

PROJETO APRAZÍVEL

PESQUISA DE COBRE

SÍNTESE DO RELATÓRIO FINAL DE PESQUISA

Geólogos: MÁRIO JORGE COSTA  
HELTON HELERY FALCÃO TORRES  
JOÃO DE CASTRO MASCARENHAS



REL 3469

Recife - Abril - 1978

## SUMÁRIO

	pg.
1 - INTRODUÇÃO .....	01
2 - GEOLOGIA REGIONAL .....	02
3 - GEOLOGIA LOCAL .....	04
3.1 - Formação Parapuí .....	04
3.1.1 - Rochas Efusivas .....	04
3.1.2 - Rochas Piroclásticas .....	08
3.1.3 - Sequência Carbonatada, .....	11
3.1.4 - Rochas Subvulcânicas .....	13
3.1.5 - Rochas Intrusivas .....	15
3.2 - Modelo Geológico Ambiental da Formação Parapuí .....	16
4 - SISTEMÁTICA DA PESQUISA E AMBIÊNCIAS PESQUISADAS ...	21
4.1 - Fase I .....	21
4.1.1 - Derrames Andesíticos .....	22
4.1.2 - Brechas Dioríticas .....	22
4.1.3 - Complexo Vulcânico-sedimentar .....	23
4.2 - Fase II .....	25
4.2.1 - Sequência vulcânica-sedimentar .....	26
4.2.2 - Brechas Dioríticas .....	28
4.2.3 - Derrames Andesíticos .....	30
5 - TRABALHOS REALIZADOS .....	31
5.1 - Levantamento Topográfico .....	31
5.2 - Levantamento geológico .....	31
5.3 - Geoquímica .....	32
5.3.1 - Introdução .....	32
5.3.2 - Prospecção geoquímica sistemática ....	32
5.3.2.1 - Amostragem .....	32
5.3.2.2 - Análises .....	33
5.3.2.3 - Tratamento dos Dados .....	33
5.4 - Prospecção Geofísica .....	34

5.4.1 - Magnetometria .....	34
5.4.2 - V.L.F. ....	35
5.4.3 - TURAN .....	36
5.5 - Sondagem .....	37
5.6 - Amostragem e Análises .....	38
5.7 - Dados Físicos de Produção .....	39
6 - RESULTADOS OBTIDOS .....	41
6.1 - Ambiência vulcano-sedimentar .....	41
6.2 - Brechas Dioríticas .....	44
6.3 - Subárea III - Fazenda Nova .....	45
6.4 - Subárea IV - Fazenda Campina .....	45
7 - CONCLUSÕES .....	46
8 - BIBLIOGRAFIA .....	49

## PROJETO APRAZÍVEL

### SÍNTESE DO RELATÓRIO FINAL DE PESQUISA

#### 1 - INTRODUÇÃO

A seleção das áreas requeridas para a pesquisa totalizando 2.160 ha; fundamentou-se no mapeamento geológico básico, na escala 1:100.000 desenvolvido em 1972/73 pela CPRM (Projeto Jaibaras) dentro do convênio DNPM/CPRM, na região no roeste do Estado do Ceará, onde identificou-se vários indícios de mineralização de cobre associados ao vulcanismo basaltó-andesítico e rochas correlatas descritas por Costa et alii, 1973, como pertencentes a Formação Parapuí do Grupo Jaibaras, de idade Cambro-ordoviciana.

Os trabalhos de pesquisa tiveram curso entre abril/74 a maio/77, e desenvolveram-se basicamente conforme o Plano Único de Pesquisa apresentado ao DNPM tendo-se introduzido algumas modificações ditadas por necessidades técnicas, conforme Relatório Preliminar de Pesquisa, já submetido ao DNPM.

Os Pedidos de Pesquisa objetos deste relatório receberam as seguintes referências:

DNPM	ALVARÁ	DATA DE PUBLICAÇÃO	PEDIDO
824.071/72	419	26.03.74	Cobre
824.072/72	377	21.03.74	Cobre
803.765/75	2385/76	26.11.76	Zinco

Foi solicitada ao DNPM renovação dos dois primeiros Alvarás, nos prazos legais, aguardando-se a publicação dos Alvarás de Renovação para proceder-se a entrega do Relatório Final da Pesquisa.

As áreas pesquisadas situam-se acerca de 5 km ao sul do lugarejo Aprazível, Distrito, Município e Comarca de

Sobral, Estado do Ceará, o qual encontra-se a altura do km 248 da BR-222, rodovia pavimentada, e dista 24 km de Sobral e 248 km de Fortaleza pela mesma rodovia (vide mapa de localização, fig. I).

Topograficamente são caracterizadas por morfologia sub-aplainada, destacando-se apenas o serrote do Paissandu, proeminente elevação de forma semi-lunar e que corresponde a um corpo de riolito, em contraste com a paisagem monótona das áreas de efusivas básicas e intermediárias e rochas sedimentares.

As áreas requeridas situam-se na bacia hidrográfica do rio Jaibaras, afluente do rio Acarau, região de clima extremamente quente e seco com a estação chuvosa restrita aos meses de janeiro a maio. Apenas nas áreas de rochas básicas e intermediárias desenvolve-se espesso solo argiloso, residual, em contraste com os solos delgados e arenosos na área de domínio das demais litologias.

## 2 - GEOLOGIA REGIONAL

Conforme anteriormente mencionado, a região foi objeto de trabalhos de mapeamento geológico básico, na escala 1:100.000 executados pelo Projeto Jaibaras (Convênio - DNPM/CPRM). Adotamos aqui a coluna geológica sumarizada, descrita por Costa, J. M. et alii no Relatório Final daquele Projeto, descrevendo sumariamente apenas o Grupo Jaibaras, no domínio do qual desenvolveu-se o programa de pesquisa.

Grupo Jaibaras - corresponde a uma sequência com pelo menos 3.000 metros de espessura depositada exclusivamente em fossas tectônicas do tipo graben de idade Cambro-ordovicianas. Inclui quatro formações, a saber, da base para o topo:

Formação Massapê - constituída por conglomerados po-

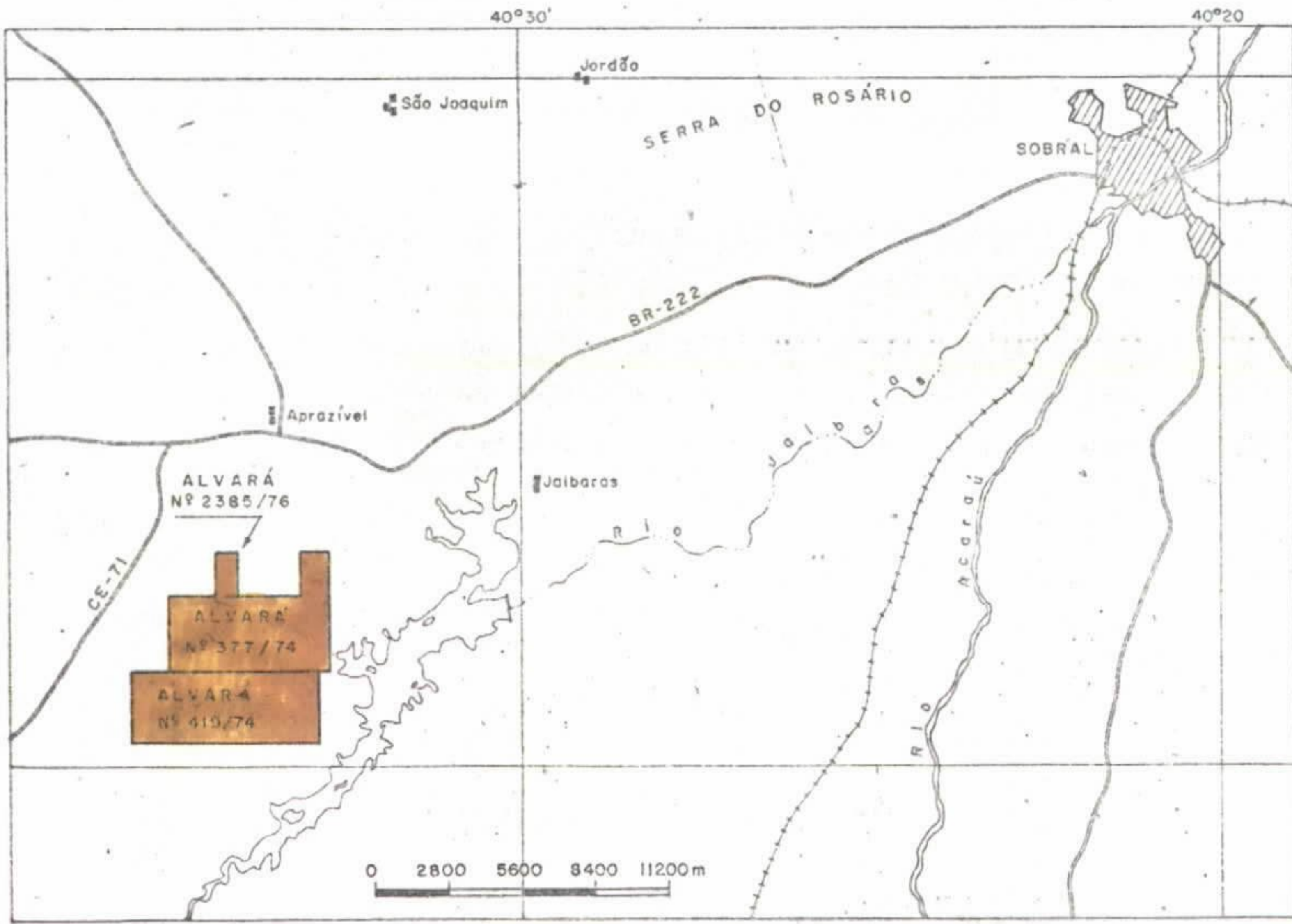


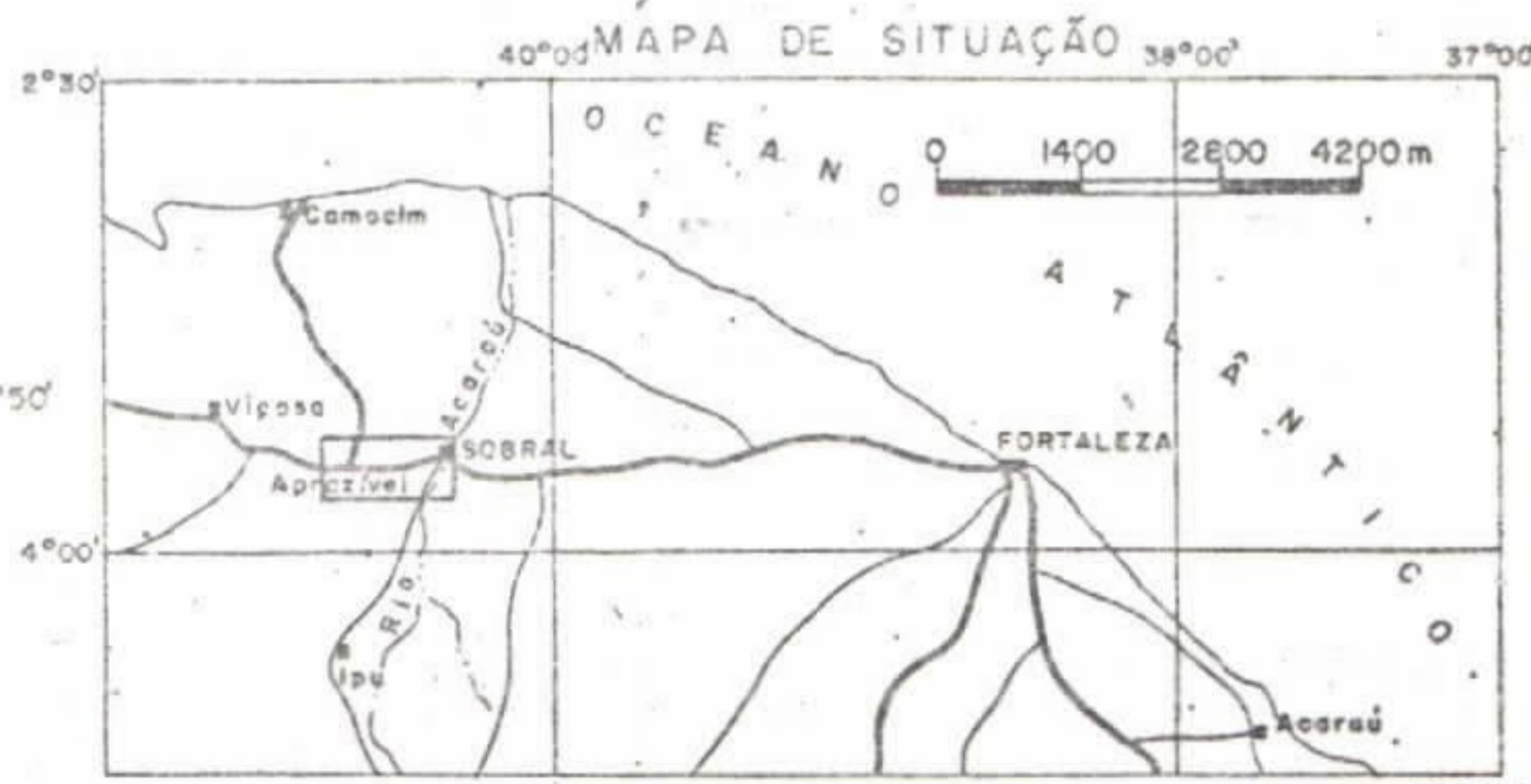
FIG. - 1



Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais-CPRM  
 SUPERINTENDÊNCIA DE RECURSOS MINERAIS  
 SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE RECIFE  
 PROJETO APRAZÍVEL

MAPA DE LOCALIZAÇÃO

ESCALA	ALVARÁS	F. O N T E
	377/74	FOLHAS SA.24-Y-C-VI
	419/74	E SA.24-X-D-IX
	2385/76	ESCALA 1:280.000, 1972
		DO SERVIÇO GEOGRÁFICO DO EXÉRCITO



DES M A

limíticos, brechóides, com matriz areno-arcoseana de caráter molassóide.

Formação Pacujá - constitui uma associação de arenitos líticos e arcoseanos, folhelhos vermelhos micáceos, grau vacas, calcários laminados e lentes conglomeráticas. Juntamente com a formação sotoposta representa uma típica molassa, característica do Grupo.

#### Discordância

Formação Parapuí - corresponde a uma complexa associação de rochas vulcânicas incluindo basaltos, andesitos, dacitos e riolitos em parte espilitizados e queratofirizados além de termos subvulcânicos representados por diques e soleiras de dioritos e gabros.

#### Discordância

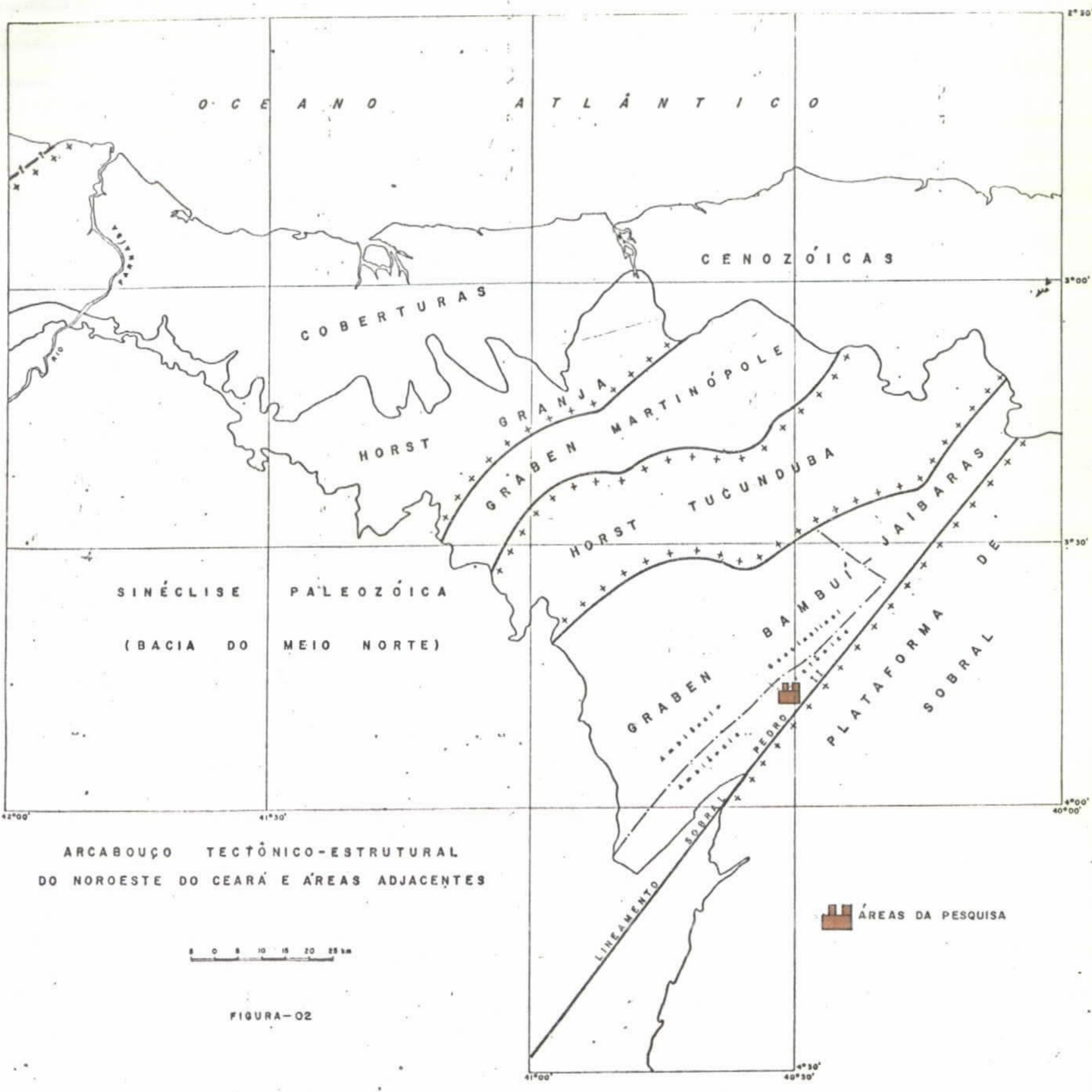
Formação Aprazível - são ortoconglomerados grosseiros, polimíticos, mal classificados, associados em linhas de falha e paleo-escarpas.

O Grupo Jaibaras é coberto em discordância erosiva e angular pelos arenitos e conglomerados da Formação Serra Grande, do Siluriano Superior/Devoniano Inferior.

Do ponto de vista tectônico, o segmento noroeste do Estado do Ceará onde situa-se as áreas pesquisadas, estrutura-se em "horsts" e "grabens", orientados segundo NE-SW, denunciando grande mobilidade tectônica da região, no Proterozóico e no Paleozóico inferior (Costa et alii, op. cit.).

O Grupo Jaibaras, aparece no denominado "graben" Bambuí-Jaibaras, o qual é limitado a NW pelo "horst" de Tucunduba e a SE pelo lineamento Sobral-Pedro II, que o separa da denominada "plataforma de Sobral", (Fig. 2) ambas, entidades

PROJETO JAIBARAS





constituídas por rochas de idade pré-Cambriana.

### 3 - GEOLOGIA LOCAL

As áreas requeridas situam-se integralmente no Graben Jaibaras, e inclui exclusivamente rochas do Grupo Jaibaras (no sentido de Costa et alii, 1973).

Destas, destaca-se sobremaneira a Formação Parapuí, unidade de filiação vulcânica-sedimentar portadora das mineralizações sulfetadas, objetivos do Projeto Aprazível, descrita a seguir.

#### 3.1 - Formação Parapuí

Corresponde a uma complexa "suite" de rochas vulcânicas, incluindo extensos derrames de lavas, elementos piroclásticos, termos intrusivos e subvulcânicos, as vezes intertrapeados com rochas sedimentares carbonáticas com fases clásticas e pelíticas de filiação vulcânica, a maioria de ambiência subaquática.

Petrologicamente, segundo Costa et alii (op. cit.), a Formação Parapuí constitui uma típica "Província Petrográfica", apresentando variações contínuas na sua composição, desde o polo mais básico, representado por basaltos, até o polo mais ácido, representado por riolitos, com amplo desenvolvimento de uma associação de tipo espilito-queratófiro. Do ponto de vista tectônico, o vulcanismo Parapuí poderia ser considerado como o tipo tardi-tectônico (ou pós) em meio cratonizado, segundo a classificação de Bretizel e Foglierini (1971).

Passaremos a descrever em seguida os tipos petrográficos julgadas importantes, e, quando necessário, conceituá-los do ponto de vista ambiental.

##### 3.1.1 - Rochas Efusivas

a) Andesitos e Basaltos - São as efusivas de maior expressão em termos de volume e de área, dificilmente separáveis em mapas, notando-se porém ampla dominância dos primeiros sobre os segundos. Ocorrem principalmente na porção norte e sul da Fazenda Paissandu e na Fazenda Nova.

Os derrames da Fazenda Nova, constituídos quase exclusivamente por andesitos com gradações locais para dacitos, são policíclicos, subaéreos e recobrem uma paleo-superfície de erosão da Formação Pacujá. Tem coloração pardo-avermelhada a cinza esverdeada, granulação fina a média, raramente grosseira. O tipo mais comum é um andesito amigdalóide de textura afanítica e cor escura, destacando-se ripas de plagioclásio esbranquiçadas ou róseas, e amígdalas de até 2 cm de diâmetro, preenchidas por clorita, epidoto, calcita e/ou quartzo. Ao microscópio exibem textura intersetal a pilótica e a matriz é constituída por anfibólio, em geral de cristalização incipiente, e/ou clorita, opacos e material desvitrificado. Nas fácies espilitizadas o plagioclásio é do tipo albita (4-8% An), podendo apresentar-se turvos e avermelhados devido a uma argilização incipiente.

As fácies amigdalóides gradam para andesitos com textura maciça e que correspondem as partes interiores dos derrames, mantendo porém, as mesmas características mineralógicas.

Em quaisquer dos tipos, podem ser encontrados pintas disseminadas e "veinlets" de sulfetos, em geral pirita e mais raramente calcopirita, associados a fase de cloritização e carbonatação das amígdalas ou a veios e filonetos de calcita.

Importante salientar, especialmente na região da Fazenda Nova, a superimposição de intensa atividade deutérica hidrotermal, com fases de cloritização, epidotização, carbonatação e silicificação, formando uma assembléia do tipo propilítico, dando lugar a substituição, em alguns casos integral, da mineralogia das rochas, resultando em típicos hidrotermalitos no sentido de Fonteilles (1968).

Na Fazenda Paissandu, especialmente a norte do serrote homônimo, os andesitos-basaltos também ocorrem com características semelhantes as descritas. Ocasionalmente exibem fraco metamorfismo e diferenciações de caráter diabasóide. Aparecem intertrapeados com outras rochas vulcânicas, tufo e material sedimentar, apresentando-se ora com textura maciça, compacta, ora com textura amigdaloidal. Saliente-se que a caracterização do referido intertrapeamento, revelando nesta área uma típica associação vulcânica-sedimentar, somente foi realizada, após a efetivação das sondagens estratigráficas e dos furos mais recentes. Neste sentido, ressalte-se a revelação, através dos furos de sondagem, em diversos níveis, de lavas de cor verde escura a preta, totalmente cloritizadas, exibindo típicas texturas auto-brecciadas, no sentido de Tanimura et alii, 1974, indicativas de vários ciclos de resfriamento em ambiência submarina rasa. Estas rochas, comumente apresentam aglomerados de pirita fina, dispersos, ou sob forma de finíssimos cordões.

b) Riolitos - Tratam-se dos termos ácidos mais evoluídos do vulcanismo Parapuí, e nas áreas pesquisadas, constituem o Serrote do Paissandu, situado na fazenda homônima. Morfologicamente apresentam-se como um corpo de aspecto semi-lunar com a porção côncava voltada para nordeste, lembran

do restos de um antigo aparelho vulcânico do tipo caldeira. Corresponderia a fase final das atividades vulcânicas, de acordo com o conceito clássico da evolução de um vulcanismo diferenciado.

Suas linhas de contato, são bem marcadas, em função de constituírem um ressalto topográfico que se evidencia facilmente. Condicionam a formação de um solo delgado, relativamente pouco argiloso, onde encontram-se grande número de blocos dispersos, de tamanhos variados e pouco intemperizados. Apresentam uma coloração rósea a cinza parda, textura porfirítica, destacando-se fenocristais milimétricos subarredondados e arredondados de quartzo e de feldspato róseo, imersos em uma matriz clara a rósea-acinzentada, que ao microscópio mostra-se como uma mesóstase felsítica, constituída principalmente de metal desvitrificado argiláceo, quartzo e limonita. Em algumas amostras, evidenciou-se fases de queratofirização, manifestada pela albitização parcial dos feldspatos alcalinos, resultando nestes tipos, uma associação mineralógica à ortoclásio-sanidina-albita-epidoto. Interessante é a ampla presença de óxidos de ferro, em geral sob a forma de hematita e mais raramente magnetita, em alguns intervalos desta rocha, com especialidade na sua porção sul (furos 3SB-16-CE e 3SB-14-CE). Alguns desses segmentos, chegam a ter mais de 30.00 m de espessura, com percentagem deste mineral da ordem de 2-5%. Em certos trechos de até 0.10 m - 0.15 m, ocorre hematita maciça, ou as vezes, constituindo a matriz de material brechóide, cujas peças são de riolitos ou fragmentos de feldspato. Entretanto, a maior parte da aquele mineral ocorre de modo disseminado, às vezes associado a vacuolos preenchidos por carbonato e/ou epidoto, e em fra

turas, também preenchidas com carbonatos. Apesar dos riolitos não se apresentarem, em geral, muito piritosos, parece existir algum relacionamento entre os sulfetos e a hematita, de modo que, nos intervalos onde é frequente a presença de óxido de ferro aumenta o teor em pirita. Importante também foi a determinação de "traços" de sílica criptocristalina sob a forma de calcedônia em uma das zonas fortemente ferruginosas, acenando com possibilidades da presença de um nível tipo "chert iron formation", porém não confirmada até o final dos trabalhos de sondagem.

Na parte norte do Serrote Paissandu e em alguns furos de sonda que penetraram estas rochas, como nos furos 3SB-07-CE e 3SB-16-CE observa-se evidências de estruturas de fluxo. Tal fato, aliado ao aparecimento de riolitos em diversos níveis, inclusive intertrapeados com brechas, tufo vulcânico e sedimentos vulcanogênicos, indica que o Serrote do Paissandu, que parece suportar a porção mais superior, conservada, do edifício vulcânico principal, é formado por sucessivos derrames de lavas riolíticas, separadas ocasionalmente por eventos explosivos e sedimentos de filiação vulcânica. Alguns desses derrames, conforme evidenciado em lâminas delgadas pela queratofirização dos feldspatos alcalinos, são de ambiência submarinha.

### 3.1.2 - Rochas Piroclásticas

Estão incluídas neste grupo, as brechas, tufo de lapilli e tufo vulcânico "sensu lato" geralmente mal expostos, com raros afloramentos, aparecendo apenas um ou outro bloco rolado nas áreas de ocorrência.

Um melhor conhecimento destas rochas só foi possível após os furos de sondagem. Foram penetrados por quase todos os furos efetuados na Fazenda Paissandu, ocorrendo também nas Fazendas Nova e Urubu. Com base na classificação proposta por Fischer (1966), (in Sangster e Scott (1976), para rochas piroclásticas, e em função da basicidade das rochas afetadas, adotou-se para efeito de sistematização dos trabalhos do Projeto Aprazível, uma classificação em 5 (cinco) tipos, englobando todas as variedades de rochas piroclásticas ocorrentes nas áreas da pesquisa, a saber: brechas e tufo de lapilli de natureza básica; brechas e tufo de lapilli de natureza ácida; brechas vulcânicas com matriz carbonática; tufo ácido e tufo básico. Nas Fazendas Nova e Urubu foram determinados apenas os dois primeiros tipos, enquanto que, na Fazenda Paissandu todos estão presentes.

a) Brechas e Tufo de lapilli de natureza básica -

Apresentam tonalidades cinza a esverdeadas e são constituídas por fragmentos subangulosos e angulosos, e lapillis de rochas vulcânicas (espilitos, andesitos-basaltos, dacitões, etc.), podendo conter também fragmentos de material sedimentar (calcários sílticos, siltitos e grauvacas) dispersos numa matriz afanítica, constituída maiormente por clorita e material desvitrificado. Apresentam vênulas e filonetes carbonáticos ou silicosos e comumente mostram pirita finamente disseminada na matriz e auréolas piritosas submilimétricas envolvendo completamente os fragmentos das rochas, o que sugere uma ambiência de deposição subaquática para estes tipos de rocha. Por sua vez, o caráter anguloso dos blocos de vulcânicas indica a interveniência de fases explosivas na evolução do vulcanismo.

b) Brechas e Tufos de lapilli de natureza ácida -

São encontrados especialmente na Fazenda Paissandu, sob forma de blocos rolados ou nos furos de sonda executados sobre ou próximo ao riolito que constitui o Serrote do Paissandu. Além daí, apenas na Fazenda Urubu foram também determinadas pelo mapeamento geológico. Apresentam cores claras, com tonalidades róseas, e são constituídas por fragmentos e lapillis de riolitos, material sedimentar de caráter silteso e grauvasas vulcânicas, podendo aparecer ocasionalmente "peças" de vulcânicas de natureza básica. Em geral a matriz é silicosa, com alguma clorita e/ou material carbonático. Especialmente nos furos 3SB-14-CE e 3SB-16-CE, sito, a sul do Serrote do Paissandu, estas rochas mostram forte percentual de hematita, sob forma de veios (as vezes associada a carbonatos) ou mesmo chegando a fazer parte da matriz, associada a sílica e a calcita. Normalmente estas rochas de tendência ácida não são muito sulfetadas, com exceção de algumas intersecções com mais de 80.00 m de espessura dos furos 3SB-14-CE e 3SB-16-CE. Também, como as brechas básicas, ocorrem intertrapeadas com outras vulcânicas (riolitos, traquitos, andesitos, etc.), aparecendo em diversos níveis, indicando sucessivas fases explosivas durante o desenvolvimento da fase félsica do vulcanismo.

c) Brechas Vulcânicas com matriz carbonática -

Diferem das brechas e tufos básicos simplesmente pela maior percentagem de carbonatos na matriz. Ocorrem apenas na Fazenda Paissandu, tendo sido penetrados por diversos furos de sonda.

#### d) Tufos (ácidos e básicos)

São encontrados associados as rochas vulcânicas e brechas em geral, somente na Fazenda Paissandu. Os tufos ácidos são rochas de aspecto silicoso, escoriáceo, granulação afanítica, de coloração rósea a acinzentada clara. São constituídos essencialmente por quartzo, plagioclásio e clorita, em forma de pequenos cristais ou lamelas. Como acessórios ocorrem a muscovita, alguma fluorita, carbonatos e epidoto. Em alguns locais podem ser identificados raros fragmentos de feldspato, as vezes sob forma de pequeníssimas ripas. Os tufos básicos são rochas de coloração cinza escura a marrom acinzentada, constituídas essencialmente por plagioclásio, clorita, material desvitrificado e muscovita. Em algumas lâminas foram encontrados restos de piroxênio, apatita e opacos. Como os tufos de natureza ácida, são também pouco sulfetados, e só ocasionalmente foi verificada a presença de pirita, quase sempre disseminada. Também não é incomum a presença de vesículas, em quaisquer dos tipos, preenchidas por carbonatos e/ou clorita-epidoto, as vezes com pirita associada.

#### 3.1.3 - Sequência Carbonatada s.l.

Esta unidade ocorre exclusivamente na área a norte do Serrote do Paissandu, onde o solo residual espesso, restringe suas exposições a pequenos e raros afloramentos. Conforme foi constatado no mapeamento geológico, e posteriormente corroborado pela sondagem, esta sequência inclui, calcários impuros, por vezes carbonosos, siltitos calcíferos e grauvacas vulcânicas, intertrapeados com tufos, brechas e la



vas vulcânicas auto-brechadas, em geral do tipo basalto-andesito, espilitizadas, constituindo uma típica sequência vulcânica-sedimentar submarinha. Todo esse conjunto mergulha para NE ou ENE com valores que variam de sub-horizontal a  $50^{\circ}$ , predominando mergulhos entre  $20^{\circ}$  e  $30^{\circ}$ . Dominam no conjunto, as litologias descritas a seguir:

a) Calcários sílticos - Apresentam cores cinza escura até rósea-acinzentada, granulação fina, finamente aleitados (leitos com espessura variando de 2 mm a 10 mm), com leitos de cor clara a levemente acinzentada constituídos essencialmente por calcita, e leitos de cor escura a cinzenta formados por material síltico a argiloso. Localmente apresentam estruturas convolutas, as vezes com micro-falhas associadas, evidenciando deformações penecontemporâneas. Interessante salientar, a aparência destas estruturas complexas, pelo menos em alguns locais, com colônias de algas (biohermas).

Formas organizadas provavelmente relacionadas a estruturas orgânicas foram observados ao microscópio (Amostra 2138-HT-438).

Quase sempre, os calcários sílticos contêm sulfetos, essencialmente pirita, e muito raramente calcopirita, de granulação muito fina, disseminados aleatoriamente, ou formando lentes milimétricas a submilimétricas, perfeitamente concordantes com o acamamento. Os siltitos e as grauvacas são geralmente muito menos sulfetados, com raras exceções, especialmente no furo 3SB-07-CE. Importante também, é a presença de fluorita, associada a veios milimétricos de carbonatos, cortando multidirecionalmente os calcários impuros. Entretanto, em apenas dois furos 3SB-10-CE e

3SB-12-CE, forma aglomerados facilmente observáveis.

b) Siltitos s.l.. - Apresentam tonalidades cinzentas a esverdeadas, as vezes róseas, e são em geral compactos a levemente laminados. Podem incluir leitos de sedimentos grauváquicos, exibindo conspícuo acamamento gradacional e frações variáveis de material carbonático. Quase sempre, estas rochas são amplamente cloritizadas e/ou argilizadas assumindo a aparência de verdadeiros lamitos.

c) Grauvacas vulcânicas - São encontradas principalmente nas bordas (norte e sul) do riolito que constitui o Serrote do Paissandu. Foram determinadas somente após os furos de sondagem, ocorrendo com especialidade nos furos 3SB-07-CE, 3SB-14-CE e 3SB-16-CE. Aparecem intertrapeadas com riolitos, brechas e riolitos brechados, atingindo as vezes espessuras consideráveis. Tratam-se de rochas de tonalidades rósea algo avermelhada, variando até colorações acinzentadas. Em geral apresentam leve acamamento, com mergulhos bastante variáveis, e são constituídos por fragmentos pouco selecionados e imaturos de riolito e mais raramente tufos vulcânicos de natureza ácida e andesitos-basaltos imersos em uma matriz areno-arcoseana.

#### 3.1.4 - Rochas Subvulcânicas

Acham-se representadas especialmente por micro-dioritos e micro-sienitos. Durante o mapeamento, estas rochas não foram descritas, tendo sido determinadas apenas após a sondagem.

a) Micro-dioritos - Ocorrem na Fazenda Urubu, e foram penetrados pelos furos 3SB-17-CE, 3SB-29-CE e 3SB-30-CE. Aparecem como corpos individualizados, ou como diferenciações de dioritos "sensu strictu", provavelmente sob forma de massas tabulares, as vezes concordantes e subconcordantes com as vulcânicas, como no furo 3SB-17-CE. São fortemente condicionadas pelo falhamento Café - Ipueiras, e demais falhas associadas.

Do ponto de vista petrográfico são rochas de granulação fina, de coloração cinza escura e esverdeada, constituídas essencialmente por plagioclásio, clorita, anfibólio (?), epidoto secundário e biotita. Algumas vezes, exibem estruturas de fluxo, retratada no arranjo planar das palhetas de biotita. Em determinados locais, exhibe um material desvitrificado, formando uma substância argilácea, impregnada por micro-grãos de opacos. Em geral, são extremamente pobres em sulfetos, mostrando porém, fortes concentrações de pequenas palhetas de specularita. Não é incomum a presença de vacuolos mormente de epidoto-clorita, as vezes com specularita associada.

b) Micro-sienitos - Aparecem ao sul do Serrote do Paissandu, e foram descritos apenas no furo 3SB-16-CE, intertrapeados concordantemente com riolitos, traqui-andesitos e grauvacas vulcânicas. Tratam-se de rochas de coloração rósea clara a levemente acinzentada, granulação fina a média, constituídos por microclina, plagioclásio, algum quartzo, epidoto e clorita. Em alguns intervalos apresentam-se fortemente fraturados, com fraturas preenchidas por clorita-epidoto, e carbonatos, quase sempre com hematita e specularita associada.

da. Podem conter pirita, ora disseminada ou em fraturas, e mesmo, mais raramente, em vacúolos, em geral preenchidos por epidoto-clorita e carbonatos (calcita, principalmente).

### 3.1.5 - Rochas Intrusivas

São representadas por dioritos e por dois corpos de sienito, situados na Fazenda Campina.

a) Dioritos - Estão presentes nas Fazendas Urubu (principalmente), Campina e parte centro-oeste da Fazenda Paissandu, onde formam corpos, em geral alongados, "encaixados" em rochas vulcânicas ou nos sedimentos da Formação Pacujá. Apenas na ocorrência da Fazenda Paissandu, a morfologia destas rochas apresenta-se diferente, parecendo constituir um "stock", posicionado no contato andesitos-arenitos. Praticamente inexistem afloramentos de dioritos, de modo que, são caracterizados em superfície por um solo argiloso espesso, cinza-escuro a preto, onde encontram-se blocos dispersos parcialmente intemperizados. Na Fazenda Urubu, estes corpos acham-se seccionados pela falha Café-Ipueiras e estruturas subsidiárias, resultando no desenvolvimento de brechas cimentadas por carbonatos, sílica e epidoto, em cujos blocos, especialmente próximo as zonas de cisalhamento, podem ser encontradas impregnações de malaquita e relictos de calcopirita. Os dioritos possuem cor escura, granulação variando de média a grossa, compacta, as vezes ligeiramente metamorfisados. Frequentemente encontram-se cortados por finos veios de epidoto, calcita ou clorita. Ao microscópio, aparece constituída por plagioclásio ripiforme com inclusão de grãos de epidoto. O epidoto aparece sob forma de cristais irregulares e/ou constituindo aglomerados.

b) Sienitos - Foram determinados durante o mapeamento geológico, e tratam-se de dois corpos alongados na direção NE-SW, sito na Fazenda Campina. Condiciona a formação de um solo argiloso de cor creme a ligeiramente acinzentada e vegetação rala e rasteira, encontrando-se "encaixados" parcialmente nos arenitos da Formação Pacujá e em dioritos. Exibem uma coloração rósea, textura média a grosseira, onde destacam-se cristais de feldspato de cor rósea a creme e ripas de anfíbólio e/ou epidoto cloritizado. Em secção delgada mostram textura granular hipidiomórfica, constituída quase exclusivamente de microclina tipo peritítica. Associado a ela, observam-se alguns cristais geminados de plagioclásio, e, em quantidade secundária ocorre epidoto, clorita e anfibólio.

### 3.2 - Modelo Geológico Ambiental da Formação Parapuí

Em se tratando de um programa de pesquisa conduzido em área com poucas evidências diretas de mineralização e por conseguinte, fundamentalmente baseado em indícios indiretos e argumentos conceituais, tornou-se mandatório o estabelecimento de um modelo do tipo processo-resposta, Pretorius (1966), permitindo que, a partir de ambiências indicativas, com características comparáveis a outras conhecidas e portadoras de mineralização, derivem ambiências permissivas à acumulação de sulfetos, eleitas como "alvos" preferenciais do programa de pesquisa. No caso específico do Projeto. Aprazível, tal modelo sofreu contínuas modificações e ajustamentos ditados por evidências factuais observadas no decorrer das diversas etapas da pesquisa.

No quadro geotectônico evolutivo da região noroes

te do Estado do Ceará delineado por Costa et alii, op. cit. o vulcanismo Parapuí situa-se como um evento pós-orogênico, de natureza fissural, de ambiências submarinha e em parte, provavelmente subárea e de quimismo híbrido, coexistindo as séries toleítica e cálcio-álcalina's.s., no sentido de Kuno (1968).

Depósitos de sulfetos maciços (Cu-Zn-Pb) "vulcano gênicos", Sangster, (1972); Hutchinson, (1973); Sangster e Scott (op.cit.) ou "vulcânicos", Solomon (1976), independente da idade geológica da formação, estão geralmente associados ao vulcanismo inicial ou precoce das sequências eugeosinclinais. Não obstante, importantes mineralizações associam-se a complexos vulcânicos tardi-orogênicos, conforme enfatizado por Alsac (op.cit.), Bretizel e Foglierini (op.cit.). Com efeito, se bem que ainda persistam algumas dúvidas sobre a compartimentação espacial, e relações de consanguineidade, pertinentes as diversas litologias da Formação Parapuí nas áreas de pesquisa, parece-nos que, de maneira geral, seu comportamento se coaduna com os modelos clássicos de complexos vulcânicos-sedimentares, descritos na literatura mundial, bem como, com as idéias postuladas por Costa et alii (op.cit.). Assim sendo, ficou claramente evidenciada a presença de um vulcanismo diferenciado, que inicia-se por lavas básicas de composição basalto-andesíticas, intercaladas com termos de natureza explosiva, seguindo-se-lhes derrames de natureza dacítica e riolítica, com forte predominância destes últimos, também contendo elementos de filiação explosiva (brechas, tufos de lapilli, etc.). Frequentemente são encontradas fácies espilitizadas e queratofirizadas, caracterizadas pela predominância de tipos básicos, representados por basal

tos e andesitos totalmente espilitizados. Associado e as vezes intertrapeados com alguns destes tipos, aparecem sedimentos, muitos destes tipicamente de herança vulcanogênica (grauvacas vulcânicas, etc.), outros onde estas feições estão bastante atenuadas ou já inexistem (calcários sílticos), ou mesmo, cujo relacionamento com o processo vulcânico denuncia-se principalmente a partir de inferências geológicas (siltitos, siltitos calcíferos, algumas grauvacas, etc.). Como eventos principais, após o vulcanismo S.S., posterior ou mesmo contemporâneo à sedimentação vulcanogênica, aparecem rochas de caráter intrusivo ou subvulcânico, representados por dioritos, micro-dioritos, etc., as vezes em forma de "stocks" ou corpos tabulares. Todo esse conjunto foi afetado por forte alteração hidrotermal deutérica ou autometamórfica, representada, por fases de cloritização, epidotização, silicificação e carbonatação, chegando a produzir tipos onde a mineralogia original foi totalmente modificada, tais como os hidrotermalitos, descritos nas Fazendas Paissandu e Nova.

Quanto as relações espaciais entre as diferentes ambiências determinadas nas áreas de pesquisa parece existir certa similaridade, com algumas restrições, entre o modelo encontrado e aqueles descritos por Ridler, 1973 e especialmente por Bretizel e Foglierini (op.cit.), para complexos vulcânicos-sedimentares. Com efeito, é possível identificar-se com certa margem de segurança as seguintes zonas daqueles autores, (vide Fig. 3).

ZONA I - Compreende um sítio de acumulação de rochas vulcânicas, criando um relevo. É constituído por sucessivas "camadas" de rochas extrusivas, com rochas máficas na base evoluindo para termos félsicos na parte média e supe -

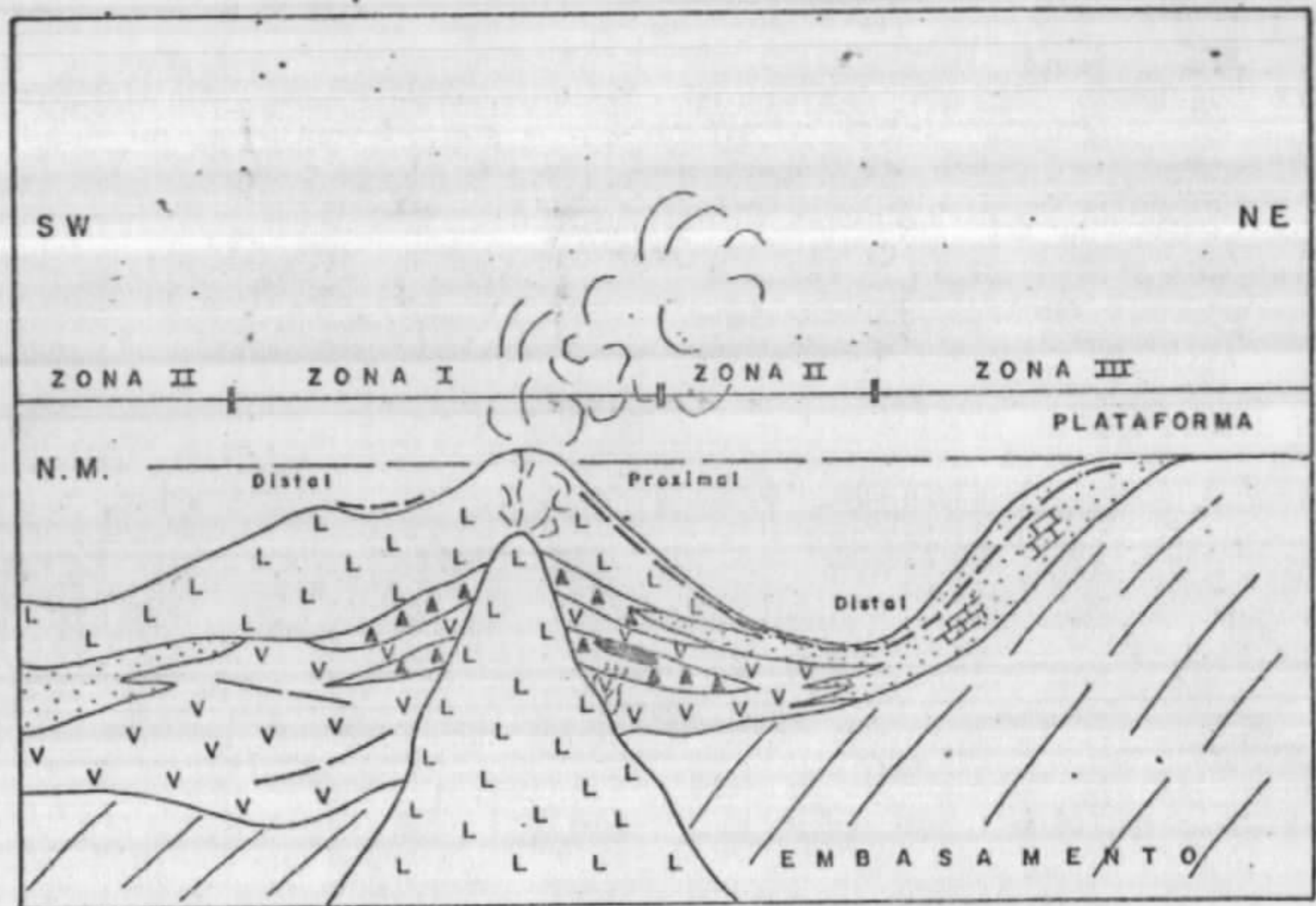
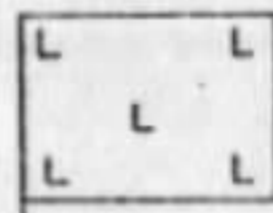
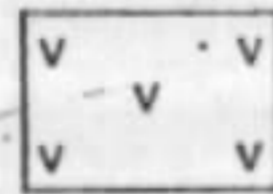


FIG.03 — Secção esquemática de um complexo vulcânico sedimentar do tipo Serrote Paissandu. (Adaptado dos modelos de Hutchinson et al, 1971, Ridler, 1973 e Bretizel e Foglierini, 1971).

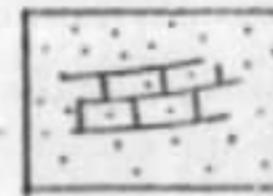
L E G E N D A



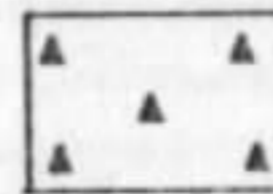
Vulcânicos Félsicas



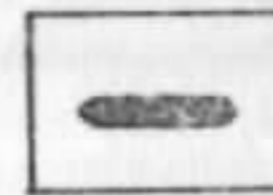
Vulcânicos Máficas



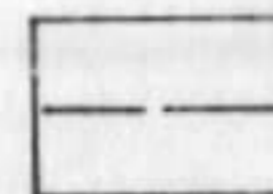
Sedimentos



Piroclastos



Sulfeto Maciço



Depósitos Exalativos



Fumarolas - Zonas de minério tipo Stringer



rior, envolvidas por um cortejo de formações piroclásticas, formando como que o principal "cone" de atividade vulcânica. Muito provavelmente, a região do Serrote do Paissandu e áreas contíguas, corresponde a esta faixa, haja vista a íntima associação entre as litologias e fácies aí encontradas e aquelas descritas pelos autores mencionados.

ZONA II - É constituída por produtos vulcânicos retrabalhados, provenientes do desmantelamento pela erosão do relevo da Zona I, tendo uma natureza essencialmente detritica. As litologias dominantes são grauvacas de origem vulcânica, tufos estratificados e "xistos" tufáceos. Grauvacas e siltitos com frações grauváquicas e arcoseanas, lamitos (tufos estratificados?), etc., aparecem envolvendo a distâncias variáveis (ou mesmo intercalados com rochas da Zona I), os riolitos do Serrote do Paissandu.

ZONA III - Trata-se da zona de depósitos sedimentares "sensu strictu", na qual os elementos clásticos de origem vulcânica, ou que melhor guardam as características desta filiação, são raros, aparecendo então sedimentos químicos (calcários, evaporitos, etc.), siltitos, etc., geralmente piritosos prováveis correspondentes dos "exalitos", no conceito de Ridler, (1971 b), in Sangster, (op.cit.). Estas camadas aparecem nos mapas e são descritas como Sequência Carbonatada s.l., sito a norte do Serrote do Paissandu.

O deslocamento eventual do centro da Zona I, aliada a interveniência de fases vulcânicas e explosivas com sedimentação correlata, ocasionou o intertrapeamento de rochas das 3 (três) zonas, com especialidade a norte dos riolitos da Fazenda Paissandu.

Analogicamente observa-se grande semelhança entre o esquema descrito acima e aquele postulado por Sangster e Scott (op.cit.), segundo o qual sedimentos do tipo grauvacas são normalmente encontrados como envoltórios dos "edifícios" vulcânicos, originando-se pelo menos parcialmente do desmantelamento dos mesmos. Em alguns casos, a sedimentação seria contemporânea da fase final do vulcanismo, e, através de re-trabalhamento, as rochas vulcânicas poderiam gradar, lateral e verticalmente, a grauvacas contendo quantidades variáveis de componentes vulcânicos, chegando finalmente a "verdadeiros" sedimentos nos quais a quantidade de material vulcânico é mínima ou mesmo ausente, o que coincide com as características gerais da fração sedimentar da Formação Parapuí. De fato, observa-se nesta área que as grauvacas aparecem como que envolvendo o "pile" vulcânico que culmina com o riolito do Serrote do Paissandu, e, na proporção em que se afasta do mesmo, aumenta gradualmente o grau de maturidade e trabalho do material, culminando com siltitos com intercalação de níveis grauváquicos as vezes arcoseanos, em geral com peças relativamente bem selecionadas, até os siltitos "sensu strictu" ou lamitos, aparentemente sem nenhuma herança vulcânica. A formação de bacias com condições ambientais favoráveis, permitiu a precipitação de calcários, em geral impuros, ou os siltitos com forte participação de carbonatos.

#### 4 - SISTEMÁTICA DA PESQUISA E AMBIÊNCIAS PESQUISADAS

Os trabalhos de pesquisa foram empreendidos em duas fases distintas, em vista da impossibilidade de um parecer conclusivo ao término da primeira.

##### 4.1 - Fase I

A primeira fase consubstanciada no Relatório Preliminar de Pesquisa, foi desenvolvida obedecendo a seguinte sistemática:

1 - Abertura de picadas com espaçamento de 100 metros e piquetagem de 50 m em 50 m.

2 - Mapeamento geológico na escala 1:10.000 e posteriormente na escala 1:5.000.

3 - Prospeção geoquímica com malha de 100 m x 50 m, nas áreas de ocorrência da Formação Parapuí.

4 - Sondagem preliminar de caráter estratigráfico, com análises químicas de testemunhos.

5 - Prospeção geofísica através de magnetometria e VLF. Alguns segmentos das áreas foram posteriormente detalhados com VLF.

Após a conclusão desta etapa, conseguiu-se delimitar e avaliar em caráter preliminar 3 (três) ambiências potencialmente mineralizadas, ou que reuniam, do ponto de vista conceitual, circunstâncias mineralizantes, todas relacionadas à Formação Parapuí, justificando o prosseguimento da pesquisa.

#### 4.1.1 - Derrames Andesíticos

Corresponde as áreas recobertas pelos derrames andesíticos-basálticos encontrados especialmente na Fazenda Nova. As mineralizações cupríferas foram observadas em blocos de andesito amigdaloidal espilitizados, sob a forma de "shows" de malaquita, abrangendo uma área de cerca de 2 ha. Esta mineralização superficial corresponde a uma anomalia geoquímica de cobre bem delineada. Uma trincheira aberta no local e posteriormente 04 (quatro) furos de sonda, 3 (três) deles sobre os picos da zona anômala, atravessaram toda a sequência vulcânica, relevando a inexistência de corpos sulfetados, relacionáveis às anomalias geoquímicas. Apenas "traços" de pirita e bem mais raramente "pintas" de calcopirita, foram determinadas, especialmente no furo 3SB-04-CE, situado a sudeste da zona anômala, associados a cloritas, carbonatos e epidoto, preenchendo amígdalas no andesito. Esta mineralização foi considerada como do tipo hidrotermal, associando-se, a nível de hipótese, com o primeiro ciclo de derrames andesíticos. Evidenciou-se também, o espessamento destes derrames de oeste para leste, em direção a uma provável zona de extravasamento das lavas, acenando com possibilidades de mineralização econômica em sítios de atividade hidrotermal intensa ao longo daquela zona.

#### 4.1.2 - Brechas Dioríticas (suite subvulcânica)

Nas áreas requeridas dois importantes complexos dioríticos, potencialmente promissores, foram mapeados, ambos situados na Fazenda Urubu, e provavelmente relacionados a evolução da falha Café-Ipueiras. Em ambas, foram observa-

dos raros indícios de mineralização de cobre, na forma de minerais oxidados, incluindo ocasionalmente relictos de calcopirita. No corpo situado mais a sudoeste, seccionado por falhas com desenvolvimento de zonas de cisalhamento, a mineralização ocorre nestas zonas, e está geralmente associada a carbonatos (brechas) e sillexitos.

Estes complexos dioríticos, apesar dos incipientes indícios superficiais e da ausência de anomalias geoquímicas, foram considerados como de razoável potencial prospectivo, quer pela sua natureza litológica, quer pela situação tectônica favorável. Com efeito, é bastante interessante a inter-relação dos falhamentos e faixas cisalhadas no sentido de favorecerem adequadas condições para formação de depósitos remobilizados e "traps" estruturais associados.

#### 4.1.3 - Complexo vulcânico-sedimentar

O resultado mais importante da campanha inicial de pesquisa, foi a constatação da existência de uma sequência litológica vulcânica-sedimentar submarinha, bastante diferenciada, e localizada no segmento norte do Alvará nº 377, imediatamente a norte do corpo riolítico que forma o Serrote do Paissandu.

A prospeção geoquímica identificou nesta área uma anomalia de zinco no solo, bem configurada e alongada no sentido N-S, cobrindo cerca de 35 ha. O condicionamento topográfico da zona anômala é bastante favorável e corresponde a uma área de topografia suave, plano-ondulada, muito bem drenada. Identificou-se ainda uma anomalia geoquímica de cobre no solo, situada no quadrante noroeste do

mapa, aberta para sudoeste, especialmente associada a riolitos e a zona de cisalhamento da falha Café-Ipueiras.

O mapeamento geológico na escala 1: 5.000 apesar das dificuldades de observação e da raridade de afloramentos permitiu configurar uma espessa sequência de rochas carbonatadas, incluindo fases clásticas e pelíticas de filiação vulcanogênica, intertrapeada com lavas de natureza basáltica-andesítica, e riolítica e ainda brechas e tufo vulcânicos.

Tomando-se como critério para locação de furos de sonda os picos geoquímicos mais elevados, foram executados os furos 3SB-05-CE e 3SB-06-CE, com o objetivo de testar as anomalias e adquirir melhores informações sobre a complexa geologia da área. Estes furos, que não chegaram a atravessar toda a sequência vulcânica-sedimentar, constataram os seguintes fatos, julgados relevantes:

a) Presença de lavas com textura auto-brecciada totalmente cloritizadas, confirmando a ambiência submarinha do vulcanismo.

b) Associação de lavas com fácies piroclásticas, representadas por brechas vulcânicas andesíticas, testemunho de fases explosivas na evolução do vulcanismo.

c) Uma proporção da ordem de 3: 1 das lavas e rochas afins para as rochas sedimentares na sequência perfurada.

d) Presença de lavas basalto-andesíticas quase sempre totalmente espilitizadas, testemunhando também uma ambiência submarinha para o vulcanismo.

e) Presença constante de impregnação de sulfetos (especialmente pirita) em todo o pacote sedimentar perfurado e em diversas secções de andesitos e lavas auto-brecciadas.

f) A mineralização sulfetada consiste de cristais e aglomerados milimétricos e micrométricos de pirita, pirita arseniosa, pirrotita (?) e bem mais raramente calcopirita, podendo ocorrer sob forma de finos cordões dispostos segundo o acamamento das rochas, disseminada, envolvendo as "peças" das brechas e das lavas auto-brecciada e em veios, associada a calcita e epidoto.

g) Em alguns intervalos, é notória a presença de fluorita, associada a veios de calcita, interpretada como relacionada a fase de carbonatação da sequência.

Ficou demonstrado assim, a existência de condições genéticas para fases sulfetadas nas 3 (três) ambiências de terminadas, especialmente nos segmentos com sequências vulcânicas-sedimentares marinhas, com abundantes frações carbonáticas e carbonosas associadas.

#### 4.2 - Fase II

A segunda etapa da pesquisa, teve como objetivo precípuo o selecionamento de alvos naquelas ambiências para posterior locação de furos de sonda. Desenvolveu-se, basicamente, segundo o previsto no Relatório Preliminar de Pesquisa, tendo também, como a fase inicial, sofrido modificações para adaptar-se a novas situações que eventualmente surgiam com o desenvolver da pesquisa. As principais etapas desta fase foram as seguintes:

1) Avaliação dos dados de VLF e magnetometria incluindo aqueles relativos ao detalhamento de VLF, que abrangeu parcialmente, a porção centro norte da Fazenda Paissandu.

2) Sondagem, análises químicas e petrográficas dos testemunhos.

3) Prospeção geofísica através de TURAM.

4) Sondagem, amostragem, análises químicas e petrográficas dos testemunhos.

5) Cheques de campo para complementação do mapeamento geológico à bússola e trena.

A seguir, apresentamos uma descrição sumária do andamento dos trabalhos de pesquisa nos diversos compartimentos geológicos individualizados.

#### 4.2.1 - Sequência vulcânica-sedimentar

Com as análises e integração dos mapas geológicos e geofísicos, delineou-se como principal prospecto o segmento norte da Fazenda Paissandu, compreendendo desde a zona de contato dos riolitos com os basalto-andesitos, até o limite norte da área mapeada como Sequência Carbonática c.l.. As profundidades das anomalias geofísicas variaram entre 40.00 m e 60.00 m para esta área, decrescendo sensivelmente nas Fazendas Urubu e Nova. Na Fazenda Campina não detectou-se anomalias significativas.

Optou-se iniciar a sondagem pela Fazenda Paissandu através de um furo profundo locado sobre uma anomalia geofí



sica e com posicionamento geológico adequado, com múltiplas finalidades, a saber: adquirir informações mais completas a cerca do comportamento da sequência vulcânica-sedimentar em profundidade; tentar estabelecer um zoneamento dos possíveis "envelopes" de alteração hidrotermal; e atravessar o contato riolito-andesito (considerado como "horizonte favorável" a mineralizações vulcanogênicas desde o Arqueano até o Mioceno, Sangster D.F., op.cit., Tanimura S. et alii, op.cit.), de modo que, se pudesse definir mais alguns parâmetros para nortear a campanha de sondagem. Este furo, de sigla 3SB-07-CE, alcançou a profundidade de 486,70 m., contemplando rochas vulcânicas (andesitos, riolitos, etc.), piroclásticos e rochas sedimentares intertrapeadas até cerca de 400.00 m, dominando daí em diante lavas e tufos básicos. As rochas vulcânicas ácidas começam a ocorrer a 180.00 m, aparecendo até em torno de 400.00 m. Cerca de 70% da secção perfurada mostrou impregnações de sulfetos, representados quase exclusivamente por pirita e arsenopirita, secundariamente, e bem mais raramente calcopirita, de preferência associado as rochas carbonatadas e as brechas. De modo geral, este furo veio corroborar os fatos já observados na etapa anterior, e de certa forma, reforçar as perspectivas de sucesso da pesquisa. Com efeito, a secção de rochas ácidas (não penetrada nas sondagens anteriores) mostrou a presença de tufos e brechas piritosas, especialmente um tipo de brecha vulcânica assemelhada no que tange a granulometria das peças a "millrock" na terminologia canadense, Sangster, op.cit., litologias comumente consideradas como rochas guias ou matrizes de corpos de sulfetos maciços vulcanogênicos. Por outro lado, outros fatores de fundamental importância na pesquisa destes depósitos, ou seja, a presença de "cherts" ferruginosos e compartimentação verti

cal das zonas de alteração hidrotermal não foram observados.

O resultado mais expressivo alcançado durante esta campanha foi a descoberta de um corpo de sulfeto maciço com cerca de 1.50 m de espessura, motivando o prosseguimento da pesquisa. Realizou-se novo levantamento eletromagnético, agora através do TURAM, abrangendo especialmente a porção central e norte da Fazenda Paissandu. Nova campanha de sondagem foi desencadeada, com objetivo de testar as anomalias TURAM mais significativas e verificar a continuidade lateral e vertical do corpo de sulfeto maciço. As profundidades das anomalias variaram entre 30.00 m e 70.00 m, e os furos nunca foram além de 150.00 m.

Os resultados alcançados infelizmente, não foram satisfatórios, haja vista o imediato adalgaçamento do corpo sulfetado e a ausência de mineralização correspondente as anomalias perfuradas, decidindo-se então pelo término da pesquisa nesta área.

Todos os furos executados foram amostrados, a intervalos convenientes, e as amostras posteriormente analisadas pelo LAMIN (CPRM - Rio de Janeiro) para Cu, Pb, Z, Ag, F, Co, As e Au.

#### 4.2.2 - Brechas Dioríticas

Após a primeira fase de pesquisa, a área compreendida pelas brechas dioríticas e outras litologias associadas, ocorrentes na Fazenda Urubu, foi considerada como de prioridade secundária em relação a anterior, dentro da sistemática de operação do Projeto Aprazível.

Esta área foi inicialmente coberta por magnetometria e VLF, excetuando-se alguns segmentos, julgados desprovidos de interesse, com base no mapeamento geológico. As profundidades das anomalias foram em geral menores que 60.00 m, e a maioria, situa-se na parte interna da cunha formada pela principal linha do falhamento Café-Ipueiras e uma outra falha subsidiária. Foram selecionadas duas anomalias (levando-se em conta também critérios geológicos, tais como proximidade de falhas e intensa alteração hidrotermal), para sondagem, a qual revelou a inexistência de zonas sulfetadas parecendo que as mesmas devem-se a faixas fraturadas e silicificadas e a óxidos de ferro (hematita e especularita) disseminados nos dioritos e em fraturas.

Calcados na mesma linha de raciocínio tomada para a justificativa do prosseguimento da pesquisa na ambiência vulcânica-sedimentar, selecionou-se a porção considerada mais interessante nesta área, para nova etapa de geofísica, através do TURAM, paralelamente ao levantamento da Fazenda Paissandu. Em geral, as anomalias estão situadas a baixas profundidades, variando entre 40.00 m e 60.00 m, com posicionamento estrutural semelhante às do VLF. Seguindo a mesma sistemática de selecionamento utilizada para a campanha de sondagem anterior, elegeu-se três anomalias para teste com sondagem. Duas sobre os dioritos, e outra próxima a falha Café-Ipueiras, situada na Fazenda Paissandu, dentro da zona anômala de cobre. Todas elas revelaram apenas "traços" de pirita, disseminada, ou em fraturas preenchidas por carbonatos, sílica e epidoto. Com os resultados obtidos, julgados conclusivos, optou-se pelo abandono da pesquisa após o último furo.

#### 4.2.3 - Derrames Andesíticos

- Após as análises dos perfis e mapas geofísicos, (magnetometria e VLF) no início da Fase II, complementadas por alguns cheques de campo, ficaram sensivelmente diminuídas as perspectivas de sucesso da pesquisa nesta ambiência. Entretanto, julgou-se necessário o selecionamento de duas anomalias, com profundidades variando entre 15.00 m e 70.00 m, para teste com sondagem. Os resultados obtidos foram negativos, concluindo-se pela inviabilidade da continuação de campanhas exploratórias nesta área.

## 5 - TRABALHOS REALIZADOS

Foi apresentado ao DNPM um Plano Único de Pesquisa para as duas áreas apontadas no capítulo 2.

Com o desenvolvimento dos trabalhos de pesquisa e a conseqüente aquisição de novas informações sobre as características geológicas da área tornou-se imperativo a introdução de modificações no planejamento original, aumentando-se substancialmente o volume de trabalhos em determinados itens e suprimindo-se ou reduzindo-se outros.

### 5.1 - Levantamento Topográfico

Conforme previsto originalmente, os trabalhos de topografia restringiram-se as seguintes tarefas:

a) Implantação das linhas de amarração e do polígono delimitador das áreas de pesquisa.

b) Implantação de malhas regulares (100 m x 50 m) para a rede de amostragem geoquímica e trabalhos geofísicos.

### 5.2 - Levantamento Geológico - (Fig. 4)

Paralelamente a fase de coleta de amostras geoquímicas procedeu-se o mapeamento geológico das áreas requeridas na escala 1:10.000. Posteriormente, em virtude da grande variação de tipos litológicos e da importância crescente que fatores puramente geológicos vieram a assumir na conceituação e orientação do programa de pesquisa, sentiu-se a necessidade de um detalhe na escala maior (1:5.000), cobrindo quase a totalidade das áreas requeridas. Por outro lado, parte das áreas deixaram de ser cobertas por mapeamento de detalhe, tendo sido descartada nos trabalhos iniciais, em virtude de

# PROJETO APRAZÍVEL

C.C. 2138

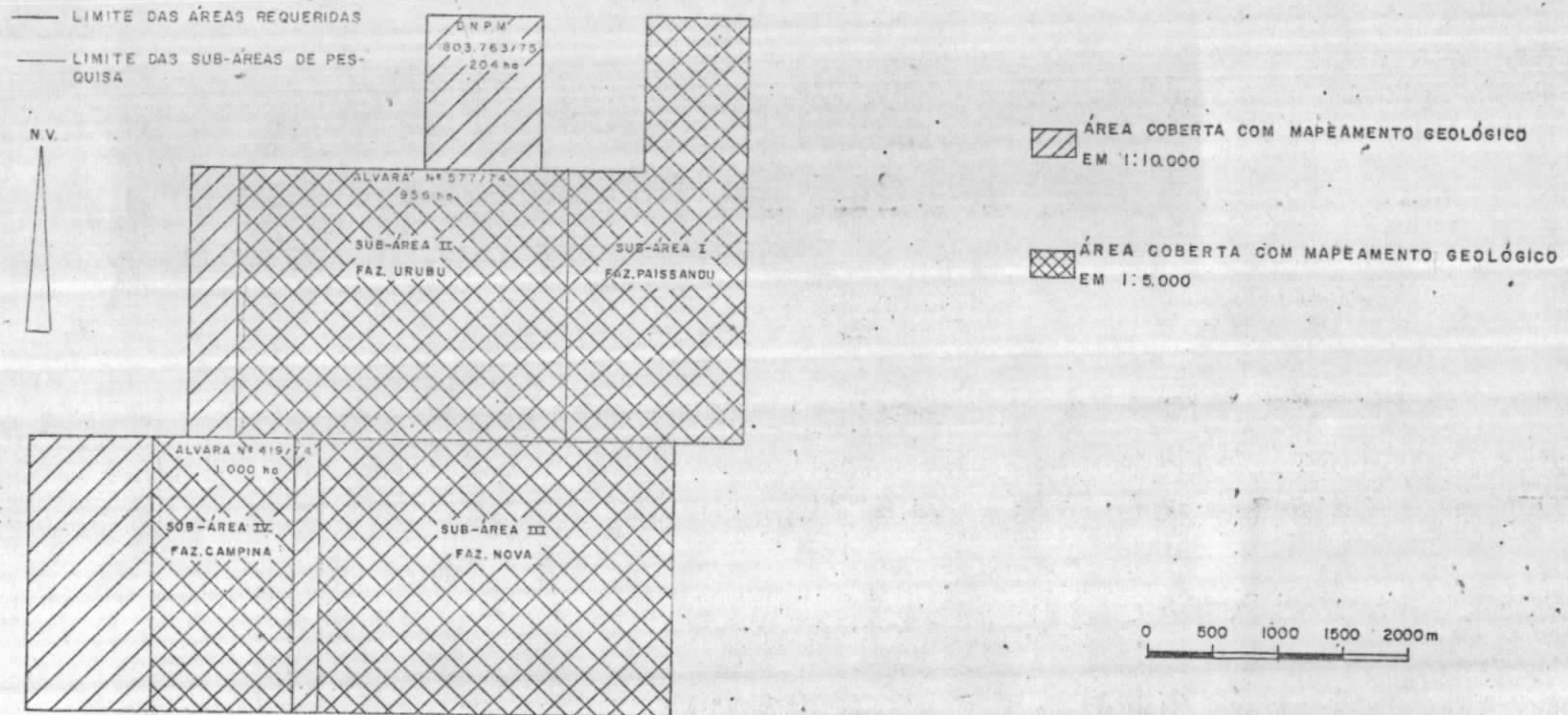


FIG. 4

suas características geológicas evidenciarem ausência de quaisquer possibilidades de mineralizações, não justificando trabalhos adicionais de pesquisa.

As áreas selecionadas, para efeito de sistematização de trabalhos foram divididas em quatro subáreas a saber, subárea I - Fazenda Paissandu; subárea II - Fazenda Urubu; subárea III - Fazenda Nova e subárea IV - Fazenda Campina.

### 5.3 - Geoquímica - Fig. 5

#### 5.3.1 - Introdução

Conforme previsto no Plano de Pesquisa, utilizou-se os métodos geoquímicos como primeira aproximação para seleção de áreas prospectivas, adotando-se a metodologia definida na fase de reconhecimento preliminar das ocorrências cupríferas, quando procedeu-se a um levantamento de orientação no solo. Os resultados então obtidos, especialmente nas áreas com mineralizações secundárias associadas a derrames andesíticos da fazenda Nova, recomendaram a aplicação sistemática da metodologia testada, como instrumento para seleção e descarte de áreas prospectivas.

#### 5.3.2 - Prospeção geoquímica sistemática

##### 5.3.2.1 - Amostragem

Em uma área de 793 ha, foram coletadas 1.585 amostras de solo residual sobre áreas de rochas basalto-andesíticas, corpos dioríticos e sequência vulcânica-sedimentar, sempre a profundidade de 30 - 40 cm, correspondente ao horizon

# PROJETO APRAZÍVEL

C.C. 2138

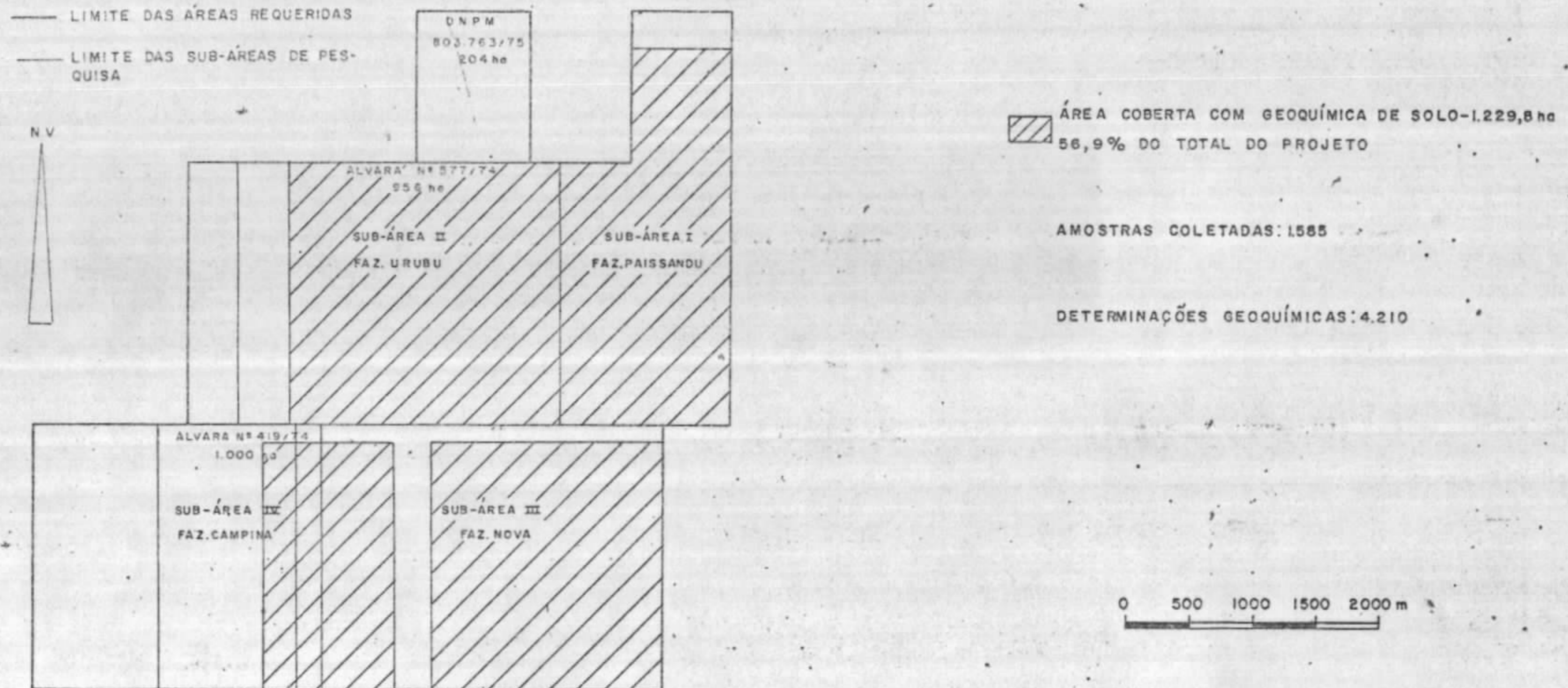


FIG. 5



te "B", em malha de 100 m x 50 m.

#### 5.3.2.2 - Análises

A programação analítica constou inicialmente da de terminação por espectrofotometria de absorção atômica de Cu, CxCu, Zn e Pb, sendo o último elemento posteriormente su primido da programação. No total, foram executadas 4.210 de terminações, incluindo as replicatas analíticas e de amostra gem. Os resultados analíticos já foram apresentados no Rela tório Preliminar de Pesquisa.

#### 5.3.2.3 - Tratamento dos Dados

Os dados analíticos foram submetidos a processa mento eletrônico visando a determinação de parâmetros esta tísticos aplicáveis a interpretação geoquímica. O referido processamento obedeceu as seguintes etapas:

1 - Criação do Arquivo Geral do Projeto, compreen dendo os seguintes sub-arquivos, estabelecidos com base em discriminação litológica:

- a) Área Total
- b) Solos de Andesitos
- c) Solos de Andesitos, Formação Pacujá e Rioli tos
- d) Solos de Dioritos, Formação Pacujá e Sieni tos
- e) Solos da Formação Pacujá
- f) Fazenda Paissandú
- g) Solos de Diorito

h) Solos de Sienito

i) Solos de Riolito

## 2 - Listagem dos seus parâmetros estatísticos

A rotina da programação para todas as variáveis de cada sub-arquivo incluiu a definição dos parâmetros estatísticos descritivos e dos estimadores da população. A distribuição Log-normal (suposta), foi testada a níveis de significância de 1% e de 5% pelos testes de Kolmogorov - Smirnov e do Chi-Quadrado. O processamento forneceu ainda os coeficientes de correlação entre todas as variáveis de cada sub-arquivo, bem como os gráficos de probabilidade e os mapas de localização elaborados com base em intervalos de valores pré-estabelecidos para cada variável.

## 5.4 - Prospecção Geofísica

O emprego dos métodos geofísicos limitou-se as áreas de interesse prospectivo e objetivou complementar os resultados alcançados com a geoquímica, e mapeamento geológico, e, fundamentalmente orientar o plano de sondagem.

No decorrer dos trabalhos geofísicos utilizou-se os seguintes métodos: magnetometria, VLF (Very Low Frequency) e posteriormente, TURAM.

### 5.4.1 - Magnetometria - Fig. 6

O instrumento utilizado nos trabalhos de pesquisa, foi o magnetômetro de Proton de precessão nuclear, modelo G-816, fabricado pela Geometrics, com precisão de 1 gamma.

A técnica utilizada foi a clássica operação aplicada neste tipo de levantamento, estabelecendo-se uma estação base (P-95), levantando-se as estações sucessivas e voltando-se a ela no intervalo de 2 (duas) horas, a fim de se obter a

# PROJETO APRAZÍVEL

C.C. 2138

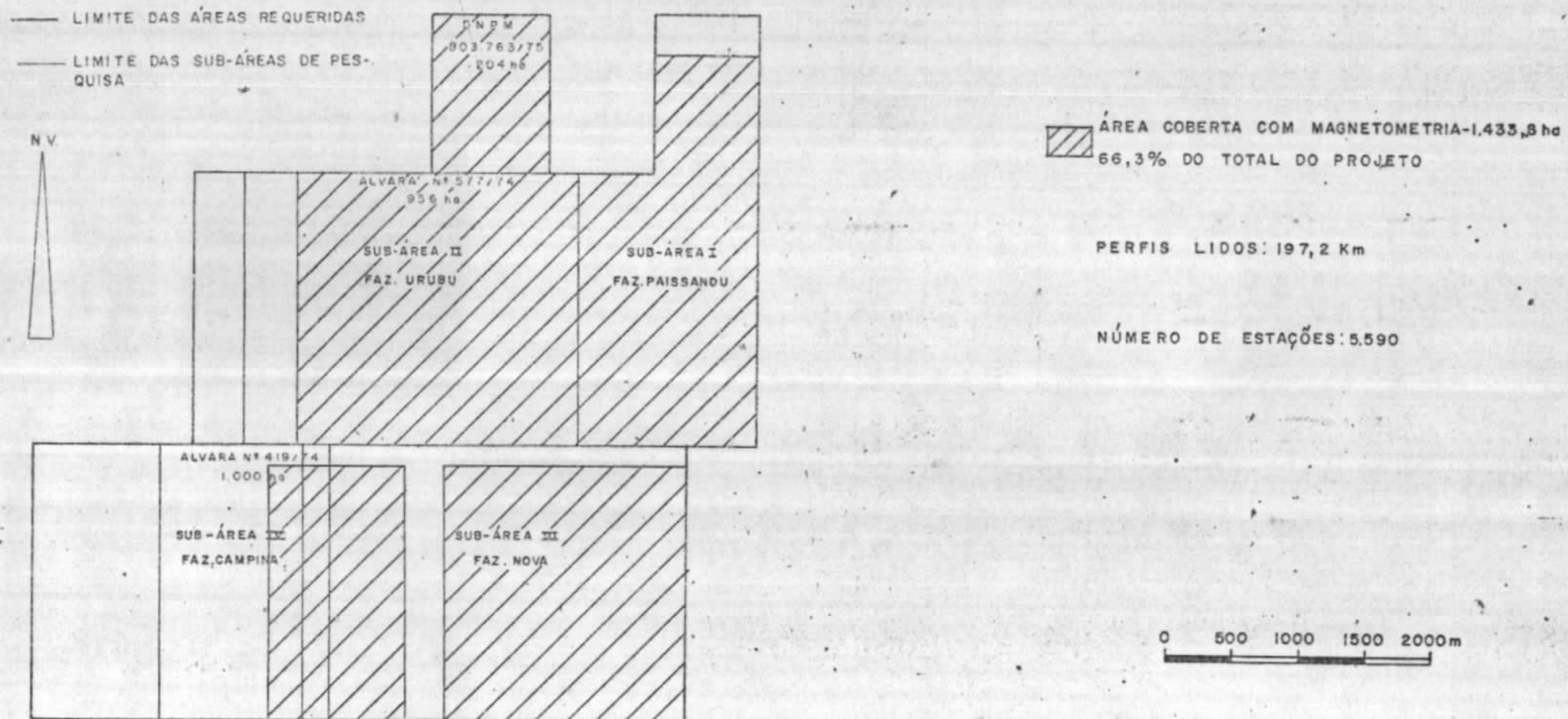


FIG. 6

a variação diurna do campo magnético para efetuar-se as devidas correções nas medidas magnéticas das estações. Com a magnetometria cobriu-se cerca de 197,2 km lineares de picadas executando-se leituras em 5.590 estações. Com exceção da subárea IV que tem suas linhas orientadas segundo a direção E-W, as demais possuem orientação N-S. Sem exceção, as picadas distam entre si de 100 m e as leituras magnetométricas foram tomadas a cada 25 m.

#### 5.4.2 - V.L.F. (Very Low Frequency) - Fig. 7

O V.L.F. é um método eletromagnético de reconhecimento, utilizado principalmente na determinação de corpos eletricamente condutivos. Durante o levantamento usou-se a unidade eletromagnética V.L.F. model EM-16, fabricado pela Geonics.

Para a realização dos trabalhos captou-se os sinais emitidos pela estação transmissora NAA, localizada em Cutler, Maine (E.U.A.), que opera na frequência de 17,8 KHz. O campo magnético primário resultante da transmissão eletromagnética forma aproximadamente um ângulo de  $30^{\circ}$  com as linhas de leitura. Na prática, admite-se uma tolerância de até  $\pm 45^{\circ}$ . As medições foram tomadas obedecendo-se as mesmas bases dos trabalhos magnéticos, com picadas norte-sul, separadas entre si de 100 m e leituras a cada 25 m. Apenas, na Subárea I - Fazenda Paissandu, realizou-se um pequeno detalhamento, cobrindo-se cerca de 29 ha, numa malha de 50,0 x 12,5 m. No total, cobriu-se com o VLF 188,65 km de linhas e foram realizadas leituras em 7.852 estações.

Os dados de campo obtidos no levantamento das quatro subáreas foram inicialmente plotados sob a forma de perfis brutos. A seguir, para se obter os mapas de contornos, usou-se a técnica descrita por Fraser, (1969). Com a finali

# PROJETO APRAZÍVEL

C.C. 2138

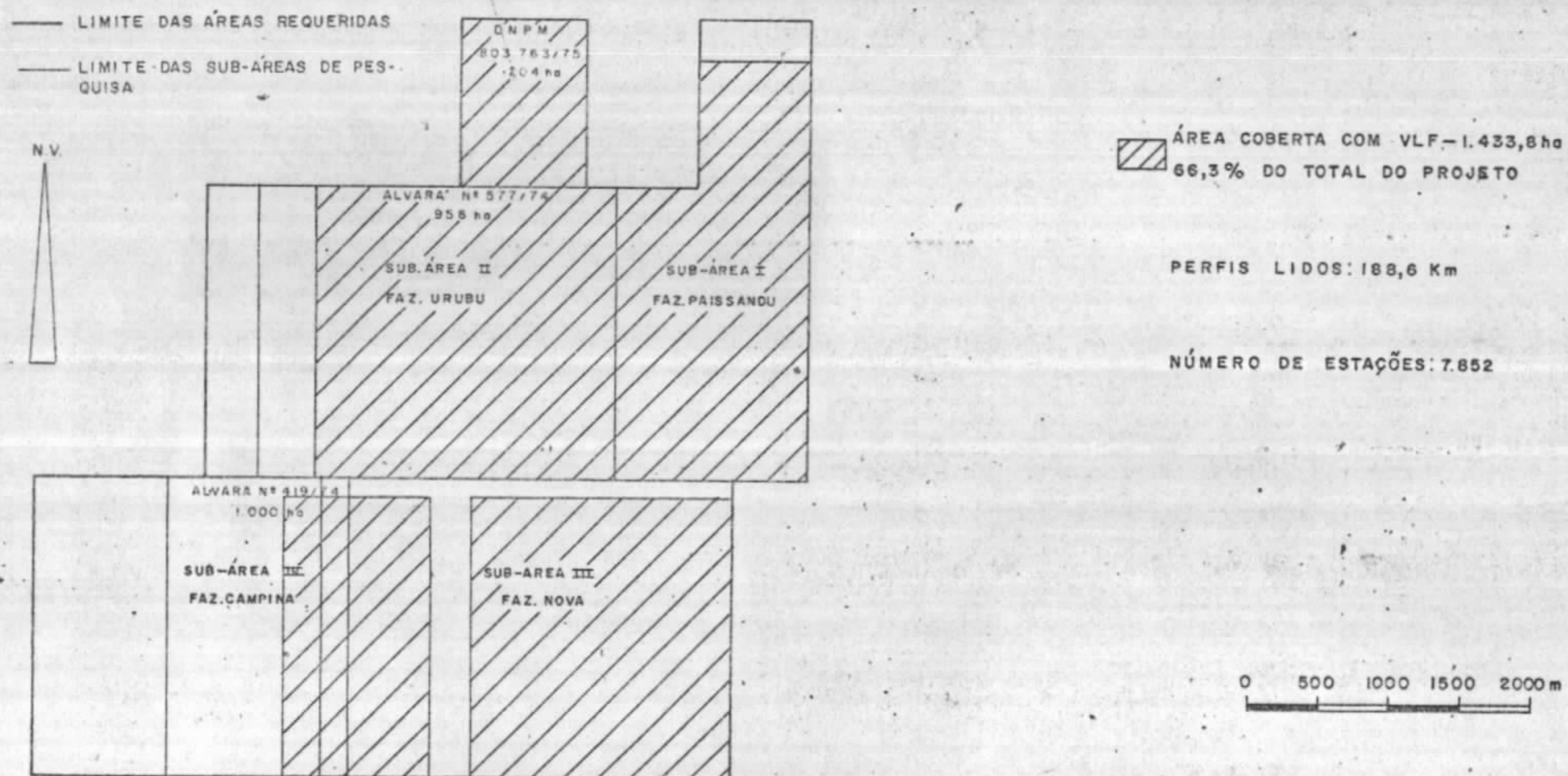


FIG. 7

dade de se aplicar um tratamento mais refinado aos dados de campo, empregou-se na Subárea I - Fazenda Paissandu, a técnica dos resíduos polinomiais, que permitiu a confecção de dois mapas de contornos utilizando-se o computador IBM/370 e o "plotter" da CALCOMP através do programa GPCP.

#### 5.4.3 - TURAM - Fig. 8

Este método pode ser considerado com um dos mais simples e efetivos entre todos os métodos de prospecção pelo sistema indutivo EM. O seu uso no Projeto Aprazível obedeceu a dois objetivos principais: aumentar a profundidade de investigações, tida como limitada só com a utilização de VLF e detalhar algumas anomalias determinadas nos primeiros trabalhos desenvolvidos.

O equipamento usado no levantamento, foi o modelo TURAM-2S da ABEM, operando nas frequências de 220 a 660 Hz.

Os trabalhos de campo foram realizados pela Companhia Brasileira de Geofísica (C.B.G.) contratada pela CPRM, (Contrato nº 331/DAD/76), cabendo ao pessoal técnico do Projeto a fiscalização e posterior interpretação dos dados coletados.

As leituras em campo foram realizadas segundo uma malha de 100 x 25 m, com o transmissor fixo operando em corrente alternada nas frequências de 220 e 660 Hz. O cabo primário com 2.500 m, foi estendido na direção E-W, aproximadamente perpendicular ao "strike" das estruturas. As medições foram tomadas em pontos sucessivos distantes entre si de 20 m sobre perfis perpendiculares ao cabo primário, usando-se para isso duas bobinas receptoras separadas de 40 m, em posição perpendicular ao solo, de modo que fossem medidas as componentes verticais do campo EM.

Os dados de campo foram a seguir tratados de modo convencional para este tipo de levantamento, corrigindo-se ini

# PROJETO APRAZÍVEL

C.C. 2138

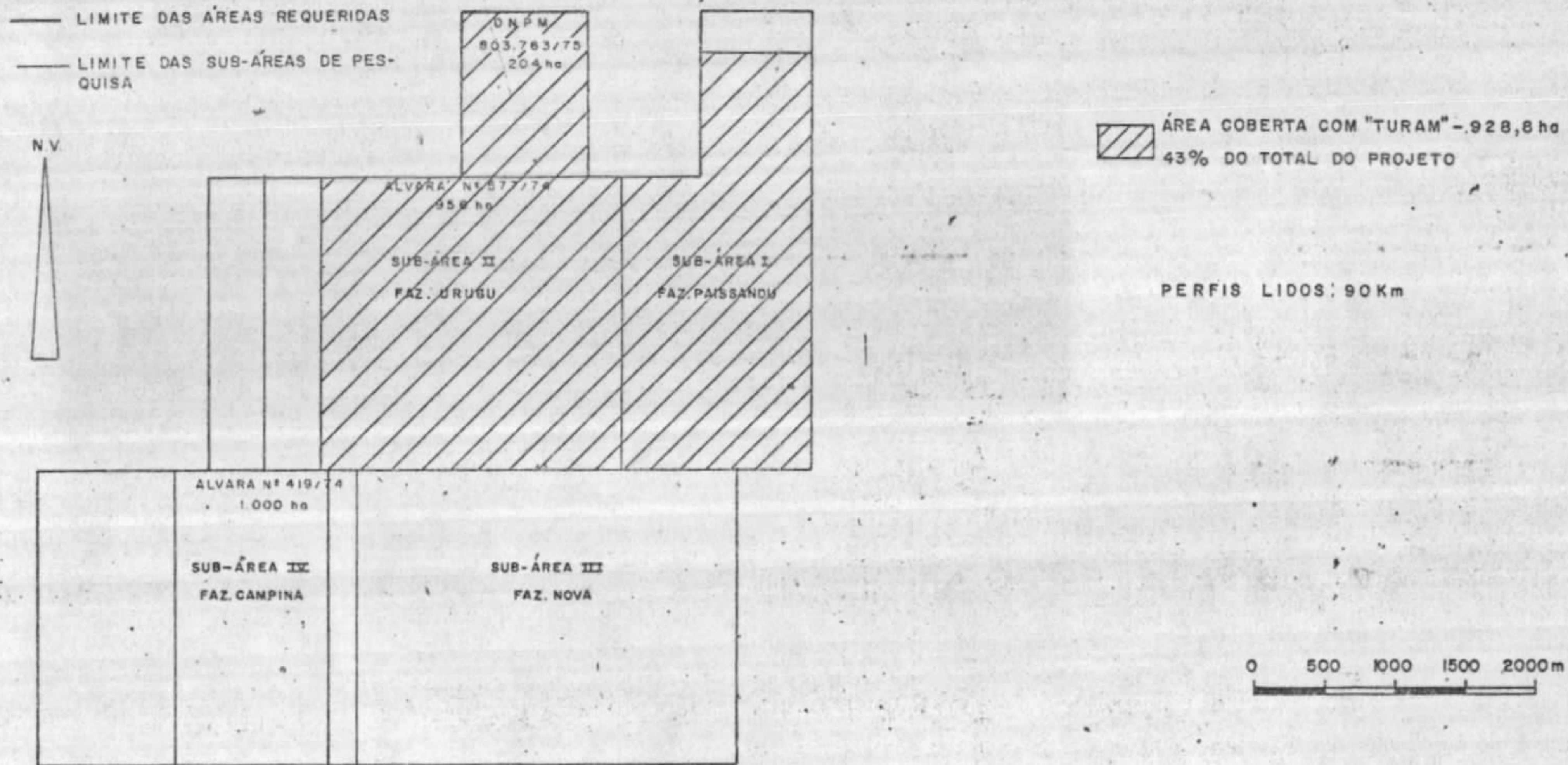


FIG. 8

cialmente a razão reduzida para ser posteriormente plotada juntamente com a diferença da fase em forma de perfis. Fundamentado no comportamento desses perfis, pode-se selecionar algumas anomalias a fim de se determinar sua profundidade por intermédio do cálculo de suas componentes real e imaginária. Posteriormente, essas anomalias foram submetidas a um confronto com as demais informações adquiridas nos trabalhos realizados, para que fossem selecionadas as mais promissoras a fim de serem avaliadas através de um programa de sondagem.

Com o TURAM cobriu-se cerca de 90 km lineares de perfis, distribuídos nas subáreas I e II.

#### 5.5 - Sondagem

O programa de sondagem do Projeto Aprazível consistiu de 29 (vinte e nove) furos a diamante, com testemunhagem contínua, perfazendo 4.093,93 m., e foi desenvolvido em 3 (três) fases distintas (ver Tabela I). A Fase I, executada diretamente pela CPRM, consistiu de 556,04 m, distribuídos em 6 (seis) furos. Objetivou testar as anomalias geoquímicas mais significativas e como objetivo maior, adquirir informações sobre o comportamento geológico em subsuperfície nas áreas estudadas.

A etapa seguinte já inserida na Fase II da pesquisa, baseada nos dados geofísicos (VLF e magnetometria), coadjuvados por elementos geológicos e geoquímicos, compreendeu a execução de doze furos, totalizando 2.626,53 m, sendo um deles executado pela CPRM (1 furo - 486,70 m) e o restante pela Geomineração S/A (Contrato nº 291/DAD/76). Apesar destes furos não terem sido capazes de revelar concentrações econômicas de cobre e/ou outros elementos, o aparecimento constante de sulfeto em forma de pirita com teores altos, aliado à presença de ambiências geológicas promissoras, e especialmente a interseção de um corpo de pirita maciça (furo 3SB-12



TABELA SINTETICA DE SONDAGEM E AMOSTRAGEM

FURO	LOCAL	COMPANHIA EXECUTORA	PROFUNDIDADE (m)	ANOMALIA	AMOSTRAS COM ANÁLISES QUÍMICAS	CALCOGRÁFICA	PETROGRÁFICA	TOTAL DE AMOSTRAS ANALISADAS
3SB-01-CE	FAZENDA NOVA	C P R M	40,65	GEOQUÍMICA	---			
3SB-02-CE	FAZENDA NOVA	C P R M	50,65	GEOQUÍMICA	---			
3SB-03-CE	FAZENDA NOVA	C P R M	36,25	GEOQUÍMICA	---			
3SB-04-CE	FAZENDA NOVA	C P R M	105,04	GEOQUÍMICA	---		2138-MJ-01 a 10	10
3SB-05-CE	FAZENDA PAISSANDU	C P R M	180,85	GEOQUÍMICA	2138-MJ-30 a 73 2138-HT-362 a 364		2138-MJ-11 a 14, 16 a 18 a 20	55
3SB-06-CE	FAZENDA PAISSANDU	C P R M	142,60	GEOQUÍMICA	2138-HT-170 a 191 2138-HT-365 a 368			26
3SB-07-CE	FAZENDA PAISSANDU	C P R M	486,70	VLF	2138-HT-192 a 220 2138-HT-148 a 169		2138-MJ-80 a 85	73
3SB-08-CE	FAZENDA PAISSANDU	GEOMISA	200,00	VLF	2138-HT-227 a 249 2138-HT-115 a 117			25
3SB-09-CE	FAZENDA PAISSANDU	GEOMISA	200,00	VLF	2138-HT-250 a 279 2138-HT-119 a 122			34
3SB-10-CE	FAZENDA PAISSANDU	GEOMISA	200,00	VLF	2138-HT-280 a 307 2138-HT-100 a 115			42
3SB-11-CE	FAZENDA PAISSANDU	GEOMISA	100,00	VLF	2138-HT-124 a 125			2
3SB-12-CE	FAZENDA PAISSANDU	GEOMISA	150,00	VLF	2138-HT-308 a 332 2138-HT-126 a 129 a 13 2138-HT-350 a 353	2138-HT-435, 436 e 120b		37
3SB-13-CE	FAZENDA NOVA	GEOMISA	200,00	VLF	2138-HT-134 a 130			5
3SB-14-CE	FAZENDA PAISSANDU	GEOMISA	200,00	VLF	2138-HT-333 a 357 2138-HT-140 a 146	2138-HT-147		33
3SB-15-CE	FAZENDA NOVA	GEOMISA	100,00	VLF	2138-HT-132 a 133			2
3SB-16-CE	FAZENDA PAISSANDU	GEOMISA	395,70	VLF	2138-HT-423 a 424	2138-HT-437		13
3SB-17-CE	FAZENDA URUBU	GEOMISA	214,13	VLF	2138-HT-369 a 371			3
3SB-18-CE	FAZENDA URUBU	GEOMISA	180,00	VLF	2138-HT-372 a 374			3
3SB-19-CE	FAZENDA PAISSANDU	CONESP	111,36	VLF	2138-HT-375 a 381			7
3SB-20-CE	FAZENDA PAISSANDU	CONESP	150,00	VLF	2138-HT-382 a 398	2138-HT-440		8
3SB-21-CE	FAZENDA PAISSANDU	CONESP	100,00	VLF	2138-HT-389 a 395	2138-HT-438 e 439		9
3SB-23-CE	FAZENDA PAISSANDU	CONESP	100,00	TURAM	2138-HT-396 a 401			6
3SB-24-CE	FAZENDA PAISSANDU	CONESP	50,00	TURAM	2138-HT-402 a 404			3
3SB-25-CE	FAZENDA PAISSANDU	CONESP	60,00	TURAM	2138-HT-405 a 409			5
3SB-26-CE	FAZENDA PAISSANDU	CONESP	85,00	TURAM	2138-HT-417 a 420			4
3SB-27-CE	FAZENDA PAISSANDU	CONESP	40,00	TURAM	2138-HT-421 a 422			2
3SB-28-CE	FAZENDA PAISSANDU	CONESP	110,00	TURAM	2138-HT-410 a 411			2
3SB-29-CE	FAZENDA URUBU	CONESP	55,00	TURAM	2138-HT-412 a 413			2
3SB-30-CE	FAZENDA URUBU	CONESP	50,00	TURAM	2138-HT-414 a 416			3
		TOTAL	4093,93 m		374 amostras	8 amostras	34 amostras	416 amostras

TABELA-1

-CE), ressaltou a necessidade do emprego de outro método geofísico de maior poder de discriminação de "alvos" condutores e com a capacidade de aumentar a profundidade de investigações das áreas pesquisadas. Os dados provenientes deste levantamento geofísico, originou a realização de uma última etapa de sondagem, executada pela CONESP, Contrato nº 329/DAD/76, constando de onze furos perfazendo 911,36 m.

#### 5.6 - Amostragem e Análises

Os trabalhos de amostragem constaram da coleta de segmentos dos testemunhos de sondagem, a intervalos e comprimento variáveis, objetivando análises químicas, calcográficas e petrográficas. As secções amostradas eram divididas ao meio, utilizando-se uma serra elétrica, enviando-se uma metade para o laboratório, enquanto a outra permanecia arquivada.

As amostras para análises químicas foram coletadas segundo duas diferentes metodologias. Em uma delas utilizou-se um intervalo de amostragem mais ou menos constante, quase sempre variando entre 5.00 m - 10.00 m, em função da litologia ou percentual de sulfeto de secção amostrada. Nesse caso, o tamanho das amostras foi sempre da ordem de 0.10 m. A outra metodologia, consistiu em amostrar apenas as porções maiormente sulfetadas, ou onde, através da lupa, fosse constatada a possibilidade da presença de calcopirita ou outros sulfetos julgados importantes. Nestes casos, o comprimento das amostras atingiu até 0.80 m, embora a maioria fosse da ordem de 0.50m.

A amostragem com espaçamento constante teve como objetivo principal, a determinação de possíveis gradientes geoquímicos em profundidade, para um ou mais elementos analisados, de modo que se pudesse obter mais um subsídio para orientação da campanha de sondagem. Com a continuidade da pesquisa essa metodologia não revelou-se eficaz, sendo posteri

ormente descartada. Foram analisadas para Cu, Pb, An, Co, As, F e Au, através de absorção atômica, um total de 374 amostras, perfazendo 2.578 determinações. Realizou-se estudos de secção polida em 8 (oito) amostras e de secção delgada em 60 (sessenta) amostras. A distribuição das análises e amostras por furo, por elemento e por profundidade, podem ser observadas na Tabela I.

### 5.7 - Dados Físicos de Produção

A produção geral dos trabalhos realizados durante a pesquisa ficou assim distribuída:

a - Abertura de picadas .....	210.00 km
b - Levantamento topográfico .....	210.00 km
c - Mapeamento geológico .....	14.28 km <sup>2</sup>
d - Levantamento geofísico .....	
1. Magnetometria .....	190.00 km
2. VLF .....	184.00 km
3. TURAM .....	82.10 km
e - Amostragem de solo para geoquímica.....	1.585 amostras
f - Número de determinações para geoquímica	4.210 determinações
g - Prospeção por escavação .....	13.50 m <sup>3</sup>
h - Sondagem .....	4.046,39 m
i - Amostras para análises químicas .....	374 amostras
j - Número de determinações .....	2.578 determinações.

Cu .....	374
Pb .....	374
Zn .....	374
Ag .....	351
Co .....	374

As ..... 307

F ..... 374

Au ..... 50

l - Amostras com secções polidas ..... 8 amostras

m - Amostras com secções delgadas ..... 60 amostras

## 6 - Resultados Obtidos

### 6.1 - Ambiência Vulcano-Sedimentar (Subárea I, Fazenda Paissandu).

Nesta subárea, realizou-se 3.062,21 m de sondagem a diamante, distribuídos em 17 (dezesete) furos. Com exceção do furo 3SB-19-CE, com inclinação de  $45^{\circ}$ , os demais foram verticais. Para locação desses furos, adotou-se critérios geológicos (mapeamento, poços e trincheiras), geoquímicos e geofísicos, usados em conjunto ou separadamente, em função das diferentes etapas de pesquisa.

Basicamente, a mineralização sulfetada consta de pirita, ocorrendo especialmente nos sedimentos carbonatados, nas piroclásticas de natureza básica e nas lavas com estrutura auto-brecciada, sob cinco diferentes modos: aleitada, segundo os planos de acamamento das rochas sedimentares; envolvendo sob a forma de finas coroas as "peças" das brechas vulcânicas e constituindo a matriz destas piroclásticas; nos vacúolos das lavas básicas, associada a epidoto-clorita e carbonatos; dispersa sob a forma de finos aglomerados, e associada a finos veios de carbonatos preenchendo fraturas. Em muitos intervalos, as vezes de até 2.00 m - 5.00 m, de espessura, mormente na sequência carbonática, o teor em sulfeto estimado à lupa, chega a atingir 10 - 15%. Na maioria dos furos, em torno de 60 - 70% do intervalo contemplado, contem pirita, com teores, também estimado à lupa, variando de 1 a 5%.

Se bem que do ponto de vista econômico as mineralizações citadas careçam de qualquer significado, do ponto de vista puramente geológico assumem relevante importância uma

vez que configuram um mecanismo metalogenético responsável pela gênese de importantes jazidas de metais básicos em vários países, não obstante a raridade com que o mesmo é referido na literatura geológica brasileira.

O fato mais importante a destacar foi a intersecção nos furos 3SB-12-CE e 3SB-19-CE de um nível com 1,50 metros de espessura de brecha andesítica (espilitos) bastante aberta, cuja matriz é essencialmente constituída por pirita finamente cristalizada, comparável aos "pirititos" descritos por Schermerhorn (1970). Como um todo, a rocha tem mais de 50% em volume de pirita, enquadrando-se na denominação de minério maciço dos geólogos canadenses. O contato da capa deste corpo é brusco passando diretamente para brecha estéril. O contato da lapa, no entanto, é difuso diminuindo gradativamente a percentagem de sulfetos na rocha, evoluindo para uma zona de veios e filonetes de pirita

do tipo "stringer ore", Sangster, (op.cit.). Todo este conjunto representado esquematicamente na figura 9 enquadra-se no modelo típico dos depósitos de sulfetos vulcanogênicos estratiformes. Do ponto de vista puramente geológico a ausência de concentrações de metais econômicos é uma circunstância meramente fortuita e não invalida o modelo genético-ambiental proposto para esta área.

Considerando-se ainda a área da Fazenda Paissandu em um aspecto mais amplo, conforme conceituado no capítulo 3.2 as mineralizações piritosas frequentemente associadas as facies carbonáticas e sequências pelíticas, principalmente aquelas concordantes com os planos de estratificação (Foto 08), corresponderiam as mineralizações exalativas estratiformes, no conceito de Ridler (in Sangster, op.cit.), completando-se assim o modelo proposto.

# SECÇÃO ESQUEMÁTICA MOSTRANDO O COMPORTAMENTO DO CORPO DE SULFETO MACIÇO

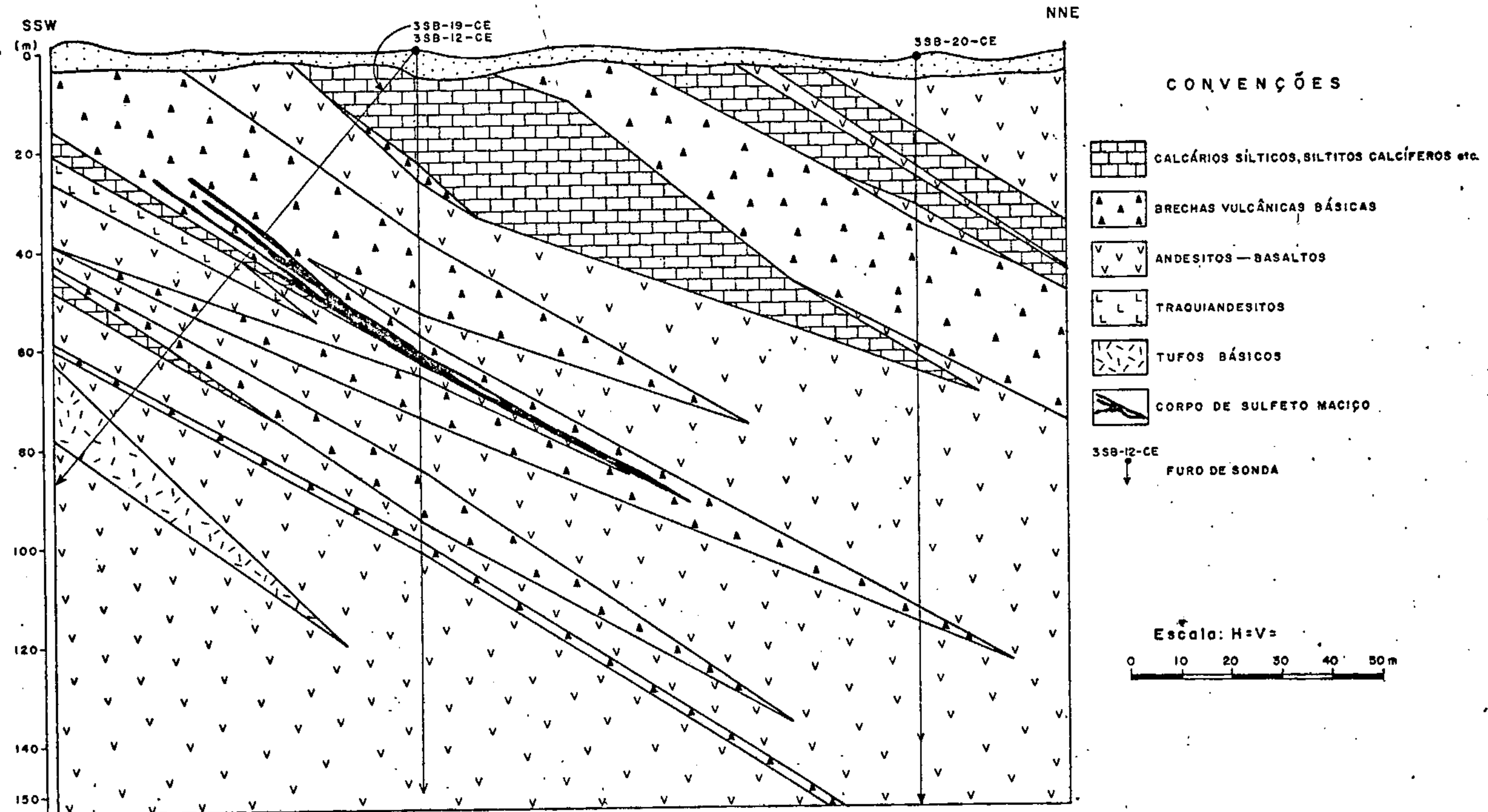


FIG. 9

Do ponto de vista econômico, os resultados foram insatisfatórios, uma vez que as análises químicas e calcográficas realizadas nos testemunhos de sondagem não revelaram nenhum elemento ou mineral com teores adequados. Para Cu, Pb, Zn, As e Co os valores encontrados foram sempre da ordem de dezenas ou excepcionalmente acima de 100 ppm. A Ag e o Au, em geral, ocorrem com teores inferiores aos limites de detecção, ou mesmo não foram detectados. O F aparece quase sempre com valores da ordem de centenas de ppm., frequentemente ultrapassando 1.000 ppm e, ocasionalmente, atingindo valores superiores a 2.000 ppm. Em algumas amostras escolhidas, contendo fluorita identificável a olho nú, obteve-se valores de até 27.000 ppm. Nas secções polidas, o sulfeto de predominância absoluta é a pirita, encontrando-se eventualmente arsenopirita e mais raramente calcopirita sob a forma de "farrapos" associada a pirita.

Sabe-se que mineralizações vulcanogênicas, são essencialmente piritosas, no entretanto, no caso da Fazenda Paissandu, causa espécie os teores baixíssimos de zinco e cobre sempre da ordem de algumas dezenas no máximo centenas de ppm., bem como a extrema raridade de sulfetos de cobre e a ausência de sulfetos de zinco.

A metalogenia dos depósitos de afinidade vulcânica foi recentemente revista por Tatsumi, T et alii (1970), enfatizando estes autores a associação dos depósitos piritosos, cupríferos ou não, com o vulcanismo básico, submarino, (Besshi - type deposits), enquanto as mineralizações do tipo Cu-Zn e Cu-Zn-Pb associam-se genética e espacialmente as fases félsicas do vulcanismo.

No caso em discussão, a íntima associação do corpo de sulfeto maciço com a fase máfica do vulcanismo, provavel



mente contribuiu para a ausência de concentrações de metais básicos na fase sulfetada.

A possibilidade de recorrência do processo gerador de sulfetos na fase félsica, onde teoricamente reside as melhores chances de uma metalogenia de importância econômica, é mínima, senão nula, se considerarmos o que afirma Sangster, (op.cit.), que em todos os distritos mineiros vulcanogênicos do mundo, mesmo nos casos de complexos vulcânicos policíclicos, apenas uma fase e nesta, apenas um horizonte litológico-estratigráfico é portador de corpos sulfetados.

Finalmente, as informações adquiridas ao longo do extenso programa de pesquisa desenvolvido na área da Fazenda Paissandu, quando integradas, interpretadas e comparadas com os modelos de evolução geológica análogos, nos leva a inequívoca conclusão de que não obstante a constatação na área pesquisada do desenvolvimento de um mecanismo gerador de sulfetos, associado ao evento vulcânico, este não foi capaz de concentrar metais econômicos devendo ser descartada qualquer possibilidade de mineralização de interesse nesta área.

#### 6.2 - Brechas dioríticas (Subárea II, Fazenda Urubu).

O programa de sondagem efetuado constou de 499,13m perfurados, correspondentes a quatro furos de sonda, dos quais apenas o de sigla 3SB-17-CE foi inclinado de 60°, sendo os demais verticais. Os critérios para seleção dos alvos incluídos nesta programação obedeceram em parte aos mesmos adotados na subárea I.

Os resultados obtidos mostraram que a mineralização sulfetada, apesar de ser identificada em alguns segmen

tos das secções perfuradas, não chegou a denotar representividade econômica, devido ao fato de ser constituída essencialmente por pirita. As análises químicas resultaram na detecção de valores sensivelmente abaixo da média encontrada na sequência vulcano-sedimentar.

### 6.3 - Subárea III - Fazenda Nova

O programa de sondagem levado a efeito nesta subárea consistiu na execução de seis furos de sonda verticais, perfazendo um total de 532,93 m perfurados. Também aqui os resultados não revelaram a presença de mineralização econômica, aparecendo a pirita como o mineral mais representativo, estando presente em parte da secção perfurada, se bem que em proporção menor do que foi constatado nas subáreas anteriormente descritas. As análises químicas não chegaram a revelar valores que pudessem ser considerados como significativos.

### 6.4 - Subárea IV - Fazenda Campina

Os trabalhos de mapeamento geológico e de geofísica, aliados aos resultados obtidos com a programação de sondagem nas demais subáreas, não revelaram indícios que justificassem a realização de furos de sonda nesta subárea.

## 7 - CONCLUSÕES

Com base em indícios geológicos, a maioria indiretos, e, principalmente, calcados em argumentos conceituais, conseguiu-se delimitar, na Formação Parapuí, pertencente ao Grupo Jaibaras, segmentos de áreas potencialmente prospectivas, ou que, pelo menos, acenavam com possibilidades de serem assim considerados.

Os trabalhos preliminares de pesquisa viriam corroborar as idéias iniciais, concluindo pela viabilidade de ocorrências de mineralizações sulfetadas polimetálicas de caráter vulcanogênico, tardi orogenéticas, comparáveis aos modelos clássicos de "complexos vulcano-sedimentares", especialmente àqueles descritos por Alsac (op.cit.) e Bretizel e Foglierini (op.cit.). De fato, ficou amplamente comprovada com a continuidade dos trabalhos, a presença de uma sequência litológica diferenciada vulcano-sedimentar, maiormente de caráter submarino, de natureza fissural, que inicia-se por lavas básicas de composição basalto-andesítica, seguindo-se derrames de natureza dacítica e riolítica. Termos de filiação explosiva, tais como, brechas vulcânicas e tufos de lapilli estão também presentes, intercalados ao longo de todo o pacote. Frequentemente são encontrados fácies espilitizadas e queratofirizadas. Associado e as vezes intertrapeados com alguns destes tipos, aparecem sedimentos tipicamente de herança vulcanogênica e outros onde estas feições inexistem ou encontram-se bastante atenuadas. Ao lado desta sequência considerada como principal alvo de pesquisa, mais duas ambiências, também foram alvo de trabalhos de detalhe (derrames andesíticos e corpos básicos subvulcânicos) sendo entre tanto considerada como de valor secundário.

Com base nos estudos detalhados subsequentes, chegou-se então as seguintes conclusões:

a) Os derrames andesíticos e os corpos básicos subvulcânicos são desprovidos de quaisquer interesse econômico, sendo portadores apenas de raras e aleatórias pontuações de pirita, em geral, associada a fase de carbonatação da sequência.

b) O nível da brecha andesítica com matriz essencialmente piritosa, inclusa concordantemente no complexo vulcano-sedimentar, em função do seu alto teor em pirita, (mais de 50% em volume, da rocha), é comparável aos "pirititos" descritos por Schermerborn, op.cit.). Aliada a este fato, a ocorrência na lapa, de uma bem desenvolvida zona denominada "stringer ore" de Sangster op.cit., vem enfatizar ainda mais, a semelhança deste corpo com os denominados "massifs sulfides" dos geólogos canadenses.

c) A presença de pirita, disposta segundo os planos de acamamento das fácies carbonáticas e pelíticas, correspondem as mineralizações exalativas estratiformes, no conceito de Ridler, op.cit., completando-se assim um modelo típico de depósitos de sulfetos vulcanogênicos estratiformes.

d) A associação do corpo de sulfeto maciço com a fase máfica do vulcanismo, provavelmente, contribuiu para a ausência de sulfetos de metais básicos. Com efeito, a possibilidade da ocorrência de processo gerador de sulfetos na fase félsica, onde teoricamente reside as melhores chances de uma metalogenia de importância econômica, é mínima ou mesmo nula, pois, segundo Sangster op.cit., em todos os complexos vulcanogênicos do mundo, mesmo os policíclicos, somente em

uma fase, e neste, apenas um horizonte lito-estratigráfico é portador de corpos sulfetados.

Não obstante a constatação nas áreas de pesquisa de um mecanismo gerador de sulfetos, associado ao evento vulcânico, este não foi capaz de gerar concentrações de metais de interesse econômico, devendo ser descartada qualquer possibilidade de mineralização de interesse nestas áreas.

8 - BILBIOGRAFIA

ALSAC, C. - Essai d'appréciation sur l'utilisation des caractères magmatiques comme guide de prospection des formations volcaniques. Bulletin du B.R.G.M., Paris (2), Sect. 2, n° 6: 95-130, 1971.

BRETIZEL, P. et FLOGLIERINE, F. - Les gîtes sulfurés concordants dans l'environnement volcanique et volcano-sédimentaire minéral déposita (Berl.) 6, 65-76, (1971) Penarroya Canadá Limitée, Toronto, Canadá.

COSTA, M.J. et alii - Projeto Jaibaras. Relatório Final. DNPM/CPRM. Relatório inédito [s. identif.] Recife, 1973. 5. V. il.

FRASER, D.C. - Contouring of VLF en data, Geophysics-Society of Exploration Geophysics, vol. 34, V. 6, Tulsa, 1969.

FONTEILLES, M. - Contribution à l'analyse du processus de spilitisation: Étude comparée de série volcaniques paléozoïques de la Bruche (Vosges) et de la Brévennes (Massif Central Français). Bulletin du B.R.G.M. Paris, (2). 3: 1-54, 1968.

HUTCHINSON, R.W. - Volcanogenic sulfide deposits and their metallogenic significance. Economic Geology, vol. 68, n° 8, p. 1223-1245, 1973.

KUNO, H. - Differentiation of basalt magmas. In: Basalts.  
Hess et Poldevaart édit., 1968. v. 2, p. 623-688.

PARASNIS, D.S. - Mining Geophysics, Elsevier Publishing Com-  
pany, Amsterdam, 1966.

PRETORIUS, D.A. - Conceptual Geological Models in the Explo-  
ration for Gold Mineralization in the Witwatersrand Basin.  
Economic Geology Research Unit, University of the Witwa-  
tersrand, Johannesburg, 1966.

SANGSTER, D.F. and SCOTT, S.D. - Precambrian, Strata-Bound,  
Massive Cu-Zn-Pb Sulfide Ores of North America. In: Hand-  
Book of Strata-Bound and Stratiform Ore Deposits. II. Re-  
gional studies and specific deposits - Edited by K.H. Wolf  
V. 6 - pp. 129-214, 1972.

SANGSTER, D.F. - Precambrian volcanogenic Massive Sulphide  
Deposits in Canada. A Review - Geological Survey of Canada.  
(paper 72-22) 1-44 p. 1972.

SOLOMON, M. - "Volcanic" Massive Sulphide Deposits and their  
Host Rocks a Review and an Explanation. In: Handbook of  
Strata-Bound and Stratiform Ore Deposits. II. Regional  
studies and specific deposits. Edited by K.H. Wolf, volume  
6, pp. 21 - 50. 1972.

TANIMURA, S. et alii - Ore the Fukazava Ore Bodies, Akita  
Prefecture. In: Geology of Kuroko Deposits. Japan, The  
Society of Mining Geologists of Japan, p. 147-155, 1974.

CONVENÇÕES GEOLÓGICAS

PALEOGEOGRÁFICO CAMBRIO ORDOVICIANO INFÉRIOR	FORMAÇÃO APRAZÍVEL	CONGLOMERADO
	FORMAÇÃO PARAPUÍ	ROCHAS ÍGNEAS INTRUSIVAS: DIORITO E ROCHAS AFINS
		ROCHAS ÍGNEAS INTRUSIVAS: SIENITO
	ROCHAS VULCÂNICAS	SEQUÊNCIA CARBONÍFERA TERRESTRE: CALCÁRIOS, CALCÁRIOS SILTICOS, SILTITOS E ARGILAÇAS, INCLUINDO PIROCLÁSTICOS E LAVAS BÁTICAS
PIROCLÁSTICOS: BRECHAS VULCÂNICAS E TUFO DE LAPILLI DE NATUREZA BÁTICA		
PIROCLÁSTICOS: BRECHAS VULCÂNICAS E TUFO DE LAPILLI DE NATUREZA ÁCIDA		
ROCHAS VULCÂNICAS: RIOLITOS E QUARTZOFIROS, PODENDO INCLUIR DACITOS E RIO-DACITOS		
FORMAÇÃO PACUÁ	ARENITOS E ARENITOS ARCOADOS INCLUINDO LEITOS CONGLOMERÁTICOS E BRANQUEADOS ONDE INDICADOS	
	ARENITOS E ARENITOS ARCOADOS INCLUINDO LEITOS CONGLOMERÁTICOS E BRANQUEADOS ONDE INDICADOS	

BLOCOS DISPERSOS NO SOLO

- ▲ BRECHA SILÍCEA
- ▲ ANDESITO-BASALTO
- L RIOLITO
- ▲ DIORITO
- ▲ SIENITO
- ▲ BRECHA CARBONÍFERA

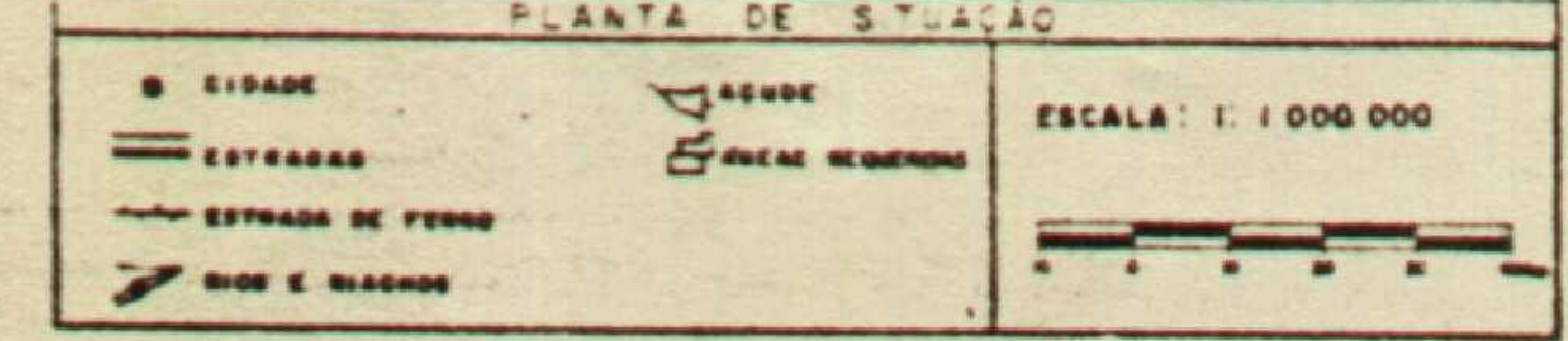
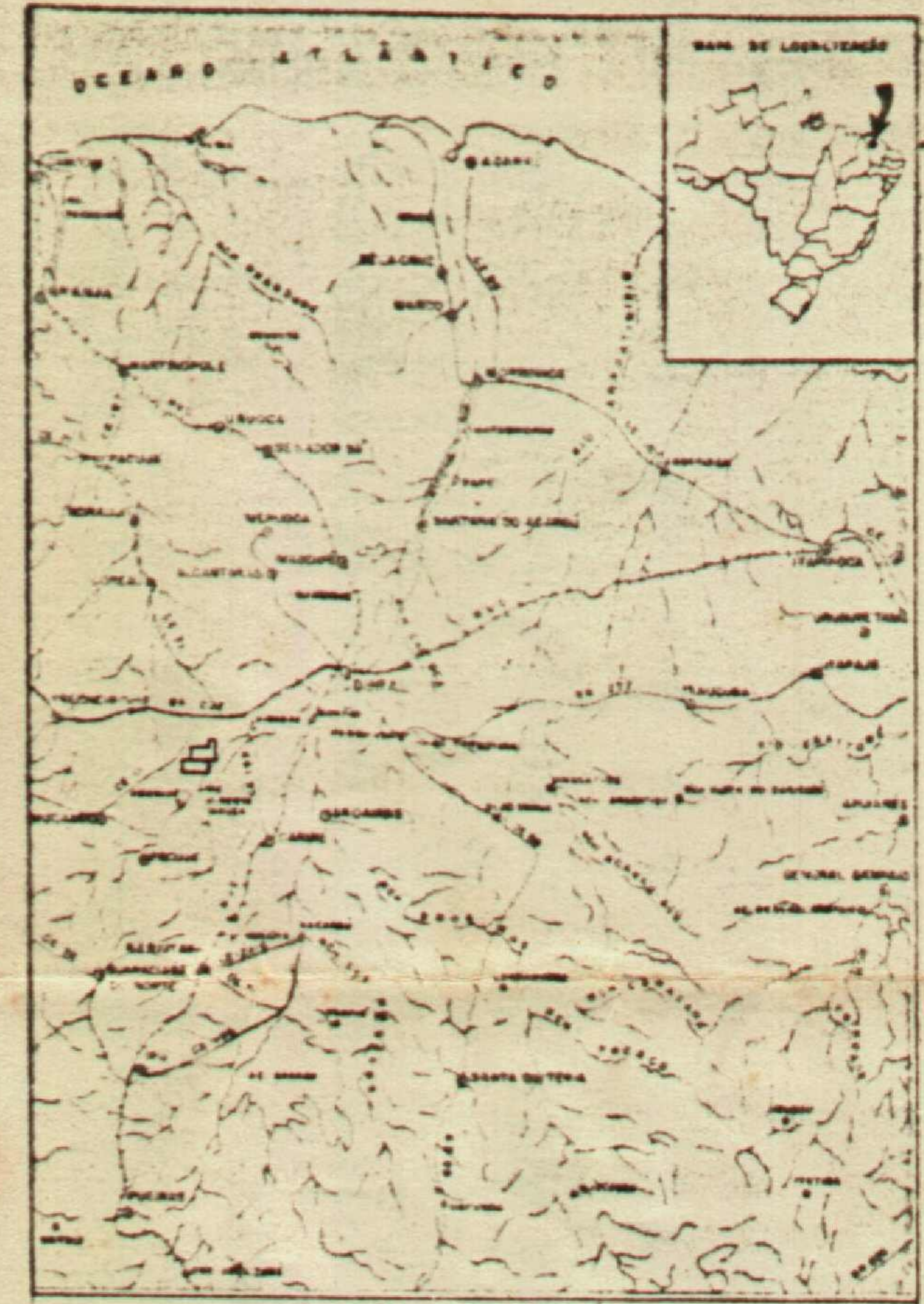
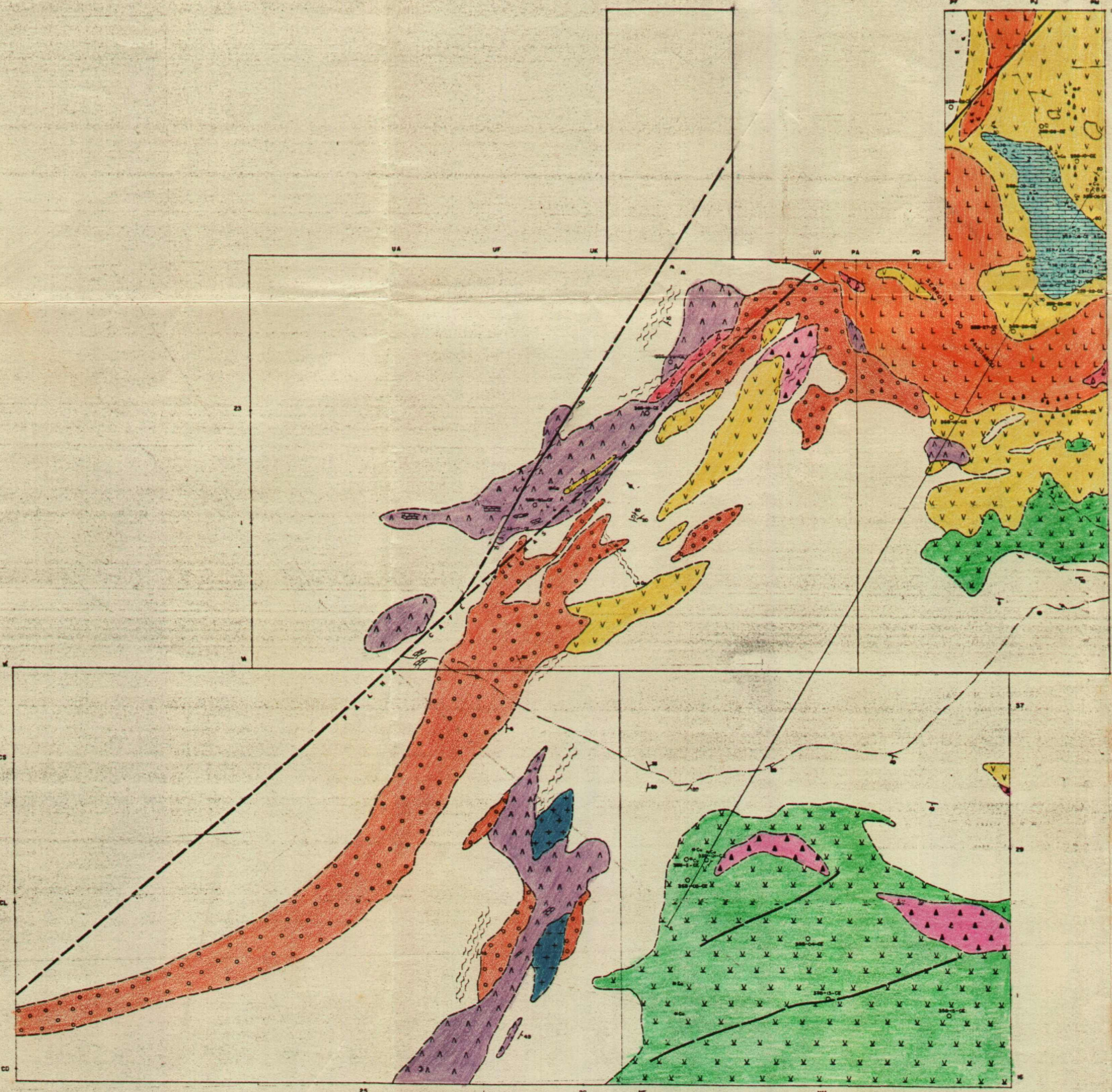
- CONTATO GEOLÓGICO INFERIDO
- ATITUDE DE ACABAMENTO COM VALOR MEDIDO, ACABAMENTO HORIZONTAL
- FRATURA VERTICAL, COM VALOR MEDIDO
- FALHA TRANSCORRENTE COM INDICAÇÃO DO MOVIMENTO RELATIVO DOS BLOCOS, FALHA COBERTA, FALHA INTERMETADA COM BASE EM GEOFÍSICA
- ZONA DE CIZALHAMENTO
- MURO DE BORSA EXECUTADO
- TRINCHEIRA, POÇO

OCORRÊNCIAS MINERAIS

- IMPREGNAÇÃO DE MALAQUITA COM RESTOS DE CALCOPIRITA
- ▲ PLUMBA EM VEIO OU DISSEMINADA, ASSOCIADA A BRECHAS ÁCIDAS

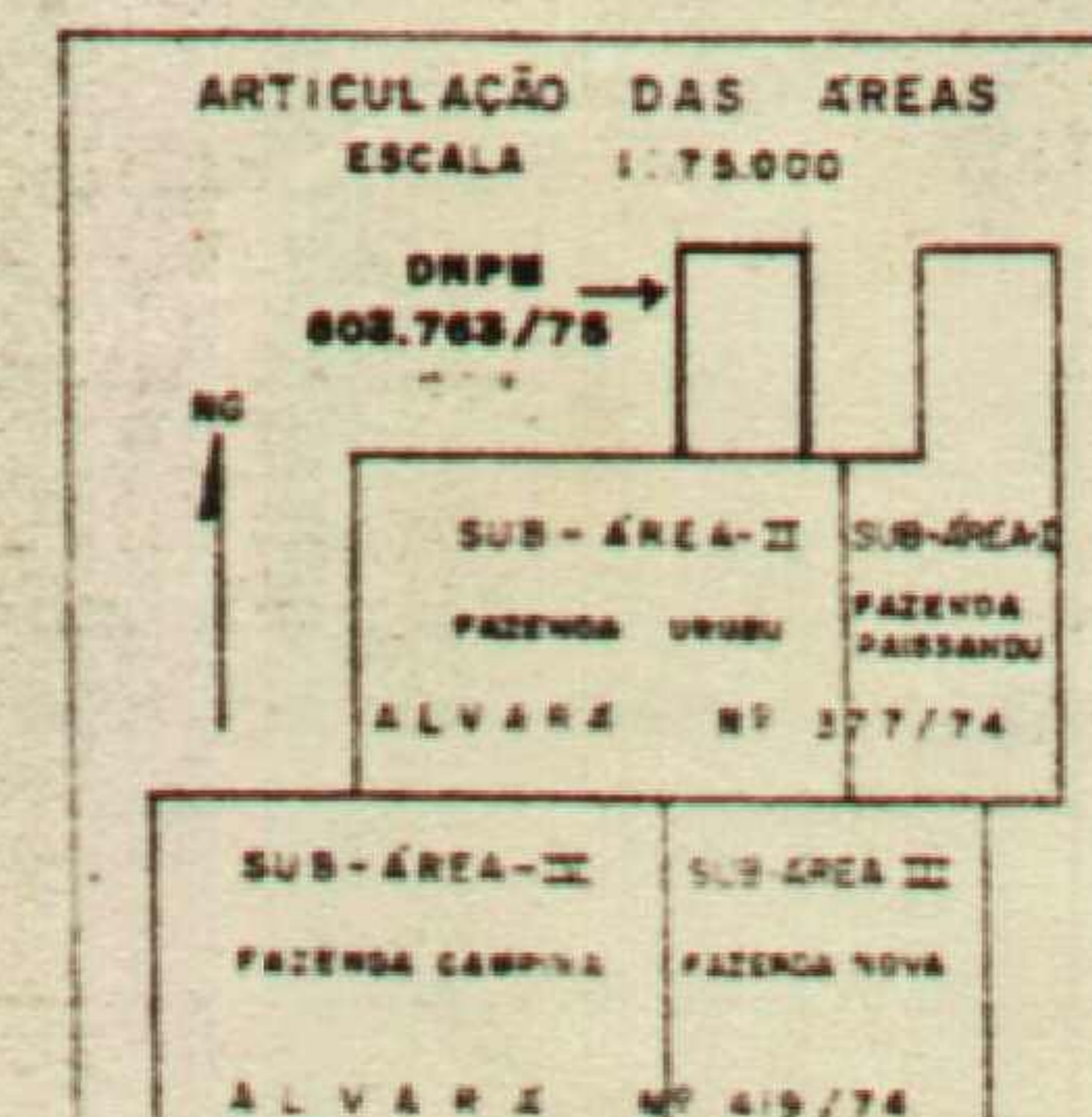
CONVENÇÕES TOPOGRÁFICAS

- RIACHO
- LAGOA TEMPORÁRIA (DEPRESSÃO)
- ▲ VÉRTICE DE DO ALVARÉ Nº 377/74, VÉRTICE DE DO ALVARÉ Nº 419/74
- ▲ INDICAÇÃO DAS LINHAS DE PICADA E PONTO PIVOTADO - 100m x 50m



COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS  
CPRM  
SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE RECIFE  
PROJETO APRAZÍVEL  
CC-2138  
SUB-ÁREA-I-Faz. PAISSANDU  
SUB-ÁREA-II-Faz. URUBU  
SUB-ÁREA-III-Faz. NOVA  
SUB-ÁREA-IV-Faz. CAMPINA

MAPA GEOLÓGICO INTEGRADO



CORTE GEOLÓGICO ESQUEMÁTICO INTERPRETATIVO



- ▲ DIORITO
- ▲ SEQUÊNCIA CARBONÍFERA TERRESTRE
- ▲ BRECHAS E TUFO ÁCIDO
- ▲ LAVAS VULCÂNICAS
- ▲ ANDESITO-BASALTO INCLUINDO HIOTERMALITOS
- ▲ RIOLITO
- ▲ ANDESITO BASALTO
- ▲ ARENITO E ARENITOS ARCOADOS

LOCAL	DISTRITO	MUNICÍPIO	COMARCA	ESTADO
Faz. dos Pais	Sobral	Sobral	Sobral	Ceará
PESQUISA DE		ÁREA	ESCALA	
COBRE		1.558,00ha	1:10.000	
REQÜERENTE		RESPONSÁVEL TÉCNICO		
C.A. DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM		JOSÉ RAY GONÇALVES DE MENEZES		