山別に汚染台帳をつくって指摘した。この指摘に基づいて、DNPМは、鉱山に改善命令を出し、一部鉱山では、それに対応した鉱害防止対策を実施した。専門家、鉱山、DNPМという三者の間のクローズドシステムが成立し、この調査が、有効に機能している。

河川調査については、河川別に、濁度及び河床に存在する鉱滓のマップをわくり、鉱山鉱害を河川調査から察知する手法をブラジル側に教示し、この手法をDNPМも高く評価している。

また、河川へのモニターの設置は、鉱山による河川の汚染を河川水質の経年変化から調査すると極めて有効であることをブラジル側に知らしめた。

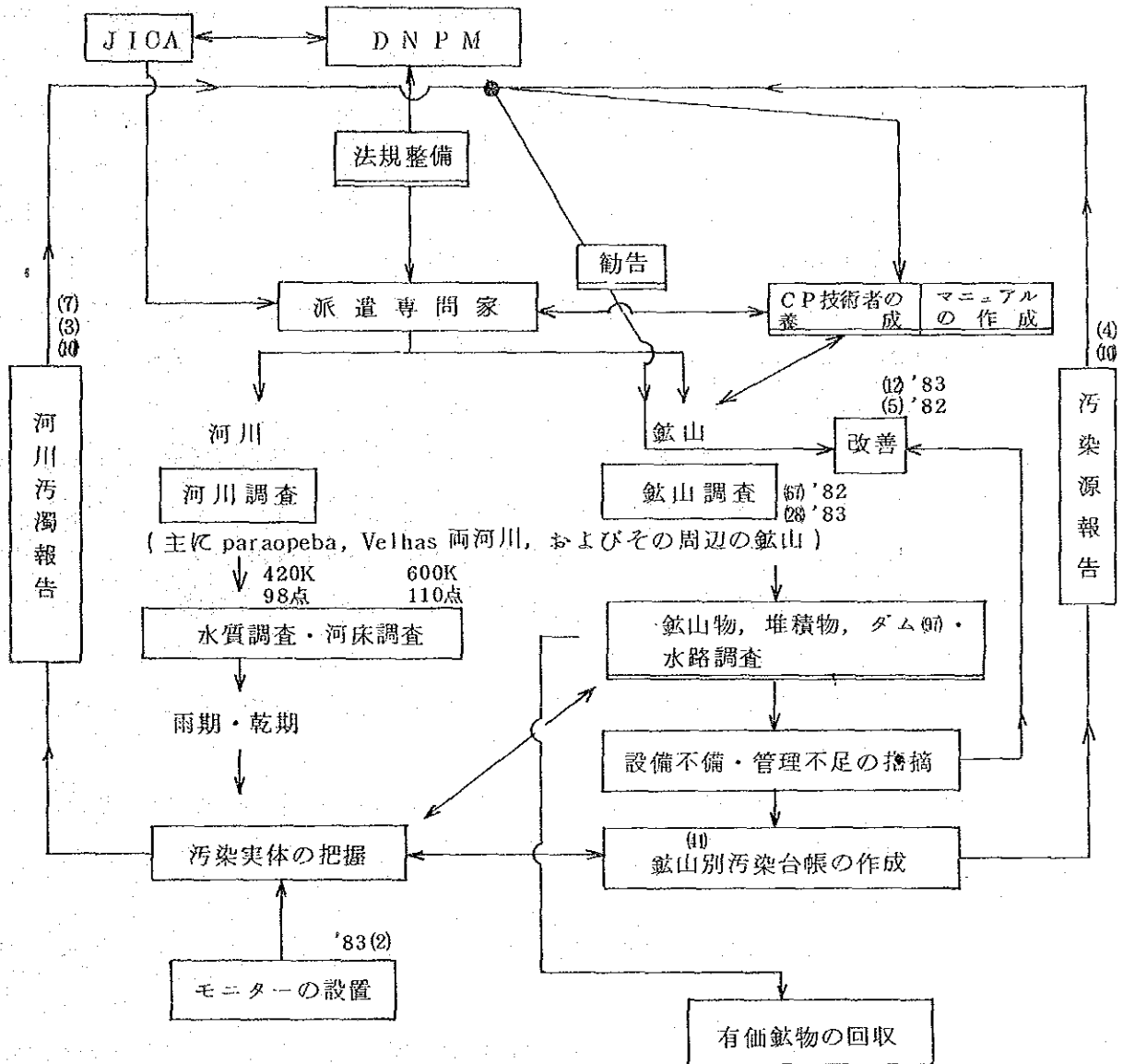
以上のように、鉱山による環境汚染を各種の手法によって把握するプロセスを実際の数字からブラジル側に示し得て、鉱害防止上極めて有効な手法として、ブラジル側の評価も高かった。

#### (2) 鉱山調査

Belo Horizonte 地区は、いわゆるQuadrilatero Ferrifero (鉄の四角地帯)として有名な地区で、鉄鉱石、金鉱石を産するほか、銅、鉛、亜鉛、アンチモン、ボーキサイト、マンガンなどを産出する一大鉱山地区である。

鉱山業は250年間にわたり、開発が続けられている。この地区の岩石は風化が著しく、とくに、鉱物組成の複雑な岩石ほど風化が進み、一般に深度50m以上は風化帯となり

図-1 公害防止プロジェクト・ダイアグラム  
( 鉾 山 )



laterite, saprolite が広く分布している。

風化帯の常として、雨水はそれらの粘土化土壌を溶解し、流出させ、河川水は常に微粒土壌によって汚濁している。

このような状況では、自然のままでも上述のように土壌流出が起りやすいが、これに加え、鉱山業のように、土壌を移動し、また、鉱石を洗滌するようなプロセスが加わると、河川、または、自然環境への影響は極めて大きくなる。

鉱山の環境汚染調査は、第1回 1983年1月～4月に行なわれ、Velhas川流域28鉱山、Paraopeba川流域39鉱山を対象にして行った。ついで、第2回を同年8月～10月にかけてParaopeba川流域18鉱山、Velhas川流域12鉱山、Maynard川流域5鉱山、Mortos川流域5鉱山を対象として調査した。

その結果、各鉱山毎に、環境汚染に関しての台帳が作成され、Paraopeba川流域の10鉱山、Velhas川流域の8鉱山が、とくに汚染状況がひどいことが明確になった。

DNPMでは、この指示にもとづき、鉱山に対し改善命令を出し、Paraopeba川流域の2鉱山、Velhas川流域の3鉱山が対策に応じている。

このように、この調査の結果が行政を動かし、改善命令が出され、これに対応して鉱山側が鉱害防止対策を実施したのは、特筆すべきであろう。

以上の鉱山調査の結果から、次のようなことが明確になった。

- ① 大鉱山については、鉱害防止対策は完備されており、組織・体制もととのっている。
- ② 中小鉱山の場合、ほぼ共通して鉱害防止対策は講じられておらず、採掘場、すり堆積場は荒廃し、廃滓ダムも不十分であり、洗鉱尾水が無処理のまま放流されている。

日本側専門家の鉱害防止対策の不備の指示、DNPMの行政指導も、中小鉱山では、仲々実行されない状況にある。

- ③ 雨期における鉱山周辺からの土壌の流出は老犬なものがあるが、鉱害対策を別途考慮する必要がある。
- ④ 鉱山での洗鉱の尾鉱などを、そのまま河川に放流している鉱山が9ヶ所あり、そのうち3ヶ所は、改善命令に従って改良をした。
- ⑤ 廃滓ダム

鉱山からの尾鉱、汚染水を清浄化するためにもっとも有効なのは、廃滓ダムの設置である。

鉱山のダム97ヶ所を調査した結果、ほぼ安全と考えられるもの57%、危険と考えられるもの33%であった。

ダムの不完全な点は次のようなものがある。

- ① 戸過装置がない

- ㊸ 材料の圧密不十分
- ㊹ 堤体の休息角不十分
- ㊺ 基礎工事が無い
- ㊻ 余剰水の吐出口が無い
- ㊼ 能力不足
- ㊽ 管理不十分
- ㊾ 斜面の保護不十分 などである。

⑥ 雨水を汚染地区を通さずに、河川に放流するための、山腹水路、場内排水路のない所が多い。

⑦ ずり堆積場が、崩れやすく、雨水による土砂の流出が、各所でみられる。

⑧ 現在、廃棄されている1/4インチ以下の鉱石について、選鉱により回収し、ペレットにして製品とすれば、廃石の量は減少し、資源を有効利用することになる。この方面の研究も実施された。

以上のように、ブラジルにおける鉱害防止対策はまだ、緒についたばかりであるが、日本人専門家は、次のような対応をおこなった。

- a. 鉱山別汚染台帳をつくり、鉱害防止対策を指示できるシステムをつくりあげた。
- b. 河川に、自動測定モニターを設置して、鉱山の河川水汚染を監視するシステムをつくりあげた。
- c. 鉱山の汚染の監視、ダム管理、河川水の調査などをブラジル側、中級技術員に教示した。
- d. この間、34件にわたるレポートを提出して、鉱害防止の重要性を指摘した。

### (3) 河川調査

河川調査は、1982年、1983年の2回、Velhas川、Paraopeba川で実施された。(図-2)

鉱山業が、環境に及ぼす最大の影響は、河川水に対するもので、河川水を調査することにより、鉱害の実体を把握できる。

Velhas川では、98測点、観測距離598Kmの広大な地域に及び、測定項目は気温、水温、pH、DO(溶存酸素)、EC(電気伝導度)、ORP(酸化還元電位)、流量などである。

Paraopeba川では、110測定、観測距離は420Kmに及び、測定項目は前記と同じである。

河川毎に、濁度の分布、河床の鉱滓の存在などを、図3~6のようなマップとしてつくりあげ、一見して河川汚濁を明示するようにした。

これらに対しブラジル側の反応として

- ① 乾期での河川の汚染状況を把握しえた。
- ② 汚染原因となる鉱山が明確になった。
- ③ 従って汚染鉱山への対策が容易になった。

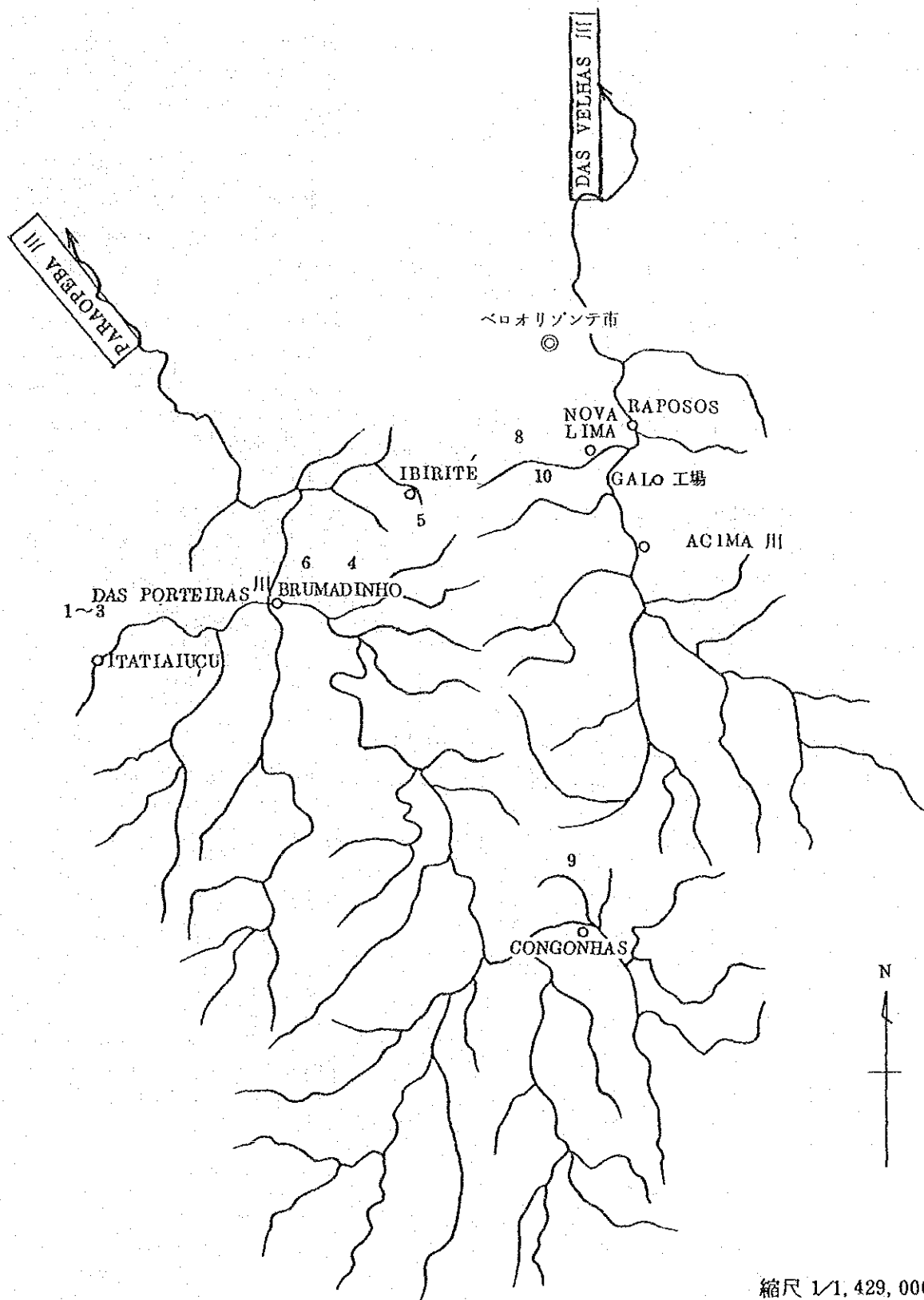
と評価し、この成果は、州政府、さらに連邦内務省環境特別局からも注目されている。

また、河川水モニターをParaopeba川火力発電所付近、Velhas川Raposos市内の2ヶ所に設置し、'83年3月から'84年3月までの1年間、河川水の水質を測定した。測定項目は、濁度、DO、EC、pHなどである。(写真1～4参照)

この中で変動のもっとも多いのが濁度で、最低100ppm、最高では500ppmにもなり、濁度の高いときには、測定機が作動しにくくなることも起り、機械的な改善、設置場所の移動などを再検討する必要がある。

一年間のモニターのデータから、河川の濁度の改善状況を図-7に示す。斜線の部分は'83と'84との濁度の減少を示す。

図-2 Paraopeba 川と Das Valhas 川



縮尺 1/1,429,000

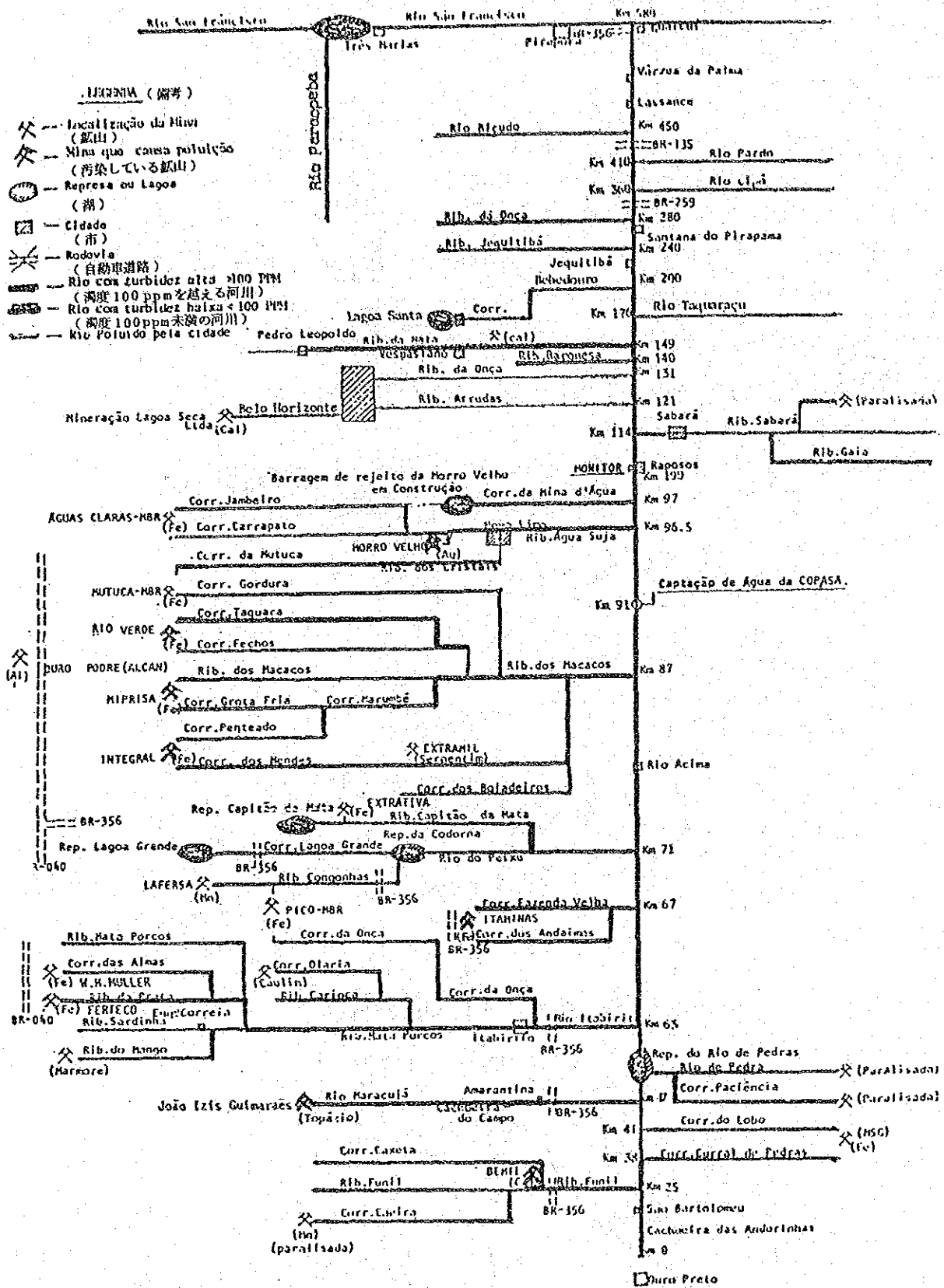


図-3 ダス・ペーリヤス河河川系統図 (濁度100ppm以上の河川)



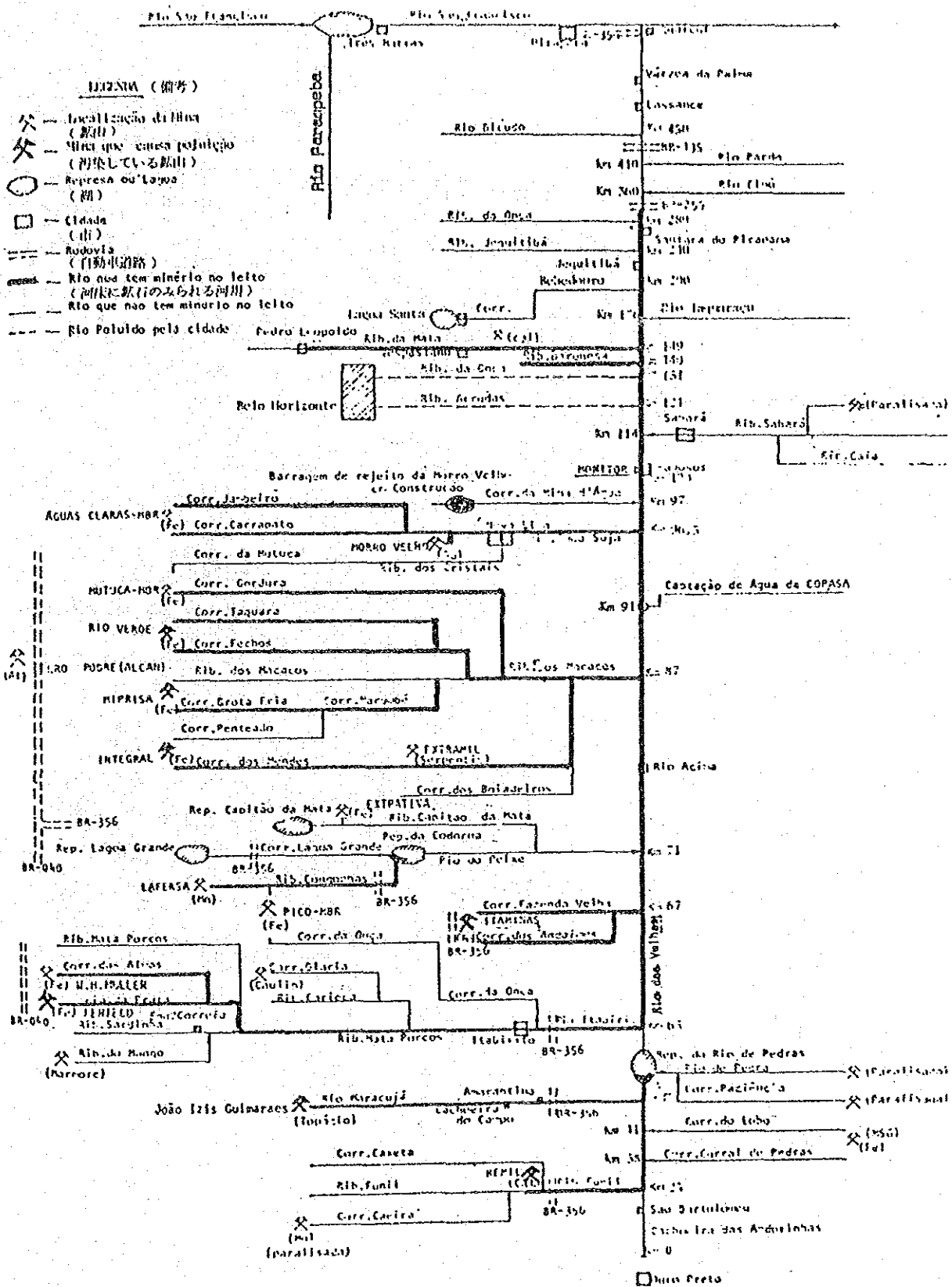


図-4 ダス・ペーリヤス河川系統図 (河床に鉱石のみられる河川)

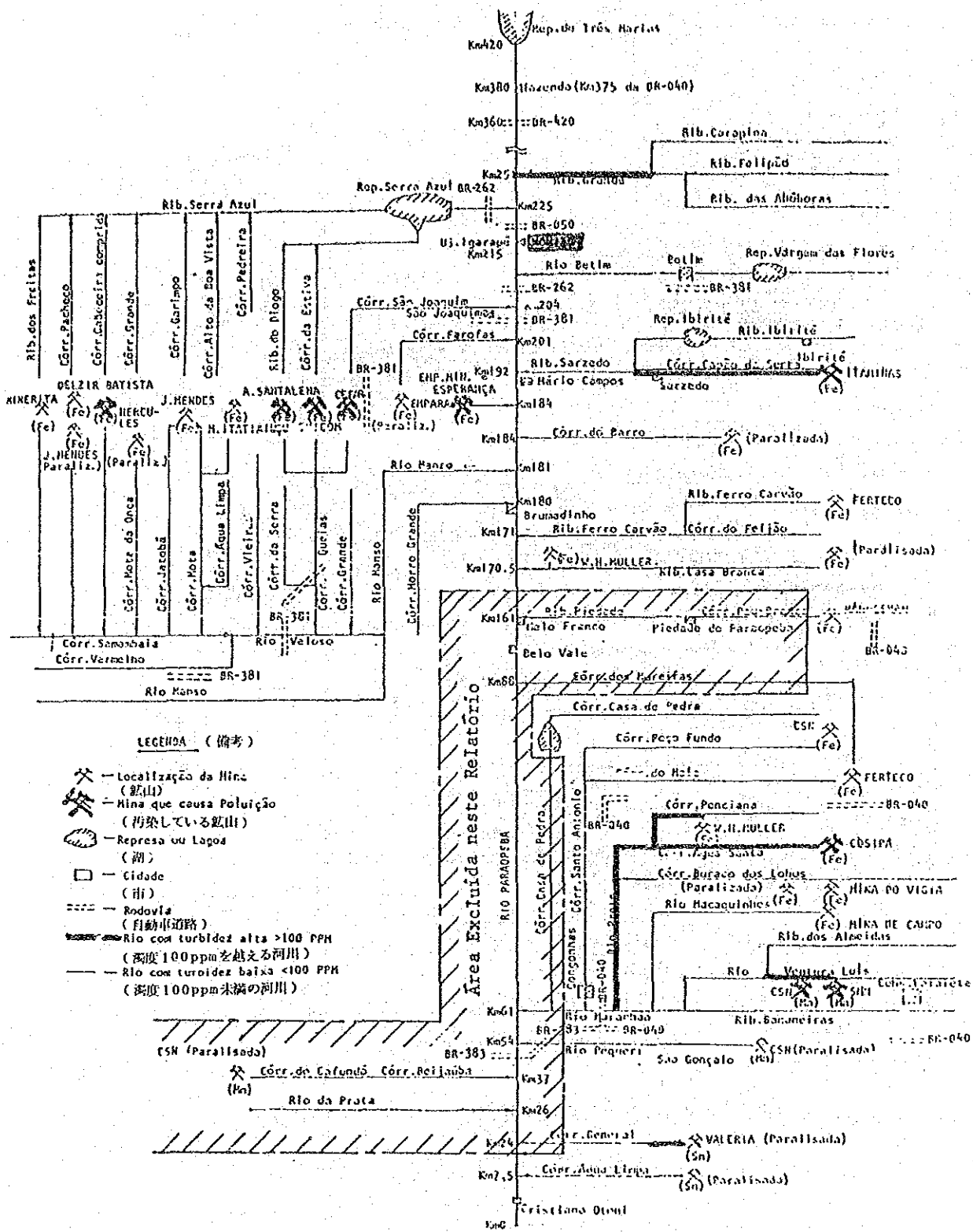


図-5 パラオベ-バ河河川系統図 (濁度 100ppm 以上の河川)

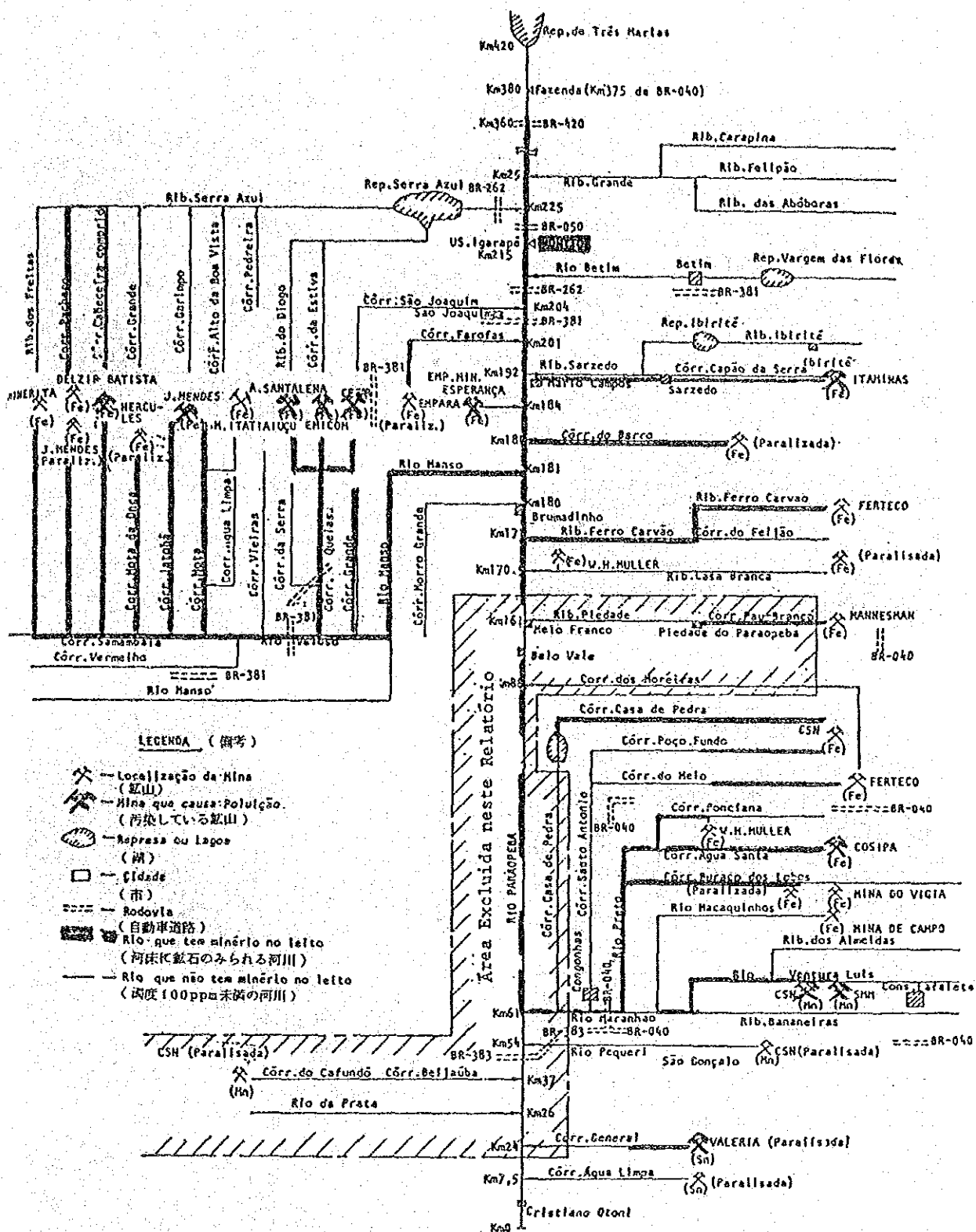


図-6 パラオペバ河河川系統図 (河床に鉱石のみられる河川)

(PHOTO 1~4) 水質モニター

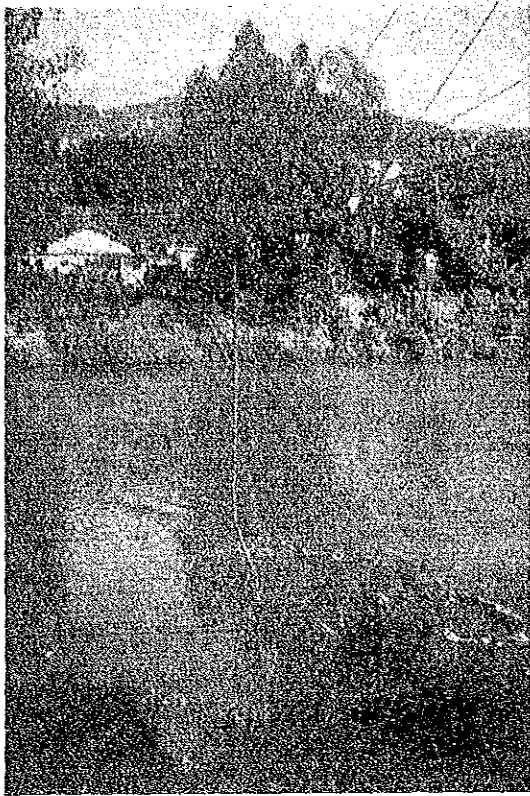


PHOTO-2. モニター採水口

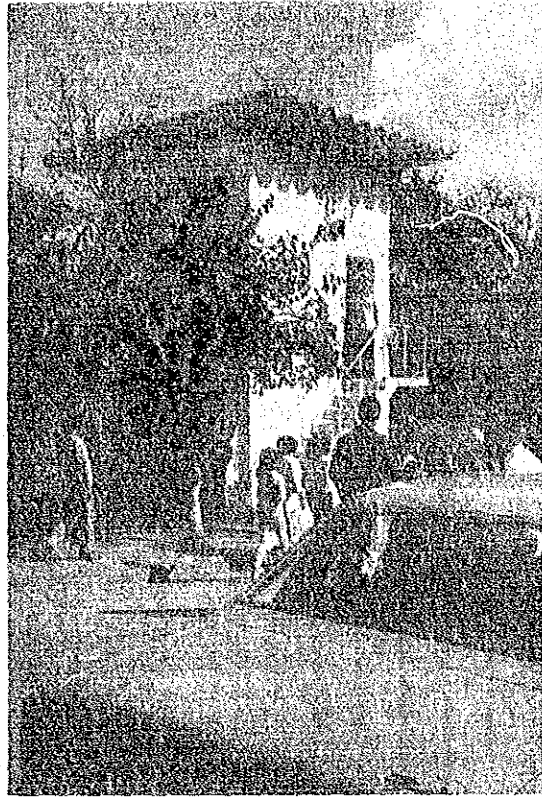


PHOTO-1. モニター外観

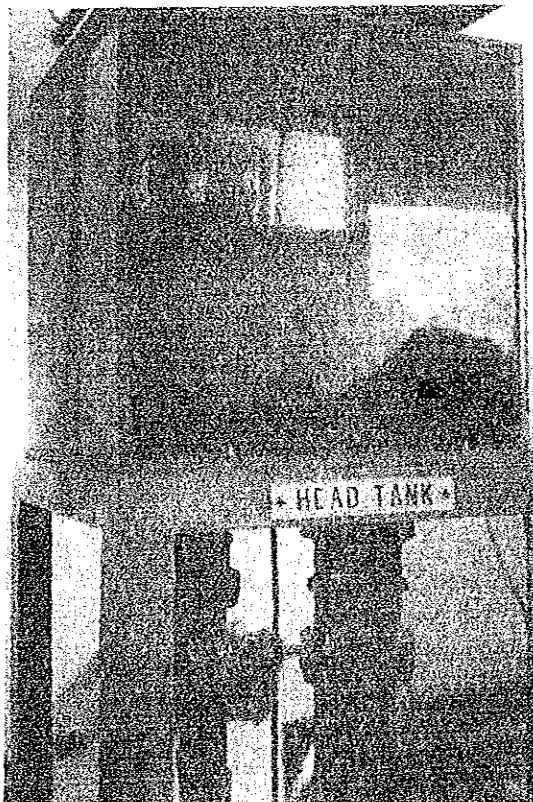


PHOTO-3. モニター内部ヘッドタンク

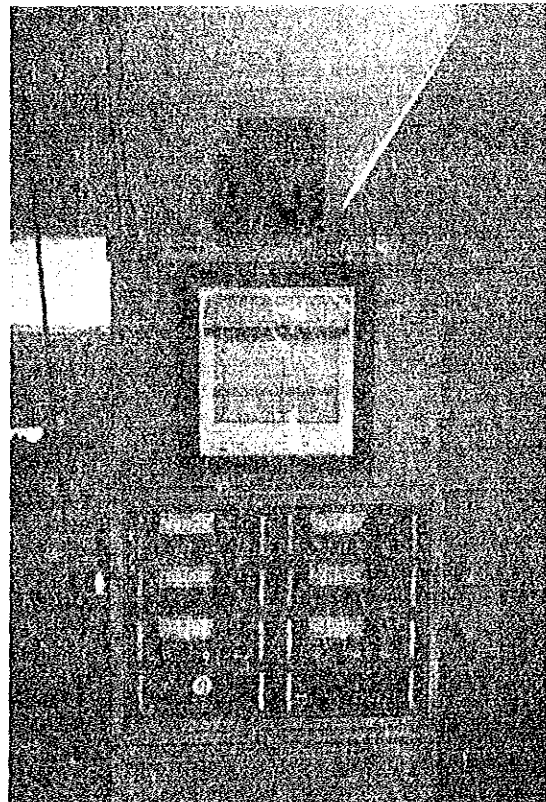
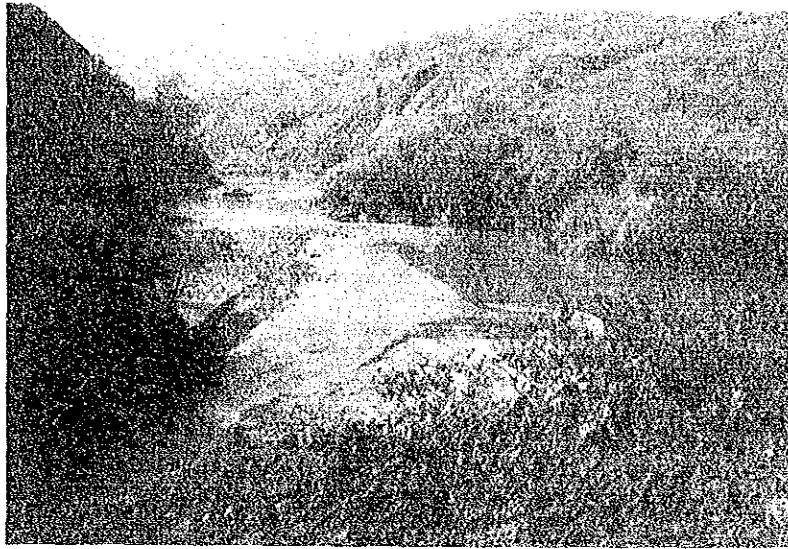


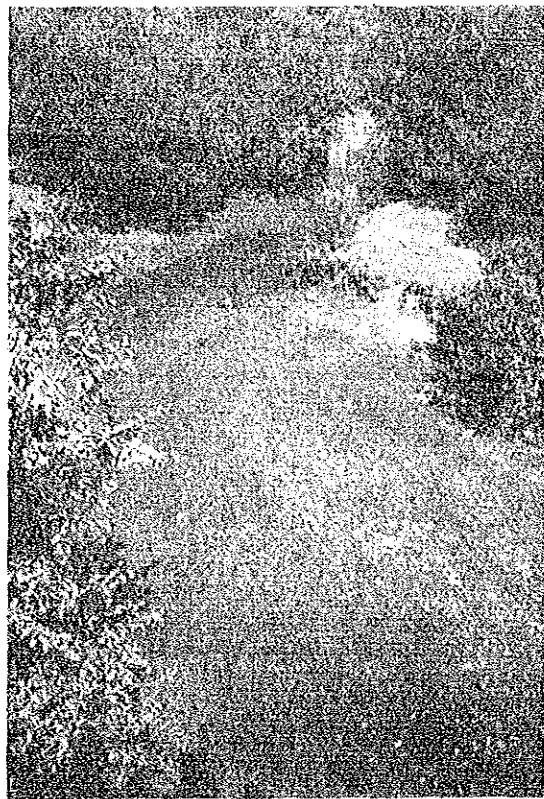
PHOTO-4. モニター(6点式)



右・Velhas 川

左・Agua Suja 川

( Agua Suja 川はかつて上流の Morro Velho  
金山の廃水でよごれていたが、現在は  
きれいになっている )



( 上流に鉄山あり )  
( 河床にたまる鉄滓 )



I T A M I N A S 鉾山全景

( 沈殿池がほとんど満杯になっている  
廃津も雨水に流れている )

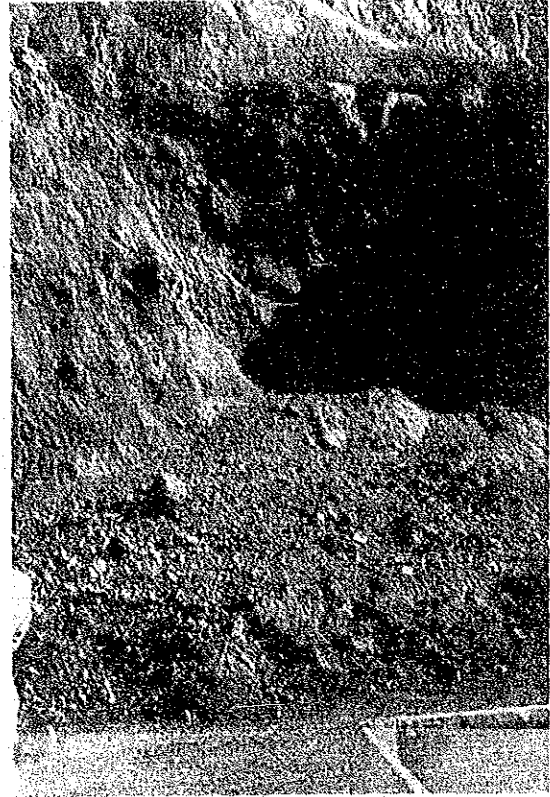
BIMIL 鉾山入口



( BIMIL 鉾山で廃水を流れを流さなくなった  
ので、河川水はきわめてきれいになった )



RIO VERDE 鉦山  
洗 鉦 場  
(くだいて洗っている)

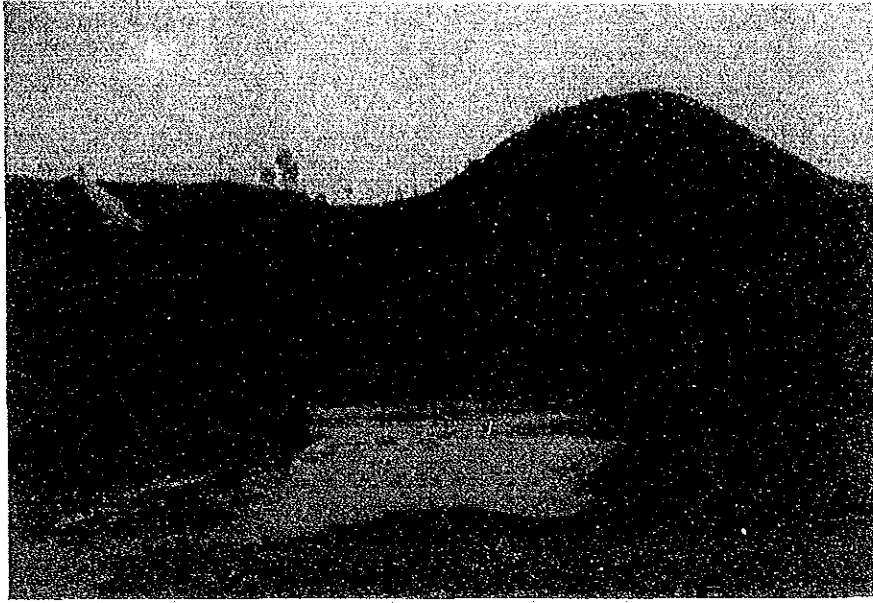


RIO VERDE 鉦山  
採 掘 現 場

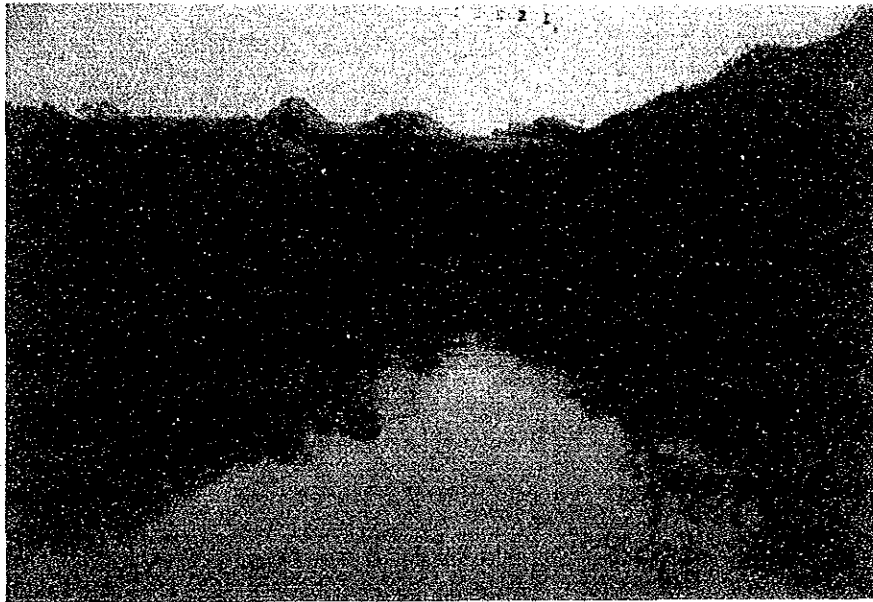


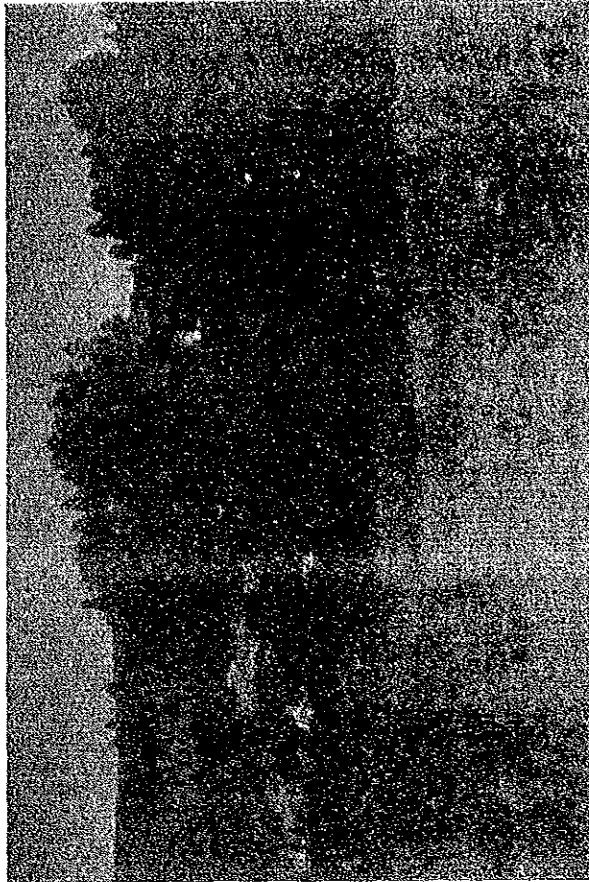
RIO VERDE 鉦山  
洗 鉦 場





(上, 下)  
RIO VERDE 欽山  
沈殿池



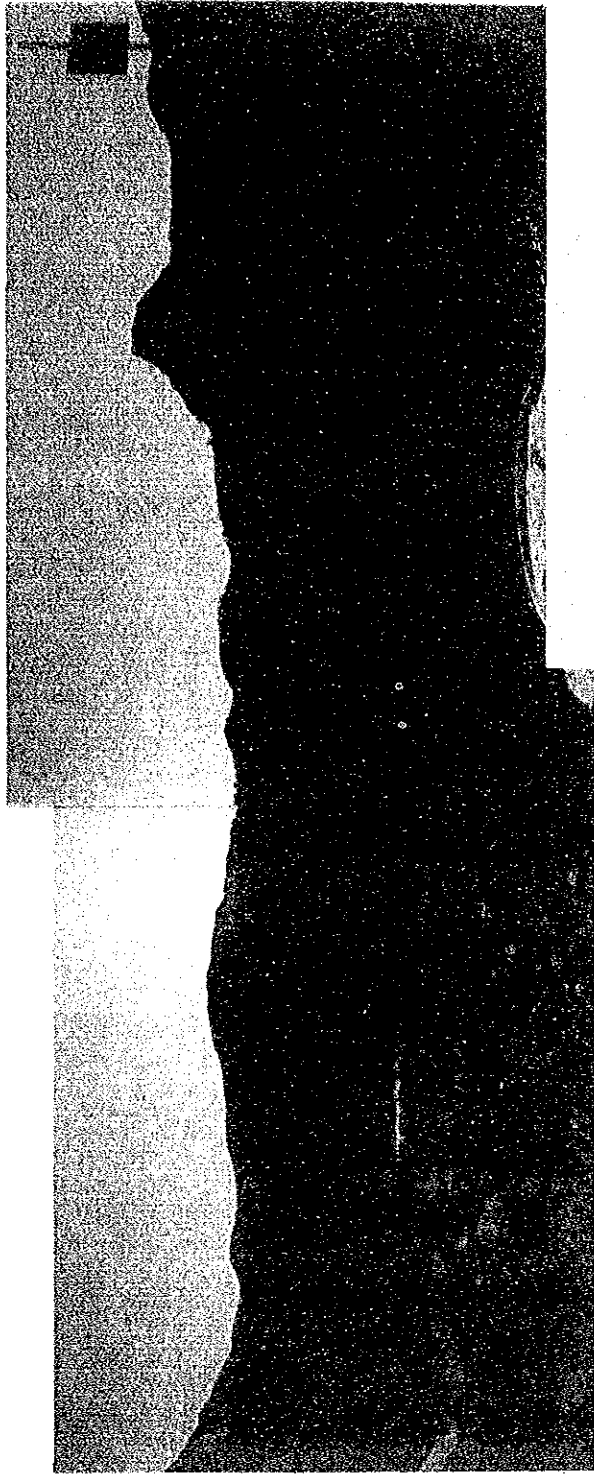


洗 鉢 工 場 遠 景

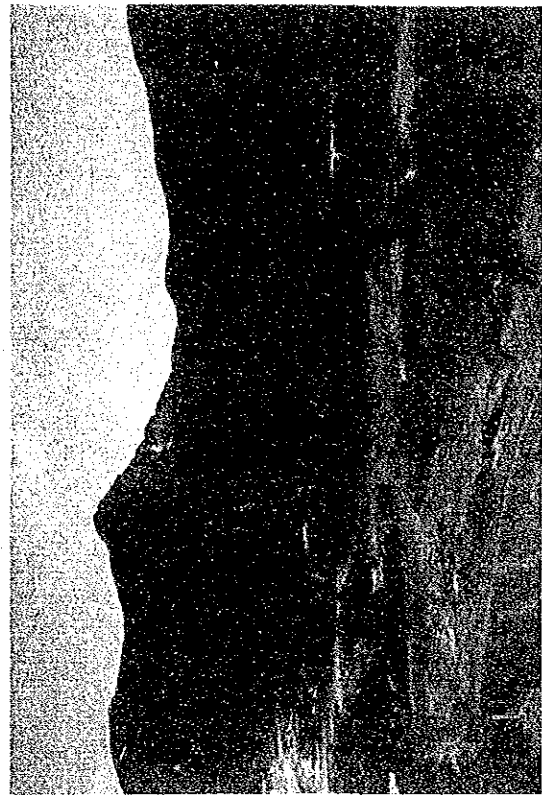


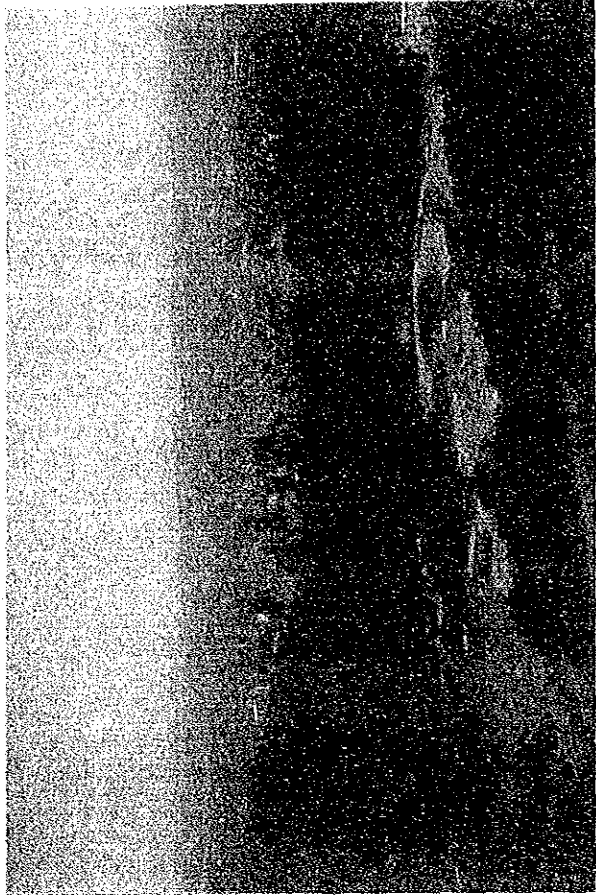
( 手 前 ト レ ン チ は、 排 水 処 理 場  
き れ い に な っ た 水 を 再 使 用 し て い る。 )

RIO VFRDE 鉢 山



AGUAS CLARAS (MBR.)  
敏山全景





AGUAS CLARAS 鉾山  
露天掘山頂からの遠景  
(近くまでBelo Horizonteの町  
がせまっている)



( 立派な堤体  
植生も十分にされている )



( 非常排水路も  
整備されている )

AGUAS CLARAS 鉦山  
沈殿池ダム

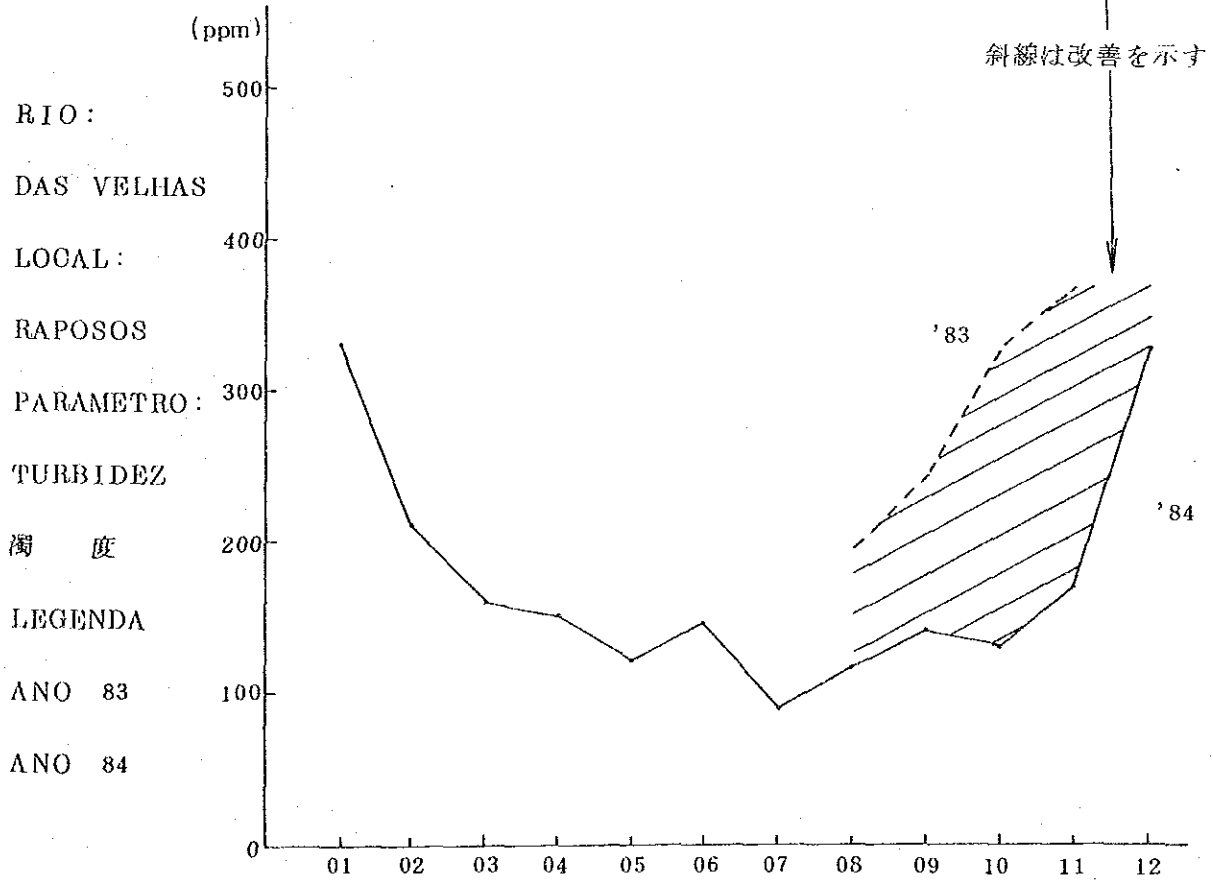
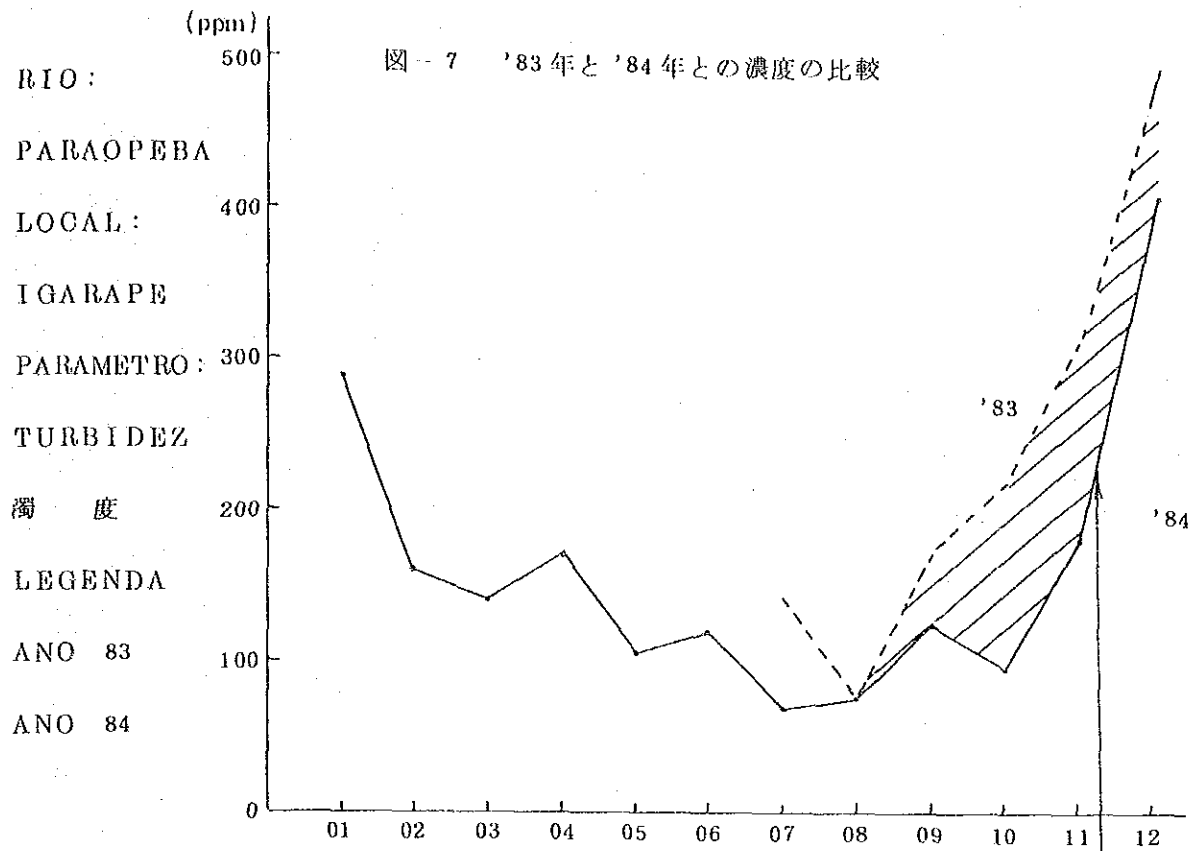


滲透水出口  
(流量測定用の堰が  
設置されている)



( 滲透水が流入する谷川 )

AGUAS CLARAS 鉱山  
( 現地的滲透水, きわめてきれいな )  
( NOVA LIMA の水道に利用  
されている。 )



#### (4) 技術移転評価

公害防止を考えることは、この社会をお互に住みやすい環境に保つことを目的とする。従って、公害防止については、すべての国民の協力と、意識の改革が必要となる。

とくに、産業からの公害については、企業家が、公害防止プロセスは、製品製造プロセスに含まれるという考えを持たなければ成立しない。

このような考え方を、ブラジル国民、企業、行政にまで広く衆知させることは、現状からみて非常に困難を伴う。

実際に、このプロジェクトを実施する上での、まず第一の障害はここにあった。

鉱害防止に対するDNPMの熱意は高く評価できるが、企業の人達、またカウンターパートの人たちの意識をどこまで高めうるかが困難をともなった。

日本人専門家たちは、時間をかけて、カウンターパートの人たちの意識を改革した。現在では、測定にあたり自らすすんで、前日の準備をし、当日は、測定器を自ら設置して、意欲的に測定技術をマスターしようとしている。

また、企業の側でも、はじめは、現場で測定されることを恐るようなこともあったようであるが、最近では公害防止技術は、環境を保護し、従業員、周辺住民の健康を維持するものであると理解し、ひいては企業の繁栄につながるものであることを認識し始めたようである。

このように、公害に対する理解が、一步一步ブラジル全国民の間に拡まることが、公害防止には、まず必要なことである。

日本人専門家が去ったあとも、カウンターパートの人達は、データの蓄積を計り、データを解析する能力を維持し、企業側もこれに協力する体制を是非存続してほしい。

##### ① 自然汚染と鉱山汚染

自然汚染と鉱山汚染を定量的に区別することは、非常に困難である。とくに雨期ラテライト質の土壌はきわめて容易に流出する。

最小限、鉱山では、山腹水路をつくり、場内排水路をつくって、鉱床地帯に雨水が浸入することを防ぐ必要がある。

ラテライト系土壌については、その溶出テストなどを行って、有害溶出物の有無を確かめる必要がある。

河川の底質についてもこれを組織的に調査し、化学分析をおこない、必要あれば、X線回折によって、構成鉱物の同定をする必要も生じる。

##### ② 鉱床の型による鉱害防止への対処

Belo Horizonte地区には、酸化鉱物が主体であるので、重金属の溶解は少ないが、鉄系酸化物（ヘマタイト）、粘土などの浮遊物質による汚染はきわめて憂慮すべき状



況にある。

前述したように、この地区のとくに中小鉱山の鉱害対策は、ゼロに等しいので、これからも、辛抱強く指導する必要がある。

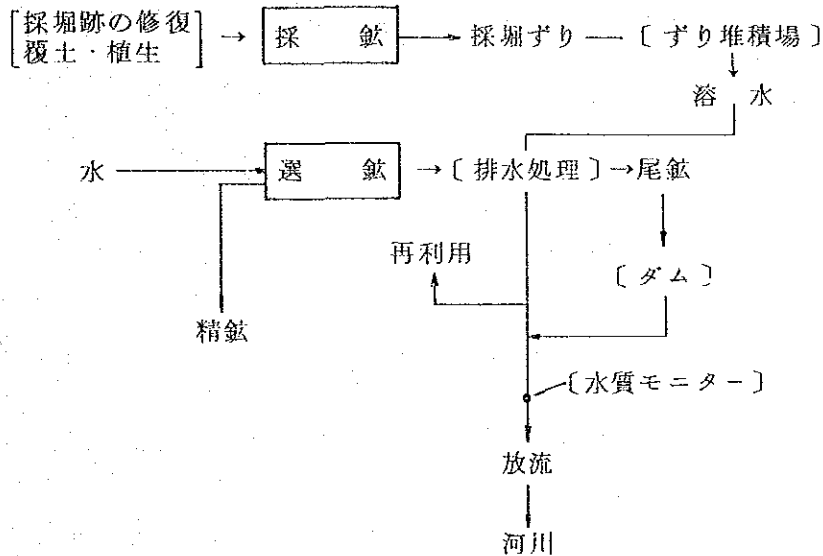
そのためには、法律の整備、行政の監督制度の確立、公害防止技術の普及などが早急の問題となろう。

今回の調査地区には存在しないが、対象が硫化鉱物の場合には、鉱山地域からの流出水は、きわめてpHが低く、かつ、銅、鉛、亜鉛などの重金属イオンを溶解しており、処理方法がこの地区とは全く異なる。従って、ブラジル側には、硫化鉱物地域の鉱山排水対策を新しいプロジェクトとして提案する必要がある。

### ③ 鉱山操業と鉱害防止技術

鉱山における廃滓、排水系のフローシートは理想的に考えると下記のようなになる。

[ ]内は、公害防止施設、または手法である。



\* 現在ブラジルでは、とくに中小鉱山に於て[排水処理場][ダム][採掘場の修復]などが欠落している場合が多い。

採掘をはじめる前に上記のような計画をDNPMに提出させて、実行を監視すると良い。