



MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA

DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL

PHL
07929
2006

PROJETO APATITA

RELATÓRIO FINAL

	SUREMI SEDCTE
CPRM	I.96
ARQUIVO TÉCNICO	
Relatório n.º	223 - 5
N.º de Vol. mes:	3 v.: 1
OSTENSIVO	

CONVÊNIO DNPM - CPRM

VOLUME I



PLÍNIO VEIGA

PEDRO A. COUTO /



além dos autores, no desenvolvimento das diversas etapas do PROJETO, participaram, eficientemente, os seguintes geólogos:

GUS H. GOUDARZI
ANTÔNIO REGINO DE C. FILHO
CARLOS HENRIQUE M. DE SOUZA
JOSÉ CARLOS V. GONÇALVES

a todos êstes, atribuem-se as interpretações e conclusões contidas neste Relatório.

RESUMO

A importância econômica em que se revestem os depósitos de rochas fosfatadas, tem fomentado a procura de novas áreas mineralizadas e o aprimoramento do conhecimento geológico das regiões que se manifestaram portadoras destes recursos minerais.

O crescente consumo brasileiro de fertilizantes tem determinado uma considerável evasão de recursos, resultando no ano de 1970, o montante de cinquenta e dois milhões de cruzeiros.

Embora tenham sido contornados em parte, os entraves relacionados com os processos de beneficiamento, através de um tratamento eletro térmico dos minérios de apatita do sul do país, sabe-se que as importações continuarão sendo necessárias.

Dados estatísticos estimativos, preveem para 1973, uma demanda interna da ordem de 540.000 toneladas de fertilizantes fosfatados.

O distrito apatítico da região Centro-Leste da Bahia, manifestou-se inicialmente, com características promissoras. Diversas ocorrências, mostravam-se alinhadas segundo uma constante direção regional, em mais de 90 quilômetros, e nenhum trabalho geológico específico, ou mesmo de mapeamento básico sistemático, tinha sido realizado.

O Departamento Nacional da Produção Mineral, estabeleceu diretrizes preliminares, resultando na identificação e plotação de ocorrências de apatita existentes nessa região.

Do conjunto de elementos assim obtidos, resultou a idealização do Projeto Apatita, com o objetivo essencial de definir a viabilidade econômica das ocorrências de apatita, conhecidas na área situada entre as coordenadas de 11900' a 12900' de latitude sul e 39930' a 40900' de longitude oeste, de "Greenwich".

Programações iniciais foram estabelecidas, quando o Projeto, em junho de 1970, foi transferido para o encargo executivo da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, através da Agência Salvador.

Dos estudos realizados, observou-se que as ocorrências de apatita, obedecem a um perfeito controle litológico, estando dispostas em forma de veios e bolsões, encaixados em diopsíditos e pegmatitos de composição sienítica.

Dobramentos normais simétricos, orientados, regionalmente, na direção N25º-30ºW, exibem mergulhos de intensidade média a forte e são ladeados por estruturas de flanco.

Com excessão de algumas ocorrências, próximas ao eixo do anticlinal que passa entre Gavião e Capim Grosso, tôdas as demais estão localizadas na parte este desta dobra.

As unidades litológicas mais representativas da região são gnaisses, migmatitos, leptinitos, piroxenitos, quartzitos e pegmatitos. Aproximadamente 20% da área focalizada está coberta por sedimentos inconsolidados, denominados de Formação Capim Grosso.

A ausência de grandes depósitos de apatita pode ser parcialmente explicada pela inteira subordinação dos jazimentos aos processos genéticos.

Os conceitos geológicos estabelecem uma favorabilidade litológica das rochas subsaturadas para a formação de grandes mineralizações de apatita. Na região estudada, observou-se um ambiente geoquímico, predominantemente granítico, com derivações sieníticas, associado à rochas piroxênicas, ricas em diopsídio.

Estudos de mapeamento geológico em escalas que variavam de 1:500.000 a 1:400, prospecção por escavação e investigações geofísicas foram os trabalhos mais acentuadamente desenvolvidos.

Concluiu-se que muitos fatores de limitação, desaconselham o aproveitamento das mineralizações de apatita estudadas na área do Projeto, destacando-se, entre outros, o baixo preço do minério e a pequena reserva estimada em 5.000 toneladas.



SUMÁRIO

RESUMO	I
INTRODUÇÃO	1
Localização e Acesso	2
Trabalhos Anteriores	2
Atividades Desenvolvidas e Metodologia Empregada	3
Fisiografia e Feições Geomorfológicas	6
Atividades Sócio-Econômicas	8
Agradecimentos	8
GEOLOGIA REGIONAL	9
Unidades Litológicas	10
Gnaisses	11
Migmatitos	12
Leptinitos e Quartzitos	13
Rochas Piroxênicas	14
Pegmatitos	17
Pegmatitos Alcalinos-Sieníticos	17
Pegmatitos Graníticos	17
Pegmatitos Leucotonalíticos	18
Sedimentos Recentes	18
FEIÇÕES ESTRUTURAIS	19

DESCRIÇÃO DAS OCORRÊNCIAS	20
Ocorrência Panela-Retiro	21
Ocorrência Rio do Peixe	22
Ocorrência Tomé-Sapato	26
Ocorrência Cajueiro-Narigão	27
Ocorrência Apolinário	27
Ocorrência Cabaceira-Mandacaru	28
Ocorrência Lagoa do Mel	29
Ocorrência Pau de Colher-Currálinho	30
Ocorrência Pedras Altas	31
CINTILOMETRIA	33
PEDOLOGIA	36
CONSIDERAÇÕES GENÉTICAS ..	38
GEOLOGIA ECONÔMICA	40
Relacionamento Litológico	40
Apreciações Sobre o Mercado Mundial	42
Mineralizações de Apatita da Área do Projeto	43
Estimativa das Reservas de Apatita	46
Fosfatos no Brasil	49
Outras Possibilidades de Mineralizações da Área do Projeto...	51

Vermiculita	51
Calcita	53
Grafita	53
Terras Raras	54
Sílica	54
CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	56
ILUSTRAÇÕES FOTOGRÁFICAS	59
BIBLIOGRAFIA	68
RELAÇÃO DE GRÁFICOS, QUADROS E TABELAS	72
RELAÇÃO DE ANEXOS	74

INTRODUÇÃO

As ocorrências de apatita existentes na região Centro-Leste do Estado da Bahia, distribuídas segundo um marcante controle litológico, manifestaram perspectivas promissoras, para a criação do Projeto Apatita.

A sua idealização surgiu baseada na investigação mineral, realizada por técnicos do DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL. Teve seu início calcada nas informações preliminares resultantes destes estudos, e consumada nos trabalhos empreendidos pela COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS, através da sua AGÊNCIA SALVADOR.

A ausência de informações geológicas básicas, aliada à falta de fotografias aéreas e de bases cartográficas adequadas, em uma região considerada problema, para a obtenção desses elementos, foram os principais obstáculos encontrados, para o perfeito desenvolvimento do Projeto.

Sanados parcialmente esses entraves, com o levantamento aerofotogramétrico de uma limitada faixa da área mineralizada, conseguido em condições especiais, procurou-se delinear uma programação, que viesse atender às necessidades de definição das mineralizações de apatita.

Estudos de mapeamento regional e de detalhe, prospecção por escavações, cintilometria, pedologia e geoquímica, foram desenvolvidos em várias etapas do Projeto. Os dois primeiros, trouxeram informações valiosíssimas para o estabelecimento dos controles litológicos, genéticos e estruturais, mais intimamente familiarizados com os jazimentos. Particularmente, os de caráter de detalhe, acompanhados de prospecção por escavação, possibilitaram a obtenção de dados estimativos das reservas de apatita, nas ocorrências consideradas mais importantes.

Objetivou-se, essencialmente, definir a viabilidade econômica das mineralizações existentes no distrito apatítico da região focalizada.

Localização e Acesso

A área estudada, situa-se entre as coordenadas de 11900' a 12900' de latitude sul e 39930' a 40900' de longitude oeste de "Greenwich", abrangendo parcialmente os municípios de Ipirã, Riachão de Jacuípe e Jacobina, no Estado da Bahia . (*)

Entre as ocorrências localizadas nos extremos norte e sul, respectivamente nas áreas de Pedras Altas e Panela, determinou-se uma extensão de aproximadamente 100 quilômetros.

O acesso à região é feito pela rodovia federal BR-324 (asfaltada). Desta, ramificam-se várias estradas secundárias, com condições de tráfego durante grande parte do ano. A distância entre Gavião, povoado localizado no centro da área e Salvador, é de 240 quilômetros.

A estação ferroviária de Jacobina poderá ser utilizada mais facilmente, para um possível escoamento do minério. A distância entre Gavião e Jacobina é de aproximadamente 90 quilômetros.

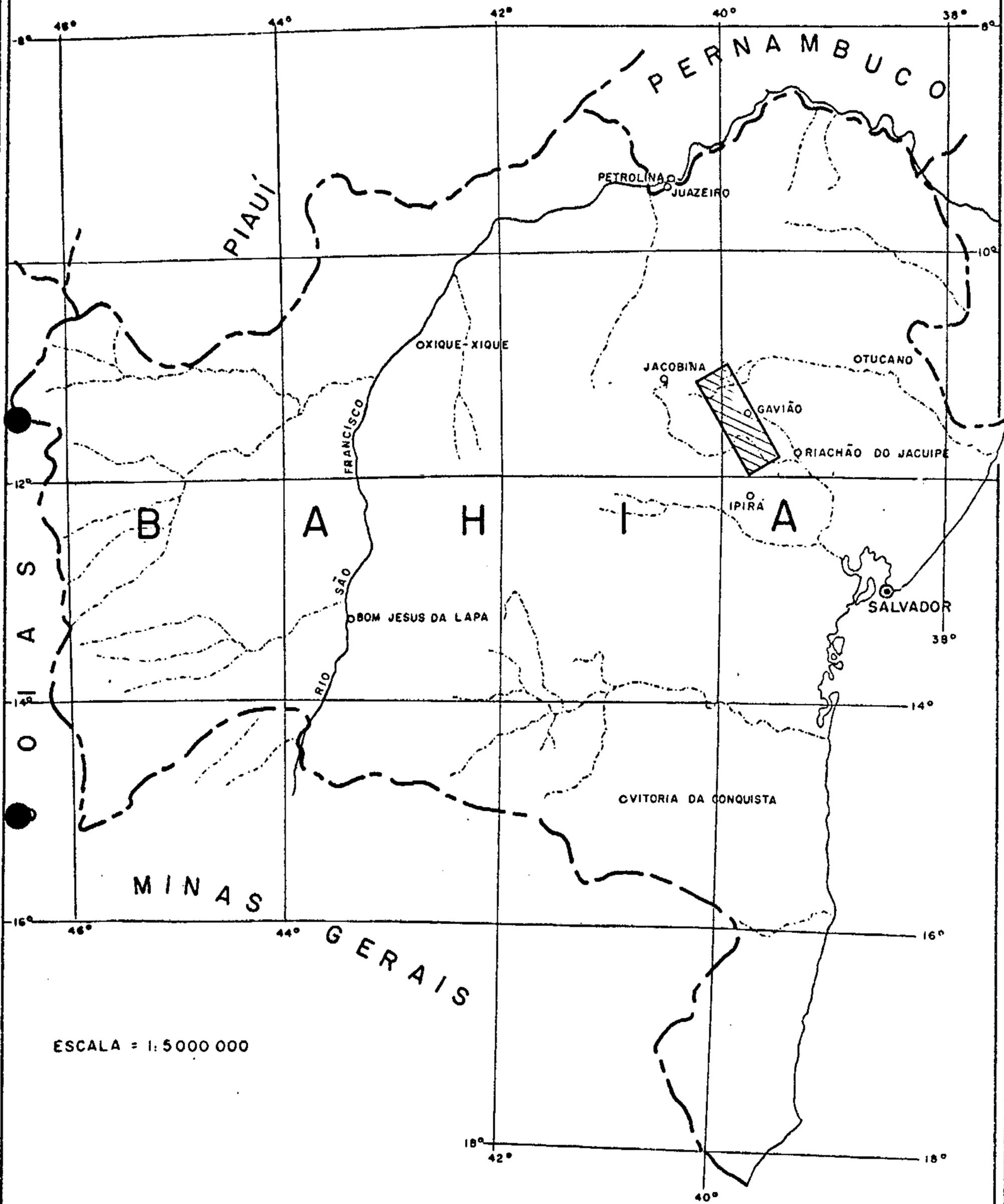
Trabalhos Anteriores

Existem poucos trabalhos referentes a geologia do distrito apatítico da região Centro-Leste da Bahia. Estudos geológicos de certa profundidade foram desenvolvidos em rochas metassedimentares da Serra de Jacobina, que não guardam relações com as mineralizações de apatita da área do Projeto.

Por ordem cronológica, são conhecidas na bibliografia as seguintes

* Vide Mapa de Localização da Área do Projeto.

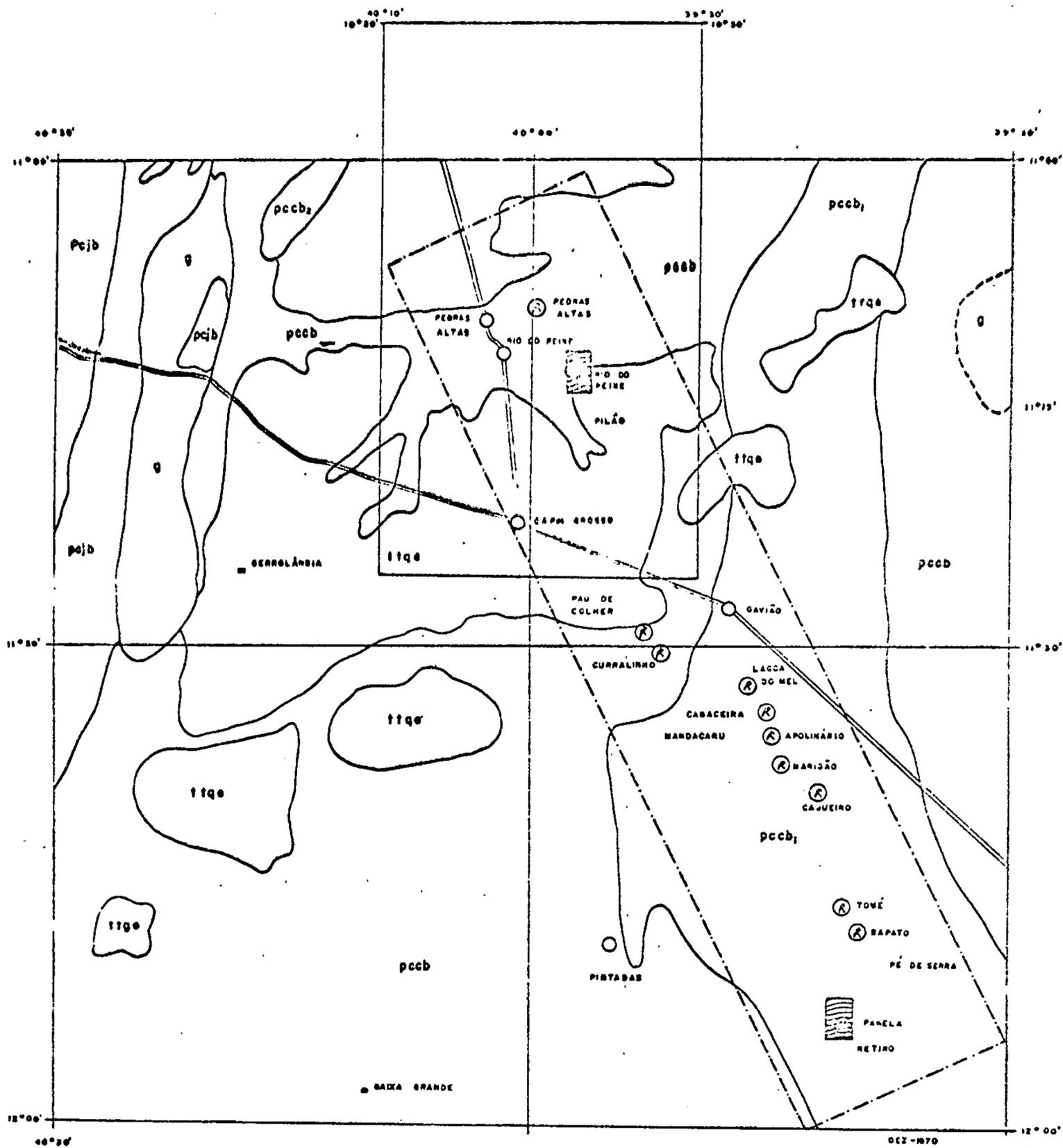
MAPA DE SITUAÇÃO DA ÁREA DO PROJETO



ESCALA = 1:5000000



Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM



MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DO PROJETO

LEGENDA

Quaternário Terciário	ttqe	Areias pouco argilosas, soltas dispersas	
PRÉ-CAMBRIANO	Grupo Jacobina	pcjb	Unidade quartzítica conglomerática alternada com unidades ardósicas
	Grupo Caraió	pcjb ₁	Gneisses graníticos - metagrauwacke escarnitas
		pccb	Amfibolitos, porfíranos diversos, gneisses metamórficos, biotitas, talpitais e quartzitos
		pccb ₁	Migmatitos diversos
	pccb ₂	Embrechitos	
Indiferenciado	g	Granito	

- (A) Ocorrência de apatita
- [Dashed line] Área proposta para o projeto
- [Solid line] Área onde foram executados trabalhos de reconhecimento Escala 1:100.000
- [Hatched area] Área mapeada com base em fotografias aéreas Esc. 1:100.000

B. Bley



COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS
 AGÊNCIA SALVADOR
 PROJETO APATITA - 1971

publicações: Moraes, S.J. (1939) - Jazidas de Apatita na Bahia; Erichsen, A.I. (1936) - Distrito Petrográfico de Camisão, Estado da Bahia; Suszczynski, E.F. (1966) - Considerações Sôbre a Evolução Orogenética do Leste e a Evolução Orogenética do Nordeste.

Determinações geocronológicas, utilizando-se o método K-Ar, foram executadas pelo Centro de Pesquisa Geocronológicas da Universidade de São Paulo (1969), em biotita gnaisses existentes a 27 quilômetros a oeste de Gavião.

Os trabalhos anteriormente citados, tratam de aspectos gerais ou resumem-se a breve referência dos assuntos focalizados.

O Mapa Hidrogeológico desenvolvido pela SUDENE (*) (1970), representa uma excelente contribuição para a visualização regional da área em questão e serviu de apóio geológico, para a preparação de um mapa regional em escala 1.500.000.

Outros trabalhos atualmente estão sendo realizados pela equipe do Projeto Bahia da CPRM, nas Quadrículas de Itiúba e Andorinhas, contendo ilações bastante íntimas, com as obtidas na área estudada, principalmente quanto ao comportamento das rochas piroxênicas.

Deve-se salientar que a área focalizada neste relatório, foi incluída no Projeto RADAM, criando novas possibilidades de estudos, baseados em uma metodologia mais atualizada, capaz de orientar futuras programações e complementar os dados hodiernamente conhecidos.

Atividades Desenvolvidas e Metodologia Empregada

Durante a fase de reconhecimento geológico do Estado da Bahia, com a finalidade de obter subsídios para a criação de Projetos de Pesquisa Mineral, foram locadas catorze ocorrências de apatita, nos municípios de Ipirã, Riachão de Jacuípe e Jacobina no Estado da Bahia. Este reconhecimento, foi levado a efeito entre os meses de março a setembro de 1969, por técnicos do DNPM.

* Este trabalho está em fase final de impressão.

Devido às precárias disponibilidades cartográficas da região, utilizou-se a Fôlha de Aracaju-SO (CNG-1955), em escala 1:500.000, para a preparação de uma base topográfica em escala 1:100.000.

A imprecisão verificada, condicionou a ampliação da área inicialmente programada de 1.400 para 2.680 quilômetros quadrados, visando obter um controle entre as Fôlhas plani-altimétricas de Campo Formoso e Itiúba, em escala 1:100.000 e as zonas extremo norte das ocorrências de apatita.

Procedeu-se nesta fase a plotação de tôdas as ocorrências conhecidas e executou-se um reconhecimento geológico de parte das Quadrículas de Gavião, Caldeirão Grande, Itiúba e Campo Formoso, em escala 1:100.000, abrangendo as ocorrências de Pedras Altas e Rio do Peixe.

Concluída a etapa de reconhecimento, iniciou-se a preparação de um mapa topográfico em escala 1:2.000 (*), com intervalos de curvas de nível de 2 em 2 metros, em uma área de aproximadamente 80 hectares. Este trabalho foi executado com teodolito, em tórno da ocorrência de apatita de Pedras Altas.

Em novembro de 1969, parte da área do Projeto foi coberta aerofotograficamente, alcançando este levantamento apenas 8 ocorrências, não incluindo as importantes mineralizações de Lagoa do Mel e Apolinário. As fotografias aéreas em escala 1:10.000 correspondentes e o respectivo foto-índice em escala 1:40.000, foram recebidos em janeiro de 1970.

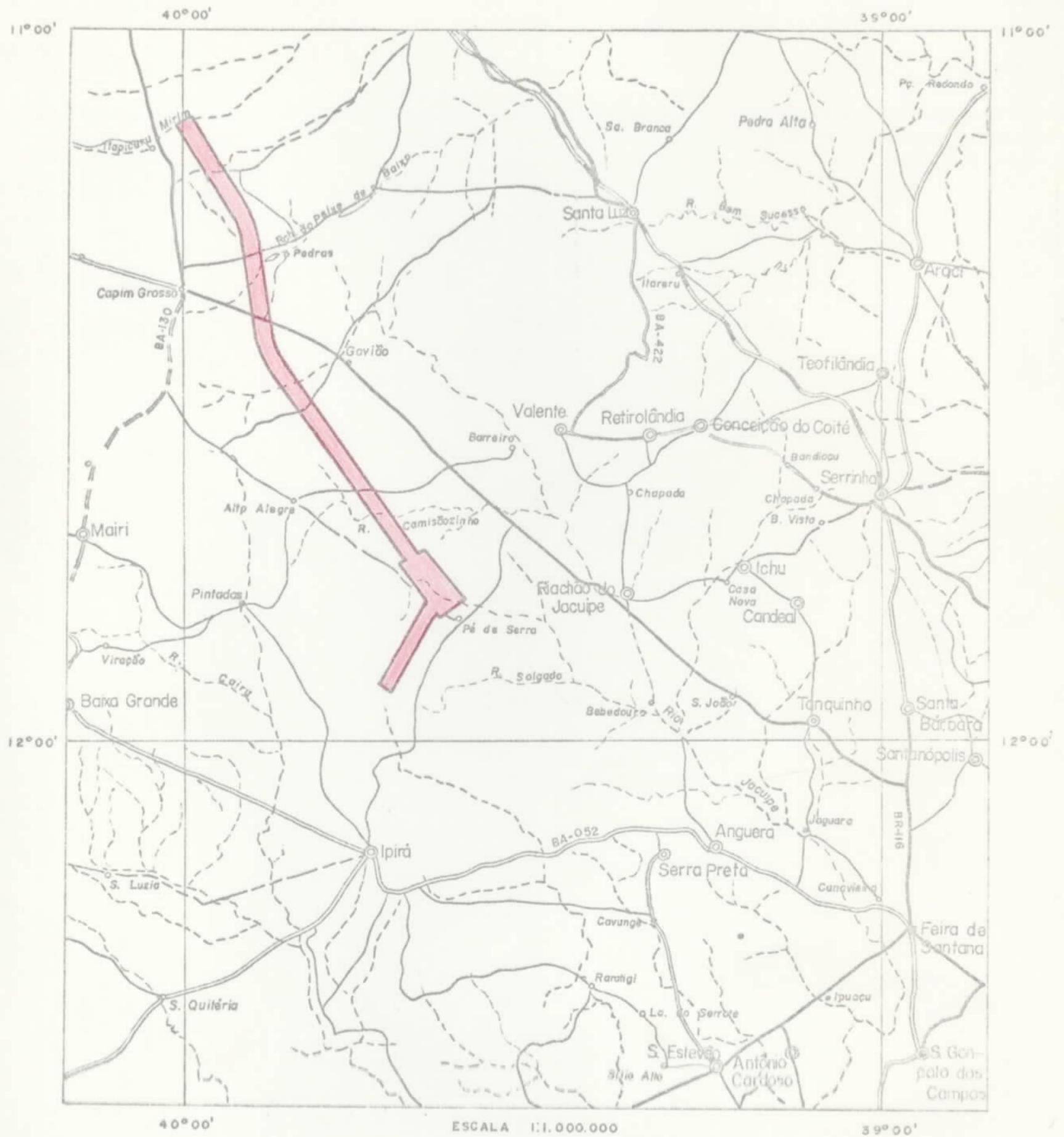
Posteriormente, experiências cintilométricas foram desenvolvidas em áreas distintas de ocorrências de apatita, utilizando-se um cintilômetro portátil "MICROLAB" (modelo 346).

Programou-se, em seguida, um levantamento cintilométrico terrestre para a área de Rio do Peixe. Este trabalho estava em desenvolvimento, quando o Projeto, em junho de 1970, foi transferido para o encargo da CPRM.

* Apresentado na escala 1:1.000 por conveniência técnica.

MAPA DE COBERTURA AEROFOTOGRAMÉTRICA

PROJETO APATITA



Fotografias em escala 1:10.000
DEPARTAMENTO NACIONAL DE
ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA
Serviço de fotogrametria -
Novembro de 1969

FOTO - ÍNDICE

Escala: 1:40.000

Nessa ocasião, foi elaborado um cronograma a ser desenvolvido no período de junho a dezembro de 1970, programação esta que se estendeu até março de 1971, tendo-se executado os seguintes trabalhos:

- Esboço geológico das escavações em ocorrências de apatita das áreas de Rio do Peixe e Panela, mostrando as associações paragenéticas das mineralizações e suas relações com as rochas encaixantes. Estes trabalhos foram executados em escalas de 1:50 e 1:200.
- Prospecção por escavações, como auxílio aos mapeamentos geológicos sistemáticos e aos mapeamentos de detalhe, totalizando aproximadamente 2.000 metros cúbicos de desmonte.
- Mapeamento geológico sistemático da área de Rio do Peixe, com 10 quilômetros quadrados, na escala 1:10.000.
- Levantamento de 32 quilômetros de perfis cintilométricos, com espaçamento de 40 metros. As leituras correspondentes foram plotadas em uma base cartográfica em escala 1:4.000, obtida a partir de fotografias aéreas em escala 1:10.000, da área de Rio do Peixe.

Outros perfis de detalhe, foram executados nas proximidades das ocorrências mais promissoras de Rio do Peixe, com variação de espaçamento entre 5 e 20 metros.

- Amostragem geoquímica e estudo pedológico da área de Rio do Peixe, entre as ocorrências VI e VII de apatita. Foram coletadas 120 amostras de solo e encaminhadas para a Seção de Geoquímica do DNPM.
- Mapeamento geológico sistemático da área de Panela, com 12,8 quilômetros quadrados, na escala 1:10.000.

Em razão dos entendimentos mantidos entre o DNPM e a CPRM, determinou-se a necessidade de uma reformulação da programação anteriormente estabelecida.

No período de abril a junho de 1971, foram desenvolvidos mapeamentos de detalhe na escala de 1:400, em uma extensão de aproximadamente 56.400 metros quadrados e feita uma avaliação das reservas de apatita existentes nas ocorrências principais de Rio do Peixe, Lagoa do Mel e Apolinário. A base planimétrica utilizada foi obtida a partir de prancheta e alidade.

Além desses trabalhos, coletaram-se novas informações que adicionadas àquelas obtidas em diversas etapas do Projeto, permitiram a preparação de um mapa geológico regional, em escala 1:500.000, fundamentado no mapeamento hidrogeológico realizado por B.Bley-SUDENE (op.cit) e no reconhecimento geológico executado na escala 1:100.000.

O aprimoramento das informações contidas neste trabalho, esteve concentrado nas zonas de exposições das rochas piroxênicas, com a finalidade de conseguir o controle regional das mineralizações de apatita.

Os resultados obtidos em todas as etapas do Projeto foram inicialmente citados em relatórios mensais, condensados em relatórios de progresso e atualmente são apresentados em forma de Relatório Final.

Fisiografia e Feições Geomorfológicas

A área do Projeto situa-se na região Centro-Leste do Estado da Bahia, sendo caracterizada por um clima semi-árido, Bshw (Koppen), com duas estações, uma seca e outra de chuvas torrenciais, inteiramente compreendida no denominado "Polígono das Secas".

Acha-se limitada ao norte e noroeste pelas Serras de Itiúba e Jacobina. Nesta última, nascem os rios e riachos do Peixe, Itapicuru-Mirim e Jacuípe, que percorrem parte da área e despejam suas águas, respectivamente, nas bacias dos Rios Itapicuru e Paraguaçu.

Na parte sul da região em questão, mostram-se riachos intermitentes, Camisãozinho, Negro, Queimada Grande e Salgado, afluentes da margem direita do Rio Jacuïpe.

O regime pluviométrico anual oscila em torno de 600mm. A temperatura apresenta grandes variações (entre 36º e 13º centígrados), com média compensada de 28º centígrados.

Os maiores índices de precipitação são registrados nos meses de março e dezembro, porém muito irregulares, com possibilidades de períodos bastante secos.

Predomina um solo essencialmente ácido, tornando-se argiloso e básico sobre as faixas de ocorrências de rochas piroxênicas.

Um relêvo relativamente plano com elevação suave, domina na região. Observa-se que a parte norte da área é comparativamente mais plana que a parte sul, onde se localizam as serras do Coelho, Ouriçangas, Boqueirão e Messalina.

Desenvolveu-se neste ambiente uma vegetação de caatinga, representada principalmente por *Calsalpinia* sp. (Catingueira), *Mimosa* sp. (Jurema), *Piptadenia* sp. (Angico), *Cocos Coronata* (Ouricuri) e *Bromelia Lacumo* (Macambira). As cactáceas são menos frequentes, porém aparecem *Cassia Uniflora* (Palma), *Pilocereus Gounelli* (Xiquexique) e *Cereus Giganteus* (Mandacaru).

A erosão mecânica predomina, resultante da inconstância do sistema pluvial reinante, associado a ação eólica e a uma pronunciada descamação térmica.

Alguns geólogos admitem que o atual ciclo erosivo, vem reduzindo acentuadamente as coberturas de sedimentos clásticos, denominados de Formação Capim Grosso.

Identifica-se a superfície de aplainamento "Velhas", King (1965), na área estudada, em altitudes que variam gradativamente de noroeste para sudeste, entre 550 e 250 metros.

Atividades Sócio-Econômicas

O abastecimento de água da região é feito através de açúdes públicos. Destaca-se o de Rio do Peixe, com capacidade de 8.300.000 metros cúbicos. Açúdes menores estão localizados em Capim Grosso e Gavião. Vários poços e cacimbas amenizam a carência de água na área (*).

A atividade agrícola concentra-se na produção de feijão, milho, sisal, mamona e mandioca.

A pecuária tem relativo desenvolvimento, principalmente no extremo norte da área, com destaque para a criação de bovinos, ovinos e equinos.

Agradecimentos

As análises químicas e petrográficas foram realizadas pelos laboratórios especializados da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. Aos técnicos que executaram êsses estudos expressamos o nosso agradecimento.

Aos geólogos Lawrence Blade e Geraldo Vianney V. de Souza, apresentamos nosso reconhecimento, pelas informações prestadas, através das investigações microscópicas das rochas estudadas.

Participaram da fase inicial do Projeto, o geólogo Guilherme C. De Aragão e o engenheiro de minas José Farias.

À Seção de Desenho a cargo da desenhista Zózima Fonseca, cumpre-nos igualmente agradecer a confecção de mapas e gráficos, constantes neste Relatório.

Finalmente, somos gratos ao Sr. José Alves dos Santos, pela presteza com que colaborou, para um melhor conhecimento da região, através dos trabalhos de guia de campo das inúmeras escavações realizadas.

* Estudos desenvolvidos pela SUDENE (1968), confirmam a impossibilidade de utilização das águas do Rio Jacuípe para abastecimento de grandes cidades, devido as irregularidades de vazões e alta salinidade.

GEOLOGIA REGIONAL

Estudos geológicos de caráter regional, foram desenvolvidos, visando estabelecer os controles lito-estruturais das mineralizações.

Para cumprir com esta finalidade, foi realizado preliminarmente, o reconhecimento geológico em escala 1:100.000, da parte da área do Projeto, que inclui as ocorrências de Pedras Altas e Rio do Peixe.

Muito embora, a ausência de base planimétrica adequada, trouxesse um controle apenas relativo no mapeamento, os resultados mostraram-se satisfatórios para a finalidade proposta.

Posteriormente, com o intuito de contornar a deficiência assinalada, utilizou-se o Mapa Aracaju-SO, em escala 1:500.000, onde foram plotadas todas as ocorrências de apatita e acrescentadas as faixas de rochas piroxênicas (*). Estas, exageradas principalmente na largura, pelo fato de estarem intimamente relacionadas com as mineralizações e serem, conseqüentemente, um elemento de controle litológico bastante útil.

Aos dados obtidos em trabalhos de campo, foram aprimoradas e adaptadas as informações advindas dos estudos desenvolvidos pela Divisão de Hidrologia-SUDENE no mapeamento da Fôlha de Aracaju-SO (IBGE), na qual está compreendida a área em aprêço.

Finalmente, deve-se acrescentar, que o conjunto de informações para a obtenção do controle, em escala regional, foi aprimorado no transcurso de todas as etapas de atividades do Projeto.

* Vide Mapa Geológico Regional - Anexo I.

UNIDADES LITOLÓGICAS

Caracteristicamente, as rochas que compõem o quadro lito-estratigráfico da área estudada, pertencem ao Grupo Caraíba. Essas rochas estão em parte cobertas por sedimentos inconsolidados, denominados de Formação Capim Grosso, aluviões e coluviões, sendo estes dois últimos tidos como de idade mais recente, que a referida formação.

I D A D E	U N I D A D E E S T R A T I G R Á F I C A	L I T O L O G I A
QUATERNÁRIO		ALUVIÕES E ELUVIÕES MAIS RECENTES
TERCIÁRIO SUP.	FORMAÇÃO CAPIM GROSSO (B. BLEY, 1969)	SEDIMENTOS CLÁSTICOS INCONSOLIDADOS, CONGLOMERÁTICOS NA BASE.
PRÉ-CAMBRIANO MÉDIO E INFERIOR	GRUPO CARAÍBA (O. BARBOSA, 1964)	PARAGNAISSES, ANFIBOLITOS, ROCHAS PIROXÊNICAS, LEPTINITOS E QUARTZITOS. MIGMATITOS HOMOGENEOS MIGMATITOS HETEROGÊNEOS GRANITOS DE ANATEXIA

Em extensão, a Formação Capim Grosso abrange aproximadamente 20% da área do Projeto, enquanto as rochas do Grupo Caraíba aparecem dispersamente distribuídas, mescladas com sedimentos inconsolidados de diversas procedências.

Gnaisses

Ocupando grande parte da área, os gnaisses constituem uma unidade predominante em relação as demais.

Estudos em seções delgadas demonstraram uma grande variação em composição mineralógica. Assim, no zoneamento destas rochas, observa-se que elas se caracterizam pela presença de feldspato potássico, quartzo, plagioclásio (oligoclásio) e biotita, sendo essencialmente graníticas. Algumas vezes são rochas de composição básica, ortopiroxênios (ferro-hiperstênio), plagioclásio (bitownita), hornblenda e clinopiroxênios.

A coloração varia de rosa a cinza-claro, com granulação média a grosseira e textura subidioblástica.

Os gnaisses (*) da região focalizada são constituídos por rochas pertencentes ao fácies granulítico e anfibolítico, com metamorfismo retrógrado para xisto verde.

Comumente, em afloramentos, os gnaisses são leucocráticos, com predominância de quartzo e feldspato (microclina e oligoclásio), em sua composição.

Pela ação do intemperismo, estas rochas deram origem a solos residuais de coloração castanha, constituídos principalmente por grãos de quartzo, feldspato e montmorilonita em escamas.

* Determinações geocronológicas realizadas em biotita-gnaisses, localizados a 27 quilômetros a oeste de Gavião, acusaram valores de $2.090 \pm 60 \times 10^6$ anos, utilizando-se o método K-Ar. (CPG-S.P - 1969)

Alguns afloramentos, revelam uma quantidade relativamente maior de minerais máficos, como: biotita, hornblenda e magnetita. O primeiro sob a forma de pequenas placas orientadas segundo a foliação. Através da desintegração e decomposição, estas rochas originaram solos de coloração castanha avermelhada a cinza.

Dentro da área de influência das rochas gnáissicas ocorrem concentrações de monazita, geralmente em zonas de contato com pegmatitos. No capítulo referente à prospecção geofísica, estas ocorrências serão abordadas com mais detalhes.

As foliações, por vèzes, bem definidas destes gnaisses, forneceram subsídios para o traçado dos grandes lineamentos estruturais.

Migmatitos

Formando corpos isolados, circunscritos pelos gnaisses de caráter regional, ocorrem estruturas migmatíticas com uma grande variação de "fácies", sugerindo uma migmatização irregular, com predominância dos tipos heterogêneos.

Os migmatitos mais comumente encontrados, principalmente no setor norte da área, são enquadrados como diadisitos, caracterizados por uma série de veios pegmatíticos ou aplíticos de composição quartzo-feldspática, discordantes com as rochas penetradas e filonetes irregulares, ocasionalmente com dobras ptigmáticas.

Na parte sul da área são mais frequentes os tipos embrechíticos, rochas porfiroblásticas, exibindo facóides de composição essencialmente feldspática, associados a cristais de quartzo, biotita e magnetita.

Convém ressaltar, que essas rochas, mesmo consideradas separadamente não estão restritas a uma única classificação. É comum, encontrar-se em um mesmo afloramento, "fácies" agmatíticos mesclados com "fácies" tipicamente diadisíticos. O primeiro rico em zonas máficas, com predominância de biotita e mais raramente, magnetita e granada.

Falhamentos de pequenas extensões, mostram fraturas de deslocamento do material máfico (paleossoma), com preenchimento de quartzo e feldspato, evidenciando a manifestação posterior de uma fase felsica (neossoma).

Observa-se que as rochas existentes na porção oeste da área, têm uma composição onde predominam minerais ferro-magnesianos sobre os félsicos, e apresentam um caráter bem foliado. Nesses locais a manifestação metassomática foi menos intensa, deixando-se perceber mais facilmente a arquitetura geológica regional.

Leptinitos e Quartzitos

São geomorficamente representados por pequenas elevações alongadas e orientadas segundo a estrutura dos gnaisses e migmatitos regionais. Estas elevações, às vezes, formam cristas onde se destacam restos de silimanita-quartzito, com recristalização intensa. Estes quartzitos mostram textura ipidioblástica, com grãos de quartzo alongados. Secundariamente ocorrem zircão e rutilo.

Os leptinitos presentes na área possuem coloração esverdeada a cinza passando a branca, com textura equigranular da rocha original parcialmente conservada. A composição destas rochas é predominantemente quartzo-feldspática, com esporádicas zonas dispersas de piroxênios.

Possuem bandeamento bem definido, determinado pela alternância de níveis mais quartzosos com níveis ricos em feldspato.

Ainda em relação à composição mineralógica, ocorrem subordinadamente: titanita, alanita e óxido de manganês.

Rochas Piroxênicas

Apresentam-se sob a forma de lentes e faixas paralelas concordantes com os gnaisses e migmatitos regionais. Tais corpos têm larguras variáveis de 50 a 150 metros e alcançam, às vezes, 20 quilômetros de extensão.

A granulação é de fina a média, com coloração cinza esverdeada a verde claro.

O mineral mais característico, destas rochas, é o diopsídio, o qual chega a alcançar 99% da composição total da rocha, podendo perfeitamente ser classificada como diopsidito. (Quadro I).

Caracteristicamente, há uma grande variação em termos de frequência em sua composição. Localmente o clinopiroxênio, aparece subordinado ao plagioclásio (andesina-labradorita) presente. Ocasionalmente, grande quantidade de calcita granular predomina na composição.

Além dos minerais citados, a composição das rochas piroxênicas (*) se completa, variavelmente, com hiperstênio, tremolita-actinolita, enstatita, augita, quartzo, biotita, serpentina, titanita e óxido de ferro. Esta variação de composição, principalmente em zonas de contato, propiciou classificações diversas no estudo de lâminas delgadas, recebendo denominações como charnockito, malignito, piroxenitos, etc.

Tais diversificações, observadas em conjunto com outros estudos microscópicos, representam somente modificações dentro de um mesmo " fácies", podendo serem chamados de websteritos.

As rochas piroxênicas atuaram preponderantemente nas mineralizações, assunto que será discutido amplamente no capítulo sobre considerações genéticas.

* Observou-se em certos locais "habitus" cilíndricos semelhantes a testemunhos de sondagens, para os piroxenitos ricos em hiperstênio, tremolita e actinolita.

QUADRO I — ANÁLISES PETROGRÁFICAS
ROCHAS PIROXÊNICAS

(EM %)

MINERAL AMOSTRA	CLINOPI- ROXÊNIO	ANFIBÓLIO	PLAGIO- CLÁSIO	TITANITA	QUARTZO	ÓXIDO DE MANGANÊS	BIOTITA	ZIRCÃO	WOLAS- TONITA	TREMO- LITA-ACTI- NOLITA	APATITA	MAGNE- TITA	ESCAPO- LITA	CALCITA
RAp 103 15a (1)	98,0	Traços	2,0	Traços		Traços								
RAp 103 15b (1)	99,0			Traços				Traços						
CH 64-45 (2)	81,0		13,3							2,6				
G - 35 VII (3)	90,0										10,0			
G - 46 (3)	15,0		1,0		2,0							Traços	7,0	74,0
G - 21 I (4)	81,0			Traços	Traços				2,0		8,0		9,0	
G - 21 VII (4)	99,0					Traços			Traços		Traços			
G - 89 B (4)	76,0		1,0					Traços	1,0		7,0		15,0	
G - 133 (1)	29,0		54,0	1,0	15,0	1,0	Traços							
G - 12 (2)	60,0	Traços											40,0	

(1)- ÁREA DE RIO DO PEIXE

(3)- ÁREA DE PEDRAS ALTAS

* DIOPSÍDIO, EM GERAL

(2)- ÁREA DE PANELA-RETIRO

(4)- ÁREA DE LAGOA DO MEL

C P R M

Laboratório de Petrografia - Agência Salvador (1970)

As observações de campo, quanto ao comportamento estrutural, demonstraram que estas rochas estão invãriavelmente concordantes com o "trend" regional e apresentam um caráter bandeado, com foliação perfeitamente perceptível, deixando clara a sua disposição em forma de camadas.

Os estudos de lâminas delgadas mostraram uma presença marcante de diopsídio, que guarda relações de afinidades mais próxima com ambientes sedimentares. O aparecimento de sílica livre vem ratificar esta opinião.

As análises químicas quantitativas destas rochas, (Quadro II), mostram que o diopsídio é relativamente rico em magnésio, o que relaciona êste constituinte como característico de metamorfismo em sedimentos, com alto teor em cálcio.

A presença de flogopita em diversas amostras estaria provãvelmente relacionadas com sedimentos calcários ou dolomíticos metamorfisados, Além disso, a existênciã de escapolita (mizonita) e vermiculita associadas às mineralizações de apatita, seriam mais coerentemente explicãveis, atribuindo-se uma natureza sedimentar original para a rocha encaixante.

Um solo argiloso, com coloração cinza escuro, denuncia a presença da rocha piroxênica.

Exposições dessas rochas são conhecidas nas Quadrículas (*) de Itiũba, e Andorinhas, localizadas respectivamente, a 50 e 100 quilômetros ao norte-nordeste da região estudada.

Na quadrícula de Andorinhas, ocorrem rochas calco silicatadas, semelhantes aos diopsiditos anteriormente mencionados, numa extensão entre ocorrências de faixas extremas da ordem de 15 quilômetros.

* Mapeadas por geólogos do Projeto Bahia.

QUADRO II — ANÁLISES QUÍMICAS
ROCHAS PIROXÊNICAS

(EM %)

SUBSTÂNCIA AMOSTRA	Si O ₂	Ca O	Al ₂ O ₃	Mg O	Fe ₂ O ₃	P ₂ O ₅	Ti O ₂	PERDA AO FOGO
PV - 24 a (1)	47,0	16,5	11,3	7,9	3,0	0,34	0,1	2,6
PV - 33 (2)	41,0	22,0	12,3	8,9	7,4	0,77	0,5	2,7
PV - 36 (3)	39,8	22,2	4,4	22,8	5,6	Tracos	0,3	0,8
PV - 14 (4)	48,1	14,9	10,2	7,2	4,7	3,4	1,0	1,4

(1) - ÁREA DE PAU DE COLHER (3) - ÁREA DE RIO DO PEIXE
(2) - ÁREA DE PANELA - RETIRO (4) - ÁREA DE TOMÉ

ANÁLISES PROCESSADAS PELO
LAQUI - C.P.R.M.

(1971)

Nas proximidades da parte leste da Serra de Itiúba, constituída predominantemente de gnaisses sieníticos, foram identificadas concentrações de 5 faixas de rochas piroxênias, com larguras individuais em torno de 100 metros. Este fato, merece destaque, devido as semelhanças geológicas apresentadas entre essas zonas e a área do Projeto, acrescidas de maior possança, naquelas, de rochas de composição sienítica.

Ocorrências de calcita acompanham as faixas máficas; afloramentos presentes nas fazendas Pombo, Cabaceira e Panela, nos municípios de Jacobina e Riachão de Jacuípe, são os mais proeminentes.

A exposição focalizada mais ao norte (fazenda Pombo) mostra grandes cristais de calcita, com granada, epídoto, escapolita e tremolita. Manchas escuras de minerais ferro-magnesianos e a coloração avermelhada, são traços marcantes na caracterização dessa calcita.

As mineralizações de apatita do município de Sumé-Paraíba, mostram-se com calcita e scheelita, estando encaixadas em rochas escarníticas. Na região de Panela a apatita tem associação paragenética com vermiculita e calcita, todavia não foram observadas rochas escarníticas nas proximidades.

Calcita com specularita estão encaixadas nos piroxenitos que ocorrem na fazenda Cabaceira.

O fato das mineralizações de apatita apresentarem afinidades com diopsíditos, possivelmente responsáveis pelo fornecimento de cálcio, para a sua formação, fomentou a busca de apatita em regiões de ocorrências de calcita. Infelizmente, com excessão da área de Panela, as grandes concentrações de calcita, jamais apresentaram apatita em quantidades que despertassem uma atenção especial.

Pegmatitos

Estão distribuídos em zonas de falhamentos transversais e longitudinais à estrutura principal. Em geral, não exibem direção preferencial. Porém, assinala-se como mais frequentes as direções N50°E, N45°E e N50°-80°W.

Os caracteres petrográficos e texturais das rochas pegmatíticas, que ocorrem na área, permitiram identificar três unidades pegmatíticas distintas:

- Pegmatitos Alcalino-Sieníticos

Rochas leuco a mesocráticas de granulação grosseira, constituídas essencialmente de feldspato alcalino (pertita e micro-pertita), plagioclásio (oligoclásio-andesina) e quartzo (menos que 10%). Secundariamente: magnetita, zircão e óxido de manganês.

Estes pegmatitos estão mais relacionados ao sistema de fraturamento transversais, com direções (N50°E) a (N80°E). Tais fraturas estabeleceram um controle estrutural e condicionaram os depósitos de apatita, onde o pegmatito de composição sienítica exerceu o papel de agente mineralizador junto à rocha piroxênica.

- Pegmatitos Graníticos

Rochas mesocráticas de granulação média a grosseira, com composição mineralógica apresentando principalmente ortoclásio pertítico, quartzo e biotita. Subordinadamente: zircão, magnetita, actinolita e óxido de ferro.

Observou-se em alguns pontos, que estas rochas cortam, cristais de apatita, sugerindo uma idade relativa mais recente do que a mineralização. Isto faz supor que tais tipos de pegmatitos estejam ligados à uma fase de tectônica rígida, responsável pelo cisalhamento dos cristais de apatita.

- Pegmatitos Leucotonalíticos

Exibindo textura gráfica, pelo intercrescimento de grãos xenomórficos de quartzo e plagioclásio (oligoclásio). Macroscopicamente os grãos de feldspato apresentam-se alterados e cizalhados, mostrando uma direção de fraturamento, coincidente com a orientação dos gnaisses.

Tais pegmatitos são, provavelmente, os mais antigos que ocorrem na área.

Sedimentos Recentes

Sedimentos clásticos inconsolidados, englobados com a denominação de Formação Capim Grosso, cobrem uma extensão superior a 20% de toda a área do Projeto.

Constituídos principalmente de areias com granulação fina a média, de quartzos e feldspato, além de uma fração siltico-argilosa, emprestando uma coloração castanho a cinza, no conjunto.

Na base, destaca-se um nível conglomerático inconsolidado, descontínuo, com espessuras variáveis de 1 a 3 metros.

Em trabalhos de prospecção geofísica, B. Bley e E.C. Feitosa (1969), determinaram uma espessura máxima para a Formação, na ordem de 34 metros, na estrada Capim Grosso-Jacobina. Acrescentam, estes autores que o atual ciclo erosivo "Ciclo Paraguaçu", vem reduzindo gradativamente esta espessura e conseqüentemente, a área de influência da Formação.

Localmente, além dos aluviões e coluviões mais recentes, aparecem solos residuais com 1 a 3 metros de espessura, variando composicionalmente, de acordo com as rochas subjacentes.

DESCRIÇÃO DAS OCORRÊNCIAS

As mineralizações de apatita, sempre guardam uma relação constante, com associações litológicas a que estão subordinadas - invariavelmente relacionadas com rochas piroxênicas e pegmatitos alcalinos-sieníticos.

Em geral, as faixas e lentes de rocha piroxênica, com larguras entre 50 e 150 metros, distribuem-se paralelamente aos leptinitos. Estes, em destaque ao relevo, exibem, as vezes, cristas de rochas quartzíticas.

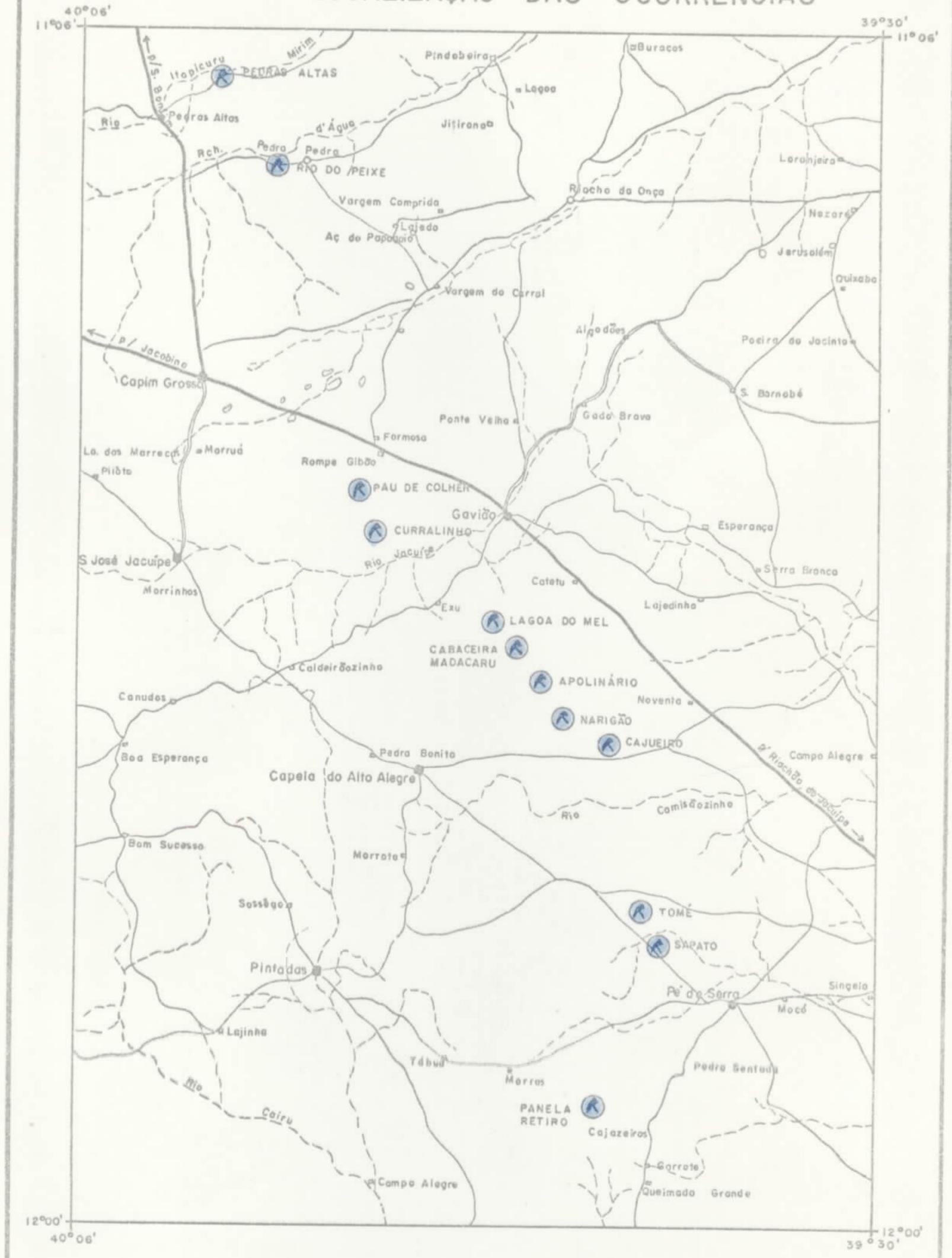
Na ocorrência da Panela-Retiro, situada no extremo sul da área do Projeto, existe uma maior expressão de rochas leptiníticas, em relação às demais ocorrências. Observou-se em Rio do Peixe, na parte norte da área do Projeto, uma maior distribuição de rocha piroxênica, comparativamente com as outras áreas de ocorrências.

Na parte central, destacou-se a ocorrência de Apolinário com grande quantidade de vermiculita associada, para uma área restrita.

Das 14 ocorrências (*) assinaladas no mapa, em escala 1:500.000, as mineralizações somente apresentaram distribuição, que justificaram posteriores trabalhos de detalhe, em quatro delas: Rio do Peixe, Lagoa do Mel, Apolinário e Panela-Retiro.

* Na realidade, registrou-se cerca de 35 ocorrências, entretanto, devido a densidade de concentração entre a maioria delas ter impossibilitado representá-las em sua totalidade, como também, porque comparativamente tinham uma significância secundária, resolveu-se considerar unicamente as mais expressivas.

MAPA DE LOCALIZAÇÃO DAS OCORRÊNCIAS



- | | | |
|--------------------|-----------------------|-------------------------|
| ■ LOCALIDADE | — ESTRADA PAVIMENTADA | ⓘ OCORRÊNCIA DE APATITA |
| ● POVOADO | == ESTRADA SECUNDÁRIA | ESCALA = 1:500 000 |
| □ LUGAREJO | — ESTRADA CARROÇÁVEL | |
| - - - CURSO D'ÁGUA | | |

Ocorrência de Panela-Retiro (*)

A mineralização tem uma distribuição horizontal razoável na encosta este da Serra de Panela. No entanto, não constitui um corpo mineralizado de grande extensão e continuidade, restringindo-se a pequenas zonas de limitadas dimensões.

Os depósitos, considerados isoladamente, são extremamente variáveis horizontal e verticalmente, apresentando-se em forma de bolsões, inseridos nas zonas de influência da rocha piroxênica.

No bolsão mais promissor, indicado no mapa geológico da área como ocorrência VII, a reserva estimada não ultrapassa os limites de 53 toneladas de apatita, a uma profundidade média de 3 metros.

Para os outros seis bolsões, estima-se uma reserva total de 60 toneladas, sendo que três deles apresentam quantidades insignificantes de apatita. Notadamente, nos outros três depósitos, a apatita está disposta em pequenos cristais, dispersamente distribuídos em uma massa de calcedônia/opala, o que dificulta em muito a sua extração.

Nas faixas de rochas piroxênicas, a oeste da Serra do Panela, não foram localizadas mineralizações, este fato talvez esteja relacionado a ausência de pegmatito sienítico, outro elemento participante na formação da apatita. (**)

As associações mineralógicas da apatita, são bem definidas, destacando-se calcita e vermiculita. Esta última, em certos locais, constitui a maior parte dos minerais associados. Surgem também, frequentemente, escapolita e opala-calcedônia.

Nas adjacências da ocorrência VII, em uma área de 25 metros de largura por 100 metros de comprimento, estimou-se uma quantidade de biotita/vermiculita na ordem de 3.500 toneladas, para uma profundidade de 5 metros.

* Vide Mapa Geológico da Área de Panela - Anexo II

** Aproximadamente a 7 quilômetros sudeste da fazenda Panela, existem algumas pequenas ocorrências de apatita.

Calcula-se em cerca de 100 toneladas a vermiculita retirada da escavação I, em trabalhos anteriores ao Projeto (*).

Na ocorrência V, relativamente grande quantidade de calcita cristalizada encontra-se associada à apatita.

É conveniente destacar, que pequenas lentes de material grafitoso são observadas na área de influência da rocha gnáissica, principalmente no contato leste com as rochas piroxênicas. Estas lentes são compostas de quartzo granular, material argiloso e palhetas de grafita, finamente estiradas e disposta paralelamente em bandas finas e nitidamente limitadas. A grafita, constitui cerca de 20% do total da rocha. Constatou-se através de análise química, um teor em carbono fixo de 11,2%.

Os falhamentos transversais, segundo a direção N50°-80°E, estão relacionados à fase pegmatítica sienítica, que se introduziu na rocha piroxênica rica em diopsídio, tornando-se assim um controle importante na localização dos depósitos.

Ocorrência de Rio do Peixe (**)

Os estudos de detalhe, desenvolvidos recentemente na área de Rio do Peixe, vieram ratificar a previsão, que apontava esta ocorrência como a mais promissora do Projeto.

As faixas de rochas piroxênicas, em número de cinco, mostraram fortes indícios de mineralização de apatita, em pelo menos três locais. Com a evolução dos trabalhos de mapeamento geológico, em escala 1:10.000 e de prospecção por escavações, constatou-se que apenas em um local, compreendido em uma área de 19.000 metros quadrados, existiam mineralizações que ofereciam evidências de possuir uma extensão considerável.

* Vide esboço Geológico da Ocorrência I-Apatita da Área de Panela.

** Vide Mapas Geológicos da Área de Rio do Peixe - Anexos III e IV.



CPRM

ESBÔÇO GEOLÓGICO

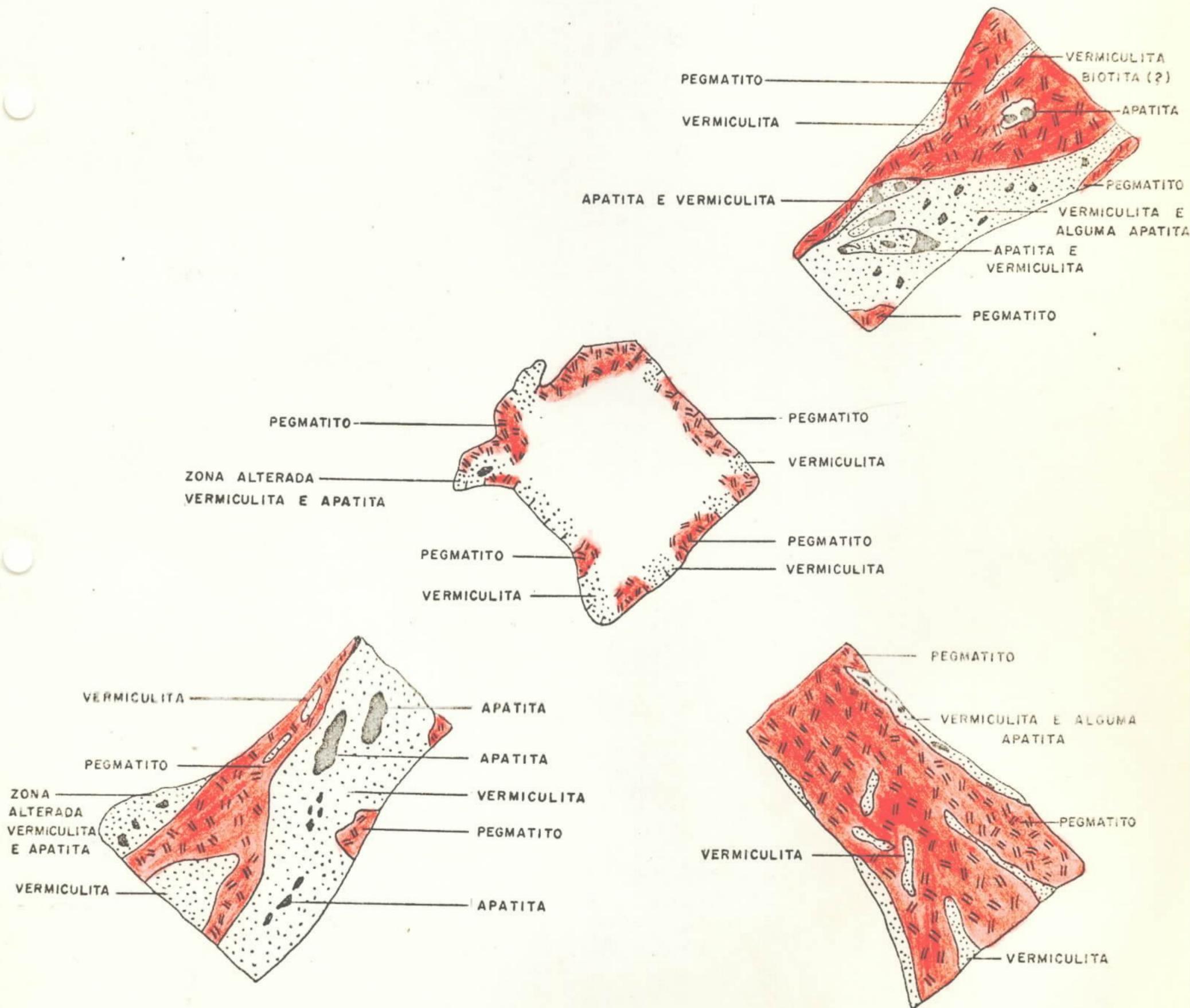
DNPM

OCORRÊNCIA I - APATITA

ÁREA DE PANELA



ESCALA APROXIMADA = 1:200



NOVEMBRO - 1970

CARLOS H. M. DE SOUSA

GUS H. GOUDARZI

Em posteriores trabalhos de mapeamento de detalhe, acompanhados de uma minuciosa prospecção por escavações, obteve-se dados que possibilitaram o dimensionamento dos depósitos.

Observou-se, junto à apatita, a constante presença de pegmatitos alcalinos cortando rochas piroxênicas.

Localmente, na área que engloba as ocorrências IV, V e VI, destacam-se dois bolsões de apatita individualizados e distanciados cerca de 40 metros um do outro. Ambos os corpos mineralizados, mostram a direção preferencial N50W, e estão incluídos inteiramente em uma zona de influência da rocha piroxênica, afetadas pelos pegmatitos, considerados como agentes mineralizadores.

No bolsão localizado a este da área, assinalado no mapa em escala 1:400, com o número V, existe uma escavação mostrando mineralização até a profundidade de 6 metros, com uma concentração de minério acima de 25%. Esta concentração se mantém até a largura de 3 metros por 10 metros de comprimento. Após estes limites, a apatita torna-se mais dispersa, atingindo no máximo 25% de concentração e estendendo-se até 60 metros de comprimento, com uma largura máxima de 4 metros, passando bruscamente para a rocha estéril.

A oeste da área anteriormente citada, um outro bolsão (IV) de igual comportamento, segundo a mesma direção, mostra na escavação principal, apatita até 11 metros de profundidade. A partir daí, até alcançar 13 metros, existe um empobrecimento acentuado do minério, com aparecimento de uma zona algo migmatizada, composta essencialmente de quartzo, feldspato, biotita, epídoto e magnetita. A concentração acima de 25% de apatita com 5 metros de comprimento na direção norte-sul, e largura de 1 metro, passa gradativamente para uma concentração mais pobre (abaixo de 25%), alcançando 32 metros de comprimento e no máximo 3 metros de largura.

Dentro da faixa da rocha piroxênica, dispersamente distribuídos, aparecem outros bolsões de pequenas dimensões, alcançando em média 4 metros de comprimento por meio metro de largura, com concentração menor que 25% de apatita.

As análises químicas da apatita dessas ocorrências, revelaram teores de P_2O_5 acima de 40%, Fe_2O_3 inferiores a 1% e apenas traços de óxido de alumínio, demonstrando assim, sua alta qualidade.

Além das mineralizações mencionadas, merece citação o depósito assinalado no mapa geológico (escala 1:10.000) com o número I(*), conhecida localmente como ocorrência de Umbuzeiro. Nesta, a apatita aparece associada a rocha piroxênica bastante conservada e a pegmatitos de composição sienítica. A disposição da mineralização não oferecia condições necessárias para se esperar uma distribuição economicamente explorável. A continuidade dos trabalhos de escavações, confirmaram esta previsão, mostrando a apatita em finas camadas envolvendo a rocha piroxênica, com uma concentração menor que 10%, e distribuída dispersamente, sem possibilidade de exploração econômica.

Em geral as relações paragenéticas das mineralizações em Rio do Peixe, coincidem com as das demais ocorrências, destacando-se a presença de escapolita (meionita), biotita/vermiculita e opala-calcedônia.

Nas proximidades da ocorrência VI, constatou-se a existência de maior quantidade de biotita/vermiculita associada a apatita, entretanto, em grandeza insignificante, comparativamente com as ocorrências de Panela-Retiro e Apolinário.

* Vide Esboço Geológico da Ocorrência I-Apatita da Área de Rio do Peixe.



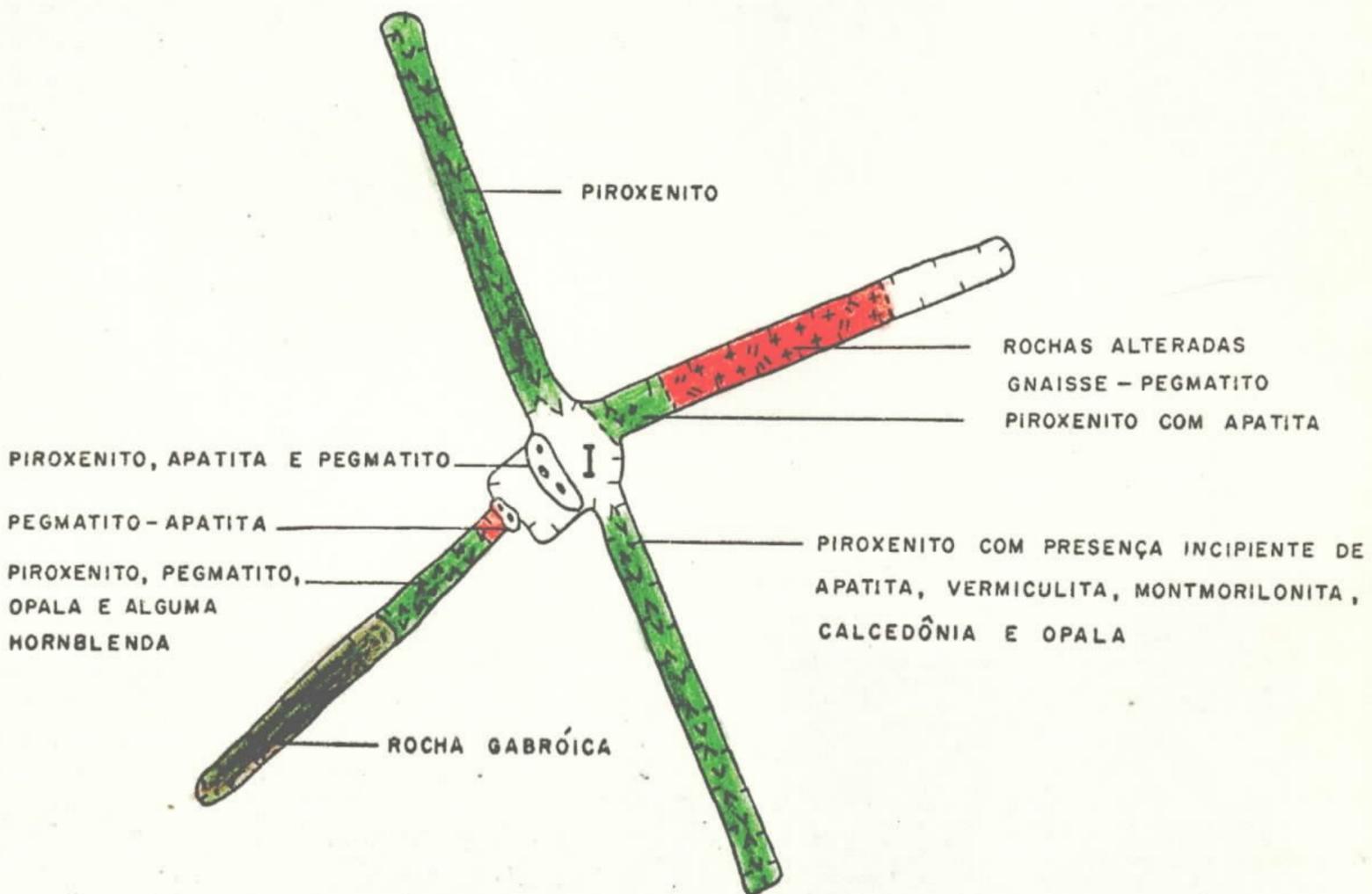
CPRM

ESBÔÇO GEOLÓGICO

DNPM

OCORRÊNCIA I - APATITA FAZENDA PILÃO - ÁREA DE RIO DO PEIXE

ESCALA= 1: 200



SETEMBRO - 1970

CARLOS H. M. DE SOUSA

GUS H. GOUDARZI

As mineralizações de apatita, anotadas no mapa geológico em escala 1:10.000, com os números VI, VII e VIII, mostram análogamente, as mesmas relações com os encaixantes, possuindo contudo, uma distribuição sem importância do ponto de vista econômico (*).

Em razão da situação das escavações IV e VII, inclusas e obedecendo direcionalmente a uma faixa de rocha piroxênica, acrescido pelo fato de ambas mostrarem mineralizações em apatita, levantou-se a hipótese de uma continuidade entre estas duas ocorrências. Após o desenvolvimento de estudos detalhados de prospecção por escavações, concluiu-se a esterilidade desta zona, constituída exclusivamente de pegmatitos e gnaisses, mostrando às vezes a rocha piroxênica parcialmente digerida pelos pegmatitos.

No restante da área mapeada, 10 quilômetros quadrados em escala 1:10.000, foram executados cerca de 50 poços com a finalidade de obter subsídios para o mapeamento e concomitantemente, verificar a possibilidade de se encontrar novas ocorrências.

Durante êsses trabalhos foram descobertas as ocorrências II, III, IV, X, etc..., guardando sempre as mesmas relações que as anteriores, no entanto, com dimensões bastante limitadas.

Restritas ocorrências aparecem dispersamente associadas às rochas piroxênicas de Rio do Peixe, em zonas fora do alcance da área com recobrimento aero-fotogramétrico.

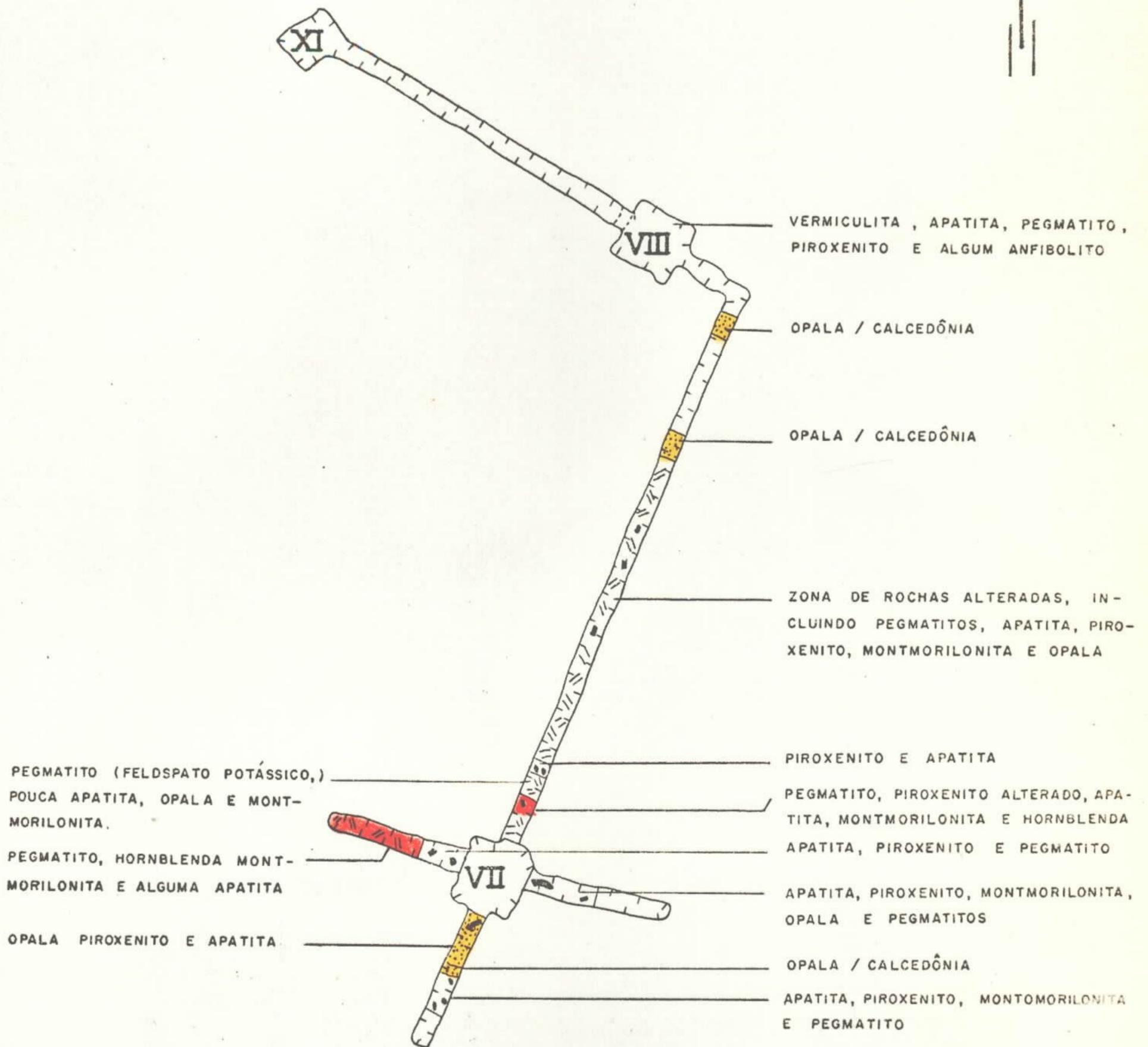
* Vide Esboços Geológicos das Ocorrências VII e VIII da Área de Rio do Peixe.



CPRM

ESBÔÇO GEOLÓGICO DAS ESCAVAÇÕES NAS OCORRÊNCIAS VII E VIII - APATITA ÁREA DE RIO DO PEIXE

ESCALA = 1: 200



DNPM

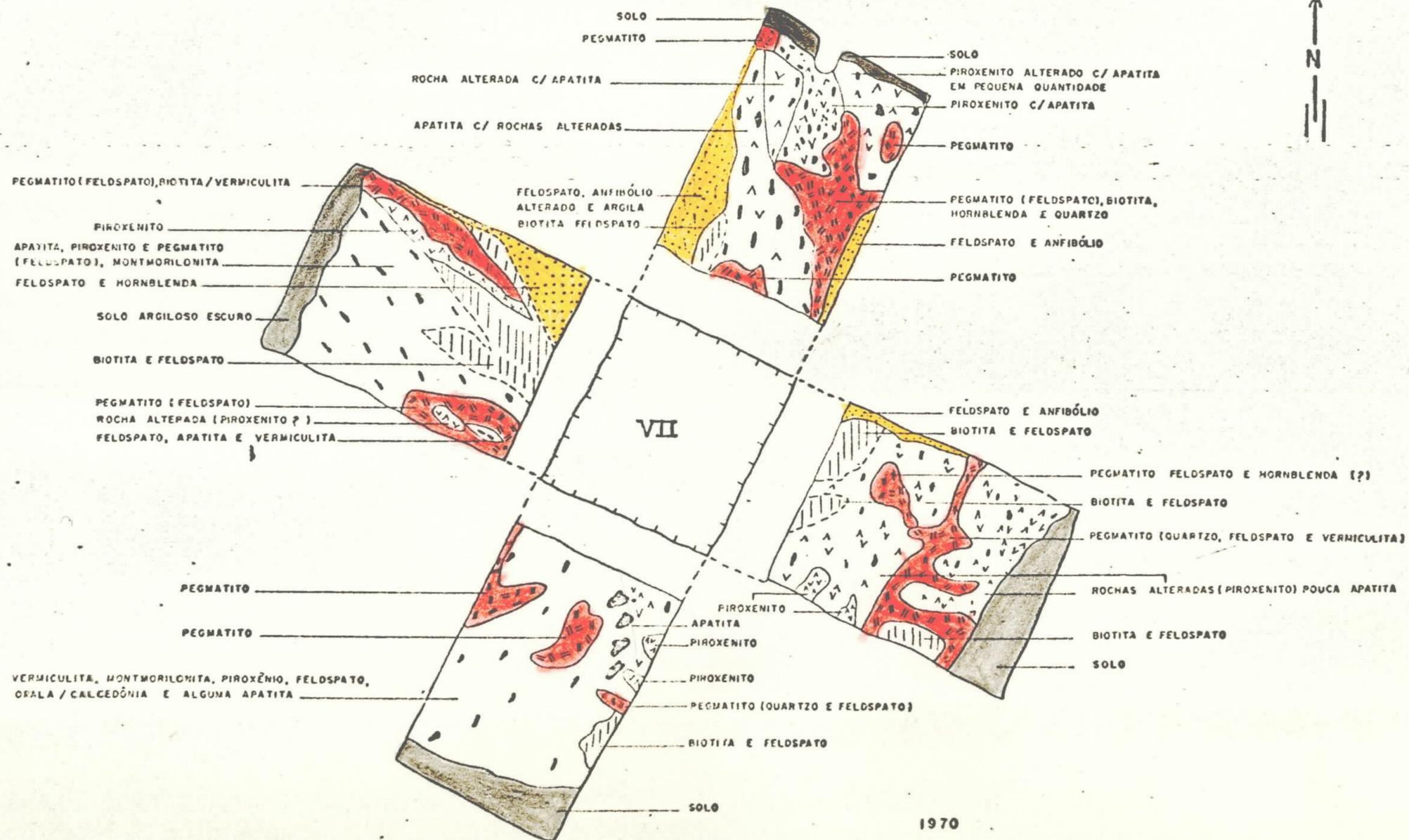
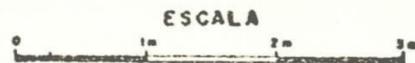
CARLOS H. M. DE SOUSA

GUS H. GOUDARZI



ESBÔÇO GEOLÓGICO
OCORRÊNCIA VII - APATITA
ÁREA DE RIO DO PEIXE

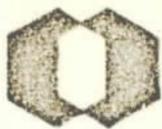
DNPM



1970

CARLOS M. M. DE SOUSA
GUS. M. GOUZARZI

DESENHO DE JOZINA FONSECA



CPRM

ESBÔÇO GEOLÓGICO

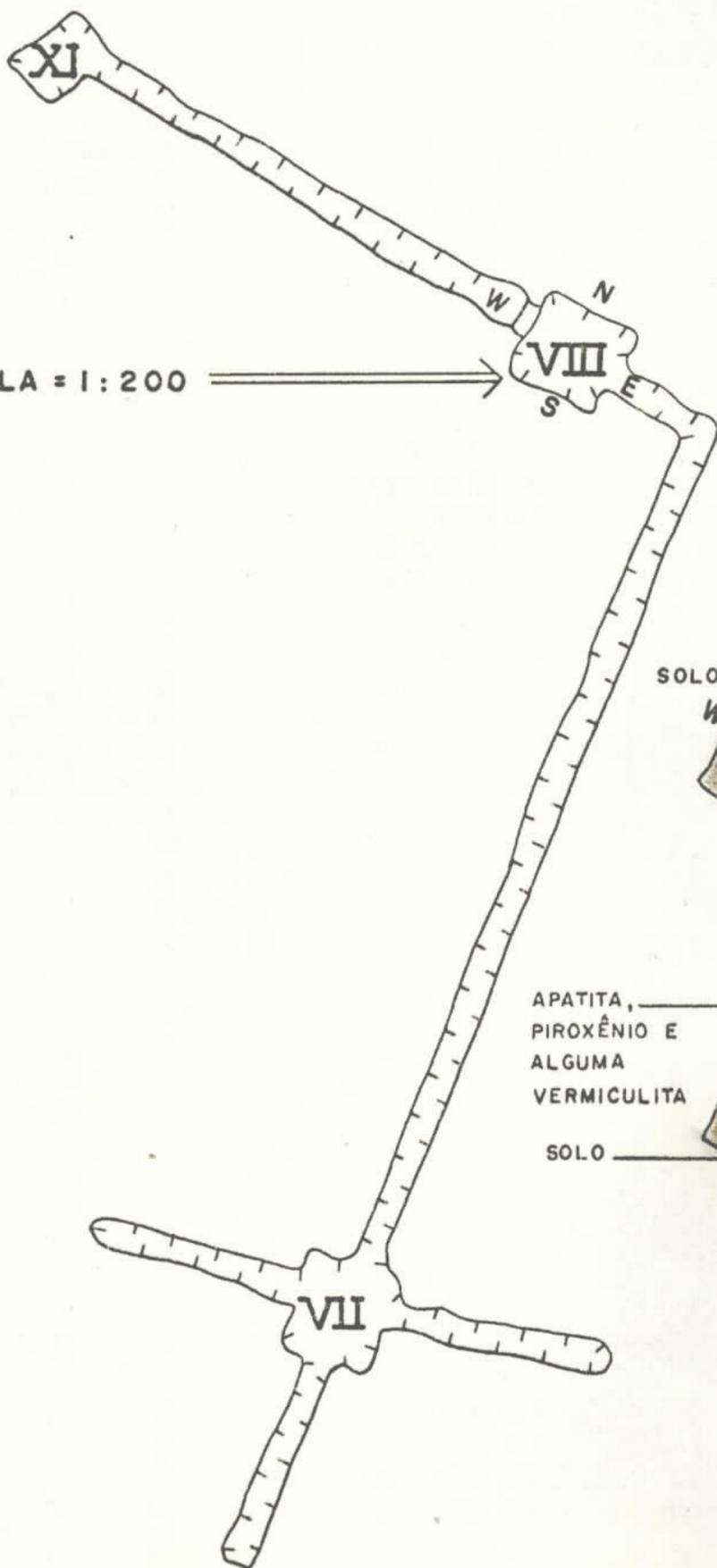
DNPM

OCORRÊNCIA VIII - APATITA

ÁREA DE RIO DO PEIXE



ESCALA = 1:200



APATITA
VERMICULITA E
MONTMORILONITA

SOLO

PEGMATITO (FELDSPATO),
ANFIBÓLIO E POUCO QUARTZO

PIROXENITO ALTERADO E
APATITA

SOLO

VERMICULITA, APATITA,
MONTMORILONITA, FELDSPATO
E PIROXÊNIO

VIII

PEGMATITO (FELDSPATO
POTÁSSICO), ANFIBÓLIO,
POUCO QUARTZO, VERMI-
CULITA E MONTMORILONITA

SOLO

APATITA,
PIROXÊNIO E
ALGUMA
VERMICULITA

PEGMATITO

APATITA, PIROXÊNIO E
ALGUMA VERMICULITA

SOLO

FELDSPATO E ANFIBÓLIO

ESCALA = 1:100

1970

CARLOS H. M. DE SOUSA

GUS H. GOUDARZI

Ocorrências Tomé-Sapato

Distanciadas, uma da outra, de aproximadamente três quilômetros, estas ocorrências estão incluídas em zonas que sofreram um acentuado processo de migmatização, limitando deste modo, a possibilidade de extensas mineralizações. Junto às mineralizações, observa-se uma evidente associação de pegmatitos, em sua maior parte apresentando uma composição essencialmente granítica (praticamente quartzo e feldspato), com a rocha piroxênica, esta última em menor quantidade.

A apatita, em cristais de dois e cinco centímetros de comprimento, apresenta excepcionalmente, em relação às demais ocorrências, uma coloração verde-esmeralda e distribui-se sob a forma de veios. Às vezes a apatita, forma com o pegmatito de composição sienítica e a rocha piroxênica, uma massa irregular.

Dentre os minerais associados, destaca-se, microlina, albita, anfibólio e opala/calcedônia (algumas vezes formando drusos), sendo que a presença deste último, envolvendo e cortando os cristais de apatita, atesta uma atividade tardia de silificação.

Na ocorrência de Tomé, além dos minerais citados, destaca-se a presença de calcita de coloração branca e rosa e algum epídoto.

Diversos poços e trincheiras foram desenvolvidos nestas ocorrências e uma quantidade inexpressiva de apatita, para um aproveitamento econômico, foi extraída.

Ocorrência Cajueiro-Narigão

Nestas ocorrências, a rocha piroxênica aparece cortada por veios pegmatitos de composição aproximadamente sienítica.

Em Cajueiro, apesar da situação litológica favorável a mineralização, apenas uma escavação, dentre as diversas existentes, mostra apatita. Esta escavação, expõe um veio irregular, com cerca de 40 centímetros de largura, atestando a restrita distribuição da mineralização.

Na ocorrência de Narigão, a faixa de influência da rocha piroxênica, com uma largura média de 100 metros e obedecendo ao "trend" regional, contém veios de quartzo situados paralelamente entre si, segundo a direção N70°W.

Biotita/vermiculita, aparece como o associado mais importante da apatita, porém em quantidades ínfimas, para merecer uma apreciação econômica.

Pegmatitos gráficos, com feldspato de coloração cinza e rosa, irregularmente distribuídos, estão presentes.

Leptinitos situados paralelamente às rochas piroxênicas, e rochas migmatíticas distribuídas regionalmente, completam o quadro litológico nas áreas dessas ocorrências.

Ocorrência Apolinário (*)

Mapamento em escala 1:400 de uma área de 15.600 metros quadrados, acompanhado de prospecção por escavações, foram efetuados na área da ocorrência de Apolinário (vide mapa anexo), visando definir o seu potencial.

* Vide Mapa Geológico da Ocorrência de Apolinário - Anexo IV

Trabalhos de garimpagem, executados por particulares, no bolsão principal, com o propósito de extrair, economicamente, a vermiculita associada, expôs a zona mineralizada, facilitando, destarte, o mapeamento. Aparecem também junto à mineralização escapolita, epídoto e opala/calcedônia.

Novas escavações, foram realizadas, com o intuito de definir este depósito de apatita, constatando-se então, a limitada extensão da mineralização (vide capítulo sobre a Geologia Econômica).

Duas faixas de rochas piroxênicas, cortadas por veios pegmatíticos, de composição essencialmente quartzo-feldspática, estão separadas por uma zona de maior influência de rocha pegmatítica.

Uma concentração de apatita, em torno de 30%, com 14 metros de comprimento, 6 a 8 metros de largura e 10 metros de profundidade, constitui-se na principal mineralização, em Apolinário. Além desta, existem pequenos bolsões e veios, tendo o maior deles 150 metros cúbicos de volume, com uma concentração, aproximada, de 20% em apatita.

Nos extremos da área existem extensos afloramentos de rochas migmatíticas.

Ocorrência Cabaceira - Mandacaru

Ambas as ocorrências, pertencem a mesma faixa de rocha piroxênica, e estão distanciadas aproximadamente 500 metros uma da outra.

A mineralização de apatita, aparece em pequenos bolsões e disseminadas na rocha piroxênica, cortada por veios pegmatíticos.

Nas escavações existentes, apenas duas delas mostram apatita, encaixada em rochas piroxênicas. Uma delas, com 8 metros de comprimento por 1,50 metros de largura, denuncia uma maior quantidade de rocha pegmatítica em relação à rocha piroxênica.

Nela a apatita, em distribuição irregular, não totaliza sequer, 10 quilogramas e corresponde a um desmontante de cerca de 30 toneladas. Opala de coloração vermelha e amarelada, estão presentes. Outra escavação, que merece referência, é a que apresenta calcita, com inclusões de specularita. Esta calcita, por vezes, aflora em um solo escuro e não foi verificada apatita associada a ela. A associação paragenética da apatita, como biotita/vermiculita e escapolita, aparece em quantidade discreta.

Ocorrência Lagoa do Mel

Foram desenvolvidos, na área desta ocorrência, trabalhos de detalhe, visando obter dados para o dimensionamento das reservas de apatita. Com esta finalidade, foi levada a efeito uma prospecção por escavações paralelamente ao mapeamento geológico em escala 1:400, em base planimétrica, de uma área de 21.800 metros quadrados (vide mapa anexo VI).

Verificou-se uma menor distribuição de apatita, comparativamente com a de Rio do Peixe, guardando entretanto, o mesmo comportamento de mineralização. (Vide capítulo sobre a Geologia Econômica).

Constatou-se a presença de três faixas de rochas piroxênicas, a maior delas com 60 metros de largura, com direção geral N30°W e separadas por zonas pegmatíticas.

Na parte sudeste da área, foram executadas três grandes trincheiras, que expuseram veios de apatita, associados a pequenas quantidades de escapolita e biotita/vermiculita, rocha piroxênica e pegmatitos de composição quartzo-feldspática.

As zonas mineralizadas, mostram concentrações de apatita, variando de 25 a 30%, com largura média de um metro e meio.

Fraturamentos, com direções principais de N70°W e N75°E, e mergulhos, respectivamente, para sudoeste e noroeste em torno de 60°, são característicos na área.

A escavação principal, expõe um bolsão ramificado de apatita, com uma zona de influência de 20 metros de comprimento por 10 metros de largura, escavado até a profundidade de 3,5 metros. A direção preferencial, localmente, da mineralização é de N60°E.

As demais zonas mineralizadas, variam em extensão, tendo a maior delas 16 metros de comprimento por 2 metros de largura e a menor 6 metros por 60 centímetros, estando todas dispostas preferencialmente, segundo a direção geral de N35-40°W.

Ocorrência Pau de Colher - Curralinho

Duas ocorrências, próximas a localidade de Pau de Colher, uma na fazenda Queimada da Prensa; e outra, localizada na fazenda Curralinho, serão aqui descritas em conjunto. A distância entre a ocorrência extremo norte (Pau de Colher), e a situada mais a sul (Curralinho) é de cerca de 4 quilômetros.

As três primeiras citadas, possuem escavações exibindo rocha piroxênica, segundo a direção N30°W, mergulhando 50-60° para oeste, cortada por pegmatitos de composição sienítica. A apatita aparece em quantidades quase acessórias.

Biotita/vermiculita, dispõem-se sob a forma de veios, com direção N10°W e espessura de até 30 centímetros.

Particularmente, na ocorrência de Queimada da Prensa, existe uma maior exposição de vermiculita. Testes preliminares, de campo, neste material mostraram expansibilidade térmica de até 13 vezes, o que faz levantar a hipótese de um possível aproveitamento econômico, a depender de testes termo-diferenciais em laboratório, além de trabalhos de detalhes.

Em Curralinho, em superfície e através de exposições obtidas por escavações, constatou-se as mesmas relações litológicas das demais ocorrências. A apatita está distribuída dispersamente e em quantidades insignificantes, guardando sempre um comportamento paragenético análogo.

Convém ressaltar, que nas proximidades dessas mineralizações existem grandes extensões de áreas migmatizadas.

Ossos de "Mastodontes", foram encontrados, em depressões do embasamento cristalino, nas proximidades da ocorrência de Curralinho.

Ocorrência Pedras Altas

Situada no extremo norte da área do Projeto, esta ocorrência foi objeto de estudo detalhado, tendo sido executado o mapeamento geológico, cobrindo uma extensão de 80 hectares, englobando as mineralizações de apatita, em escala 1:2.000 (no presente trabalho é apresentado em escala de 1:1.000) (*).

Regionalmente, predomina a rocha migmatítica, essencialmente heterogênea, tendo os tipos diadsíticos e agmatíticos como os mais identificáveis. Sua composição, consiste principalmente de grãos de quartzo, cristais de microlina, plagioclásio, biotita e anfibólio, em menor quantidade.

As rochas piroxênicas, com coloração cinza esverdeada e contendo as mineralizações de apatita, dispõem-se em faixas paralelas, seguindo o "trend" regional.

A apatita, em cristais de até 5 centímetros de comprimento, distribue-se em veios e pequenos bolsões, preferencialmente em uma única faixa de rocha piroxênica e em quantidades acessórias ao longo das demais faixas de idêntica composição.

* Vide Mapa Geológico da Ocorrência de Apatita da Área de Pedras Altas - Anexo VII.

Pegmatitos, de composição quartzo-feldspática, com direção N70°-80°W, aparecem cortando os outros tipos litológicos. Um veio pegmatítico, alcançando 70 metros de largura e mais de 500 metros de comprimento aparece cortando discordantemente as outras unidades litológicas.

Rochas leptiníticas, às vezes guardando restos de material quartzítico dentro delas, margeiam as faixas de rochas piroxênicas. Em certos trechos, estes quartzitos, ocorrem sob a forma de lentes de até 1 metro de largura, no interior das zonas de influência da rocha piroxênica. Nestas condições, uma quantidade apreciável de epídoto é observada, associado a grãos dispersos de apatita.

Nas zonas mineralizadas, existem três grandes escavações uma delas atingindo 15 metros de profundidade, tendo sido extraída, há anos, relativamente pouca quantidade de apatita. Atualmente, estas escavações encontram-se abandonadas e constata-se terem atingido uma zona estéril em minério.

No desmonte da rocha piroxênica, encontra-se quantidades acessórias de apatita.

Outras ocorrências, extremamente menores, ocorrem nos intervalos das descritas. Tal é o caso das ocorrências na Fazenda Santana, próxima a localidade de Tomé, fazenda Extrema, próxima a ocorrência de Narigão e da fazenda Pedra Branca situada a noroeste de Panela. No entanto, nenhuma delas, merece maiores considerações, em razão das acanhadas distribuições em apatita, e da similitude que guardam com as ocorrências já descritas.

CINTILOMETRIA

Análises espectrográficas, semi-quantitativas de apatita de várias ocorrências, apresentaram teores em terras raras, notadamente tório, com valores de até 1.500ppm. Apesar de não haver sido detectada a presença de urânio, foram registradas as presenças de cério, samário e térbio, entre outros.

Com base nestas informações, foram executadas leituras preliminares de cintilometria, em todos os depósitos da área do Projeto, utilizando-se para isto, um cintilômetro portátil, MICROLAB (modelo 346) obtendo-se leituras de até 600cps em torno das escavações que mostram apatita.

Leituras de cintilometria, realizadas no interior das escavações, em veios e bolsões de apatita, acusaram valores de até 5.000cps. Esta discrepância pode ser atribuída ao efeito do "solid angle" (às vezes chamado de efeito de massa), responsável pelo acréscimo na contagem da radiação, quando estas são realizadas dentro de um poço ou trincheira.

Programou-se, então, uma prospecção radiométrica, para uma área de 10 quilômetros quadrados, em Rio do Peixe (*), como pioneira para esta experiência no Projeto. A viabilidade de aplicação, em outras áreas, ficou dependente dos resultados obtidos em Rio do Peixe.

No desenvolvimento da cintilometria, foram executados 32 quilômetros de perfis, com espaçamento de 40 metros entre as leituras, totalizando 780 leituras ao longo dos perfis, plotados em base planimétrica, na escala 1:4.000, obtida através de fotografias aéreas em escala 1:10.000. Além disso, no intervalo compreendido entre as escavações VI e VIII, em uma área de 156.000 metros quadrados, executou-se doze perfis, transversais à direção N30°W, com intervalos de 20 metros.

* Vide perfis cintilométricos e Mapa Geológico e Cintilométrico da Área de Rio do Peixe - Anexos VIII e XIII.

QUADRO III - ANÁLISES ESPECTROGRÁFICAS DE APATITA
(SEMI - QUANTITATIVAS)

ELEMENTO AMOSTRA	Al	Ba	Be	Ca	Ce	Cr	Cu	Dy	Er	Eu	Fe	Gd	Ho	La	Lu	Mg	Mn	Na	Nd	P	Pb	Si	Sm	Sr	Tb	Th	Ti	Tm	V	Y	Yb	Zr
	(%)	(ppm)	(ppm)	(%)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(%)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(%)	(ppm)	(%)	(ppm)	(%)	(ppm)	(%)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(%)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)
G-12 V (1)	0,20	300	I	G	2000	5	3	100	50	70 _L	0,15	100	30	1500	30 _L	0,07	200	0,15	1500	G	150	1,50	500 _L	700	300 _L	1500	0,007	50 _L	50	300	30	30
G-20 I (2)	0,50	700	N	G	5000	5 _L	7	150	70	70	0,30	200	50	2000	30 _L	0,15	1000	0,15	2000	G	70	0,70	700	700	300 _L	1500	0,07	50 _L	50	700	30	50
G-21 II (3)	0,15	1000	N	G	2000	5 _L	3	70	30	70 _L	0,05	100	20	1000	30 _L	0,05	200	0,05	1000	G	300	1,00	500 _L	300	300 _L	1500	0,0007	50 _L	20	300	30	20
G-21 III (3)	0,30	30	N	G	2000	5 _L	7	70	30 _L	70 _L	0,10	100	20	1000	30 _L	0,10	150	0,05	1000	G	150	0,50	500 _L	700	300	1500	0,001	50 _L	50	300	20	20
G-21 V (3)	0,50	150	N	G	2000	5	5	70	30 _L	70 _L	0,30	100	20	1000	30 _L	0,70	300	0,07	1000	G	150	1,50	500 _L	500	300	1500	0,007	50 _L	50	300	30	20
G-21 VI (3)	0,03	30	N	G	2000	5 _L	I	70	30 _L	70 _L	0,05	70	20 _L	1000	30 _L	0,01	200	0,05	1000	G	150	0,70	500 _L	500	300 _L	1500	0,0005	50 _L	30	300	20	20
G-22 III (4)	0,03	500	N	G	2000	5 _L	I	70	30 _L	70 _L	0,30	100	20	1000	30 _L	0,02	700	0,10	1000	G	150	1,50	500 _L	500	300	1000	0,0007	50 _L	50	300	20	50

(1) - OCORRÊNCIA DE PANELA - RETIRO

(2) - OCORRÊNCIA DE PAU DE COLHER

(3) - OCORRÊNCIA DE LAGOA DO MEL

(4) - OCORRÊNCIA DE SAPATO

G = MAIOR DO QUE 10%

L = DETECTADO, MAS ABAIXO DO VALOR MOSTRADO

N = NÃO DETECTADO

Foram realizadas leituras de 10 em 10 metros, com intermediárias de 5 metros, quando se considerou necessário. Como já foi mencionado, na descrição da ocorrência de Rio do Peixe, nesta área também foram executados, poços e trincheiras, em razão da situação das ocorrências VI e VIII, segundo a direção preferencial da faixa de rocha piroxênica, o que fez supor uma possível continuidade de mineralização em apatita, entre as duas escavações.

A confrontação das leituras cintilométricas com a litologia de toda área, permitiu calcular o "back-ground" para cada litologia, separadamente. Assim obteve-se o valor de 80cps para a rocha piroxênica, 100cps para o gnaisses, 120cps para as zonas de influência da rocha pegmatítica e 60cps para o leptinito.

Através de prospecção por escavações, na qual executou-se em torno de 100 poços e trincheiras, constatou-se a não correspondência entre os valores mais altos da radiação medida e a presença de apatita. Entre as causas que colaboraram para o insucesso da prospecção cintilométrica, deve-se considerar:

- 1- A presença de material monazítico nas zonas de influência da rocha gnáissica e dos pegmatitos, que embora em pequenas concentrações acusaram uma larga distribuição de radiação, mascarando os valores radiométricos do tório da apatita. Análises deste material revelaram quantidades de 120ppm para U_3O_8 , 500ppm para ThO_2 e 800ppm para Nb_2O_5 .
- 2- As leituras radiométricas amplamente variáveis em pegmatitos, possivelmente pela presença de isótopo K-40, o qual emite radiações beta e gama. Deve-se ressaltar que o cintilômetro é particularmente sensível para este segundo tipo de radiação. Atentando-se para o fato que estes pegmatitos estão dispersamente distribuídos na área, e por vezes cortando outros tipos litológicos, não se pode esperar um controle, que venha separar esta influência da radiação advinda da apatita.

3- As energias de radiação decrescem com a distância da fonte e "dependem principalmente de concentração de urânio e tório". (Griffithset, 1965). Então, uma pequena concentração de monazita relativamente próxima a superfície, oferece valores idênticos a uma possível mineralização de apatita localizada em maior profundidade.

PEDOLOGIA

Tentativas de programações orientativas, objetivando a verificação de aplicabilidade do método de prospecção geoquímica nos depósitos de apatita da área de Rio do Peixe, foram realizadas.

Por solicitação e com a participação do pessoal técnico da Seção de Geoquímica do Departamento Nacional de Produção Mineral, realizou-se uma fase inicial, a qual constou de campanhas de amostragem de solos e estudos pedológicos.

Os trabalhos estiveram centralizados na área de Rio do Peixe, entre as ocorrências VI e VII de apatita (*). Foram coletadas 120 amostras de solos e encaminhadas para o DNPM.

No estudo pedológico (**), determinou-se a composição mineralógica dos solos, através de Raios-X.

Solos argilosos básicos sobre rochas predominantemente diopsídicas e solos relativamente ácidos, sobre pegmatitos e gnaisses migmatitos, foram identificados. A presença de montmorilonita, caracterizou a natureza "in situ" dos solos analisados.

Observou-se que a apatita, quando presente no piroxenito, tende a desaparecer rapidamente na parte superior do solo, decompondo-se em fosfatos hidratados de cálcio. Esses fosfatos, não foram vistos em solos de piroxenitos sem apatita.

Como o fósforo é um elemento muito estável no solo e praticamente não sofre lixiviação, talvez fôsse possível sua utilização em prospecção geoquímica para apatita.

* Vide Mapa de Amostragem Geoquímica Preliminar e Cintilométrica - Anexo IX.

** Realizado por Jean Boyer Orston em convênio com a Universidade Federal da Bahia - 1970)

Entretanto, convém mencionar, que além das restrições relacionadas com a pequena mobilidade do fósforo, devem ser considerados as limitações das mineralizações, principalmente fora das influências dos veios e bolsões.

No desenvolvimento dos trabalhos de mapeamento geológico de detalhe e de prospecções por escavações, verificou-se que havia solos argilosos, com seixos de quartzo e apatita, sobre zonas completamente estéreis.

CONSIDERAÇÕES GENÉTICAS

O condicionamento das mineralizações de apatita, através de um perfeito controle litológico - rochas piroxênicas e pegmatitos de composição sienítica - foi comprovado em tôdas as ocorrências da área do Projeto.

Esta constatação, eliminou a hipótese da formação da apatita, a partir unicamente de pegmatitos, uma vez que, não foram encontradas ocorrências associadas a outras unidades litológicas, que não estivessem sobre a influência dos piroxenitos dispsídicos.

O frequente acamadamento das faixas máficas, ricas em diopsídio, e com baixo teor em óxido de titânio (*), favorecem considerá-las como originalmente sedimentares.

A interação de dois processos, para a formação dos jazimentos de apatita, parece ser bem viável:

I)- Sedimentos de natureza predominantemente calco-pelítica, sofreram ações metamórficas, resultando em rochas, essencialmente, de composição calco-magnésiana. A presença de calcita, tremolita e epídoto nas rochas piroxênicas, sugerem essa possibilidade.

Devido ao aumento de temperatura a tremolita torna-se instável, disto resultando a transformação de parte da mesma em diopsídio.

É possível que a quantidade original de magnésio, tenha sido inferior a de cálcio, caso contrário, teria resultado na formação de maior quantidade, provavelmente de forsterita.

* Vide Quadro II.

II)- Ações metassomáticas posteriores, com enriquecimento de fósforo, fluor e cloro, relacionadas a uma manifestação pegmatítica de composição sienítica, infiltraram-se nas rochas piroxênicas, digerindo-as em parte e formando, em zonas de composição mais cálcica (diopsídicas), concentrações de apatita.

A ausência de grandes exposições de apatita, pode ser explicada, pela variação em composição da rocha piroxênica, em zonas de deficiência em cálcio, pela relativa estabilidade do diopsídio e principalmente, pela restrita influência do pegmatito sienítico, considerado como um dos agentes mineralizadores.

O aparecimento de vermiculita associada a apatita, pode ser explicado pelo mesmo processo, condicionado entretanto as zonas de composição mais ricas em ferro e magnésio. Inicialmente deve ter se formado biotita e posteriormente, por ações hidrotermais ou de intemperismo, originou-se a vermiculita.

A associação paragenética de apatita, vermiculita, escapolita, opala-calcedônia e calcita é a mais frequente.

GEOLOGIA ECONÔMICA

Relacionamento Litológico

A distribuição de fosfato de cálcio sob a forma de apatita, como mineral acessório em vários tipos de rochas ou mesmo formando grandes depósitos, representa cerca de 90% da quantidade mundialmente estabelecida.

Sabe-se que as maiores jazidas de fosfatos, provêm de rochas sedimentares fosfatadas. Outras fontes de fosfatos, desde às diretamente ligadas às origens orgânicas as de origens industriais (desfosforação de minério de ferro ricos em fósforos), são conhecidas.

Neste trabalho, aborda-se preferencialmente os depósitos relacionados com apatita, por mostrarem afinidades mais próximas, com as mineralizações existentes na região estudada.

Carbonatitos e rochas alcalinas, essencialmente os urtitos, ijolitos, melteigitos, jacupiranquitos e o larvikitos, possuem, em geral, grandes quantidades de apatita. O Quadro IV mostra os tipos litológicos onde se encontram os mais representativos jazimentos de apatita. (*)

O complexo alcalino do maciço de Khibine, com aproximadamente 120 quilômetros quadrados, situado na Península de Kola (URSS), é portador das maiores reservas de apatita, atualmente conhecidas. Neste depósito, lentes de 2 a 200 metros de comprimento de apatita, estão inclusas em sienitos nefelínicos, destacando-se três mineralizações principais:

* Além desses tipos, destacam-se especificamente os analcita sienitos, como rochas favoráveis à mineralizações de apatita.

QUADRO IV — TABELA SIMPLIFICADA DAS ROCHAS ALCALINAS GROSSEIRAS

GRANITOS ALCALINOS	SIENITOS ALCALINOS	SIENITOS NEFELÍNICOS		NEFELÍNITOS
		ALCALINOS	CALCOSÓDICOS	
QUARTZO				
FELDSPATO POTÁSSICO				
PLAGIOCLÁSIO SÓDICO		PLAGIOCLÁSIO CALCOSÓDICO		
		NEFELINA		
NORDMAKITO		FOIAÍTO		URTITO •
	LAURVIKITO* PULASKITO - LUJARITO		ESSEXITO	IJOLITO •
			THERALITO	MELTEIGUITO •
		SHONKINITO		JACUPIRANGUITO •

Baseado em P. Restier (1963)

* ROCHAS ALCALINAS GERALMENTE PORTADORAS
DE GRANDES DEPÓSITOS DE APATITA

- 1)- Apatita em agregados, com aegirina, nefelina e esfênio, cujo teor médio de P_2O_5 oscila entre 21 e 30%.
- 2)- Apatita bandeada, associada a ijolitos, com teor de P_2O_5 entre 20 e 24%.
- 3)- Apatita em retículos, preenchendo fissuras, dentro de uma massa compacta de composição ijolítica, com teor de P_2O_5 entre 11 e 14%.

Jazimentos semelhantes ao de Khibine são conhecidos na República Sul Africana, Palabora (Transvaal), Rodésia do Sul, etc., guardando sempre associações típicas, com mineralizações de magnetita, titânio e terras raras.

Os depósitos econômicos de apatita existentes no Brasil (*) e na Noruega, são os mais intimamente ligados a carbonatitos.

Outras jazidas de apatita estão associadas a magnetita, não titanífera, Exemplo típico é conhecido em Kiruna (Suécia), onde se destaca um corpo principal, com valores de 50 a 70% de ferro e uma canga de fluor-apatita (que aumenta em profundidade), encaixado em riolitos e traquitos, com feldspato sódico, diopsídio, anfibólio e pouco quartzo.

Vários depósitos de apatita são relacionados com pegmatitos, principalmente os localizados na Noruega e Canadá, porém não constituem jazimentos de elevada expressão econômica.

O relacionamento das mineralizações de apatita existente na área do Projeto, com os depósitos anteriormente mencionados, diferem bastante, tanto no aspecto de rochas associadas, como também pelos aspectos paragenéticos.

* Alguns geólogos acreditam que apatita no sul do país, originou-se a partir da evolução ou diferenciação de um magma alcalino, desencadeando processos destilatórios, com posterior infiltração em metassedimentos da Série Minas, principalmente nas camadas de calcários.

Apreciações Sobre o Mercado Mundial

A seguinte relação fornece a produção mundial de apatita durante um período de 5 anos (1963 -1967). Minerals Yearbook, 1967.

U.R.S.S.....	36.577.900 toneladas
VIETNAM DO NORTE	4.898.826 "
BRASIL	1.195.676 "
CORÉIA DO NORTE	1.099.514 "
UGANDA	48.988 "
ÍNDIA	39.916 "
CHILE	36.287 "

Analisando-se para o mesmo período a produção de fosfato de cálcio, em diversas formas, observa-se uma acentuada modificação no panorama mundial, (caso do U.S.A.), com crescente produção principalmente de fosforita, apesar das medidas de contenção, em função de problemas de mercado de fosfato e baixo preço do produto.

U.S.A.....	141.918.082 toneladas
U.R.S.S.....	65.445.523 "
MARROCOS	48.455.739 "
TUNÍSIA	14.560.399 "
ILHA NAURU	8.949.429 "
VIETNAM DO NORTE	5.166.467 "
BRASIL	1.571.253 "

A produção mundial de fosfato no ano de 1969, segundo dados do "Engineering and Mining Journal" (março de 1970), foi a seguinte:

U.S.A.	36.287.600 toneladas
PAÍSES COMUNISTAS	20.865.370 "
MARROCOS	10.886.280 "
TUNÍSIA	3.356.603 "
TOGO	1.360.785 "
SENEGAL	1.179.347 "
ARGÉLIA	272.157 "
OUTROS	9.525.495 "
TOTAL MUNDIAL	83.733.637 "

O preço do fosfato de cálcio (média para os diversos teores), em toneladas curtas, F.O.B., oscila em torno de US\$ 8,31 (Engineering and Mining Journal - 1970).

Mineralizações de Apatita da Área do Projeto

As ocorrências de apatita da área estudada, situam-se em zonas de concentração de rochas piroxênicas, geralmente diopsídicas, próximas ao eixo ou na parte leste da estrutura anticlinal, que passa nas imediações de Capim-Grosso.

Apresentam-se em forma de veios e bolsões distribuídos ao longo do "trend" regional de direção N25-30°W, intimamente associados a diopsíditos e pegmatitos de composição sienítica. Localmente cristais milimétricos de apatita, estão disseminados nas rochas piroxênicas.

Esses máfitos dispõem-se em faixas com larguras variáveis entre 50 a 150 metros, sempre em concordância com a direção regional dos gnaisses e migmatitos encaixantes. Individualmente essas faixas têm comportamento diverso. Algumas vezes são contínuas, podendo alcançar mais de 20 quilômetros, outras vezes, restringem-se a poucos metros de comprimento, dispondo-se descontínuamente em lentes alinhadas.

A repetição dessas rochas piroxênicas, na aba leste da estrutura anticlinal, é verificada em uma zona de aproximadamente 30 quilômetros de largura, dispostas em faixas paralelas, às vezes em número de cinco. A exposição longitudinal verifica-se em mais de 100 quilômetros.

Sabe-se que essas rochas calco-silicatadas têm continuidade para norte da área do Projeto, inclusive, são conhecidas próximas da Serra, sienito-gnáissica de Itiúba, possivelmente, com uma favorabilidade geológica mais propícia à formação de jazimentos de apatita.

Um solo cinza escuro, fôsko, argiloso, denuncia a presença das rochas piroxênicas.

Elevações leptiníticas, com concentrações quartzíticas são lateralmente marginadas, pelas rochas máficas, em uma perfeita concordância estrutural.

Uma característica associação paragenética com vermiculita, escapolita, opala/calcedônia e algumas vezes calcita é frequentemente notada.

A introdução de soluções ricas em fósforo e fluor, relacionadas a uma fase pegmatítica de composição sienítica em rochas diopídicas, condicionaram a formação de apatita.

Hã vários núcleos de mineralizações, com um preciso contrôle litológico. As ocorrências de apatita sempre estão associadas com rochas piroxênicas e pegmatitos alcalinos-sieníticos.

Um relativo condicionamento estrutural pode ser estabelecido, através de um estilo tectônico regional, com predominância de grandes dobramentos normais simétricos com mergulhos intermediários a forte, Estes, são ladeados por estruturas menores, exibindo frequentes inversões na direção de inclinação da foliação.

Dentro das limitações de bases cartográficas da região, identificou-se entre as localidades de Gavião e Capim Grosso uma dobra anticlinal normal e um sinclinal de flanco, estruturas essas, mais diretamente ligadas com as mineralizações de apatita. Com excessão das ocorrências de Panela, Currealinho e Pau de Colher, próximas ao eixo do anticlinal, as demais estão relacionadas com a dobra sinclinal anteriormente citada.

Falhamentos transversais de direções N50-80°W foram os que mais se identificaram com zonas de ocorrências de apatita. Quando êsses falhamentos interceptam as rochas piroxênicas e são preenchidos por pegmatitos de composição sienítica, podem surgir zonas portadoras de apatita. Constatou-se que fora dessa sistematização, por exemplo, em zonas exclusivamente gnáissicas ou migmatíticas, não são promissoras as descobertas de novas ocorrências de apatita.

A ausência de uma maior distribuição de apatita em zonas portadoras de rochas piroxênias, pode ser explicada pela inteira subordinação dos jazimentos aos processos genéticos. Uma simples variação de composição do pegmatito sienítico, poderia perfeitamente bloquear a formação de novas ocorrências, mesmo considerando-se que o diopsidito oferecesse condições ótimas de mineralizações. A recíproca é verdadeira, porém menos viável, levando-se em conta, que dificilmente a rocha máfica muda, tão acentuadamente, de composição. (Quadro I).

Análises químicas da apatita procedidas em amostras coletadas nas principais ocorrências, atestam a ótima qualidade do minério, para fins industriais. (Quadro V). Verifica-se que os teores de P_2O_5 estão sempre acima de 39%, com baixos valores em óxidos de ferro e alumínio.

Resultados de análises químicas das rochas piroxênicas, podem ser visualizadas no Quadro II. Convém ressaltar, que apesar das amostras terem sido coletadas em zonas próximas das ocorrências de apatita, obteve-se teores baixos em P_2O_5 , para que se pudesse conjecturar, em seu aproveitamento para fins econômicos.

Individualmente, os cristais de apatita, podem apresentar dimensões variáveis, desde milimétricas a cristais de 50cm de comprimento. Comumente têm hábitos prismáticos e tabulares. Microscopicamente apresentam baixa birefringência, são uniaxiais negativos e mostram quase sempre abundantes inclusões de piroxênios e carbonatos. Com certa frequência são vistos fragmentos de apatita, sendo parcialmente substituídos e cortados por diminutos veios de opala, calcedônia e quartzo, relacionados provavelmente a uma fase de silificação posterior.

Análises químicas e de raios-X, comprovaram a presença de cloro e fluor na apatita, sendo que este último aparece sempre em maior quantidade. Em geral, obteve-se 0,5% de cloreto para 1% de fluoreto.

QUADRO V - ANÁLISES QUÍMICAS APATITA

(EM %)

SUBSTÂNCIA AMOSTRA	Al ₂ O ₃	CaO	Fe ₂ O ₃	MgO	P ₂ O ₅	SiO ₂	CLORETOS	FLUORETOS	PERDA AO FOGO
P V - 21 (1)	Traços	50,8	1,4	Traços	40,5	1,7	0,4	0,9	0,4
P V - 21 a (1)	Traços	50,9	0,4	Traços	40,8	1,1	0,5	1,0	0,3
P V - 18 (2)	Traços	51,1	0,3	Traços	42,0	1,5	0,4	0,5	0,4
P V - 19 (2)	Traços	51,9	0,5	Traços	41,2	0,9	0,6	1,2	0,4
P V - 21 c (3)	Traços	51,5	0,4	Traços	41,7	1,0	0,6	1,1	0,4
P V - 30 (4)	Traços	51,4	0,2	Traços	42,1	3,2	0,4	0,6	0,2
P V - 28 c (5)	Traços	50,1	0,4	Traços	41,5	1,4	0,4	0,8	0,8
P V - 28 d (5)	Traços	50,1	0,3	Traços	41,1	1,8	0,4	0,8	0,8
P V - 27 a (6)	Traços	50,5	0,3	Traços	41,9	0,9	0,4	0,8	0,4
P V - 27 c (6)	Traços	49,6	0,6	Traços	41,0	2,9	0,4	0,8	0,4
P V - 27 d (6)	Traços	49,3	0,6	Traços	40,7	3,5	0,4	0,9	0,4
P V - 27 e (6)	Traços	49,6	0,4	Traços	41,1	1,1	0,4	0,8	0,4
P V - 27 f (6)	Traços	49,4	0,6	Traços	41,1	1,6	0,4	0,9	0,3
P V - 13 a (7)	Traços	49,0	0,8	Traços	39,1	6,7	0,4	1,0	0,3
P V - 14 a (8)	Traços	48,9	0,4	Traços	40,1	3,3	0,4	0,9	0,2

(1) - OCORRÊNCIA DE APOLINÁRIO

(3) - OCORRÊNCIA DE NARIGÃO

(5) - OCORRÊNCIA DE PEDRAS ALTAS

(7) - OCORRÊNCIA DE SAPATO

(2) - OCORRÊNCIA DE LAGOA DO MEL

(4) - OCORRÊNCIA DE PANELA - RETIRO

(6) - OCORRÊNCIA DE RIO DO PEIXE

(8) - OCORRÊNCIA DE TOMÉ

LAQUI - C.P.R.M. (1971)

Depreende-se dos dados obtidos nos estudos desenvolvidos no Projeto, o grande relacionamento das mineralizações de apatita da área em questão, com um ambiente de composição essencialmente granítica (com tendências restritamente localizadas à formação de rochas de composição sienítica) e de rochas piroxênicas diopsídicas.

A favorabilidade litológica das rochas subsaturadas, para a formação de depósitos econômicos de apatita é consagradamente reconhecida, o que faz descrer, quanto a possibilidade de encontrar-se depósitos de média ou grande escala na região estudada.

Estimativa das Reservas de Apatita

Com base nos estudos de mapeamentos regionais e de detalhe, conseguiu-se definir quatro áreas, merecedoras de uma avaliação quantitativa das reservas de apatita: Rio do Peixe, Lagoa do Mel, Apolinário e Panela.

As demais ocorrências catalogadas, não apresentaram condições para uma apreciação econômica significativa, tais as limitações geométricas exibidas, sem uma palpável continuidade e com uma extrema variação lateral. (*)

Diretrizes foram adotadas, visando determinar o potencial econômico das ocorrências mais promissoras, objetivando paralelamente reunir elementos comparativos para outras ocorrências, semelhantemente mineralizadas. Trabalhos de mapeamento geológico, em escalas de 1:10.000 e 1:200; prospecções cintilométricas e por escavações, foram desenvolvidas nas diversas fases do Projeto. Cerca de 2.000 metros cúbicos de material, foram desmontados em etapas distintas dos estudos empreendidos, em especial, aqueles que objetivaram estimar as reservas dos jazimentos. Vale acrescentar, que outras escavações efetuadas por empresas e particulares, corresponderam a aproximadamente 1.500 metros cúbicos de material.

* Vide capítulo sobre as descrições das ocorrências.

Empreenderam-se estudos de mapeamento de detalhe, em ocorrências selecionadas, acompanhadas de prospecção por escavações. Para tanto, foi levado a efeito o mapeamento em escala de 1:200, das áreas de Rio do Peixe, Lagoa do Mel e Apolinário. Posteriormente, por conveniência técnica reduziu-se os mapas para a escala 1:400 (Vide mapas anexos IV, V e VI).

Os depósitos nessas áreas, foram classificados, em termos de concentração de apatita, em zonas com 20 a 30%, utilizando-se sempre a densidade de 3g/cm^3 .

Estimou-se para os veios e bolsões das áreas focalizadas, uma persistência do minério em profundidade da ordem de 5 a 10 metros, em função de suas extensões longitudinais e laterais. Para a área de Rio do Peixe, considerou-se uma profundidade de 11 metros, constatada em um dos poços realizados.

O teor médio em P_2O_5 foi estabelecido em 40%.

Com os elementos anteriormente indicados, procedeu-se os cálculos das reservas nas ocorrências mais promissoras, obtendo-se os seguintes valores:

Rio do Peixe.....	2.048 toneladas
Lagoa do Mel ..	915 "
Apolinário	690 "

Ocorrência de Panela

As reservas do minério na principal ocorrência (VIII), não ultrapassaram a 53 toneladas, tomando-se para efeito de cálculo a densidade de 3g/cm^3 , profundidade de 3 metros e uma concentração de apatita em 30%.

Três outras ocorrências (II, III e IV), apresentaram uma reserva estimada em 60 toneladas, tendo sido utilizados para os cálculos os mesmos parâmetros estabelecidos para a ocorrência (VIII).

Desprezando-se o fato de que parte dessas mineralizações, já foram superficialmente mineradas, tem-se uma reserva total estimada em 3.486 toneladas, para as quatro jazidas anteriormente mencionadas.

Levando-se em conta que foi registrado um total de 35 ocorrências (incluindo ocorrências insignificantes para um aproveitamento econômico) na área do Projeto e analisando-se empiricamente o seu potencial quantitativo, com a finalidade única de estabelecer uma ordem de grandeza, constatou-se o seguinte: se a reserva das sete maiores ocorrências não atingiram a 5.000 toneladas, dificilmente se alcançaria, para todos os jazimentos, um total de 10.000 toneladas.

Tentativas empreendidas pela PROFERTIL S.A., em pesquisas realizadas na área do Rio do Peixe, resultaram na retirada de 350 toneladas de apatita. O custo da extração manual, alcançou aproximadamente CR\$15,00 por tonelada, utilizando-se 20 operários a CR\$6,00/dia. A relação minério-estéril foi atribuída na ordem de 1 tonelada de apatita para 6 toneladas de estéril. Considerando-se o preço do transporte até Recife, com duas etapas de carregamento e descarregamento, perdas, etc., o minério chegaria nesta cidade em torno de CR\$120,00 a tonelada, correspondendo praticamente o mesmo valor do produto importado, parcialmente beneficiado. Cumpre assinalar, que esta firma suspendeu os trabalhos de exploração, por considerá-los anti-econômicos.

Levando-se em conta que o beneficiamento de minérios fosfatados seriam realizados em Recife, tomou-se esta cidade como referência, obtendo-se os seguintes dados, em relação ao transporte e custo de extração manual.

Despesas por tonelada:

Extração (1 homem/2 dias).....	= CR\$ 12,00
Frete ferroviário (Jacobina-Propriá (Ferry Boat) - Colégio - Recife).....	= CR\$ 51,87
Frete rodoviário (Gavião-Jacobina).....	= CR\$ 25,00
Carregamento e Descarregamento	= CR\$ 30,00
Total	= CR\$118,87

Fosfatos no Brasil

Têm-se conhecimento que as reservas brasileiras de fosfatos são bastante expressivas. A posição relativa dos recursos minerais do Brasil, mostra que os fosfatos passaram de carentes no ano de 1964 a suficientes em 1971.

Os depósitos de apatita existentes em São Paulo e Minas Gerais são estimados em torno de 100 milhões de toneladas. Carbonatitos e/ou rochas alcalinas associadas a metassedimentos calcários da Série Minas, são tidos como as rochas encaixantes dos minérios de apatita. Os teores de P_2O_5 economicamente exploráveis, oscilam em torno de 12-36%, porém elevados teores de Al_2O_3 e Fe_2O_3 , têm dificultado a utilização desses fosfatos em maior escala. Noticia-se ocorrências de apatita nos Estados de Goiás e Santa Catarina, com comportamento geológico semelhante, porém de menor valor quantitativo, do que as citadas anteriormente.

Depósitos de fosforita com teor em P_2O_5 de 25-30% (*) são conhecidos na faixa costeira entre Recife e João Pessoa, na base da Formação Gramane, essencialmente calcária. As reservas são estimadas em 45 milhões de toneladas.

* Perfurações realizadas em diversas áreas, mostraram fosfatos com teor de P_2O_5 variando de 10 a 30%.

Rochas fosfáticas aluminosas ocorrem na costa noroeste do Maranhão, na Ilha Trauíra e no Morro Pirocaua. A reserva estimada para as duas localidades, oscila em torno de 15 milhões de toneladas.

Os elevados teores de óxido de alumínio (23 a 49%) têm impedido a utilização desse minério, para fabricação de superfosfatos.

Depósitos de Guano são conhecidos em ilhas costeiras dos Estados da Bahia, Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo e Fernando de Noronha.

Associados a pegmatitos, existem os depósitos de apatita localizados nas regiões centro-leste (área do Projeto) e sudoeste (Itambê) na Bahia, no município de Sumé-Paraíba e no Estado de Goiás.

As reservas de apatita dos Estados de Minas Gerais e São Paulo e fosforita no Estado de Pernambuco, são calculadas em torno de 150 milhões de toneladas, correspondendo aproximadamente a 30 milhões de toneladas de P_2O_5 . Considerando-se que o consumo aparente de fosfatos solúveis (*), atingiram a 236.644 toneladas em 1969, conclui-se que as reservas nacionais poderão ser utilizadas a longo prazo, mesmo que haja um aumento acentuado na utilização de fertilizantes fosfatados.

Os obstáculos relacionados com baixo preço do produto importado, sistema de embarque, transporte e beneficiamento dos produtos com alto teor em óxidos de ferro e alumínio, têm dificultado um melhor aproveitamento de nossas reservas de fosfatos.

Nos últimos anos, foram contornados em parte, os entraves ligados aos processos de beneficiamento, com a construção de uma usina de tratamento eletrotérmico dos minérios de apatita, constituindo paralelamente um grande favorecimento econômico, em função da menor importação de enxôfre, para a produção de ácido sulfúrico, largamente utilizado na preparação de super fosfatos.

* Vide Quadro VI.

QUADRO VI — CONSUMO APARENTE DE FOSFATOS SOLÚVEIS

(P₂O₅)

A N O	QUANTIDADE EM TONELADAS		
	N A C I O N A L	I M P O R T A D O	T O T A L
1 9 6 5	6 1 . 0 5 6	2 5 . 6 9 5	8 6 . 7 5 1
1 9 6 6	6 4 . 0 8 9	2 7 . 5 0 0	9 1 . 5 8 9
1 9 6 7	9 2 . 2 9 3	7 3 . 6 7 1	1 6 5 . 9 6 4
1 9 6 8	1 0 9 . 3 9 7	1 0 4 . 6 7 6	2 1 4 . 0 7 3
1 9 6 9	1 1 8 . 3 5 0	1 1 8 . 2 9 4	2 3 6 . 6 4 4

DADOS: Fornecidos pelo Sindicato da Indústria de Matérias Primas.—S.Paulo.

No ano de 1970, houve uma importação de fosfato de cálcio, super fosfatos concentrados duplo e triplo, fosfatos bi-cálcicos e super fosfato simples, correspondente a CR\$52.580.000,00.

Analisando-se os dados fornecidos pelo I.B.G.E. e CACEX (Quadro VII). Verifica-se que houve um acentuado aumento da produção a partir de 1967, refletindo-se em uma pequena importação em 1969, justificado possivelmente pelo aproveitamento das reservas de apatita do sul do País, desde quando, a utilização dos fosfatos do Nordeste, tem decaído acentuadamente nos últimos anos.

O elevado montante na importação de 1970, poderia ser explicado, entre outros fatores, devido a queda de produção, aumento do consumo, ou talvez mesmo, para suprir necessidades de melhoria do teor do fosfato fabricado no Brasil. De qualquer forma, vai de encontro ao posicionamento fixado para os depósitos de apatita em 1971, tidos como suficientes.

Outras Possibilidades de Mineralizações da Área do Projeto

Procura-se focalizar algumas mineralizações da área estudada, objetivando facilitar futuros trabalhos na região, não só em vista do escasso conhecimento geológico existente, como também porque tais informações, sempre representam indicações a considerar.

Vermiculita.

Aparece geralmente como associado paragenético da apatita, constituindo-se num recurso mineral de relativa importância, principalmente nas áreas localizadas nas fazendas Panela e Apolinário.

Duas zonas mineralizadas em vermiculita destacam-se na área de Panela. Na escavação da ocorrência I - Apatita (vide esboço geológico), foram retiradas cerca de 100 toneladas de vermiculita.

QUADRO VII - IMPORTAÇÕES E PRODUÇÕES BRASILEIRAS DE FOSFATO DE CÁLCIO

A N O	IMPORTAÇÃO (EM TONELADAS)	PRODUÇÃO (EM TONELADAS)	
	FOSFATO DE CÁLCIO	APATITA	FOSFORITA
1 9 6 4	1 8 1 . 0 5 2 *	1 9 5 . 0 7 7	5 1 . 1 4 2
1 9 6 5	1 5 4 . 7 1 8 *	1 9 1 . 8 3 6	8 6 . 9 0 8
1 9 6 6	3 . 0 4 8	2 9 5 . 2 1 5	8 3 . 1 5 0
1 9 6 7	4 . 6 6 1	5 0 4 . 8 3 2	7 0 . 3 7 0
1 9 6 8	4 . 3 3 1	5 8 2 . 7 0 3	6 6 . 0 9 0
1 9 6 9	1 8 . 6 7 3 *	6 5 0 . 0 0 0 * *	
1 9 7 0	2 3 2 . 8 6 7 *	5 0 0 . 0 0 0 * *	

* INCLUINDO SUPERFOSFATOS

* * VALORES ESTIMATIVOS

FONTE : Anuário Estatístico do I.B.O.E.
 CACEX - Banco de Brasil S/A

Numa área adjacente a ocorrência VII de apatita, com aproximadamente 2.500 metros quadrados, considerando-se 5 metros de persistência do minério em profundidade e densidade de $2,0\text{g/cm}^3$, estimou-se uma reserva de 3.500 toneladas. Uma análise termo diferencial revelou pico pequeno endotérmico duplo na faixa de 100°C , um pico a 140°C e um pico endotérmico pequeno a 520°C . Comparando-se essa análise com estudos petrográficos realizados em várias amostras, concluiu-se tratar-se de biotita com passagem para vermiculita. Testes grosseiros de campo, mostraram uma expansão da ordem de nove vezes, para um material macroscopicamente semelhante ao analisado.

Na fazenda Apolinário (*) existem 5 escavações principais, com aproximadamente 10 metros em média de profundidade, utilizadas na extração da vermiculita e apatita. Os bolsões e veios acham-se praticamente esgotados, estimando-se que tenham sido extraídos cerca de 500 toneladas de vermiculita e 50 toneladas de apatita. A maior escavação, tem uma área de aproximadamente 160 metros quadrados e a menor, cerca de 21 metros quadrados.

Falhamentos com direções N-S e $N60^\circ\text{W}$, foram provavelmente os principais elementos tectônicos, responsáveis pelas mineralizações da área anteriormente citada. As relações paragenéticas da apatita com a vermiculita são bastante nítidas.

Nas vizinhanças da ocorrência de apatita do Narigão, a biotita/Vermiculita associada, mostrou-se com pequena expansão. A análise termo diferencial revelou pico pequeno endotérmico a 140°C , 520°C e 620°C . A vermiculização foi considerada de menor intensidade do que a verificada na área de Panela.

* Vide descrição da ocorrência de Apolinário.

Calcita

Concentrações isoladas de calcita acham-se encaixadas nos gnaisses e migmatitos da região, acompanhando a zona de ocorrências de rochas piroxênicas. Três núcleos de mineralizações se destacam:

a)- Calcita da fazenda Pombo (município de Jacobina)

Grandes cristais de calcita estão associados a granada, epídoto, diopsídio, escapolita e tremolita-actinolita, apresentando-se com uma coloração avermelhada e impregnada por manchas escuras de minerais ferro-magnesianos.

Rochas migmatíticas e piroxênicas são as encaixantes dos veios de calcita, que aparecem nessa área. Localmente pode-se observar associações com granada e epídoto, o que faz supor a presença de outras exposições de rochas escarníticas na região, criando condições propícias para certos tipos de mineralizações, como por exemplo, de sheelita.

b)- Calcita da fazenda Cabaceira (município de Riachão de Jacuípe)

Veios de calcita amarelada com inclusões de especularita, estão encaixados em piroxenitos desta área.

c)- Calcita da fazenda Panela (município de Jacuípe)

Ocorre como veios associados com vermiculita e apatita e em cristais disseminados na rocha piroxênica

Outras ocorrências de calcita são regionalmente conhecidas. O aproveitamento econômico dessas mineralizações, ficam dependentes de uma melhor definição do seu comportamento.

Grafita

Algumas lentes de grafita encaixadas em gnaisses expõem-se margeando a parte leste da Serra da Panela. Análises petrográficas resultaram na identificação de quartzo, calcedônia, óxido de ferro, sericita, rutilo e muscovita, associados a material grafitoso, dispostos em escamas.

A composição química desta grafita é a seguinte:

Umidade A 105-110°C	1,7%
Material Volátil	2,4%
Cinzas	84,7%
Carbono Fixo	11,2%

São muito pouco prováveis as possibilidades econômicas dessas lentes grafitosas.

Terras Raras

A partir dos resultados de análises espectrográficas semi-quantitativas de apatita, verificou-se a presença de elementos de terras raras (Vide capítulo sobre cintilometria).

Em sete amostras analisadas, observou-se 15 elementos de terras raras. Entre 0,10 e 0,50%, determinou-se lantânio, neodímio, cério e tório.

A espectrografia de raios-X, realizada em duas amostras de pegmatito alterado com monazita, acusou valores de 0,012% de U_3O_8 e 0,50% ThO_2 .

Sílica

Elevações quartzosas concordantes com a direção regional dos gnaisses e migmatitos, destacam-se em cristais alinhadas, seguindo paralelamente as faixas de rochas piroxênicas.

Na localidade conhecida como Morro Branco, aproximadamente a 5 quilômetros a leste de Capim Grosso, existe uma elevação constituída de quartzo leitoso, com direção N20°W e mergulho de 80°W, que vem sendo explorada pela SIBRA, para fabricação de ferro-silício.

Análises químicas revelaram um teor em SiO_2 acima de 99,3%, traços de óxidos de ferro e alumínio.

Exposições semelhantes, foram mapeadas nas áreas de Panela e Rio do Peixe. Regionalmente ocorrem várias elevações análogas, que podem se constituir, dependendo de testes tecnológicos, como um recurso mineral de relativo valor econômico.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Apresenta-se sumariamente os principais aspectos básicos relacionados com os depósitos de apatita da Região Centro-Leste do Estado da Bahia.

A favorabilidade litológica das rochas subsaturadas, para a formação de depósitos econômicos de apatita é consagradamente reconhecida.

O distrito apatítico da região focalizada é essencialmente de composição granítica, com tendências restritamente localizadas, para a formação de rochas de composição sienítica e de rochas piroxênicas diopsídicas.

O consumo aparente de fosfatos de cálcio solúveis atingiu em 1969 a 236.644 toneladas, com perspectiva de uma crescente demanda interna. Segundo estimativas alcançará a 540.000 toneladas em 1973.

É lícito afirmar, que somente uma reserva compatível com essa necessidade, despertará um interesse econômico de média ou larga escala, em depósitos fosfatados.

Os principais jazimentos de apatita investigados na área do Projeto não totalizam uma reserva de 5.000 toneladas.

As ocorrências de apatita estão distribuídas segundo a direção N25-30°W e estão sujeitas a um marcante controle litológico: rochas piroxênicas diopsídicas e pegmatitos de composição sienítica.

A associação paragenética de apatita, vermiculita, opala, calcedônia e escapolita é frequentemente notada.

Existem possibilidades de ocorrerem mineralizações de apatita em áreas limítrofes, principalmente próximas a Serra sienito ganáissica de Itiúba, mantendo as mesmas relações, encontradas no atual trabalho.

Um solo arigoloso de coloração cinza escura, denuncia a presença das rochas piroxênicas e pode servir indiretamente, como guia na descoberta de novas ocorrências de apatita.

Admite-se a interação de dois processos, para a formação de mineralizações de apatita. As rochas dipsídicas originam-se a partir de sedimentos de natureza calco-pelítica. Ações metassomáticas posteriores, ricas em fósforo, fluor e cloro, ligadas a uma manifestação pegmatítica de composição sienítica infiltraram-se nas rochas piroxênicas, digerindo-as parcialmente e formando em zonas de composição mais cálcica, concentrações de apatita.

A relativa estabilidade do dipsídio e a restrita influência do pegmatito sienítico, considerado como um dos agentes mineralizadores, podem justificar a ausência de grandes exposições de apatita.

Verificou-se através de análises químicas, o excelente valor qualitativo da apatita, para fins industriais. Teores de P_2O_5 acima de 39%, traços de óxido de alumínio e baixos teores de óxido de ferro.

A superfície de aplainamento "Velhas" - (King, 1956), foi identificada na região, entre cotas de 550 a 250 metros, aproximadamente, decrescendo gradativamente de noroeste para o sudeste.

Sedimentos inconsolidados, bastante grosseiros na base, cobrem uma extensão superior a 20% de toda a área do Projeto.

Elementos de terras raras aparecem íntimamente relacionadas com as ocorrências de apatita. Leituras cintilométricas realizadas no interior de escavações, acusaram valores de até 5.000cps.

A presença de monazita nas zonas de influência dos pegmatitos, mascararam, provavelmente, os valores radiométricos de uma possível mineralização de apatita, localizada em maior profundidade.

Os parâmetros indicados para localização de novas ocorrências de apatita são válidos para a descoberta de ocorrências de vermiculita.

As informações aqui prestadas, servirão para orientar futuras investigações geológicas na região, principalmente em áreas vizinhas a do Projeto, que foram recentemente incluídas no Projeto RADAM.

Foto 1 - Escavação V da área de Rio do Peixe com profundidade de 7 metros. Notaram-se paredes laterais do poço, exibindo apatita, rochas piroxênicas, pegmatitos e escapolita. Das zonas prospectadas esta revelou-se com grande quantidade de apatita - Jacobina.

Foto 2 - Elevação próxima a Pé de Serra na parte sul da área investigada. Formas semelhantes "inselberges", quebram a monotonia paisagística da região - Riachão de Jacuípe.

Foto 3 - Principal escavação da área de Pedras Altas, mostrando veios e bolsões pequenos de apatita, associados com rochas piroxênicas - Jacobina.

Foto 4 - Dobras no gnaisse aflorante na estrada Pedras Altas - Queimadas.

Foto 5 - Escavações da área de Apolinário, objetivando a exploração de vermiculita e apatita. Segundo informações locais, foram lavradas 500 toneladas de vermiculita e 50 toneladas de apatita - Riachão de Jacuípe.

Foto 6 - Outro aspecto da escavação anterior

Foto 7 - Escavação da área de Apolinário mostrando uma distribuição de vermiculita em torno de 90% - Riachão de Jacuípe.

Foto 8 - Afloramento de gnaisses "lit par lit" da região de Rio do Peixe - Jacobina

Foto 9 - Exposições migmatíticas exibindo dobras ptigmáticas e pequenos falhamentos, preenchidos por material quartzo-feldspático de textura aplítica. Parte sul da área do Projeto.

Foto 10 - Associação de apatita com escapolita na ocorrência de Rio do Peixe - Jacobina.

Foto 11 - Apatita, escapolita e rocha piroxênica - Ocorrência de Lagoa do Mel - Riachão de Jacuípe.

Foto 12 - Elevação migmatítica, próxima da ocorrência de apatita de Sapato - Riachão de Jacuípe.

Foto 13 - Desmonte de apatita proveniente das mineralizações de Rio do Peixe - Jacobina.

Foto 14 - Crista quartzítica nas proximidades da sede da Fazenda Rio do Peixe. Ao fundo, açúde local e pequenas elevações de encostas suaves, destacando-se na superfície de aplainamento "Velhas" - King(1956) - Jacobina.

Foto 15 - Cristal de apatita da região de
Rio do Peixe - Jacobina.

Foto 16 - Migmatito embrechítico da região
circunvizinha a Pê de Serra - Riachão de
Jacuípe.

Foto 17 - Observa-se na parte central da amostra um veio de pegmatito sienítico, seccionando um cristal de apatita. Lateralmente, nota-se o diopsidito em perfeita associação. Lagoa do Mel - Riachão de Jacuípe.

BIBLIOGRAFIA

- ARGENTIÈRE, R. (1971) - Notas sôbre a Ilha de Trauíra. Revista Mineração-Metalurgia - Vol. LIV, nº 321 - Rio de Janeiro - p. 110-12.
- BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO (1965) - Mercado Brasileiro de Fertilizantes. Rio de Janeiro, 28 p.
- BARTH, T.F.W. (1965) - Theoretical Petrology, John Wiley & Sons, In, N. York, p. 267-70, 358-64.
- BATES, R.L. (1969) - Geology of the Industrial Rocks and Minerals, Dover Publications, Inc., N. York, p. 178-98.
- BEREAU OF MINES (1967) - Minerals Yearbook - Metals, Minerals and Fuels, Vol. I - II. Washington p.949-64.
- BEURLEN, H. (1965) - Estudo Geológico, numa área do Município de Sumê-Paraíba, Escola de Geologia, Univ. Fed. Pernambuco, Recife, 83 p.
- BRITO NEVES, BENJAMIM B. e FEITOSA, EDILTON C. (1969) - Proposição e Estudos Geológicos Preliminares da "Formação Capim Grosso". In, XXIII Cong. Bras. de Geol. Salvador. Bol. Esp. 1. p. 60.
- CANTIÇÃO, A.L. - Jazidas de Fosfatos do Brasil e Possibilidades de sua Industrialização, In Rev. Quím. Industrial. Ano XVIII, nº 208, Rio de Janeiro, p. 12-18.
- CARTEIRA DE COMÉRCIO EXTERIOR (CACEX), BANCO DO BRASIL - DIVISÃO ESTATÍSTICA (DADOS: 1969 e 1970). Salvador.
- COELHO, IPHIGÊNIO S. (1965) - Geologia e Lavra de Apatita de Araxá. In IV Semana de Estudos de Rochas Fosfatadas, Ouro Preto. Bol. 4. p. 3-19.
- COSTA, MANOEL T. (1965) - Ocorrências de Rochas Fosfáticas no Brasil. In IV Semana de Estudos de Rochas Fosfatadas. Ouro Preto. Bol. 4. p.21-29.

- COUTO, PEDRO A. - SOUZA, CARLOS H. E CARVALHO FILHO, ANTONIO R. (1971)-
Relatório de Mapeamento Geológico de Panela (Ipirá - Bahia).
CPRM - Salvador. 18 p. Inédito.
- DEER, W.A., HOWIE R.A. e ZUSSMAN J. (1967) - An Introduction to
the Rock Forming Minerals, Longmans, Green and Co. Ltda., London,
p. 270-74, 364-68, 504-9.
- DOROKHINE, I. (1968) - Gisements de Mineraux Utiles et Leur
Prospection. Moscou. - Paz. p. 186.
- ERICHSEN, A.I. (1936) - Distrito Petrográfico de Camisã, Estado
da Bahia (Ocorrência de Apatita e Estudo Petrográfico), In. Rev.
Mineração e Metalurgia, Vol. I, nº 1, Rio de Janeiro, p. 17.
- FAUL, HENRY (1957) - Nuclear Geology - A Symposium on Nuclear
Phenomena in the Earth Sciences. N. York. John Wiley & Sons.
p. 219-40.
- FELICÍSSIMO JR., JESUÍNO (1968) - Carbonatitos do Estado de São
Paulo. Instituto Geográfico e Geoquímico - An. Acad. Bras. Ciên.,
40, (Suplemento). São Paulo. p.93-115.
- GOUDARZI, GUS H. et al (1969) - Depósitos de Apatita em Riachão
de Jacuípe. In, XXIII Cong. Bras. de Geol. Bol. Esp. 1.
Salvador, p. 35.
- GRIFFITHS, D.H. e KING, R.F. (1965) - Applied Geophysics for
Engineers and Geologists. Pergamon Press, London. p. 202-4 e 212.
- HEIRICH, E.W. (1969) - Mineralogia y Geologia de las Materias
Primas Radiactivas. Barcelona. Omega. p. 151-34, 244-72,
510-12, 527-29.
- JUNG. J. ROQUES, M. (1952) - Introduction à l'étude zoméographique
des formations cristal e lophylliennes. Bull. Serv. de la Carte
Geologique de France, Paris, p. 235-62.
- KEGEL, W. (1955) - Geologia do Fosfato de Pernambuco, DNPM-DGM.
Bol. 157. Rio de Janeiro, 54 p.

- KEGEL, W. (1965) - A Estrutura Geológica do Nordeste do Brasil, DNPM-DGM, Rio de Janeiro, 47 p.
- KREITER, V.M. (1968) - Geological Prospecting and Exploration. Moscou. Mir Publishers. 383 p.
- LEO, G.W., COX, D.P. e CARVALHO, J.P.N. (1954) - Geologia da Parte Sul da Serra de Jacobina, Bahia, Brasil, DNPM-DGM, Rio de Janeiro, 87 p.
- LEONARDOS, O.H. - Recursos do Brasil em Fosfatos Minerais, in Rev. Metalurgia, Vol. VIII, nº 46, Rio de Janeiro, p.263-68.
- LUTJEN, G.P. (1970) - Phosphate Rock. Engineering and Mining Journal. Vol. 171, 3 N. York. p. 158-59.
- MACIEL, PEDRO (1952) - Nota sobre uma Nova Jazida de Apatita no Sul do Estado de São Paulo. Sociedade Brasileira de Geologia. Vol. I, nº 1. São Paulo. p.3-14.
- McKINSTRY, H.E. (1961) - Geologia das Minas. Barcelona. Omega. 671 p.
- MELCHER, GERALDO C. - Mineralizações Associadas aos Sienitos Nefelínicos e Carbonatitos. In, 2a. Semana de Debates Geológicos. p. 11-36.
- MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA (1966) - Panorama do Setor Mineral Brasileiro. Rio de Janeiro. p.64-6.
- MINISTÉRIO DO INTERIOR, SUDENE (1969) - Dados Pluviométricos Mensais. D.R.N-D.H., Recife.
- MORAES, S.J. (1933) - Jazidas de Apatita na Bahia, In Rev. Química Industrial, Rio de Janeiro, Ano II, nº 14.
- PHILPOTTS, A.R. (1967) - Origin of Certain Iron - Titanium, Oxide and Apatite Rocks. Economic Geology, Vol. 62. p. 303-14.
- PINTO, M.S. (1956) - A Produção de Alumínio, de Adubos Potássicos e de Adubos Fosfatados - Alguns Aspectos Internacionais - DNPM - Rio de Janeiro - p.27-34.



- ROUTHIER, PIERRE (1963) - Les Gisements Métallifères. Paris, Moscou. Vol. I. p. 617-24
- SCORZA, E.P. (1950) - Mineralização Pirometassomática de Calcários Impuros e Sua Importância Econômica no Brasil. In. Rev. Mineração e Metalurgia. Vol. XV, nº 87, Rio de Janeiro, p. 101-6.
- SUSZCZYNSKI, E.F. (1966) - Considerações Sobre a Evolução Orogenética do Leste e a Evolução Orogenética do Nordeste. SUDENE. Bol. Rec. Mat. Vol. 4, nº 3/4, Recife. p. 371-416.
- TOMAZ, ANTONIO J. (1965) - Aspectos Industriais e Econômicos das Rochas Fosfatadas. In IV Semana de Estudos de Rochas Fosfatadas. Ouro Preto. Bol. 4. p. 73-86.
- TURNER, F.J. VERHOOGEN, J. (1963) - Petrologia Ignea Y Metamórfica. Barcelona. Omega. p. 415-24, 600-6.
- VEIGA, PLÍNIO e COUTO, PEDRO A. (1971) - Depósitos de Apatita na Região Centro-Leste da Bahia. In XXV Cong. Bras. de Geologia. S.Paulo. Bol. Esp. 1. p.41
- WILLIAMS, H., TURNER, F.J. e GILBERT, C.M. (1970) - Petrografia, Editora da Univer. de São Paulo. 424 p.
- WINKLER, H.G.F. (1967) - Petrogenesis of Metamorphic Rocks, Springer-Verlag. N. York. Inc. p.23-42, 125-30.

RELAÇÃO DE GRÁFICOS, QUADROS E TABELAS

1. MAPA DE SITUAÇÃO DA ÁREA DO PROJETO (ESCALA 1:500.000)
2. MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DO PROJETO (ESCALA 1:850.000)
3. MAPA DE COBERTURA AEROFOTOGRAFÉTRICA (ESCALA 1:1.000.000)
4. QUADRO I - ANÁLISES PETROGRÁFICAS DAS ROCHAS PIROXÊNICAS
5. QUADRO II- ANÁLISES QUÍMICAS DAS ROCHAS PIROXÊNICAS
6. MAPA DE LOCALIZAÇÕES DAS OCORRÊNCIAS (ESCALA 1:500.000)
7. ESBÔÇO GEOLÓGICO - OCORRÊNCIA I DE APATITA DA ÁREA DE PANELA (ESCALA 1:200)
8. ESBÔÇO GEOLÓGICO - OCORRÊNCIA I DE APATITA DA ÁREA DE RIO DO PEIXE (ESCALA 1:200)
9. ESBÔÇO GEOLÓGICO DAS ESCAVAÇÕES NAS OCORRÊNCIAS VII E VIII DE APATITA DA ÁREA DE RIO DO PEIXE (ESCALA 1:200)
10. ESBÔÇO GEOLÓGICO DA OCORRÊNCIA VII DE APATITA DA ÁREA DE RIO DO PEIXE (ESCALA 1:80)
11. ESBÔÇO GEOLÓGICO DA OCORRÊNCIA VIII DE APATITA DA ÁREA DE RIO DO PEIXE (ESCALA 1:100)

11. QUADRO III - ANÁLISES ESPECTROGRÁFICAS DE APATITA
(SEMI-QUANTITATIVAS)
12. QUADRO IV - TABELA SIMPLIFICADA DAS ROCHAS ALCALINAS
GROSSEIRAS
13. QUADRO V - ANÁLISES QUÍMICAS DE APATITA
14. QUADRO VI - CONSUMO APARENTE DE FOSFATOS SOLÚVEIS
15. QUADRO VII - IMPORTAÇÕES E PRODUÇÕES BRASILEIRAS DE FOSFATO
DE CÁLCIO

RELAÇÃO DE ANEXOS

- ANEXO I - MAPA GEOLÓGICO REGIONAL
LOCALIZAÇÃO DAS OCORRÊNCIAS DE APATITA NOS MUNICÍPIOS
DE RIACHÃO DE JACUÍPE, IPIRÁ E JACOBINA - BAHIA.
(ESCALA 1:500.000)
- ANEXO II - MAPA GEOLÓGICO
ÁREA DE PANELA - RETIRO (ESCALA 1:10.000)
- ANEXO III - MAPA GEOLÓGICO
ÁREA DE RIO DO PEIXE (ESCALA 1:10.000)
- ANEXO IV - MAPA GEOLÓGICO
OCORRÊNCIA DE APATITA DE RIO DO PEIXE (ESCALA 1:400)
- ANEXO V - MAPA GEOLÓGICO
OCORRÊNCIA DE APATITA DE APOLINÁRIO (ESCALA 1:400)
- ANEXO VI - MAPA GEOLÓGICO
OCORRÊNCIA DE APATITA DE LAGOA DO MEL
(ESCALA 1:400)
- ANEXO VII - MAPA GEOLÓGICO
OCORRÊNCIA DE APATITA DE PEDRAS ALTAS
(ESCALA 1:1.000)
- ANEXO VIII - PERFIS CINTILOMÉTRICOS DE RIO DO PEIXE
ÁREA ENTRE AS OCORRÊNCIAS VI E VIII (ESCALA 1:1.000)

- ANEXO IX - AMOSTRAGEM GEOQUÍMICA PRELIMINAR E CINTILOMETRIA
ÁREA ENTRE AS OCORRÊNCIAS VI E VII (ESCALA 1:1.000)
- ANEXO X - MAPA DE AMOSTRAS
RECONHECIMENTO GEOLÓGICO DE PARTE DAS QUADRÍCULAS
DE CAMPO FORMOSO, ITIÚBA, CALDEIRÃO GRANDE E
GAVIÃO (ESCALA 1:100.000)
- ANEXO XI - MAPA DE AMOSTRAS
ÁREA DE RIO DO PEIXE (ESCALA 1:10.000)
- ANEXO XII - MAPA DE AMOSTRAS
ÁREA DE PANELA - RETIRO (ESCALA 1:10.000)
- ANEXO XIII - MAPA GEOLÓGICO E CINTILOMÉTRICO
ÁREA DE RIO DO PEIXE (ESCALA 1:4.000)