MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA
DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL
CONVÊNIO DNPM—CPRM

PROJETO COBRE
NOS CORPOS BÁSICO-ULTRABÁSICOS E EFUSIVAS DO RIO GRANDE DO SUL

RELATÓRIO FINAL DA 2ª FASE

VOLUME I

Eugenio Casimiro Szubert
Carlos Alberto Kirchner
Carlos Antonio Grazia
José Leonardo S. Andriotti
Isao Shintaku

PHL 13618

CPRM I 96 SUREMI SEDOTE
ARQUIVO TÉCNICO
Relatório n.º 658 — S
N.º de Volumes: 3 V.: 1
OSTENSIVO

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS
SUPERINTENDÊNCIA DE RECURSOS MINERAIS
SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE PORTO ALEGRE
Agosto – 1977

PROJETO COBRE
NOS CORPOS BÁSICO-ULTRABÁSICOS
E EFUSIVAS DO RIO GRANDE DO SUL
RELATÓRIO FINAL DA 2ª FASE

Chefe do Projeto *Eugenio Casimiro Szubert*

Equipe Executora *Carlos Alberto Kirchner*
Carlos Antonio Grazia
José Leonardo S. Andriotti
Isao Shinteku

Prospectores *Adão Miguel S. Kern*
Airton José Zambrozuski
Vilson Goulart

Participação *Vitor Hugo S. de Castro*

Supervisão *Oscar Füller* DEPEM
Vitório Orlandi Filho DIVGEM
Luiz Edmundo Giffoni COREMI

Colaboração *Gustavo Noronha D. Gonçalves* DIGEOQ

PROJETO COBRE
NOS CORPOS BÁSICO-ULTRABÁSICOS E EFUSIVAS DO RIO GRANDE DO SUL
RELATÓRIO FINAL DA 2ª FASE

ÍNDICE DOS VOLUMES

VOLUME I

RESUMO
ABSTRACT
INTRODUÇÃO
METODOLOGIA
GEOLOGIA
GEOQUÍMICA
GEOLOGIA ECONÔMICA
ÁREAS FAVORÁVEIS
CONCLUSÕES
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS
MAPAS GEOLÓGICOS

VOLUME II

TABELAS DE ANÁLISES PETROGRÁFICAS
TABELA DE ANÁLISES CALCOGRÁFICAS
MAPAS DE AMOSTRAGEM GEOQUÍMICA
MAPAS DE DISTRIBUIÇÃO GEOQUÍMICA
MAPAS DE ISOTEORES EM SOLOS (PALMA)
PERFIS GEOQUÍMICOS EM SOLOS
TABELAS DE DISTRIBUIÇÃO GEOQUÍMICA EM ROCHAS
FICHAS DE CADASTRO DE OCORRÊNCIAS MINERAIS

CPRM

APRESENTAÇÃO

O presente relatório encerra a 2ª fase do Projeto Cobre nos Corpos Básico-ultrabásicos e Efusivas do Rio Grande do Sul, realizado em três áreas de derrames riolítico-andesíticos do Grupo Bom Jardim e em três áreas de rochas máficas, ultramáficas e metamórficas de caráter ofiolítico, com vistas às suas potencialidades principalmente para cobre. A pesquisa dessas áreas baseou-se em mapeamentos geológicos, com a avaliação simultânea de indícios mineralizados, e em levantamentos geoquímicos.

O volume I apresenta a metodologia adotada na pesquisa, a geologia das áreas de estudo e os resultados geoquímicos obtidos para cobre, chumbo e zinco nas áreas de rochas efusivas e para cobre, cobalto e níquel nas áreas de rochas máficas e ultramáficas, culminando com a indicação de áreas-alvo e de trabalhos de maior detalhe.

O volume II contém as tabelas de análises petrográficas e calcográficas, os mapas de amostragem, mapas de distribuição geoquímica, mapas de isoteores em solos, perfis geoquímicos, as tabelas de distribuição geoquímica em rochas e as fichas de cadastro de ocorrências minerais.

Os parâmetros analíticos estão contidos em apêndice, constituindo o cadastro geoquímico do Projeto.

CPRM

S U M Á R I O

	Folha
1. RESUMO	1
2. ABSTRACT	3
3. INTRODUÇÃO	5
3.1 - Objetivos	5
3.2 - Localização e Vias de Acesso	5
4. METODOLOGIA	10
4.1 - Mapeamento Geológico	10
4.2 - Avaliação dos Indícios Mineralizados	11
4.3 - Geoquímica	12
5. GEOLOGIA	15
5.1 - SEQUÊNCIA VULCANO-SEDIMENTAR (Grupo Bom Jardim)	15
5.1.1 - Sumário Estratigráfico	15
5.1.2 - Formações Acampamento Velho e Hilário	17
5.1.2.1 - Área de São Sepé	17
5.1.2.2 - Área da Ramada	19
5.1.2.3 - Área de Dom Pedrito	22
5.1.3 - Comportamento Geotectônico	26
5.2 - ASSOCIAÇÃO DE ROCHAS MÁFICAS E ULTRAMÁFICAS (Grupo Cambaí)	30
5.2.1 - Sumário Estratigráfico	30
5.2.2 - Associações Ofiolíticas	34
5.2.2.1 - Área de Vila Rufino	34
5.2.2.2 - Área de Mata Grande	36
5.2.2.3 - Área de Palma	41
5.2.3 - Comportamento Geotectônico	54

Folha

6. GEOQUÍMICA 60

6.1 - SEQUÊNCIA VULCANO-SEDIMENTAR 62
6.1.1 - Área de São Sepé 62
6.1.2 - Área da Ramada 64
6.1.3 - Área de Dom Pedrito 67

6.2 - COMPLEXO MÁFICO-ULTRAMÁFICO 69
6.2.1 - Área de Vila Rufino 69
6.2.2 - Área de Mata Grande 71
6.2.3 - Área de Palma 73

7. GEOLOGIA ECONÔMICA 84

8. ÁREAS FAVORÁVEIS 96

9. CONCLUSÕES 100

10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 104

F I G U R A S

VOLUME I

1. Mapa de Localização das Áreas do Projeto

Mapas Geológicos

2. Área de São Sepé
3. Área da Ramada
4. Área de Dom Pedrito
5. Área de Vila Rufino
6. Área de Mata Grande
7. Área de Palma

VOLUME II

Área de São Sepé

8. Mapa de Amostragem
9. Perfil Geoquímico 2 (solo) Cu, Pb, Zn
10. Mapa de Distribuição Geoquímica Sedimento de Corrente e Solo Cu, Pb, Zn

Área da Ramada

11. Mapa de Amostragem
12. Mapa de Distribuição Geoquímica Sedimento de Corrente e Solo Cu, Pb, Zn

Área de Dom Pedrito

13. Mapa de Amostragem
14. Mapa de Distribuição Geoquímica
    Sedimento de Corrente
    Cu, Co, Ni

Área de Vila Rufino

15. Mapa de Amostragem.
    Perfis Geoquímicos (solo)
    Cu, Co, Ni
16. Perfil 3
17. Perfil 7
18. Perfil 8
19. Perfil 14
20. Mapa de Distribuição Geoquímica
    Solo – Cu, Co, Ni

Área de Mata Grande

21. Mapa de Amostragem
    Perfis Geoquímicos (solo)
    Cu, Co, Ni
22. Perfil 3
23. Perfil 4
24. Perfil 9
25. Perfil 10
26. Mapa de Distribuição Geoquímica
    Sedimento de Corrente
    Cu, Co, Ni
27. Mapa de Distribuição Geoquímica
    Solo – Cu, Co, Ni

Área de Palma

28. Mapa de Amostragem

Perfis Geoquímicos (solo)
Cu, Co, Ni
29. Perfil 3
30. Perfil 16
31. Perfil 17
32. Perfil 39
33. Perfil 41
34. Perfil 44
35. Perfil 45
36. Perfil 46
37. Perfil 47
38. Perfil 48
39. Perfil 55
40. Perfil 58
41. Perfil 59
42. Perfil 62
43. Mapa de Distribuição Geoquímica Sedimento de Corrente Cu, Co, Ni
44. Mapa de Distribuição Geoquímica Solo – Cu
45. Mapa de Distribuição Geoquímica Solo – Co
46. Mapa de Distribuição Geoquímica Solo – Ni
47. Mapa de Isoteores em Solos – Cu
48. Mapa de Isoteores em Solos – Co
49. Mapa de Isoteores em Solos – Ni

T A B E L A S

VOLUME I
(no texto)

		Folha
I	- Quadro Geral das Atividades do Projeto.	9
II	- Parâmetros Estatísticos Básicos para os Solos da Área de São Sepé.	63
III	- Parâmetros Estatísticos Básicos para os Sedimentos de Corrente sobre Rochas Efusivas Félsicas da Área da Ramada.	65
IV	- Parâmetros Estatísticos Básicos para os Sedimentos de Corrente sobre Rochas Sedimentares Associadas às Efusivas da Área da Ramada.	65
V	- Parâmetros Estatísticos Básicos para os Solos de Efusivas Félsicas da Área da Ramada.	66
VI	- Parâmetros Estatísticos Básicos para Sedimentos de Corrente da Área de Dom Pedrito.	68
VII	- Parâmetros Estatísticos Básicos para os Solos da Área de Vila Rufino.	70
VIII	- Parâmetros Estatísticos Básicos para Sedimentos de Corrente da Área de Mata Grande.	71
IX	- Parâmetros Estatísticos Básicos para os Solos da Área de Mata Grande.	73
X	- Parâmetros Estatísticos de Cu, Co e Ni para os Sedimentos de Corrente da Área de Palma.	76

Folha

XI - Parâmetros Estatísticos Básicos para os Solos da Área de Palma. 82

XII - Síntese dos Resultados Geo-Econômicos (Indícios Mineralizados e Suas Características). 88

XIII - Áreas-alvo, Suas Características Principais e Trabalhos Sugeridos. 98

VOLUME II

XIV - Análises Petrográficas (Área de São Sepé).

XV - Análises Petrográficas (Área da Ramada).

XVI - Análises Petrográficas (Área de Dom Pedrito).

XVII - Análises Petrográficas (Área de Vila Rufino).

XVIII - Análises Petrográficas (Área de Mata Grande).

XIX - Análises Petrográficas (Área de Palma).

XX - Análises Calcográficas (Área de Palma).

XXI - Teores de Cu, Pb e Zn (ppm) em Rochas (Absorção Atômica) (Área de São Sepé).

XXII - Teores de Cu, Pb e Zn (ppm) em Rochas (Absorção Atômica) (Área da Ramada).

XXIII - Teores de Cu, Pb e Zn (ppm) em Rochas (Absorção Atômica) (Área de Dom Pedrito).

XXIV - Teores de Cu, Co e Ni (ppm) em Rochas (Absorção Atômica) (Área de Vila Rufino).

XXV - Teores de Cu, Co e Ni (ppm) em Rochas (Absorção Atômica) (Área de Mata Grande).

XXVI - Teores de Cu, Co e Ni (ppm) em Rochas (Absorção Atômica) (Área de Palma).

CADASTRO DE OCORRÊNCIAS MINERAIS

VOLUME II

21 Fichas de Cadastro de Ocorrências Minerais

A P Ê N D I C E

Parâmetros Analíticos

Áreas de Palma, Vila Rufino, Mata Grande, Ramada, São Sepé e Dom Pedrito.

Resultados por espectrografia de emissão semiquantitativa para 30 elementos.

Resultados por absorção atômica (Cu, Co, Ni, Pb e Zn).

1. RESUMO

O Projeto Cobre nos Corpos Básico-Ultrabásicos e Efusivas do Rio Grande do Sul foi realizado em três áreas (São Sepé, Ramada e Dom Pedrito) de derrames riolítico-andesíticos do Grupo Bom Jardim e em três áreas (Vila Rufino, Mata Grande e Palma) de rochas da associação máfico-ultramáfica do Grupo Cambaí.

Os trabalhos de pesquisa constaram de mapeamento geológico, avaliação de indícios mineralizados e levantamento geoquímico. Nas áreas de derrames riolítico-andesíticos foi realizada uma prospecção geoquímica de caráter semi-regional através da amostragem principalmente de sedimentos de corrente e análises por absorção atômica para cobre, chumbo e zinco. Nas áreas de rochas máficas e ultramáficas executou-se uma prospecção geoquímica de semidetalhe, à base de amostras de solos, objetivando o cobre, o cobalto e o níquel.

Os mapeamentos geológicos propiciaram modificações substanciais nos mapas anteriores, especialmente nas áreas de rochas máficas e ultramáficas que foram encaradas como uma associação mais ampla de natureza ofiolítica. Na porção correspondente à associação ofiolítica de Palma foram individualizados oito grupos de rochas diferentes, com a identificação de litologias inéditas no Escudo Sul-Riograndense.

Registrou-se vinte novos indícios ou grupos de indícios mineralizados, a quase totalidade em rochas da associação ofiolítica, sendo treze metálicos e sete não metálicos.

A faixa ofiolítica da área da Palma evidenciou para cobre uma associação litológica altamente prospectável, especialmente a sua parte superior vulcano-sedimentar, in-

dícios mineralizados muito expressivos e os melhores resultados geoquímicos em mais de uma dezena de anomalias puntuais. Os valores geoquímicos mais significativos para cobre (420, 550 e 680 ppm) dessa área verificaram-se em zonas de falhamentos, nas quais encontram-se imbricados tectonicamente rochas meta-sedimentares e metabasitos. As demais áreas apresentam anomalias geoquímicas de pequena expressão e em presença de associações litológicas via de regra de baixo interesse para prospecção e/ou destituídas de mineralizações evidentes.

Foram selecionadas dez áreas-alvo com vistas a estudos de maior detalhe, sendo sete em Palma, uma em Vila Rufino, uma em Mata Grande e uma em São Sepé. Para as áreas de prioridade 1 recomenda-se detalhamento geológico, *follow up* pedogeoquímico, geofísica terrestre, abertura de poços e trincheiras e possivelmente sondagens. Para as áreas de menor importância diminuem as atividades de pesquisa, de modo que as áreas de prioridade 4 serão objetos apenas de cheque expedito de campo, compreendendo reamostragem geoquímica e inspeção geológica local.

ABSTRACT

The "Copper in basic-ultrabasic bodies and effusive rocks of Rio Grande do Sul Project" was carried out in three areas with rhyolitic-andesitic lava flows of Bom Jardim Group (São Sepé, Ramada and Dom Pedrito) and in three areas with mafic-ultramafic rocks of Cambaí Group (Vila Rufino, Mata Grande and Palma).

The research works were geologic mapping, study of mineralization evidences and geochemical survey. In the rhyolitic-andesitic flow areas it was made a semi-regional geochemical prospecting by collecting samples in stream sediments and by making atomic absorption analyses for copper, lead and zinc. In the mafic and ultramafic rock areas it was made a semi-detailed geochemical prospecting by collecting soil samples regarding to copper, cobalt and nickel.

The geologic mapping deeply changed the former maps, specially in mafic and ultramafic areas which were seen as a broad ophiolitic-like association. In the ophiolitic-association area of Palma there were counted eight groups of different rocks, including unknown lithologies in the Sul-riograndense Shield.

There were reported twenty new mineralized traces or trace groups, almost all of them in ophiolitic association rocks: thirteen are metallic and seven non-metallic ones.

The ophiolitic zone of Palma area showed a high prospecting lithologic association for copper, specially the volcano-sedimentary upper part, some very expressive mineralized evidences and the best geochemical results in more than ten punctual anomalies. The best results for copper in this area were found in faulted zones where

metasedimentary rocks and metabasites are tectonicaly imbricated. The other areas showed minor geochemical anomalies, have lithologic associations without evident mineralizations and/or minor prospection interest.

There were selected ten target-areas for more detailed studies: seven of them in Palma, one in Vila Rufino, one in Mata Grande and one in São Sepé. To the first-priority areas it is suggested a more detailed geological mapping, pedogeochemical follow-up, terrestrial geophysics, digging of holes and trenches and maybe drilling. In the less important areas, fourth-priority ones, it will be made only a speedy field check-up, a recollect of geochemical samples and a detailed geological inspection.

3. INTRODUÇÃO

3.1 - OBJETIVOS

Este Projeto objetivou pesquisar as áreas de derrames riolítico-andesíticos de platô do Grupo Bom Jardim e de rochas máficas, ultramáficas e metamórficas associadas (associação ofiolítica) com vistas as suas potencialidades principalmente para cobre. Tais áreas foram escolhidas pelo Departamento Nacional da Produção Mineral com base na *Carta Previsional do Cobre* no Escudo Sul-Riograndense (Marcelo Ribeiro, 1976), por serem consideradas prioritárias ou de interesse para a pesquisa de cobre dentro do quadro geral esboçado na referida Carta.

A pesquisa das áreas de estudo baseou-se em mapeamentos geológicos, com a avaliação simultânea de indícios mineralizados, e em levantamentos geoquímicos compatibilizados com os referidos mapeamentos.

Nas áreas de derrames riolítico-andesíticos do Grupo Bom Jardim (São Sepé, Ramada e Dom Pedrito) foi realizada uma prospecção geoquímica de caráter semi-regional, com amostragem principalmente de sedimentos de corrente e rochas, objetivando o cobre e, secundariamente, o chumbo e o zinco. Nas áreas de rochas máficas e ultramáficas (Vila Rufino, Mata Grande e Palma), as quais foram encaradas como uma associação mais ampla de natureza ofiolítica, executou-se uma prospecção geoquímica de semidetalhe através de amostras de solos e rochas visando o cobre e, secundariamente, o níquel e o cobalto.

3.2 - LOCALIZAÇÃO E VIAS DE ACESSO

As áreas objetos da pesquisa estão situadas na re-

gião centro-sul do Estado, compreendidas nos municípios de São Gabriel, Lavras do Sul, Caçapava do Sul, Dom Pedrito e São Sepé (fig. 1). Apresentam as seguintes coordenadas geográficas e superfícies:

São Sepé:

Latitude S	Longitude W
30°06'10"	53°46'32"
30°13'32"	53°55'14"

Superfície: 190 km^2

Ramada:

Latitude S	Longitude W
30°25'00"	53°40'28"
30°35'32"	54°05'00"

Superfície: 760 km^2

Dom Pedrito:

Latitude S	Longitude W
30°41'00"	54°25'00"
31°01'00"	54°42'00"

Superfície: 1010 km^2

Vila Rufino:

Latitude S	Longitude W
30°17'29"	53°58'33"
30°24'39"	54°04'56"

Superfície: 115 km^2

Mata Grande

Latitude S	Longitude W
30°15'00"	53°42'13"
30°25'00"	53°49'56"

Superfície: 240 km^2

MAPA DE LOCALIZAÇÃO DAS ÁREAS DO PROJETO

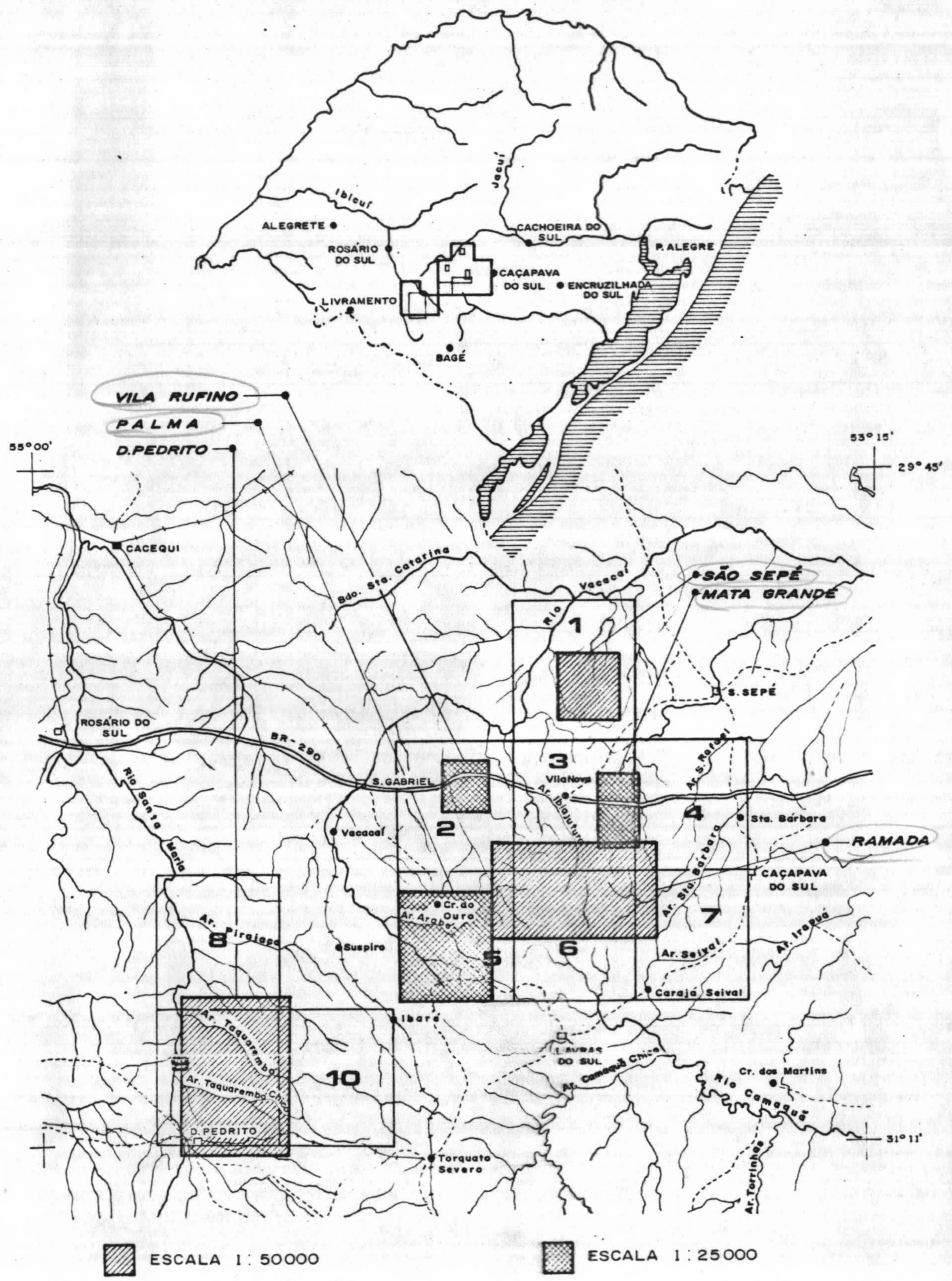


Figura 1

DENOMINAÇÃO DAS FOLHAS

1. RIO VACACAÍ
2. ARROIO DAS CANAS
3. VILA NOVA
4. PASSO DO SALSINHO
5. LAGOA DA MEIA LUA
6. ARROIO AMÉRICA
7. ARROIO SANTA BÁRBARA
8. ESTÂNCIA DA BARRA
9. DOM PEDRITO
10. IBARÉ

Palma:

Latitude S	Longitude W
30°32'50"	54°03'00"
30°44'27"	54°16'36"

Superfície: 430 km^2

O acesso principal às áreas de estudo se faz através da rodovia federal BR-290 (Porto Alegre-Uruguaiana), a partir da qual se distribui uma rede de estradas estaduais e municipais que atingem todos os pontos daquelas áreas, mantendo-se em condições razoáveis de trafegabilidade durante todo o ano.

Tabela I — Quadro Geral das Atividades do Projeto

ÁREA	GEOQUÍMICA				GEOLOGIA		
	MATERIAL	Nº DE AMOSTRAS	ANÁLISES		AFLORAMENTOS ESTUDADOS	INDÍCIOS MINERALIZADOS	ANÁLISES PETROGRÁFICAS
			ABSORÇÃO ATÔMICA	ESPECTRO-GRAFIA			
SÃO SEPÉ	SED. CORRENTE	11	10	1	43	-	13
	SOLO	60	54	6			
	ROCHA	19	17	2			
RAMADA	SED. CORRENTE	168	139	79	185	-	26
	SOLO	26	26	20			
	ROCHA	42	42	42			
DOM PEDRITO	SED. CORRENTE	194	187	20	110	2	37
	ROCHA	52	52	4			
VILA RUFINO	SOLO	167	167	67	125	3	15
	ROCHA	60	60	60			
MATA GRANDE	SED. CORRENTE	40	40	24	180	4	28
	SOLO	250	250	250			
	ROCHA	61	61	13			
PALMA	CONCENTRADO DE BATEIA	106	-	-	520	11	102*
	SED. CORRENTE	104	94	10			
	SOLO	2745	2514	254			
	ROCHA	67	63	4			
TOTAL	—	4172	3776	856	1163	20	221*

* Deste número, 10 são análises calcográficas

4. METODOLOGIA

4.1 - MAPEAMENTO GEOLÓGICO

O mapeamento geológico foi executado na escala 1:50.000 nas áreas de derrames riolítico-andesíticos do Grupo Bom Jardim e na escala 1:25.000 nas áreas de rochas máficas e ultramáficas (ofiolitos), embora na programação do projeto a escala prevista para todas as áreas fosse a 1:50.000. O maior detalhe no mapeamento das áreas de ofiolitos resultou da sua maior complexidade geológica e da necessidade de compatibilizar as informações geológicas com os resultados da prospecção geoquímica de semidetalhe dessas áreas.

Em todas as áreas o mapeamento geológico foi realizado sobre as litologias objetos de interesse do projeto, sendo que as demais unidades litológicas ou formações foram representadas com base nos mapeamentos existentes e nos mapas da fotointerpretação preliminar.

Nos mapas geológicos das áreas de rochas efusivas separou-se nas unidades de interesse grupos ou tipos litológicos que comumente não são individualizados nos mapas em escala 1:50.000. É o caso das rochas sedimentares (conglomerados, grauvacas) e vulcânicas intermediárias (andesitos) da Formação Hilário e das rochas vulcânicas ácidas (riolitos, dacitos) e subvulcânicas (microgranodioritos, monzogranitos, sienitos) da Formação Acampamento Velho (fig. 2, 3 e 4).

Os mapas geológicos em escala 1:25.000 das áreas de associações ofiolíticas propiciaram modificações substanciais nos mapas anteriores, novas interpretações estratigráficas e geotectônicas e a identificação de litologias ou associações litológicas inéditas no Escudo Sul-Riogran-

dense. No mapa geológico de Palma (fig. 7), somente na porção correspondente à associação ofiolítica, separou-se oito (8) unidades ou grupos de rochas diferentes.

Os mapeamentos geológicos exigiram um número bastante elevado de análises petrográficas (tabela I), mas que foi insuficiente para as áreas de ofiolitos. Tais análises foram realizadas pelo Laboratório de Análises Minerais (LAMIN) da CPRM (petrógrafos Evaldo Osório Ferreira, Angela Maria Martins, Maria Abadia da Silva e Maria Bustamante Junho), Instituto de Geociências da UFRGS (professores Eloy Lopes Loss e Arí Roisenberg) e Universidade do Vale do Rio dos Sinos (Geól. Léo Afraneo Hartmann), (tabelas XIV a XIX).

4.2 - AVALIAÇÃO DOS INDÍCIOS MINERALIZADOS

No decorrer do mapeamento geológico foi realizado um levantamento de todos os indícios mineralizados diretamente vinculados aos derrames riolítico-andesíticos de platô do Grupo Bom Jardim e às associações ofiolíticas do Grupo Cambaí. Excepcionalmente em Palma, relatou-se indícios mineralizados associados aos metamorfitos não ofiolíticos do Grupo Porongos.

Os principais indícios ou grupos de indícios estão relacionados na tabela XII, juntamente com sua localização, forma de ocorrência, litologias, unidade estratigráfica encaixante e importância econômica. Para todos os indícios foi preenchida uma ficha de cadastro mineral (Volume II) com dados geográficos, geológicos e de interesse econômico.

Foram registrados vinte(20) indícios ou *grupos* de indícios mineralizados, a quase totalidade (18) em rochas da associação ofiolítica, sendo treze (13) metálicos e sete (7) não metálicos.

4.3 - GEOQUÍMICA

As peculiaridades geológicas das áreas de pesquisa determinaram o meio natural mais adequado para a amostragem geoquímica (tabela I). Nos derrames riolítico-andesíticos de platô, de ampla distribuição em área, a amostragem de sedimentos de corrente foi usada com algumas variações. Em São Sepé, o mapeamento geológico (fig. 2) do projeto reduziu sensivelmente as áreas anteriormente mapeadas como rochas efusivas, obrigando a uma amostragem preferencial de solos (61), com poucas (11) amostras de sedimentos de corrente nas porções mais amplas de riolitos e andesitos do Grupo Bom Jardim (fig. 8). Por razões diferentes, em partes da área da Ramada efetuou-se também uma amostragem mista de sedimentos de corrente e solos (fig. 11). Essas razões são a irregularidade na distribuição das drenagens (em geral controladas por falhas e fraturas) e a ausência de sedimentos ativos de corrente na calha de muitas delas em grande parte do platô de derrames riolíticos da Ramada, obrigando a uma amostragem de solos a fim de cobrir homogeneamente essas litologias de interesse.

Nas áreas de rochas máficas e ultramáficas o meio principal amostrado foi o solo, em razão da grande variação litológica das faixas ofiolíticas, caracterizadas por uma extrema compartimentação tectônica (*mélanges*).

As amostras de solos foram coletadas no horizonte C ao longo de perfis transversais às direções da xistosidade ou dos lineamentos estruturais definidos pelos grupos litológicos de interesse. A amostragem foi feita a intervalos de 50 m (raramente menores) ou 100 m ao longo dos perfis, sendo que a distância entre estes variou em torno de 500 m (vide mapas de amostragem, fig. 15, 21 e 28).

O número de amostras de solos revelou-se insufi-

ciente nas áreas de rochas máficas e ultramáficas, em conseqüência das modificações introduzidas pelo mapeamento geológico, especialmente em Palma, onde ampliou-se consideravelmente as áreas de ofiolitos. Para corrigir em parte esse imprevisto, coletou-se sedimentos de corrente nas áreas de Mata Grande (1,2 amostra/km^2) e Palma (1,3 amostra/km^2), obtendo-se assim um recobrimento mais homogêneo para essas áreas. Mesmo assim deixou-se de amostrar convenientemente certas porções de interesse da área de Palma, como é o caso do metagabro com indícios de pirita e calcopirita das cercanias da amostra JS-4 (fig. 7).

Em todas as áreas de pesquisa coletou-se amostras de rochas, objetivando detectar zonas de alteração ou dispersão primária anômala ou possível comparação com os resultados de amostras de solos. Em conseqüência, nas áreas de ofiolitos, as amostras geoquímicas de rochas foram coletadas preferencialmente ao longo dos perfis de solos, sendo que a maioria foi analisada também em lâmina delgada (petrografia).

Na área de Palma coletou-se ainda 106 amostras de concentrados de bateia nos mesmos pontos de coleta de sedimentos de corrente, tendo em vista a alta potencialidade da associação ofiolítica dessa área para ouro. Essas amostras não foram analisadas pelo Laboratório de Análises Minerais (LAMIN) da CPRM, tendo em vista que não estavam previstas na programação do projeto.

Do total de 4.172 amostras coletadas, 3.776 foram analisadas por espectrofotometria de absorção atômica para Cu, Pb e Zu (áreas de São Sepé, Ramada e Dom Pedrito) ou para Cu, Co e Ni (áreas de Vila Rufino, Mata Grande e Palma) e 856 por espectrografia de emissão semiquantitativa para 30 elementos. Parte do total de amostras foi analisado conjuntamente pelos dois métodos (tabela I).

Os resultados analíticos foram submetidos a processamento eletrônico no Serviço de Processamento de Dados da CPRM no Rio de Janeiro, obtendo-se a partir dele os parâmetros estatísticos básicos para os elementos de interesse.

5. GEOLOGIA

5.1 - SEQUÊNCIA VULCANO-SEDIMENTAR (Grupo Bom Jardim)

5.1.1 - Sumário Estratigráfico

A unidade rochosa mais antiga das áreas vulcano-sedimentares do Grupo Bom Jardim (áreas de São Sepé, Ramada e Dom Pedrito) está representada pelo Grupo Cambaí, o qual está constituído por rochas migmáticas, gnaisses, anfibolitos e, localmente, por ofiolitos parciais (serpentinitos, xistos magnesianos). Sobre as rochas desse grupo aparece somente na área da Ramada o Grupo Porongos, representado por filitos, sericita-xistos, quartzitos micáceos e outras rochas de baixo grau metamórfico.

Por discordância do tipo *nonconformity* ou por falhamentos, as rochas da Formação Maricá recobrem estratigraficamente as unidades mais antigas acima citadas. Essa Formação é representada principalmente por arenitos finos, compactos, de cor rosa clara e bordô, associados com grauvacas, níveis conglomeráticos e arenitos arcosianos. Segundo Mau (1962) é freqüente a ocorrência de seixos de vulcanitos ácidos nos conglomerados da Formação Maricá, indicando que as condições vulcânicas da época foram semelhantes às que ocorreram posteriormente.

A Formação Hilário, representada por rochas sedimentares essencialmente do tipo conglomerático e vulcânicas de caráter mafélsico a máfico, ocorre através de uma discordância angular sobre a Formação Maricá, estando melhor representada a fácies sedimentar grosseira na área da Ramada e a vulcânica em Dom Pedrito e São Sepé. Segundo Ribeiro e Fantinel (1976) essa Formação constitui-se de andesitos orogênicos e rochas pertencentes à suíte calco-alcalina. Foi incluída no tôpo do Pré-Cambriano porque suas rochas são cortadas por diques do granito de Lavras do Sul, cuja idade

revelada pelo método das isócronas Rb/Sr está em torno de 600 m.a. (Willig et alii, 1974, p. 27).

Através de discordância sobre a Formação Hilário assentam os vulcanitos félsicos da Formação Acampamento Velho, de composição essencialmente riolítica, associados com pequenos corpos intrusivos de granitos pós-tectônicos, micro granodioritos, sienitos, monzogranitos e mangeritos. Também os granitos Ramada, São Sepé e Cerro da Cria são considerados manifestações hipabissais do vulcanismo ácido associado à Formação Acampamento Velho.

A Formação Santa Bárbara, sobreposta à Formação Acampamento Velho por discordância angular, é constituída por sedimentos molássicos, de cores avermelhadas, representados por arcósios, conglomerados e grauvacas que ocorrem na porção sudeste da área da Ramada.

Os sedimentos gonduânicos do Paleozóico Superior estão representados pelas Formações Itararé, Rio Bonito, Palermo e Irati, assentados sobre as rochas cristalinas do Escudo através de discordância litológica ou *nonconformity*. A Formação Itararé ocorre bordejando o platô da Ramada e é constituída por siltitos porcelânicos, bem consolidados, com finas estratificações plano-paralelas, preenchendo calhas com forte mergulho de suas camadas.

A Formação Rio Bonito, constituída por arenitos médios a grosseiros, esbranquiçados, com grãos bem arredondados e concreções ferruginosas, assenta através de discordância angular sobre a Formação Maricá, próximo à cidade de Dom Pedrito, bem como por discordância litológica com as rochas efusivas máficas, mafélsicas e félsicas das formações Hilário e Acampamento Velho.

A Formação Palermo, depositada sobre Formação Rio Bonito através de contato gradacional, é formada por sedimentitos finos, argilosos, de cores amareladas e esverdea-

das. Através de contato também gradacional, a Formação Irati sobrepõe-se à Formação Palermo, sendo representada por folhelhos sílticos de cores cinza clara e escura e por concreções calcárias.

Os depósitos cenozóicos são formados por arenitos inconsolidados da Formação Santa Tecla, assentados sobre os vulcanitos félsicos e granitos do platô da Ramada, e pelos depósitos aluvionares e eluvionares do Quaternário.

As formações Hilário e Acampamento Velho, objetos de interesse do projeto, serão descritas a seguir para as áreas de estudo São Sepé, Ramada e Dom Pedrito.

5.1.2 - Formações Hilário e Acampamento Velho

5.1.2.1 - Área de São Sepé

<u>Formação Hilário</u>

Esta formação está representada na área de São Sepé por rochas de composição basáltica, aglomerados e brechas vulcânicas de composição máfica e principalmente por andesitos de cor cinza escura, matriz afanítica e fenocristais (0,5 a 1,0 cm) de plagioclásios levemente orientados.

Os basaltos possuem cor cinza escura avermelhada com pontuações vermelhas dadas pela sílica microcristalina e texturas eqüigranulares finas e ofíticas porfiríticas. Possuem ainda comumente estruturas amigdalóides, com as amígdalas preenchidas por quartzo e epidoto-zoisita. Destacam-se ainda cristais pórfiros de piroxênios prismáticos e bem laminados.

Os aglomerados vulcânicos estão formados por seixos arredondados de composição andesítica e basáltica, cimentados por sílica microcristalina de cor vermelha, rica em óxido de ferro. Associados a eles aparecem brechas constituídas por seixos de olivina-augita-basalto, intensamente metassomatisados e silicificados.

Um corpo de lamprófiro existente sobre as rochas do Grupo Cambaí foi correlacionado, com reservas, à Formação Hilário, dada a sua proximidade com as rochas dessa formação. Issler e Roisenberg (1972) sugerem uma interpretação genética para as rochas lamprófiras baseada na diferenciação de um magma primário de natureza basáltica e incluem essas rochas na Formação Serra Geral.

Merece registro ainda nesta área de São Sepé, a presença de troctolitos serpentinizados (amostras CG-29A e 29B, tabela XIV) que aparecem a leste da Serrinha Tupanci (fig. 2), associados a embrechitos e gnaisses do Grupo Cambaí.

Formação Acampamento Velho

Esta Formação está constituída principalmente por riolitos pórfiros, de cor avermelhada dada pela matriz, a qual contém localmente aegirina e anfibólios sódicos possivelmente da série riebeckita, formando os cerros do Marçal e dos Picados (fig. 2). A Serrinha Tupanci também está formada por riolitos pórfiros de cor avermelhada, com matriz quartzo-feldspática microcristalina, contendo finos cristais de ortoclásio e sanidina. A matriz possui também núcleos mais escuros de composição quartzo-queratófira, os quais microscopicamente parecem conter abundante albita, esferulitos de desvitrificação, máficos sódicos, aegirina e provavelmente anfibólio sódico da série riebeckita. Bordejando a crista da Serrinha Tupanci aparece uma pequena fai-

xa de composição microgranítica possivelmente relacionada ao Granito São Sepé (fig. 2).

As rochas de caráter vulcanoclástico da Formação Acampamento Velho estão representadas principalmente por brechas vulcânicas félsicas, com notável acamadamento, nas quais intercalam-se níveis decimétricos tufáceos de mesma composição. As brechas possuem cor marrom clara, fragmentos angulosos e irregulares de riolitos, andesitos, tufos e de fragmentos de cristais de quartzo e de feldspatos. A matriz dessas brechas é afanítica e escassa, produto da desvitrificação do material original. O posicionamento destas vulcanoclásticas parece sempre estar associado à base da Formação Acampamento Velho, em contato com a Formação Hilário ou, na ausência desta, com a Formação Maricá.

5.1.2.2 - ÁREA DA RAMADA

Formação Hilário

Esta formação é constituída na área da Ramada por rochas vulcânicas máficas e mafélsicas e principalmente por rochas sedimentares, discordantemente assentadas sobre as camadas mergulhantes de siltitos, folhelhos e arenitos da Formação Maricá.

A parte sedimentar da Formação Hilário predomina nesta área de estudo (fig. 3), estando representada principalmente por conglomerados de matriz grauváquica e localmente por siltitos e grauvacas. Os seixos das rochas conglomeráticas possuem diâmetros variáveis de 0,5 a 10 cm e são constituídos de andesitos e, em menor proporção, de riolitos, granitos, quartzo e de siltitos.

As rochas vulcânicas estão representadas por ande-

sitos propilitizados, derrames delgados de basaltos, às vezes amigdalóides (amígdalas de quartzo e calcita), porfiritos de composição provavelmente andesítica e, mais raramente, por brechas e tufos de composição máfica. Microscopicamente, os andesitos apresentam texturas traquíticas ou ofíticas, com alteração hidrotermal representada por uma suíte mineralógica à base de carbonatos, epidotos, argilo-minerais e cloritas (vide tabela XV).

Esta área corresponderia a um dos centros de atividade magmática com rochas pertencentes à suíte calco-alcalina e suas associações detríticas de origem vulcanogênica (Ribeiro e Fantinel, 1976).

Formação Acampamento Velho

Os vulcanitos félsicos, sob a forma de extensos derrames que caracterizam a Formação Acampamento Velho e são responsáveis pela feição morfológica do Platô da Ramada, aparecem sobre a Formação Hilário ou sobre a Formação Maricá.

Na base desta formação aparecem brechas vulcânicas com alguns metros de espessura, contendo fragmentos angulosos de vulcanitos félsicos e, em menor proporção, seixos angulosos de granitos, siltitos e xistos. Essas brechas aparecem notavelmente na base da escarpa situada ao sul da localidade Acampamento Velho (amostra CG-40, fig. 3).

Ainda na base da formação e sobre as brechas vulcânicas anteriormente referidas, aparecem níveis de vitrófiros riolíticos de cor preta, com vesículas preenchidas por quartzo. Junto ao ponto CG-83 (fig. 3) ocorre um nível de vitrófiro, com aproximadamente 1 m de espessura, sotoposto a um derrame de riolito pórfiro, róseo, com fenocristais de quartzo e feldspatos.

Os *derrames riolíticos* ocorrem também na porção mais basal da Formação Acampamento Velho, diminuindo sensivelmente para o topo, quando passam a predominar os ignimbritos riolíticos. É por isso que os riolitos aparecem principalmente nas escarpas do Platô da Ramada, especialmente na porção leste da área, onde são mais freqüentes os afloramentos dos vulcanitos representativos da base da formação.

Os *ignimbritos riolíticos* constituem as litologias dominantes da Formação Acampamento Velho na área da Ramada, apresentando uma espessura da ordem de quarenta metros na borda oeste do platô que se adelgaça no sentido leste-sudeste, onde aparecem os riolitos basais antes mencionados. Macroscopicamente, são rochas de cor cinza amarelada, com aspecto heterogêneo e marcado bandeamento, no qual se identificam contorções e sinuosidades geradas por deposição de materiais lenticulares cuja constituição pode ser vítrea ou cristalina e está representada por grãos de quartzo ou feldspatos (da ordem de milímetros) que conferem um caráter fragmentário à rocha. Microscopicamente, o arranjo é clástico, compreendendo fragmentos de lavas vítreas, níveis cineríticos (abundantes em algumas amostras), fragmentos de cristais e de rochas, todos orientados com os eixos maiores paralelos ao bandeamento. O material cinerítico aparece em níveis finos, intercalados aos demais materiais clásticos, com cores escuras e aspecto turvo que ressaltam o bandeamento. Os fragmentos de cristais ao microscópio são de quartzo, microclínio, sanidina e esporádicos opacos e lamelas de biotita. Os feldspatos em algumas amostras, em particular a sanidina, mostram-se turvos, face à alteração de intensidade fraca a moderada. O caráter mais típico no reconhecimento desses elementos é revelado pelo fato de não experimentarem reação ou reabsorção com o material circundante, sendo os contatos nítidos e abruptos.

A matriz dos ignimbritos riolíticos apresenta-se comumente recristalizada em intensidade variável. A sua compo

sição é essencialmente quartzo-feldspática, às vezes criptocristalina ou mesmo esferulítica (quartzo em arranjo intersticial com grãos feldspáticos esféricos) (tabela XV).

Na borda sudoeste do platô de ignimbritos riolíticos (fig. 3) foi identificado um corpo elíptico de aproximadamente 3 km de comprimento e 1,5 km de largura de composição *microgranodiorítica* (amostra CG-43, tabela XV). Apresenta textura microfanerítica, intercrescimentos gráficos, predominância de plagioclásios sobre feldspatos potássicos, contendo ainda quartzo, biotita, apatita, opacos, titanita, zircão, carbonato e clorita. Os aspectos texturais, especialmente os intercrescimentos gráficos, podem conferir a esse corpo microgranodiorítico um caráter sub-vulcânico, da mesma forma como ocorre na área de vulcanitos félsicos de Dom Pedrito, onde aparecem com maior freqüência corpos de mesma natureza.

Destacadamente na porção centro-norte dessa área aparece o *Granito da Ramada*, um *stock* granito-granodiorítico, com texturas eqüigranulares e porfiríticas, representando provavelmente manifestação hipabissal do vulcanismo ácido associado à Formação Acampamento Velho. Este granito é intrusivo na Formação Maricá e possui grande semelhança com o Granito São Sepé (e Cerro da Cria) (Ribeiro et alii, 1966), os quais fornecem cifras etárias ao redor de 520 milhões de anos (Cordani, Halpern e Berenholc, 1974).

5.1.2.3 - Área de Dom Pedrito

Formação Hilário

Predominam nesta formação lavas de composição andesítica, quase sempre hidrotermalizadas e amigdalóides, freqüentemente com intercalações finas de siltito bordô. Os andesitos possuem aspecto homogêneo e cor vermelha escura ou

cinza escura. São comuns as texturas porfiríticas com fenocristais de ortoclásio, subparalelos entre si, numa matriz desvitrificada com aspecto palagonítico. A presença de amígdalas e microveios preenchidos por quartzo, epidoto, carbonato e clorita, bem como a propilitização dos andesitos e a damouritização dos plagioclásios, enfatizam o intenso hidrotermalismo sofrido por essas rochas.

A associação entre andesitos e níveis decimétricos de siltitos de cor bordô é bastante comum na área de Dom Pedrito, aparecendo caracteristicamente no afloramento correspondente à amostra CG-153 (tabela XVI, fig. 4), onde os andesitos, em contato com siltitos, apresentam uma alteração esferoidal que lembra, no conjunto, possíveis *pillow-lavas*.

As rochas vulcanoclásticas de composição andesítica aparecem destacadamente no Passo do Guterrez (fig. 4), onde ocorrem as notáveis disseminações piritosas referidas na tabela XII. Tais rochas possuem, macroscopicamente, aspecto maciço e homogêneo, cor cinza escura com manchas rosadas devidas aos clastos líticos e, localmente, notável estratificação. A textura é aglomerática, na qual o vulcanito engloba a fração clástica volumetricamente mais abundante. Esta fração é formada de fragmentos de rochas e de cristais bem arredondados, com tamanhos entre 0,15 e 0,30 mm. Os fragmentos de rocha revelaram uma composição quartzo-microdiorítica e raramente riolítica. A fração clástica possui ainda um acentuado deuterismo sob a forma de carbonatação e epidotização e sua homogeneidade granulométrica e arredondamento são típicos de ambiente eólico. Já a preservação de finas lâminas primárias leva a supor uma deposição em ambientes calmos de bacias localmente restritas. Por outro lado, os processos de recristalização atuantes sobre essas vulcanoclásticas permitem situá-los ao nível de metamorfismo térmico ou de intenso hidrotermalismo.

Merece referência ainda a presença de aglomerados

vulcânicos e lavas basálticas. Os primeiros aparecem a cerca de 4 km a leste da Estação Leões (fig. 4), constituídos de fragmentos arredondados (tamanhos entre 0,5 e 3 cm) de andesitos, gnaisses e arenitos em matriz vulcano-sedimentar mais fina. As lavas basálticas foram registradas em um afloramento (amostra 102A) no topo da Formação Hilário, onde constatou-se também, na porção mais basal, tufos de cristais alterados de composição andesítica, com plagioclásios saussuritizados, opacos e carbonatos (amostra 102 B, tabela XVI).

Formação Acampamento Velho

Esta formação, semelhantemente ao que ocorre na área da Ramada, está constituída por extensos derrames de vulcanitos félsicos depositados sobre a Formação Hilário ou Formação Maricá, sendo os ignimbritos riolíticos o tipo petrográfico dominante e que aparece nas posições mais elevadas topograficamente.

A base do pacote de vulcanitos félsicos está representada por brechas vulcânicas félsicas que formam um nível de 20 cm de espessura e possuem cor marrom avermelhada e fragmentos angulosos (diâmetros entre 0,5 e 1 cm) de quartzo, tufos e grãos líticos de gnaisses. Sobre este nível assenta um segundo de cor vermelha, muito semelhante a um siltito silicificado, com variações à fácies arenosa, apresentando uma espessura aproximada de 1,5 m e atitude N50^{o}E; 13°SE. Esses dois níveis estão cobertos por uma camada de rochas piroclásticas félsicas (espessura não inferior a 3 m) contendo uma matriz vermelha, afanítica e grãos maiores de quartzo, vitrófiros e de siltitos angulosos e irregulares (tamanhos entre 0,2 e 1 cm). Esta gradação entre rochas vulcanoclásticas pode ser observada à direita da estrada que liga Dom Pedrito a São Gabriel, 100 metros antes da ponte sobre o rio Taquarembó Chico (fig. 4). Esta mesma gradação se repete junto ao ponto correspondente à amostra CG-140 (tabela

XVI), porém o nível piroclástico predominante é constituído por frações félsicas *lapili*-cineríticas, com matriz isótropa finissíma.

Em outros locais a base do pacote está constituída por níveis de lavas riolíticas associadas a tipos petrográficos freqüentemente de caráter calco-alcalino e representados por quartzo-andesitos a quartzo-latitos, riodacitos e traquitos, conforme verifica-se junto aos pontos correspondentes às amostras CG-181 e CG-116 (fig. 4).

Os quartzo-andesitos a quartzo-latitos possuem cores verde escura, vermelho-acinzentada e marrom-pálida; manchas róseas e aspecto homogêneo com finas linhas de fluxo macroscopicamente visíveis. Ao microscópio observa-se um vago subparalelismo dos micrólitos, textura pórfira holocristalina com fenocristais geralmente irregulares e fortemente reabsorvidos pela matriz microcristalina. Os fenocristais são quase que exclusivamente de feldspatos alcalinos e raramente de quartzo e de opacos. A matriz (85-90% do volume da rocha) está constituída de plagioclásios, proporções expressivas de quartzo na forma de resíduos ou segregações e agregados de feldspatos. As características petrográficas dessas rochas indicam um desequilíbrio entre a matriz e os fenocristais de feldspatos e uma transição para magmas de composição mais félsica; em conseqüência, os vulcanitos quartzo-andesíticos a riodacíticos com caráter calco-alcalino originar-se-iam a partir de fusões siálicas pobres em ferromagnesianos a baixas temperaturas.

Os *ignimbritos riolíticos* representam as rochas mais comumente encontradas entre os vulcanitos félsicos da Formação Acampamento Velho na área de Dom Pedrito. Macroscopicamente, possuem cor castanho-azinzentada e marcado bandeamento, no qual se observam contorções e sinuosidades devidas à deposição de materiais lenticulares constituídos de fragmentos líticos de riolitos e de cristais de feldspatos

alcalinos argilizados. Em linhas gerais, as características microscópicas dessas rochas são idênticas àquelas dos ignimbritos riolíticos da área da Ramada, razão pela qual não serão repetidas neste item. Saliente-se que nestas litologias, no Passo do Guterrez (fig. 4), estão contidas disseminações piritosas em nível superior ao das vulcanoclásticas da Formação Hilário que abrigam também essas mineralizações neste local.

Ainda como parte da Formação Acampamento Velho merecem referência os diques riolíticos e de mangerito (amostra CG-135) da porção sudeste, paralelos à falha dos Leões, e da porção central da área de Dom Pedrito e os corpos intrusivos subcirculares e lenticulares de composição *sienítica, monzogranítica a granodiorítica* (amostras CG-100, CG-183, CG-184, tabela XVI). Tais corpos situam-se quase sempre próximos aos falhamentos mais proeminentes da área, os quais permitiram provavelmente as extrusões dos vulcanitos félsicos e mafélsicos, bem como o alojamento desses corpos intrusivos em condutos subvulcânicos.

5.1.3 - Comportamento Geotectônico

Os derrames de lavas e rochas piroclásticas associadas das formações Hilário e Acampamento Velho se formaram a partir da ascensão de material magmático através de falhas e fraturas ou através de condutos vulcânicos. Mesmo as manifestações hipabissais, associadas principalmente ao vulcanismo ácido da Formação Acampamento Velho (área de Dom Pedrito), de rochas microfaneríticas de composição sienítica e monzogranítica a granodiorítica estão ligadas a falhas regionais ou a condutos subvulcânicos sem evidências atuais de falhamentos. Mais ou menos na mesma situação encontram-se os granitos pós-tectônicos da Ramada, Cerro da Cria e São Sepé, que são sincrônicos (Cordani, Halpern e Berenholc, 1974) às manifestações vulcânicas da Formação Acam

pamento Velho.

De acordo com o *Relatório Final do Projeto Aerogeofísico Camaquã* (Hurtado et alii, 1973) os esforços compressionais produziram altos estruturais com uma série de fraturas de flanco gravitacionais, onde se alojariam os granitos pós-tectônicos antes mencionados. A reativação dessas fraturas de flanco formaram as aberturas necessárias para a efusão do vulcanismo riolítico, o qual estaria claramente controlado pelas fraturas noroeste.

A análise tectônica dos mapas geológicos das áreas da Ramada e de Dom Pedrito (fig. 3 e 4) evidencia notavelmente o predomínio de falhamentos de direção nordeste, subordinadamente leste-oeste, os quais quase sempre atravessam inteiramente toda extensão dos derrames riolítico-andesíticos até desaparecem nas rochas do embasamento cristalino ou sob as rochas gonduânicas. Da mesma forma, os diques riolíticos em rochas do embasamento metamórfico (nordeste da área da Ramada, fig. 6) ou da Formação Maricá (noroeste da área da Ramada, fig. 5), os corpos lenticulares subvulcânicos de monzogranitos, granodioritos e sienitos e até mesmo os fluxos de lavas possuem quase sempre uma direção nordeste. Os falhamentos noroeste, de pequena envergadura, são em geral falhas tensionais ligadas aos falhamentos nordeste, aparentemente sem grande importância na efusão do vulcanismo riolítico.

Dentro deste quadro tectônico, a associação cogenética de plutonitos e vulcanitos félsicos, segundo Ribeiro e Fantinel (1976), divide claramente as fases de eventos orogênicos dos não orogênicos da última parte do Ciclo Brasiliano. Como essas rochas estão datadas (Cordani, Halpern e Berenholc) é possível situar precisamente a época de formação das fossas tectônicas em que se depositaram as molassas do Grupo Camaquã (op. cit., p. 27).

O vulcanismo andesítico (Formação Hilário) antecedeu as atividades vulcano-plutônicas da Formação Acampamento Velho e, de acordo com Ribeiro e Fantinel (op.cit.), está representado por remanescentes de antigos cones vulcânicos complexos (exemplos: entre Ramada e Serra da Santa Bárbara e nordeste de Dom Pedrito), constituídos de andesitos orogênicos e outras rochas pertencentes à suite calco-alcalina, associados a rochas piroclásticas e sedimentos imaturos. Por outro lado, a associação litológica da Formação Hilário, principalmente a ocorrência de andesitos, dacitos e rochas de natureza calco-alcalina em grandes áreas, tem um significado especial: ela indica uma região de arcos de ilhas ou de margens continentais ativas (Miyashiro, 1973).

A associação de vulcanitos e rochas sedimentares, as estruturas de lavas (em almofadas) e os tipos e estruturas sedimentares caracterizam uma atividade vulcânica *submarina* para a Formação Hilário. Esse caráter submarino seria também evidenciado pelas alterações metassomáticas por ação da *água*, envolvendo trocas de elementos como sódio, cálcio, ferro e magnésio (Ribeiro e Fantinel, 1976).

Muitas das alterações que afetam de uma forma generalizada as litologias da Formação Hilário, especialmente os andesitos, e que são descritas como intenso hidrotermalismo (propilitização, por exemplo), podem ter uma amplitude maior com características de metamorfismo regional.

Nos vulcanitos félsicos da Formação Acampamento Velho desaparecem a associação com rochas sedimentares e as estruturas do tipo *pillow-lavas*, aparecendo em destaque os ignimbritos riolíticos, os quais seriam depositados por erupções análogas às nuvens ardentes descritas hoje em dia para as Pequenas Antilhas do Japão (Mau, 1959). Esses aspectos indicam para a Formação Acampamento Velho condições de deposição sub-aéreas após um soerguimento que sucedeu a deposição da Formação Hilário em condições predominantemen-

te submarinas.

Em termos comparativos é interessante verificar na área de Dom Pedrito a ausência de clásticos grosseiros na Formação Hilário e de espessos pacotes de molassas do Grupo Camaquã, os quais encontram-se muito bem desenvolvidos na área da Ramada, indicando provavelmente um ambiente tectonicamente mais estável para aquela área.

Merece referência ainda a presença na área de Dom Pedrito (Passo do Guterrez) de quartzo-andesitos, quartzo-latitos, traquitos, alcali-riolitos e riodacitos no contato da Formação Hilário com a Formação Acampamento Velho, os quais podem representar termos diferenciados de magmas mafélsicos ou produtos de assimilação de porções siálicas. Em favor da segunda hipótese é interessante registrar a presença, em lâminas delgadas, de agregados de feldspatos alcalinos que foram descritos como de origem siálica em magmas menos félsicos (amostra CG-149, tabela XVI). A possibilidade de diferenciação magmática, por sua vez, conjuntamente com a presença abundante de pirita na *Ocorrência do Passo do Guterrez* (tabela XII), torna muito interessante o referido contato entre as formações Hilário e Acampamento Velho em termos de mineralizações sulfetadas.

5.2 - ASSOCIAÇÃO DE ROCHAS MÁFICAS E ULTRAMÁFICAS

5.2.1 - Sumário Estratigráfico

A estratigrafia e características litológicas das unidades abrangidas pelas áreas de estudos de Vila Rufino, Mata Grande e Palma (cabeceiras do Rio Vacacaí) podem ser objetivamente analisadas nas colunas estratigráficas dos mapas geológicos das referidas áreas (figuras nºs 5, 6 e 7) em anexo.

Os registros estratigráficos mais antigos dessas áreas estão representados por associações de gnaisses, migmatitos, xistos e ofiolitos correlacionáveis ao Grupo Cambaí. As unidades estratigráficas mais jovens que o Grupo Cambaí não foram objeto de estudo do projeto. As suas características geológicas serão apenas resumidas a seguir.

Partindo-se das rochas mais jovens para as mais antigas constatou-se a presença, além de aluviões e eluviões do Quaternário, das seguintes associações litológicas distintas.

- Cobertura sedimentar gonduânica do Paleozóico Superior, representada pelas formações Palermo (Palma), Rio Bonito (nas três áreas) e Itararé (em Vila Rufino), especialmente sobre gnaisses e migmatitos do Complexo Basal;

- Vulcanitos ácidos e cogenéticos *stocks* graníticos pós-tectônicos (Granitos Ramada, São Sepé e Cerro da Cria), pertencentes à Formação Acampamento Velho, de idade cambriana a pré-cambriana superior, intrusivos nos xistos e migmatitos dos grupos Porongos e Cambaí nas áreas de Mata Grande e Vila Rufino;

- Complexo Granítico Jaguari-Lavras do Sul, constituído de intrusões graníticas a granodioríticas, pós-tectônicas, referidas à isócrona de 610 milhões de anos (Cordani, Halpern e Berenholc, 1974), aparecendo notavelmente ao sul da área de Palma, em contato por falha com os metamorfitos dos grupos Porongos e Cambaí, nos quais provoca intensa tectônica de bordo;

- Formação Maricá, predominantemente formada de arenitos arcosianos e rochas pelíticas, dobrados e, às vezes, metamorfizados, de idade mínima Pré-Cambriano Superior, aparecendo ao sul das áreas de Vila Rufino, especialmente, e Mata Grande, atravessados e intercalados com diques e *sills* de riolitos e ignimbritos da Formação Acampamento Velho; e

- Associação Ectinítica, essencialmente terrígena, considerada com reservas no presente trabalho como pertencente ao Grupo Porongos, no qual incluiu-se os xistos de baixo grau metamórfico da parte leste da área de Mata Grande e os metamorfitos similares da parte leste da área de Palma, sendo esses últimos satisfatoriamente descritos no item 5.2.2.3 deste relatório.

Os xistos correlacionados neste trabalho ao Grupo Porongos são certamente mais jovens que aqueles intimamentes associados aos conjuntos ofiolíticos do Grupo Cambaí, conforme evidencia-se claramente na área de Palma. Além disso, são notáveis as diferenças entre esses conjuntos metamórficos, evidenciando sua afiliação a duas associações petrotectônicas nitidamente distintas, razão pela qual foram incluídos no presente trabalho em duas unidades estratigráficas diferentes. Por apresentarem, via de regra, o mesmo grau baixo de metamorfismo e direções de xistosidades e li-

neamentos estruturais normalmente concordantes, esses dois complexos metamórficos eram invariavelmente considerados como pertencentes a uma mesma unidade estratigráfica (Formação ou Subgrupo Vacacaí). Pelo mesmo critério puramente litológico ou de grau metamórfico, vigorante nos trabalhos anteriores, os metabasitos, meta-ultramafitos e xistos magnesianos eram correlacionados à Formação Cerro Mantiqueiras e os gnaisses e migmatitos ao Grupo Cambaí. Como bem salientam Ribeiro e Fantinel (1976) "a idéia segundo a qual os gnaisses seriam sempre mais antigos do que as rochas de baixo grau de metamorfismo com as quais se acham associados pode ser enganosa". Citam como exemplo os gabros da associação ofiolítica de Mata Grande, justapostos a rochas de baixo grau de metamorfismo e a gnaisses, que fornecem cifras etárias ao redor de 2.000 milhões de anos. O mesmo acontece com associações de gnaisses e xistos blastomiloníticos, que fornecem também cifras de 2.000 milhões de anos para sua idade.

A utilização de aspectos litológicos como critério absoluto de sistematização estratigráfica, embora tenha servido em trabalhos de mapeamento no passado, se mostrou demasiadamente simplista para a escala e objetivos do projeto, uma vez que não leva em conta os aspectos de natureza tectônica (imbricações tectônicas) e a evolução geológica (ambientes) das áreas estudadas. Em vista disso, deixou-se de usar as denominações de Subgrupo ou Formação Vacacaí e Formação Cerro Mantiqueiras, adotando-se as grandes unidades estratigráficas dos grupos Porongos e Cambaí, reconhecidos desde os trabalhos pioneiros referentes ao Escudo Sul-Riograndense.

O Grupo Cambaí, conforme usado neste trabalho, baseia-se essencialmente na proposição de Ribeiro e Fantinel (op. cit., p. 35 a 38), e engloba, além dos gnaisses e migmatitos, as rochas máficas, ultramáficas e seus derivados xistos magnesianos (antes, Formação Cerro Mantiqueiras) e os

xistos, quartzitos e mármores (antes, Formação Vacacaí) que fazem parte das *associações ofiolíticas*. De acordo com os autores citados, a denominação Grupo Cambaí se vincula ao complexo cristalino mais antigo do Escudo Sul-Riograndense e agrupa unidades litológicas que guardam entre si "uma relação de dependência geo-estrutural, evidenciando uma história genética comum durante um grande intervalo de tempo geológico". Da mesma forma, nas áreas estudadas neste trabalho, pareceu evidente que as associações ofiolíticas, das quais fazem parte as rochas máficas e ultramáficas objetos de interesse do Projeto, apresentam uma íntima dependência geo-estrutural com os migmatitos do Grupo Cambaí, com os quais mantêm um mesmo estilo tectônico na associação, embora possam ter sofrido uma evolução petrogenética diferente.

Como hipótese de trabalho para estudos posteriores poder-se-ia individualizar as associações petrotectônicas, de características petrogenéticas significativamente contrastantes entre si, em formações distintas. Neste sentido, o Grupo Cambaí englobaria duas formações, conforme divisão já feita neste trabalho e consubstanciada no parágrafo anterior. Uma unidade seria representada por gnaisses, migmatitos e xistos blastomiloníticos do Complexo Basal e a outra pelos metamorfitos pertencentes à associação ofiolítica. Essa última, que poderia conservar a denominação Formação Vacacaí, incluiria, além das litologias antes referidas à Formação Cerro Mantiqueiras (metamafitos, meta-ultramafitos e xistos magnesianos), também os meta-sedimentos ligados geneticamente às associações ofiolíticas (eugeossinclinais). Os demais xistos e outros metamorfitos (quartzitos, filitos, metagrauvacas, metaconglomerados, etc.) por pertencerem a uma associação petrotectônica nitidamente diversa daquelas referidas ao Grupo Cambaí, são aqui incluídos no Grupo Porongos, o qual certamente pode também ser subdividido em unidades menores. A propósito, Ribeiro e Fantinel (1976, p. 24) apontam a conveniência de sistematizações estratigráficas para esse grupo, com separação em formações

das associações de mármores e quartzitos de uma parte e de xistos pelíticos e quartzo-feldspáticos de outra, ambas representativas de horizontes estratigráficos constantes e de grande distribuição regional.

5.2.2 - Associações Ofiolíticas

5.2.2.1 - Área de Vila Rufino

A associação ofiolítica nesta localidade compreende uma estreita faixa orientada na direção nordeste, com uma largura média de aproximadamente 1,5 km e um comprimento da ordem de 13,5 km, bordejada por cinturões concordantes de migmatitos (fig. 5).

A associação ofiolítica é parcial ou desmembrada e está constituída por duas faixas paralelas e justapostas, separadas entre si pela falha Cambaizinho. A primeira, a oeste, compreende predominantemente xistos e quartzitos micáceos, aqui denominados de Complexo Meta-sedimentar, na qual incluem-se freqüentes enclaves de xistos magnesianos a tremolita, talco e clorita, de dimensões diversas, desde poucos metros até 200 a 300 metros de comprimento. A outra faixa, pouco mais larga (750 a 1000 m), compreende principalmente xistos magnesianos e quatro pequenos corpos alongados de peridotitos, parcial ou totalmente serpentinizados. Nesta faixa são notáveis as imbricações tectônicas, nas quais se justapõem rochas migmatíticas, metagabros, anfibolitos, xistos e quartzitos micáceos, além dos peridotitos serpentinizados e xistos magnesianos derivados. Todo o conjunto está intensamente deformado, com desenvolvimento generalizado de milonitos, blastomilonitos, brechas de falha e silicificações.

O Complexo Meta-sedimentar engloba xistos blasto-

miloníticos a quartzo, muscovita, e, às vezes, a biotita, quartzitos micáceos localmente granatíferos, filitos e tipos mais raros como metagrauvacas e meta-arcósios. Muito freqüentemente estes tipos metamórficos estão misturados, com notável repetição lateral das fácies, formando localmente típicas estruturas rítmicas. Outra característica notável do conjunto é a intensa deformação de suas rochas, as quais apresentam-se quase sempre fraturadas, amarrotadas, retorcidas, contendo muitas vezes fragmentos alóctonos de outras rochas. São muito comuns também veios de quartzo alojados em fraturas e planos de xistosidade, ao longo de toda faixa meta-sedimentar. Constatou-se ainda, na zona cataclasada da falha Cambaizinho, em afloramento à beira da estrada BR-290, um veio com mineralogia típica de um pegmatito.

As rochas ultramáficas são constituídas dominantemente por minerais de transformação, tais como serpentina, tremolita, actinolita, clorita, talco e antofilita, sendo possível o reconhecimento da rocha original (peridotito) apenas em raras situações. Na maioria dos casos a rocha encontra-se cataclasada e intensamente silicificada e sua verdadeira natureza é perceptível apenas através de remanescentes de serpentina ou de outro mineral e de certos aspectos peculiares aos ultramafitos.

Em Vila Rufino foram identificados quatro pequenos corpos alongados de serpentinitos nos quais aparecem, além da serpentina (antigorita), em proporções superiores a 50%, tremolita-actinolita, talco, cloritas e carbonatos. Apresentam sempre contatos tectônicos, com *fabric* metamórfico notável, alto grau de deformação e uma orientação mineral grosseira, visível apenas a nível de afloramento.

Os xistos magnesianos são constituídos principalmente de tremolita-actinolita, aparecendo quase sempre talco e cloritas e, raramente, carbonatos, antofilita e leucoxênio. Tipos constituídos quase que exclusivamente de tremo

lita, talco e cloritas são raros. A estrutura xistosa e a textura lepidoblástica são em geral bem marcadas nestas rochas. Entretanto, não são raros os casos em que as lamelas de clorita e de talco acham-se desorganizadas em razão provavelmente de esforços superpostos, gerando alinhamentos menos evidentes.

As demais litologias dessa associação ofiolítica incompleta estão representadas por pequenos corpos de metamafitos de composição essencialmente gabróica, imbricados tectonicamente em gnaisses migmatíticos, em xistos magnesianos ou em rochas do Complexo Meta-sedimentar. São em geral metagabros a plagioclásios cálcicos e hornblenda, de granulação média a grosseira, passando a anfibolitos de mesma composição mineralógica em zonas cataclasadas (tabela XVII).

Justapostos aos ofiolitos parciais da faixa central aparecem ainda um corpo alongado de embrechito do embasamento migmatítico e uma bossa granítica provavelmente relacionada às atividades subvulcânicas da Formação Acampamento Velho.

As rochas do Complexo Migmático Basal que bordejam a faixa ofiolítica são principalmente epibolitos e diadisitos desenvolvidos sobre anfibolitos pré-existentes, aparecendo ainda gnaisses, embrechitos, quartzitos, microgranitos e rochas cataclásticas.

5.2.2.2 - Área de Mata Grande

A associação completa das rochas metamórficas nesta área é muito semelhante àquela da área de Vila Rufino, excetuando-se aqui a presença de uma faixa de xistos e quartzitos que foram correlacionados neste trabalho ao Grupo Porongos. Essa associação de metamorfitos da área de Mata Grande compreende três conjuntos metamórficos distintos:

- um complexo migmático basal, do lado oeste, constituído predominantemente de embrechitos, parte de migmatitos dioríticos e raramente de anatexitos, gnaisses e anfibolitos (Escola de Geologia, 1962);

- uma faixa intermediária de ofiolitos parciais, com um comprimento da ordem de 19 km e uma largura que varia de 1 km, ao sul, a 2,2 km, ao norte; e do lado leste

- uma associação ectinítica do Grupo Porongos (?), constituída de quartzitos micáceos, localmente carbonosos, xistos a muscovita e clorita, filitos, metagrauvacas, metaconglomerados e rochas calco-silicatadas derivadas do metamorfismo de contato provocado pela intrusão do Granito São Sepé (Ribeiro et alii, 1966).

As direções da xistosidade e dos lineamentos estruturais dos três componentes metamórficos são concordantes segundo a orientação NE-SW. Ao longo da BR-290, a sudoeste do mapa geológico (fig. 6), o conjunto migmatitos-ofiolitos foi deslocado, passando as direções estruturais praticamente para E-W, sem alteração, entretanto, do paralelismo existente entre as mesmas.

A associação ofiolítica de Mata Grande, como em Vila Rufino, é incompleta, apresentando de um modo geral a mesma constituição litológica daquela área, isto é, um complexo ultramáfico, um gabróico e outro meta-sedimentar. Todos os contatos entre os componentes litológicos desses três complexos são via de regra tectônicos, caracterizando típicas *mélanges* tectônicas. É notável também a intensa deformação e cataclase desenvolvidas em todo o conjunto ofiolítico, evidenciadas pela presença comum de corpos ultramáficos lenticulares e espremidos, estratos meta-sedimentares amar-

rotados e retorcidos, além da formação generalizada de cataclasitos, brechas de falha e silicificações.

As rochas ultramáficas estão representadas por serpentinitos, nos quais raramente é possível a identificação da rocha original (peridotito), e xistos genericamente chamados de magnesianos.

Os corpos de serpentinitos ou metaperidotitos são todos de pequenas dimensões. Possuem forma lenticular alongada e dispõem-se quase sempre junto a falhas regionais desenvolvidas ao longo da faixa principal ultramáfica-magnesiana de Mata Grande. São constituídos dominantemente de serpentina (mais de 50%) sob a forma de agregados lamelares de antigorita e, em menor proporção, de filonetes de crisotilo. Outros minerais identificados nos serpentinitos de Mata Grande são carbonatos, talco, cloritas, opacos e, mais raramente, tremolita e actinolita.

Nos xistos magnesianos, predominantes na faixa ultramáfica, foram encontrados principalmente tremolita-talco-xistos, aparecendo ainda, com bastante freqüência, tremolititos, actinolititos e xistos a tremolita-actinolita, talco-clorita-serpentina, magnetita-clorita e cloritititos. Caracteristicamente nesta área foram identificados alguns pequenos corpos de mármore maciço, conjugados com serpentinitos, contendo mais de 60% de carbonatos e quantidades variáveis de serpentina, tremolita e talco (amostras CK-19A, 20A e 40, tabela XVIII).

Pequenos corpos de xistos magnesianos (comprimento em torno de 500 m) aparecem na porção oeste da área, encravados tectonicamente no seio de metamorfitos do Complexo Meta-sedimentar e de rochas migmatíticas do Complexo Basal.

A foliação xistosa é bem evidente nos xistos magnesianos, enquanto os serpentinitos ou metaperidotitos apre

sentam quase sempre uma estrutura maciça e comumente um aspecto facoidal, este desenvolvido provavelmente durante a última deformação que afetou a rocha. Os *augen* tem comprimento médio em torno de 2 cm e espessura média de 0,5 cm, sendo formados essencialmente por serpentina (amostra CK-25, tabela XVIII).

As rochas gabróicas constituem essencialmente o Gabro de Mata Grande, o qual aparece junto à localidade do mesmo nome, com uma área de cerca de 5,5 km^2 e um formato grosseiramente quadrangular. Aflora destacadamente na porção centro-norte da área mapeada (fig. 6) em contato tectônico com a faixa central de xistos magnesianos e peridotitos serpentinizados e com migmatitos do Complexo Basal. Macroscopicamente, são rochas maciças, de coloração cinza escura e granulação média a grosseira. São em geral metagabros, em parte cataclasados, afetados incipientemente por metamorfismo em grau de fácies xistos verdes, conforme é evidenciado pela ocorrência de actinolita. Predomina um olivina-gabro com tendência a troctolito que pode também ser designado texturalmente de coronito (Issler et alii, 1967), em razão da presença comum de coroas de reação em torno dos cristais de olivina constituídas de piroxênios e anfibólios. Aparecem também troctolitos anortosíticos com olivina alterando-se a serpentina e altas percentagens de plagioclásio cálcico (em torno de 80% de labradorita) (amostras CK-28 e CK-35, tabela XVIII).

Ao sul da área, em contato com xistos magnesianos, foi identificado um pequeno corpo de andesina-gabro com caráter toleítico definido pela presença de quartzo e feldspatos alcalinos sob a forma de intercrescimentos micropegmatíticos na matriz (amostra CK-24, tabela XVIII).

Merece referência ainda a presença em metagabros de Mata Grande de um anfibólio com pleocroísmo azul claro a incolor, com alta probabilidade de tratar-se de um mineral

da série glaucofano-crossita (amostra CK-27). Essa série é típica da fácies xistos azuis, característicos de ambientes eugeossinclinais (altas razões P/T).

O Complexo Meta-sedimentar da associação ofiolítica de Mata Grande aflora a SW da área mapeada, em uma faixa acunhada entre xistos magnesianos e migmatitos, e inserido tectonicamente sob a forma de pequenos enclaves lenticulares na massa ultramáfica-magnesiana do conjunto ofiolítico principal. Está constituído de quartzitos micáceos, muscovita-xistos, xistos blastomiloníticos e filonitos, contendo freqüentemente fragmentos tectonicamente alóctonos de tremolita-xistos e clorita-talco-xistos. Na massa ultramáfica central os enclaves meta-sedimentares são via de regra constituídos de quartzitos, entre os quais identificou-se dois diminutos corpos muito provavelmente de *metacherts*. Esses quartzitos são rochas de cor escura, maciços macroscopicamente e constituídos quase que exclusivamente de quartzo. Em lâmina delgada evidenciaram ainda a presença de magnetita, hematita e provável goetita dispostos ao longo de microfraturas ou concentrados em bandas que conferem à rocha um certo bandeamento (amostras CK-21A e CK-36, tabela XVIII).

Semelhantemente ao que ocorre em Vila Rufino, os tipos litológicos deste Complexo Meta-sedimentar, acham-se fortemente deformados e alternam-se repetidas vezes, formando os conjuntos de metamorfitos mais finos tipicamente laminados, característicos de depósitos de fácies *flysch*.

5.2.2.3 - Área de Palma

Generalidades

A área de Palma constitui uma porção do bordo ocidental do Escudo Sul-Riograndense que oferece muito boas condições para o estudo de uma associação ofiolítica e suas relações com as associações de migmatitos do Complexo Basal e de Ectinitos Terrígenos, estes correlacionados ao Grupo Porongos. Estas três associações petrotectônicas estão muito bem representadas em Palma (fig. 7) por todos os seus componentes geotectônicos conhecidos, propiciando condições especialmente favoráveis à definição de questões estratigráficas tradicionalmente controversas da parte basal do Escudo Sul-Riograndense.

O mapeamento geológico em grau de detalhe bastante compatível com a problemática geotectônica da área de Palma, apoiado em um grande número de análises petrográficas (92 em secção delgada e 193 em lupa binocular), trouxe alguma luz a essas questões estratigráficas (vide item 5.2.1, p. 30 desse relatório) e evidenciou alguns fatos geológicos inéditos, pelo menos na área em foco, citados a seguir:

- uma associação ofiolítica *completamente desenvolvida*, na qual registra-se pela primeira vez a presença de *metacherts*, metagabros, xistos grafitosos e rochas vulcânicas de composição ácida a intermediária metamorfizadas;

- típicas *mélanges tectônicas* envolvendo *todos* os tipos litológicos da associação ofiolítica e as rochas gnáissicas e migmatíticas que lhes estão justapostas;

- rochas calco-silicatadas aluminosas de contatos

difusos e algumas pequenas intrusões hipabissais de monzonito e latito em uma seqüência metamórfica essencialmente terrígena (Grupo Porongos); e

- identificação de quase uma dezena de pequenos corpos de meta-ultramafitos e um número similar de corpos maiores de metagabros, fora da faixa ofiolítica principal, mapeados em trabalhos anteriores como migmatitos ou xistos pelíticos.

Nas rochas essencialmente migmáticas do Complexo Basal, onde estão encravados tectonicamente os conjuntos ofiolíticos, separou-se dois tipos litológicos predominantes. Um termo migmatítico grosseiro, dominantemente feldspático, com aspecto granitóide e foliação pouco perceptível, do tipo embrechítico. Menos comumente, aparecem gnaisses de granulação fina a média, a duas micas, com leitos granulares quartzo-feldspáticos e leitos ferromagnesianos. Íntima e desordenadamente associados aos gnaisses, ocorrem, com muita freqüência, anfibolitos a plagioclásios e hornblenda verde, macroscopicamente maciços e de coloração cinza escura. Aparecem ainda, rara e localmente, outros tipos litológicos como migmatitos heterogêneos, quartzitos e microgranitos.

O conjunto ofiolítico de Palma dispõe-se ao longo da direção NE-SW, possuindo um comprimento da ordem de 26 km e uma largura variável que atinge valores máximos na extremidade SW e na porção média (7,5 km) e que se adelgaça para a extremidade NE (1 km). Todos os tipos litológicos dessa associação ofiolítica completa acham-se representados na extremidade SW dessa faixa irregular, em uma porção de formato triangular, situada do lado oeste da Vila da Palma e limitada pelas falhas Santa Rita e Arroio da Palma e pela intrusão do Complexo Granítico Jaguari-Lavras do Sul (fig. 7).

Outra faixa ofiolítica de menor importância aparece restritamente na porção NW da área mapeada. Localiza-se entre as falhas Santa Helena e Passo do Ivo e está constituída exclusivamente de metaperidotitos (Maciço do Passo do Ivo), metagabros, xistos magnesianos e rochas meta-sedimentares.

A característica mais notável da associação ofiolítica de Palma é a intensa deformação que afetou todos os seus componentes litológicos, destruindo ou mascarando todo o arranjo estratigráfico primitivo ou geometria geológica original existente entre eles. Toda e qualquer interpretação geológica, seja de conotação estratigráfica, petrogenética ou econômica, deve considerar a princípio que o conjunto ofiolítico de Palma constitui uma ampla *mélange* tectônica em que se justapõem desde meta-ultramafitos serpentinizados até meta-riodacitos, passando por metagabros, metamafitos e rochas meta-sedimentares detríticas e químicas. Os enclaves tectônicos dessa *mélange* possuem dimensões variadas desde poucos metros até alguns quilômetros de extensão. Um exemplo notável de imbricações tectônicas está presente na Pedreira do Augusto (Vila da Palma), onde se encontram conjugados mármores, meta-andesitos e xistos blastomiloníticos mais ou menos arranjados e enclaves menores de metagrauvacas, meta-arcósios, metagabros e serpentinitos, totalmente alóctonos. Somente em porções restritas de rochas do Complexo Meta-sedimentar é possível visualizar ainda algum arranjo estratigráfico original.

A seguir serão descritos individualmente cada um dos complexos litológicos que compõem o conjunto ofiolítico de Palma, incluindo a associação parcial do Passo do Ivo. A sistematização desses complexos em coluna no mapa geológico (fig. 7) e na apresentação a seguir, baseou-se principalmente em trabalhos bibliográficos, especialmente na proposição dos integrantes da G.S.A. Penrose Conference (Geotimes, 1972, p.25), não tendo conotação cronoestratigráfica rigorosa pe-

las razões já expostas e que serão discutidas amiúde no ítem 5.2.3. desse relatório.

Complexo Ultramáfico (Meta-ultramafitos)

Da mesma forma como ocorrem em Vila Rufino e Mata Grande, os meta-ultramafitos de Palma estão formados dominantemente de minerais de transformação tais como serpentinas, tremolita, actinolita, cloritas, talco e carbonatos, originando serpentinitos e xistos magnesianos. Somente em raras situações foi possível a identificação da rocha ultramáfica original. É o caso dos meta-ultramafitos portadores de piroxênios do Passo do Ivo que incluem principalmente metaperidotitos, entre os quais identificou-se wehrlitos (amostra CK-45) e harzburgitos (amostra IS-C) e mais raramente metapiroxenitos. São rochas escuras, de estrutura maciça e granulação grosseira, com serpentinização parcial ou total da olivina e uralitização dos piroxênios. Os metaperidotitos e metapiroxenitos do Passo do Ivo (amostras CK-41 a a CK-45, tabela XIX) formam um corpo contínuo de rocha (comprimento de 7 km e largura média de 700 m), interrompido localmente em zonas de maior tensão por faixas restritas de xistos magnesianos a tremolita, talco e/ou clorita.

Outros corpos foram classificados como metaperidotitos (harzburgitos) e metapiroxenitos, todos caracteristicamente fora do conjunto ofiolítico principal de Palma.

Na faixa ofiolítica principal, onde são mais evidentes os efeitos de deformação e cataclase, as rochas ultramáficas, embora muito freqüentes e bem distribuídas por toda faixa, são sempre serpentinitos ou xistos magnesianos. Esses dois tipos litológicos ocorrem via de regra intimamente associados. A distinção feita entre eles no mapa geológico de Palma (fig. 7) representa, na maioria dos casos, áreas de predomínio de uma litologia sobre a outra. Es

se inter-relacionamento é mais notável e freqüente na porção média do conjunto ofiolítico de Palma, onde também são mais possantes as faixas de afloramentos dessa associação ultramáfica. Nessa porção média, situada aproximadamente entre as cabeceiras do Arroio Vacacaí e a Estância Cerro da Cruz, na área ultramáfica mais ampla definida pelas amostras CK-80 e CK-103 (fig. 7), predomina um talco (50-80%)-carbonato (20-50%)-xisto que passa gradativamente para rochas portadoras quase que exclusivamente de esteatita, bem como para serpentinitos talcosos. Essas faixas ou zonas encontram-se dobradas em estilo isoclinal (vide item 5.2.3.) e com recurvamentos notáveis nas aerofotos (aerofoto nº 18610) e a nível de afloramento. Outros zoneamentos podem ser encontrados em meta-ultramafitos de Palma, como o existente na faixa definida pelas amostras CK-76 e CK-77 (fig. 7), onde alternam-se zonas de serpentinitos com zonas de tremolita-clorita-xistos e massas ou veios (alguns centímetros até poucos metros de espessura) de cloritito. Nestes é evidente a ação metassomática causada por fluidos originados provavelmente da serpentinização das rochas ultramáficas adjacentes, havendo inclusive a formação de concentrações pegmatóides com cristais de clorita e muscovita de diâmetro em torno de 1-2 cm. Já os xistos magnesianos a tremolita, secundariamente com actinolita, clorita e pouco talco, formam um típico zoneamento com serpentinitos em áreas onde foram mais intensas as ações de deformação e cataclase. É o que acontece nas extremidades NE e SW do conjunto ofiolítico de Palma, onde os corpos de serpentinito, de pequenas dimensões e alongados (largura média de 150 m e comprimentos desde 250 até 2000m), estão quase sempre bordejados por estreitas faixas de tremolita-xistos.

Os serpentinitos são em geral maciços e consistem de antigorita lamelar, desenvolvida principalmente nas zonas de maior tensão, e, em menor quantidade, de serpentina crisotílica fibrosa. Como acessórios ocorrem clorita, talco, tremolita e magnetita.

Os xistos magnesianos possuem uma foliação macroscopicamente moderada que se acentua grandemente ao microscópio. Em Palma foram identificados xistos magnesianos a talco-clorita, a talco-carbonato, a tremolita-clorita, em menor proporção, a clorita-talco-serpentina, cloritítos e raramente xistos a wolastonita-clorita e a epidoto-actinolita.

Complexo Gabróico (Metagabros)

As rochas do Complexo Gabróico aparecem na faixa ofiolítica principal muito bem representadas na extremidade SW (amostras CK-62 a CK-68, tabela XIX) e também na porção média (amostras CK-78, R-46, VD-268, IS-XIX, tabela XIX) e extremidade NE (amostra CK-96). Fora dessa faixa ofiolítica ocorrem encravadas nos gnaisses e migmatitos do Complexo Basal e associadas aos metaperidotitos do Passo do Ivo. São em geral metagabros de granulação média a grosseira, raramente porfirítica (fenocristais em torno de 1 mm de diâmetro), apresentando comumente duas paragêneses: uma primária, representativa da rocha gabróica original, constituída de andesina-augita-hornblenda-biotita-apatita; a outra, metamórfica, em equilíbrio nas condições da fácies xistos verdes, é representada por actinolita-albita-microclínio-quartzo-epidoto-carbonatos-opacos-esfeno. Essa paragênese metamórfica muitas vêzes é predominante, aparecendo em rochas que evidenciam efeitos de ação cataclástica e atividade hidrotermal intensa. É o caso dos anfibolitos e actinolita-xistos desenvolvidos em zonas de intensa deformação dinâmica e que ocorrem intimamente associados com os metagabros, razão pela qual foram incluídos no Complexo Gabróico da associação ofiolítica de Palma.

A associação metagabro-anfibolito-actinolita-xisto em Palma parece corresponder analogamente à associação metaperidotito-serpentinito-xisto magnesiano (a tremolita,

talco e clorita). A transformação dos termos litológicos primários ou de origem ígnea dessas associações aos termos finais metamórficos está ligada inequivocamente ao grau de deformação cataclástica a que foram submetidas essas rochas, mais intenso certamente nos termos finais.

No Complexo Gabróico foram incluídas ainda dioritos e micro-quartzo-dioritos epimetamórficos, com evidências generalizadas de cataclase e hidrotermalismo, que aparecem associados com metagabros e apresentam características petrográficas indicativas de uma evolução a partir de uma rocha máfica (amostras CK-78, ES-149, tabela XIX).

Merece registro ainda a possibilidade das rochas cataclásticas e marcadamente foliadas e que foram classificadas nas amostras CK-59, CK-60 e CK-114 (tabela XIX) como actinolita-xistos tratarem-se de *rodingitos*. Tais rochas aparecem em Palma numa área de domínio de anfibolitos em contato, através de uma zona intensamente cataclasada, com serpentinitos e tremolita-talco-xistos. Além da actinolita, aparecem ainda outros minerais de origem metassomática, tais como albita, quartzo, epidoto, carbonato, clorita e granada. Um estudo por raios-X da granada poderia definí-la como sendo hidrogrossularita, em cujo caso a hipótese do rodingito estaria comprovada.

Complexo Máfico Vulcânico (Metabasitos)

Os metabasitos, juntamente com as rochas do Complexo Meta-sedimentar, constituem as litologias predominantes da faixa ofiolítica de Palma. Aparecem principalmente na porção SW dessa faixa, em contato com os granitos do Complexo Jaguari-Lavras do Sul, em uma extensa área que possui cerca de 10 km de comprimento e uma largura média de 2 km. Ocorrem também na porção média, como corpos aparentemente alóctonos no seio de massas ultramáficas, e na extremidade

NE, superpostos a gnaisses do Complexo Migmatítico Basal. Formam verdadeiras massas vulcânicas sobre cuja disposição em derrames, lacolitos ou *sills* não é possível fazer qualquer alusão. Tais massas encontram-se deformadas e foram pelo menos em parte arrancadas de sua associação estratigráfica original pelos movimentos tectônicos subseqüentes, cuja ação, associada ao metamorfismo regional, provoca ainda uma freqüente convergência de fácies entre metabasitos de diferentes procedências.

São rochas de granulação fina, cor escura a preta quando inalteradas e verde clara quando em adiantado estado de transformação. Em geral estão afetadas por processo dinâmico cataclástico que permite a circulação de soluções hidrotermais responsáveis pela composição mineralógica atual à base de saussurita, clorita, epidoto, carbonatos, sílica e óxidos.

As texturas remanescentes, com fenocristais de feldspatos e com amígdalas, são definitivas quanto à origem vulcânica, e a composição mineralógica conduz a uma vulcânica máfica, tipo *andesito* ou *basalto*. Essas rochas provenientes de andesitos, com formação de constituintes de origem hidrotermal, são denominadas por alguns petrógrafos de *porfiritos*, ou melhor, de porfiritos cataclásticos. Podem ser chamadas também em muitos casos de *filonitos*, em razão do desenvolvimento marcante de xistosidade devida à intensa ação cataclástica.

Complexo Meta-Sedimentar

As rochas do Complexo Meta-sedimentar afloram ao longo de toda faixa ofiolítica de Palma, formando em geral imbricações tectônicas com todas as demais litologias do cortejo ofiolítico. Aparecem também margeando a NW a faixa de metaperidotitos e metapiroxenitos do Passo do Ivo.

Está constituído principalmente de quartzitos, xistos quartzosos, filitos, muscovita-biotita-xistos, meta-grauvacas e meta-arcósios, em geral deformados, com desenvolvimento generalizado de blastomilonitos, brechas de falha e silicificações. Em proporção bem menor aparecem ainda mármores, *metacherts*, metaconglomerados e xistos grafitosos.

Em muitos locais, especialmente nas áreas localizadas entre as falhas Passo do Dinarte e Santa Helena (próximo ao Passo do Ivo) e entre as falhas Cerro da Cruz e Cerro do Ouro (à margem da estrada Bagé-São Gabriel), estão presentes filitos, xistos pelíticos e quartzo-feldspáticos em estrutura rítmica típica de fácies *flysch*, alternando-se repetidas vezes finas camadas arenosas com camadas sílticas ou argilosas. Esses ritmitos apresentam-se quase sempre deformados e fraturados, com as camadas amarrotadas e retorcidas contendo freqüentemente fragmentos alóctonos de rochas adjacentes.

Na faixa ofiolítica central de Palma, as características mais marcantes do Complexo Meta-sedimentar são a intensa cataclase e silicificação a que foram submetidas suas rochas. Em alguns casos, como ocorre na porção aproximadamente limitada pela zona de falha da Palma e a falha Bom Retiro, é praticamente impossível identificar a rocha original, totalmente cataclasada e/ou transformada em quartzitos silicosos maciços.

Os tipos mais imaturos como metagrauvacas, meta-arcósios e metaconglomerados afloram esparsamente, em geral como corpos tectonicamente alóctonos, justapostos com xistos de grau metamórfico mais elevado ou com rochas estranhas ao conjunto meta-sedimentar.

Merecem referência especial os mármores e particularmente os *metacherts* pela sua importância na caracteri-

zação de associações ofiolíticas.

Os mármores aparecem somente na porção aproximadamente triangular da extremidade SW da faixa ofiolítica, onde foram registrados doze (12) corpos, em geral imbricados tectonicamente nas demais litologias do cortejo ofiolítico. Ocorrem destacadamente na Vila da Palma, onde localizam-se as minas de calcário para cimento da Companhia Portland Gaúcho. Neste local formam uma típica *mélange* tectônica com xistos blastomiloníticos, quartzitos, metabasitos e outras litologias em proporções menores. Segundo Szubert e Presotto (1974), os mármores da Vila da Palma contém cerca de 99% de carbonatos e traços de antigorita, talco e tremolita, sendo quimicamente classificados como calcários puros (MgO<1,1%).

Na pedreira do Augusto (amostras CK-87, 88, 89, 90, 90A e VO-4 e 5, tabela XIX), os mármores conservam ainda as estruturas sedimentares sob a forma de laminações e bandeamentos finos típicos de vazas calcárias. A introdução tectônica ou vulcânica de meta-andesitos provocou nos mármores o aparecimento de escarnitos à base de epidoto, granada, diopsídio e anfibólio, com mineralizações abundantes de calcopirita, pirita, pirrotita e pentlandita.

Os *metacherts* foram identificados com base principalmente em petrografia microscópica. No campo, embora apresentem algumas características distintas dos demais quartzitos (cor cinza escura a preto, leve bandeamento e pequenas dimensões), são mascarados pela intensa silicificação que atingiu todas as rochas quartzosas da associação ofiolítica. Aparecem associados a xistos pelíticos e a quartzitos micáceos do Complexo Meta-sedimentar e, como os mármores, possuem pequenas dimensões (200 a 400m de extensão) e forma lenticular. São constituídos essencialmente por quartzo e magnetita ou hematita (até 30%), tratando-se de um magnetita-quartzito formado por metamorfismo regional a par

tir de um quartzito ferruginoso sedimentar (*chert* de radiolarito?) (amostras VD-282 e VD-315, tabela XIX).

Complexo Vulcânico Ácido-Intermediário

As rochas incluídas nesta unidade são pela primeira vez registradas na área de Palma ou em qualquer outra área do Escudo Sul-Riograndense de constituição ofiolítica. Aparecem principalmente na extremidade SW da faixa ofiolítica (amostras CK-47 a CK-50 e CK-69 e CK-131, tabela XIX), em área anteriormente mapeada como embrechitos do embasamente migmático. Foram incluídas na Associação Ofiolítica pelo íntimo relacionamento que mantém com as demais litologias do cortejo ofiolítico de Palma e por estarem previstas como parte final dessas associações (Geotimes, 1972, p. 25).

Estão representadas por meta-riodacitos pórfiros ou granófiros riodacíticos, passando para metadacitos, metadacitos a meta-andesitos, metalatitos, metalatito-andesitos e metalatito-traquitos. Possuem macroscopicamente uma estrutura maciça, sem orientação preferencial dos minerais ou textura fluidal. São comuns as texturas pórfiras em matriz microgranular nos meta-riodacitos e metalatito-andesitos. Os primeiros apresentam fenocristais de quartzo, feldspatos, biotita e hornblenda e matriz constituída por intercrescimento micrográfico de quartzo em feldspato alcalino. Os metalatito-andesitos apresentam a mesma composição, com ausência de quartzo entre os fenocristais e presença abundante de micrólitos de plagioclásio na matriz. As demais rochas desse complexo apresentam composição semelhante e notáveis texturas porfiríticas remanescentes, algumas com micro-amígdalas preenchidas por quartzo. As texturas cataclásticas, com uma rede difusa e irregular de fissuras e diáclases são também comuns. Resta mencionar as transformações que se verificam de uma forma generalizada em todas essas rochas, em particular a intensa saussuritização que atinge

os plagioclásios, gerando recristalizações pseudomórficas e configurando um processo hidrotermal ou de metamorfismo de fácies xistos verdes. Optou-se pela segunda hipótese com base principalmente nas relações de campo e tendo em vista que as paragêneses dessas rochas estão em equilíbrio na fácies xistos verdes.

Complexo Metamórfico Terrígeno (Grupo Porongos)

As rochas incluídas neste complexo metamórfico constituem uma espessa *seqüência* de xistos quartzo-feldspáticos, filitos e poucos quartzitos que se encontra *superposta* ao conjunto ofiolítico de Palma. Além disso, apresentam as seguintes características principais distintivas dessa associação ofiolítica:

- associação ectinítica de origem inteiramente sedimentar detrítica (terrígena);
- ausência total de magmatismo ofiolítico (não aparecem mais meta-ultramafitos, metagabros e mebasitos);
- ausência completa de mármores e *metacherts;*
- estilo tectônico representativo de um ciclo em que houve abrandamento da atividade tectônica (os metamorfitos dispõem-se numa sucessão estratigráfica normal, praticamente sem nenhuma evidência de deformação cataclástica);
- aparecimento de rochas calco-silicatadas aluminosas e intrusões hipabissais de monzonito ou latito.

Os metamorfitos deste complexo estão representados por meta-arenitos impuros (metagrauvacas, meta-arcósios), filitos, quartzitos micáceos e metapelitos quartzo-feldspáticos com xistosidade incipiente (*semi-xistos*). Menos comumente, como acontece na faixa metamórfica em que foram executados os perfis de amostragem de solo P_{67} a P_{70} (fig. 7), aparecem sucessões de xistos e quartzitos a clorita, muscovita e biotita.

Caracteristicamente em toda a seqüência metamórfica aparecem freqüentes corpos irregulares de uma rocha que foi considerada calco-silicatada aluminosa. Tal rocha seria formada por metamorfismo regional a partir de uma rocha sedimentar com impurezas ricas em Ca, Fe e Mg. Segundo outra classificação, a composição dessa rocha indica provável termo de hornblenda-micromonzogranito a microgranodiorito (amostras CK-46 e R-25, tabela XIX).

Raramente aparecem ainda, intrusivos nesta associação ectinítica, pequenos corpos hipabissais de monzonito ou latito (mangerito), não metamorfizados, contendo muito feldspato potássico, plagioclásio e pouco quartzo (amostra R-31, tabela XIX).

5.2.3 - Comportamento geotectônico

Nas áreas pré-cambrianas onde estão encravadas as associações ofiolíticas objetos de interesse do projeto, os elementos diagnósticos de sua evolução geológica baseados na geometria original estão perdidos ou mascarados pela intensa deformação subseqüente, pelo metamorfismo regional que afetou todo o conjunto e pela obliteração por erosão que omite secções inteiras. Por essas razões, toda interpretação geológica e de caracterização paleo-ambiental vai repousar unicamente na identificação de *associações petrotectônicas*, constituídas de rochas diagnósticas de um dado regime tectônico. Nas áreas ofiolíticas as associações petrotectônicas estão representadas por *mélanges* tectônicas ou imbricações tectônicas onde se justapõem tipos litológicos diferentes que normalmente não estariam conjugados e que estão sempre afetados por forte deformação e metamorfismo regional em grau de fácies xistos verdes. A simples observação dos mapas geológicos das áreas de ofiolitos, especialmente a de Palma, evidencia notavelmente esse aspecto estrutural de *mélanges* tectônicas. É interessante observar também a grande semelhança existente entre os mapas geológicos das áreas ofiolíticas estudadas neste projeto e aqueles de terrenos ofiolíticos pré-cambrianos de outras partes do mundo, nos quais se salientam a grande compartimentação tectônica e a freqüente justaposição de tipos litológicos diferentes.

Como o arranjo original das rochas das associações ofiolíticas foi grandemente perdido ou mascarado pela intensa deformação a que foram submetidas, é praticamente impossível propor qualquer esquematização estratigráfica com base nas relações de campo existentes atualmente entre essas rochas. Neste sentido, é possível fazer apenas inferências consubstanciadas unicamente no grau de deformação e estilos tectônicos dos diferentes agrupamentos metamórficos. Esse foi o critério mais importante que permitiu incluir a associação metamórfica ofiolítica no Grupo Cambaí, separan-

do-a da associação metamórfica provavelmente de origem mais jovem do Grupo Porongos, de mesmo grau de metamorfismo que a anterior.

Mesmo entre os agrupamentos litológicos da associação ofiolítica o grau de deformação é variável. Em Palma observou-se, de um modo geral, que a intensidade de deformação foi maior nas rochas do Complexo Ultramáfico, diminuindo progressivamente para as rochas possivelmente mais jovens dos complexos Gabróico, Máfico Vulcânico, Meta-sedimentar e Vulcânico Ácido-intermediário. Estas últimas estão apenas metamorfizadas, em grau algumas vezes confundível com forte hidrotermalismo, não apresentando sinais evidentes de deformação mais intensa. É lógico que essas diferenças de grau de deformação são apenas sugestivas do arranjo estratigráfico original, embora este corresponda à seqüência-modelo proposta pelos integrantes da G.S.A. Penrose Conference (Geotimes, 1972) para um ofiolito completamente desenvolvido.

Da mesma forma, não existe nenhuma comprovação de que as associações ofiolíticas dispersas pelo Escudo Sul-Riograndense sejam mais jovens que o suporte gnáissico ou migmatítico. Segundo Ribeiro e Fantinel (1976, p. 40)" é possível, porém não necessário que a parte oceânica (ofiolítica) tenha idades mais jovens que o suporte de crosta continental, ou, também, é possível que a parte ofiolítica tenha a mesma idade ou seja em parte mais antiga que a associação gnáissica ou migmatítica".

Na verdade, os fragmentos de associações ofiolíticas encravados tectonicamente nos complexos gnáissico-migmatíticos unicamente da porção oeste do Escudo Sul-Riograndense indicam faixas de imbricações tectônicas muito acentuadas. Estas representariam uma antiga zona de subducção ou zonas de *mélanges* tectônicas, tendo em vista as associações petrotectônicas do Grupo Cambaí (Ribeiro e Fantinel,

1976).

Nas faixas ofiolíticas, especialmente em Palma, as imbricações ocorrem mais amiúde, a distâncias mais curtas, gerando uma compartimentação tectônica muito acentuada. Em algumas faixas de falhamentos (zona de falha de Palma e outras) os enclaves tectônicos são muito freqüentes e encontram-se misturadas caoticamente com xistos blastomiloníticos, brechas de falha, massas silicosas e veios de quartzo branco.

Neste quadro geral de *mélange* tectônica as direções estruturais da xistosidade das associações ofiolíticas estão preservadas e dispõem-se segundo a orientação NE-SW com mergulhos invariavelmente para NW. Em conseqüência, os esforços de compressão atuaram segundo a direção NW-SE e originaram dobramentos no estilo isoclinal com plano axial mergulhante para NW. Tais dobramentos, em razão da intensa compartimentação tectônica, comumente acham-se truncados ou, pelo menos, deslocados parcialmente ou ainda encurvados ou retorcidos. Além disso, os esforços conjuntos de compressão e distensão provocam nas associações ofiolíticas, principalmente nas áreas de Vila Rufino e Mata Grande (fig. nº 5 e 6), a formação de corpos estreitos e alongados, especialmente entre os metamorfitos com marcante xistosidade (xistos magnesianos, xistos pelíticos). Nos corpos mais rígidos, como os mármores, quartzitos (SW da Palma) e mesmo os serpentinitos (SW de Mata Grande), esses esforços produzem rompimento e a formação freqüente de *boudins*. Diferentemente é o comportamento dos metagabros (grãos grosseiros) e das metavulcânicas ácidas e intermediárias, sem nenhuma xistosidade, que comumente afloram com formas grosseiramente circulares ou retangulares.

Os falhamentos certamente fazem parte destacada deste quadro tectônico, aparecendo quase sempre segundo a direção NE-SW, tanto como falhas regionais profundas, limi-

tando os fragmentos de associações ofiolíticas, como acontece em Vila Rufino, Mata Grande e Passo do Ivo, como falhas de pequena envergadura no interior dessas faixas ofiolíticas. Em ambos os casos, os falhamentos são concordantes com as direções estruturais definidas pela xistosidade ou pelos alinhamentos dos agrupamentos litológicos presentes na associação ofiolítica.

Em Palma a tectônica quebrável atuou em vários ciclos de um modo muito intenso, expressos por um sistema de falhas e fraturas de direções e envergaduras variáveis (fig. 7). As falhas limítrofes do conjunto ofiolítico, de direção predominante NE-SW, constituem na verdade um complexo de falhas que juntamente com as falhas de outras direções (principalmente NW-SE; menor número N-S e E-W) originaram dominantemente estruturas em blocos nesta faixa ofiolítica. Fora dela, já foi dito anteriormente, o estilo tectônico é bem diverso. Tanto na associação migmatítica do suporte basal como nos ectinitos correlacionáveis ao Grupo Porongos, as direções dos falhamentos são dominantemente NE-SW, apenas esporadicamente truncados por estruturas NW. Na porção ectinítica do Grupo Porongos é interessante destacar o aparecimento, a SE da área de Palma, de uma estrutura em bloco acompanhada de rochas calco-silicatadas aluminosas e de uma nítida anomalia geomorfológica circular, sem indícios visiveis de corpos intrusivos.

Dentro deste contexto geotectônico deve ser concebida a evolução das faixas de rochas máficas e ultramáficas estudadas neste projeto. A premissa de que a associação dessas rochas é de natureza ofiolítica baseia-se fundamentalmente no seu estilo tectônico (*mélange*) e nos tipos litológicos presentes nesta associação. Em Palma, além das rochas máficas e ultramáficas já referidas, outras rochas significativas de associação ofiolítica estão representadas por *metacherts*, mármores e meta-sedimentos de fácies *flysch*. Tal associação litológica teria lugar no sulco *eugeossin-*

clinal (Auboin, 1961) a partir de magmatismo submarino de grande amplitude, caracterizado por rochas ultramáficas e e máficas de granulação grosseira (peridotitos, gabros), rochas vulcânicas máficas (andesitos, basaltos), às quais se associaram depósitos sedimentares de fácies *flysch* e subordinadamente calcários e *cherts* de radiolarito.

Na concepção de Beloussov (1962), pouco diferente da anterior, a associação ofiolítica corresponderia ao início do desenvolvimento da geossinclinal e estaria constituída por uma *seqüência terrígena inferior* representada por arenitos, conglomerados e folhelhos argilosos, em geral ricos em matéria orgânica (xistos grafitosos de Palma) e com feições de sedimentação cíclica (*flysch*). A deposição de uma seqüência calcária precederia a inversão das condições geotectônicas, completando o primeiro estágio do ciclo. A atividade ígnea associada compreenderia vulcanismo fissural e derrames submarinos, iniciando com rochas ultrabásicas, básicas e intermediárias e terminando com lavas ácidas antes da referida inversão. Nesta concepção, os calcários marmorizados e os riodacitos metamorfizados de Palma representariam os últimos eventos pré-orogênicos de sedimentação e vulcanismo da associação ofiolítica.

Por sua vez a associação ectimítica do Grupo Porongos representaria os sedimentos miogeossinclinais de Auboin (1962) ou a *seqüência terrígena superior* de Beloussov (1962), nas quais está totalmente ausente o magmatismo ofiolítico.

As concepções supramencionadas condizem satisfatoriamente com a unidade do cortejo ofiolítico presente nas áreas estudadas. É claro que com a intervenção posterior dos movimentos tectônicos e do metamorfismo, a geometria original do conjunto ofiolítico é perdida, restando estruturas de aparência caótica típicas de *mélanges* tectônicas. Além disso, é interessante notar nas faixas ofiolíticas es-

tudadas como a atuação desses fatores deformantes, em especial do metamorfismo regional, acentua os limites entre serpentinitos e metagabros e, contrariamente, provoca a convergência de fácies entre meta-ultramafitos de composição originalmente diferente; entre gabros finos e metamafitos; e principalmente entre metamafitos de diferentes procedências e entre diferentes metavulcânicas ácidas. Nestas condições, a determinação de possível metamorfismo do fácies xistos azuis (série glaucofano-crossita, metagabro de Mata Grande, amostra CK-27) e metamorfismo pumpeleítico (prehnita-pumpeleíta em metabasitos de Palma; amostras CK-53 e 54) caracterizaria ambientes de alta pressão e baixa temperatura para as faixas ofiolíticas, típicos de domínios eugeossinclinais.

Com o desenvolvimento dos conceitos de *tectônica de placas*, os ofiolitos passaram a ser considerados por alguns autores como fragmentos alóctonos de antigas *crostas oceânicas* encravados tectonicamente em rochas da *crosta continental* (associação migmática do Complexo Basal). A ocorrência de peridotitos ao longo de antigas e recentes margens continentais sem auréolas de contato de alta temperatura levou alguns investigadores a propor posicionamento tectônico ao invés de intrusão ígnea para essas rochas (Thayer, 1969; Coleman, 1967).

Segundo Hess (1955) as rochas ultramáficas seriam posicionadas durante a primeira grande deformação de um evento orogênico e seus traços marcariam os eixos dos antigos cinturões orogênicos e arcos de ilha.

Em síntese, os conjuntos ofiolíticos e outros complexos máfico-ultramáficos do magmatismo inicial, característicos de ambientes eugeossinclinais, são interpretados à luz da tectônica de placas como crosta oceânica e manto gerados nas dorsais meso-oceânicas a elevadas temperaturas. Comparecem nos cinturões orogênicos eugeossinclinais por incorporação tectônica nas zonas de subducção em condições de baixas temperaturas.

6. GEOQUÍMICA

Generalidades

Os elementos considerados para a prospecção geoquímica foram selecionados com base na sua associação geoquímica e possível importância nas litologias de interesse. Os elementos Cu, Pb e Zn foram escolhidos para as áreas de rochas efusivas do Grupo Bom Jardim e o Cu, Co e Ni para as áreas de associações ofiolíticas. Conseqüentemente, foram esses os elementos usados na interpretação, embora muitas vezes apresentassem valores muito baixos sem maior interesse.

Entre os 30 elementos analisados por espectrografia de emissão semiquantitativa, apenas o Fe, Mn, Cr, V, Ti e Be sofreram um exame mais cuidadoso, embora não revelassem valores anômalos dignos de interesse. Os demais elementos foram descartados por não terem sido detectados, ou porque grande parte dos seus resultados analíticos situaram-se abaixo do limite de sensibilidade ou especialmente por não fazerem parte das associações geoquímicas relacionadas às unidades litológicas das áreas em estudo.

Na maioria dos locais de coleta de sedimentos de corrente foram tomadas medidas do pH, objetivando-se conhecer as características químicas do ambiente para uma avaliação mais segura do grau de dispersão dos elementos. Não foram efetuadas medidas do pH dos solos, no campo ou no laboratório.

Com relação ao cobre, elemento de maior interesse em todas as áreas, não foram efetuadas análises de cobre solúvel em nenhuma delas. Esse procedimento talvez tenha dificultado a detecção de padrões de dispersão de natureza hidromórfica, através da caracterização de contrastes mais significativos para a localização de padrões geoquímicos a-

nômalos.

Para os cálculos numéricos efetuados com os dados contidos no Arquivo do Projeto admitiu-se *a priori* que os elementos apresentavam uma distribuição lognormal, considerando-se a média geométrica como estimador de tendência central e o desvio geométrico como uma medida do coeficiente de dispersão. Os testes estatísticos feitos por um programa de aplicação, especialmente o teste de chi-quadrado, revelaram diferentemente que grande parte dos elementos analisados não apresentavam uma distribuição lognormal, sendo rejeitada a hipótese nula.

Através dos dados fornecidos pelo processamento eletrônico foram determinados os parâmetros estatísticos básicos para cada elemento de interesse, sendo o limiar calculado por meio da fórmula $L = \bar{X}.s^2$.

Na parte gráfica foram elaborados mapas de amostragem, mapas de distribuição geoquímica, mapas de isoteores e perfis geoquímicos. Os mapas de distribuição geoquímica e de isoteor foram construídos na mesma escala dos mapas geológicos das respectivas áreas. A distribuição geoquímica foi feita separadamente para sedimentos de corrente e solos, mas reunindo-se num mesmo mapa os resultados de Cu, Pb e Zn para cada uma das áreas de derrames riolítico-andesíticos e de Cu, Co e Ni para cada uma das áreas de máficas e ultramáficas.

Os mapas de isoteores foram executados para Cu, Co e Ni somente para solos na área de Palma (fig. 47, 48 e 49). Dada a complexidade geológica e acentuada compartimentação tectônica dessa área, os valores mais elevados (acima do limiar) de Cu, Co e Ni foram representados na forma puntual, evitando-se o traçado amplo de curvas de isoteor.

Os perfis geoquímicos, acompanhados de perfis to-

pográfico-geológicos, foram elaborados somente para os perfis de solos que apresentaram os resultados geoquímicos mais significativos para Cu, Co e Ni e/ou para os perfis de solos localizados sobre secções geológicas mais completas e representativas das associações litológicas de interesse (fig. 16 a 20, 22 a 25 e 29 a 42). Um perfil topográfico-geológico, acompanhado dos perfis geoquímicos de Cu, Pb e Zn, foi construído para a área de São Sepé (fig. 9).

Para as rochas elaborou-se unicamente tabelas de distribuição geoquímica com os resultados analíticos em *ppm*, acompanhados da classificação petrográfica e de alguma observação mais interessante sobre cada uma das amostras (tabelas XXI a XXVI).

Os concentrados de bateia, coletados em Palma por iniciativa da equipe do projeto, encontram-se armazenados na sede da Superintendência de Porto Alegre. Foram analisados unicamente através de lupa binocular, constatando a presença de ouro visível até macroscopicamente em 39 amostras.

6.1 - SEQUÊNCIA VULCANO-SEDIMENTAR

6.1.1 - Área de São Sepé

Os resultados de *sedimentos de corrente* revelaram que a totalidade dos valores para cobre, chumbo e zinco situam-se em uma faixa de variação próxima à média geométrica estabelecida (8 ppm para Cu; 31 ppm para Pb; 57 ppm para Zn) para as rochas efusivas félsicas (Formação Acampamento Velho). Da mesma forma, os teores de Cu, Pb e Zn sobre as rochas andesíticas (Formação Hilário) situam-se dentro da faixa de *background*, com apenas uma amostra (CG-6) apresentando um teor mais elevado de 20 ppm de cobre, mas ainda enquadrado na faixa de teores normais. Essa amostra está si-

tuada em uma bacia de captação que drena parcialmente as rochas andesíticas. Desse modo, os sedimentos de corrente não revelaram nenhum valor interessante do ponto de vista de prospecção geoquímica (fig. 10). Deve-se salientar que devido ao pequeno número de amostras disponíveis para o estabelecimento estatístico seguro dos parâmetros básicos considerou-se para efeito de interpretação também os resultados analíticos das efusivas félsicas da área da Ramada e das efusivas mafélsicas da área de Dom Pedrito.

As amostras de *solos* coletadas em quatro perfis revelaram valores para cobre acima do limiar (38 ppm) em derrames riolíticos apenas em dois pontos (JS-31 e JS-32, respectivamente 100 e 120 ppm). O zinco também apresentou dois valores acima do limiar (200 e 75 ppm, amostras JS-31 e JS-32, respectivamente) e o chumbo não revelou nenhum valor anômalo. O local de detecção desses valores anômalos situa-se junto ao contato com as rochas andesíticas, as quais, por sua vez, não mostraram nenhuma concentração anômala para os elementos referidos.

A tabela II apresenta os parâmetros estatísticos básicos para os solos de São Sepé.

Tabela II - Parâmetros Estatísticos Básicos para os Solos da Área de São Sepé

ELEMENTO	MÉDIA GEOMÉTRICA (ppm)	DESVIO PADRÃO	LIMIAR (ppm)
SOLOS DE EFUSIVAS FÉLSICAS			
Cu	8	2,2	38
Pb	16	1,5	36
Zn	29	1,7	83
SOLOS DE EFUSIVAS MAFÉLSICAS			
Cu	37	1,6	94
Pb	14	1,4	27
Zn	55	1,4	106

A análise geoquímica das 19 amostras de rochas, distribuídas segundo critério litológico, revelou que apenas duas delas apresentaram teores de cobre (CG-08 : 100 ppm em andesina-basalto; CG-19 : 25 ppm em tufo riolítico) acima da abundância média mundial estabelecida por aproximação para essas rochas (Levinson, 1974; Hawkes e Webb, 1962). Algumas outras amostras apresentaram concentrações de chumbo e/ou zinco anômalas, sem correspondência para o elemento cobre (tabela XXI).

Por outro lado, torna-se difícil estabelecer uma comparação entre os teores anômalos nas rochas e nos solos, porquanto os locais de amostragem estabelecidos para as rochas não correspondem exatamente aos sítios de amostragem para os solos.

6.1.2 - Área da Ramada

A análise geoquímica de *sedimentos de corrente* coletados sobre as rochas efusivas félsicas e mafélsicas revelou que os elementos Cu, Pb e Zn apresentam um relevo geoquímico bastante homogêneo, sendo os contrastes registrados relativamente baixos e sem significação. A maioria dos valores estão situados dentro da faixa de variação do *background* (Cu : 8 ppm; Pb : 31 ppm; Zn : 57 ppm, tabela III). Além disso, nos locais onde verificou-se concentrações anômalas para um elemento, não houve correspondência para os outros dois.

O chumbo apresentou um grande número de valores próximos ao limiar (52 ppm) e seis deles levemente superiores ao mesmo, na porção noroeste do platô da Ramada, correspondendo a cinco amostras com 55 ppm (JS-15, JS-17, JS-56, JS-58 e JS-71) e outra com 70 ppm (JS-63). Saliente-se que entre as amostras com 55 ppm, duas delas foram coletadas na sanga do Branquinho (fig. 3 e 12), distando uma da outra

cerca de 700 m. Do mesmo modo, uma das amostras contendo 55 ppm de chumbo (JS-15) revelou um teor de zinco de 300 ppm, fortemente anômalo.

Para as áreas de rochas sedimentares e subordinadamente de andesitos da Formação Hilário, os resultados analíticos revelaram que, para o trinômio Cu-Pb-Zn, todos os valores situam-se próximo à média, sem a detecção de nenhuma concentração anômala.

As tabelas III e IV apresentam os parâmetros básicos dos sedimentos de corrente de Ramada.

Tabela III - Parâmetros Estatísticos Básicos para os Sedimentos de Corrente sobre Rochas Efusivas Félsicas da Área da Ramada

ELEMENTO	MÉDIA GEOMÉTRICA (ppm)	DESVIO PADRÃO	LIMIAR (ppm)
Cu	8	1,5	19
Pb	31	1,3	52
Zn	57	1,5	128

Tabela IV - Parâmetros Estatísticos Básicos para os Sedimentos de Corrente sobre Rochas Sedimentares Associadas às Efusivas da Área da Ramada

ELEMENTO	MÉDIA GEOMÉTRICA (ppm)	DESVIO PADRÃO	LIMIAR (ppm)
Cu	12	1,4	24
Pb	25	1,1	30
Zn	52	1,4	102

A coleta de *solos* sobre as efusivas félsicas da área da Ramada, em substituição a sedimentos de corrente, obedeceu a dois critérios previamente estabelecidos: amostragem em área de *seepage* e em locais onde não havia material suficiente nas calhas de drenagem para ser amostrado. Como resultado, não foi detectado nenhum valor anômalo para os três elementos enfocados que justificasse um maior interesse. Os parâmetros estatísticos básicos para os solos de efusivas félsicas são apresentados na tabela V.

Tabela V - Parâmetros Estatísticos Básicos para os Solos de Efusivas Félsicas da Área da Ramada

ELEMENTO	MÉDIA GEOMÉTRICA (ppm)	DESVIO PADRÃO	LIMIAR (ppm)
Cu	9	1,3	15
Pb	25	1,3	42
Zn	44	1,3	74

Os pontos de amostragem de *rochas* (42 amostras) foram distribuídos preferencialmente ao longo dos contatos entre as efusivas félsicas e mafélsicas e nos cruzamentos de fraturas. Em comparação com os teores médios mundiais (Levinson, 1974), verificou-se apenas uma amostra com teor acima da média para cobre (CG-15 : 120 ppm), quatro amostras para chumbo (entre 30 e 40 ppm) e 14 para zinco (7 amostras de natureza riolítica e 7 de natureza andesítica) com teores entre 50 e 260 ppm (tabela XXII). Na porção noroeste da área da Ramada observou-se que os valores mais elevados para chumbo em sedimentos de corrente também apresentam correspondência em rochas de composição félsica.

Parece-nos que a presente área, embora apresentando alguns valores de chumbo levemente superiores ao limiar

em sedimentos de corrente, em pontos isolados, não apresenta indícios em termos de anomalias geoquímicas, em função do método de prospecção utilizado, que justifiquem um levantamento mais detalhado.

6.1.3 - Área de Dom Pedrito

Os resultados analíticos de *sedimentos de corrente* para o cobre revelaram duas amostras anômalas, uma (JS-260) sobre andesitos com um teor de 29 ppm, levemente acima do limiar (25 ppm). O outro valor anômalo foi detectado na amostra JS-315 (28 ppm), localizada sobre uma zona de falha e sofrendo influência de rochas riolíticas, andesíticas e gnáissicas. Essa amostra foi coletada em uma drenagem de terceira ordem, com baixa velocidade d'água e altos teores em sedimentos finos e matéria orgânica, causas que poderiam ser responsáveis por esse valor de cobre levemente superior ao limiar. As amostras das drenagens à montante, sem as referidas causas, apresentaram valores para cobre em torno da média.

O chumbo apresentou-se em quatro amostras de sedimentos de corrente com concentrações anômalas (JS-153 : 60 ppm; JS-163 : 55 ppm; JS-187 : 55 ppm; JS-283 : 55 ppm) sob influência direta das rochas riolíticas. Sobre as rochas andesíticas foi detectado apenas um valor anômalo de 40 ppm de Pb (JS-291), o qual sofreu interferências analíticas. Em todas as amostras com valores anômalos para chumbo não houve correspondência de teores anômalos para cobre e zinco.

Os valores detectados para o zinco em sedimentos de corrente situaram-se sempre dentro da faixa de *background*, o qual foi estimado em 43 ppm para as efusivas félsicas e 48 ppm para as efusivas mafélsicas.

Nos locais que apresentaram amostras de sedimentos

de corrente com concentrações anômalas em cobre e chumbo seria interessante uma reamostragem em maior detalhe desse material para confirmar ou não essas anomalias.

Tabela VI - Parâmetros Estatísticos Básicos para Sedimentos de Corrente da Área de Dom Pedrito

ELEMENTO	MÉDIA GEOMÉTRICA (ppm)	DESVIO PADRÃO	LIMIAR (ppm)
EFUSIVAS FÉLSICAS			
Cu	8	1,6	20
Pb	24	1,4	47
Zn	43	1,5	103
EFUSIVAS MAFÉLSICAS			
Cu	11	1,5	25
Pb	20	1,4	39
Zn	48	1,5	106

A análise geoquímica das amostras de *rochas* revelou acima da média mundial estabelecida para as litologias em questão (Levinson, 1974) apenas dois valores anômalos para chumbo (35 e 40 ppm) e dois valores anômalos para zinco (ambos com 110 ppm), como pode ser visto na tabela XXIII. Junto à amostra JS-156 (riolito, com 40 ppm de Pb) verificou-se uma pequena ocorrência de cristais de pirita.

6.2 - COMPLEXO MÁFICO-ULTRAMÁFICO

6.2.1 - Área de Vila Rufino

O levantamento geoquímico em Vila Rufino foi executado através da implantação de 15 perfis de amostragem de *solos*, locados transversalmente à direção dos corpos ultramáficos e seus derivados metamórficos (xistos magnesianos).

O cobre apresentou um comportamento geoquímico regular na distribuição dos seus valores, com uma média de 17 ppm e limiar fixado em 52 ppm. Com base nesses parâmetros estatísticos observou-se que a quase totalidade dos valores estão situados dentro da faixa de *background*. Em cerca de 25% das amostras o cobre está presente com valores entre 40-52 ppm, os quais podem ser considerados dentro de uma faixa de variação próximo à passagem para os valores anômalos. Acima do limiar foram detectados seis valores compreendidos entre 55-100 ppm (amostras IS-84, 93, 94, 106, 119 e 169) distribuídos em cinco perfis diferentes, mas todas caracteristicamente situadas nas imediações ou sobre a falha do Cambaizinho (fig. 16 à 19). Tal estrutura, de extensão regional e direção nordeste, separa a faixa central de rochas ultramáficas e xistos magnesianos da faixa de metamorfitos do Complexo Meta-sedimentar (fig. 5). Uma possível explicação para a ocorrência desses valores anômalos seria a sua formação no solo derivada de uma dispersão primária do tipo *leakage*, aproveitando o conduto natural propiciado pelo falhamento. Observe-se que os valores anômalos de cobre foram detectados em solos derivados de xistos magnesianos, enquanto que nos solos provenientes de rochas ultramáficas, das quais originaram-se os xistos magnesianos, não foram encontrados valores significativamente anômalos.

Para o elemento cobalto, que revelou um valor médio de 23 ppm e limiar de 170 ppm, somente foi detectado um ponto anômalo com 260 ppm (IS-163), o qual não corresponde a nenhuma das amostras de solo que revelaram teores anôma-

los de cobre (fig. 20).

O níquel caracterizou-se por uma distribuição geoquímica bastante homogênea, com apenas três amostras (IS-2, 163 e 164) revelando um teor possivelmente anômalo (1000 ppm) em relação aos parâmetros estabelecidos para o *background* e limiar desse elemento em solo, respectivamente 88 e 1000 ppm (fig. 20).

Tabela VII - Parâmetros Estatísticos Básicos para os Solos da Área de Vila Rufino

ELEMENTO	MÉDIA GEOMÉTRICA (ppm)	DESVIO PADRÃO	LIMIAR (ppm)
Cu	17	1,7	52
Co	23	2,7	170
Ni	88	3,5	1000

Segundo Hurtado et alii (1973), imediatamente ao norte da área mapeada foi detectada uma anomalia aeromagnética sob as rochas sedimentares gonduânicas que poderia estar relacionada a uma litologia ultramáfica do Grupo Cambaí, situada a pequena profundidade. Essa informação reforça os dados obtidos através da amostragem de solos, uma vez que a falha do Cambaizinho tem continuidade abaixo da cobertura gonduânica (fig. 5) e poderia atingir prováveis corpos mineralizados, caracterizados pela anomalia aeromagnética.

O exame dos resultados analíticos das amostras de *rochas* (tabela XXIV) mostrou que nenhum dos elementos estudados exibiu concentrações acima da média mundial estabelecida para os ultramafitos e xistos associados (Levinson, 1974).

6.2.2 - Área de Mata Grande

As amostras de *sedimentos de corrente* de Mata Grande foram coletadas em pontos de modo a cobrir as áreas entre os perfis de solos.

Do total de 34 amostras analisadas, somente a amostra ES-93, localizada em uma drenagem sobre a zona de falha de Mata Grande, apresentou concentrações anômalas de cobre e níquel (85 ppm de Cu; 640 ppm de Ni), ao mesmo tempo que o teor de cromo também revelou-se elevado (2000 ppm) (fig. 26).

Os valores para cobalto situaram-se todos na faixa de *background* (34 ppm), sendo que os seus teores mais elevados associam-se aos maiores teores de níquel e cromo.

Tabela VIII - Parâmetros Estatísticos Básicos para Sedimentos de Corrente da Área de Mata Grande

ELEMENTO	MÉDIA GEOMÉTRICA (ppm)	DESVIO PADRÃO	LIMIAR (ppm)
Cu	25	1,6	64
Co	34	1,8	110
Ni	81	2,5	500

A amostragem de *solos* em Mata Grande foi executada através da implantação de 11 perfis, com distância entre eles de aproximadamente 1200 m e espaçamento entre as amostras de 100 m.

Os resultados analíticos mostraram que a quase totalidade das amostras de solos possui teores dentro da faixa de *background* para o conjunto de elementos cobre, cobal-

to, níquel e cromo, com exceção de quatro amostras que apresentaram concentrações anômalas de cobre (IS-289, IS-343, IS-344 e IS-350) (fig. 27).

A amostra de solo IS-289, coletada em uma zona de falha, apresentou um teor anômalo de cobre da ordem de 120 ppm, enquanto que os teores de cobalto e níquel situaram-se dentro da faixa de variação do *background* (Co: 35 ppm; Ni: 160 ppm, tabela VIII). Da mesma forma, as amostras IS-343, IS-344 e IS-350, derivadas de rochas gabróicas, apresentaram valores anômalos para cobre (respectivamente 130, 320 e 190 ppm) e teores de *background* para cobalto e níquel. A ausência de maiores informações a respeito da procedência desses valores anômalos sugere a execução de um cheque de campo, com reamostragem de solos nesses pontos.

Os valores de níquel mais elevados que o limiar (840 ppm) não puderam ser determinados, no caso de existirem, uma vez que o limite superior de sensibilidade da absorção atômica para níquel é de 1000 ppm. Essa condição analítica impediu o estudo das relações entre os elementos Cu, Co e Ni no que tange a uma interpretação geoquímica mais ampla.

O estudo do vanádio, analisado por espectrografia de emissão, não revelou informações adicionais, registrando-se apenas um comportamento concordante com as flutuações do cobre e discordante em relação ao níquel. Os teores de titânio e escândio, elementos característicos de rochas máficas, elevam-se nas amostras IS-232 e IS-289 onde a razão Ni/Cu é baixa, parecendo indicar esse desvio a presença de pequenos corpos de rochas máficas não individualizados no mapa geológico.

Tabela IX - Parâmetros Estatísticos Básicos para os Solos da Área de Mata Grande

ELEMENTO	MÉDIA GEOMÉTRICA (ppm)	DESVIO PADRÃO	LIMIAR (ppm)
Cu	37	1,7	107
Co	35	1,8	112
Ni	160	2,3	840

A análise geoquímica das 61 amostras de *rochas*, na sua maioria serpentinitos, xistos magnesianos e gabros, revelou apenas duas amostras de xistos magnesianos com teores de cobre acima do valor médio para essas rochas (ES-110: 120 ppm; ES-117: 90 ppm). Com relação ao níquel, quatro amostras de serpentinitos apresentaram concentrações de 5000 ppm, e uma outra de mármore com um teor de 2000 ppm (tabela XXV). Por outro lado, constatou-se que os resultados anômalos assinalados nas rochas para cobre não coincidiram, em nenhum local, com as concentrações anômalas desse elemento em solos.

6.2.3 - Área de Palma

Sedimentos de Corrente

Com o objetivo de facilitar a análise e a interpretação da dispersão dos elementos nos sedimentos de corrente e solos efetuou-se o agrupamento dos diversos tipos petrográficos da área em cinco unidades diferentes, de acordo com mapeamento geológico executado para a faixa ofiolítica de Palma (fig. 7).

A determinação das condições químicas (pH) em to-

dos os locais de amostragem revelou valores entre 6,0 e 7,5 unidades de pH, caracterizando um ambiente neutro com pequenas variações ácidas e alcalinas.

Os resultados analíticos obtidos para os sedimentos de corrente em Palma revelaram somente três amostras (ES-182, ES-250, ES-260) com teores fracamente anômalos para o cobre (entre 70 e 100 ppm), enquanto que outras cinco amostras (ES-204, ES-210, ES-281, CG-176 e CG-139) apresentaram valores compreendidos numa faixa de *background* próximos aos limiares estabelecidos para esse elemento nas diversas unidades litológicas.

Dentre todas as amostras coletadas, num total de 104, apenas duas (amostras ES-250 e ES-260) apresentaram conjuntamente valores interessantes para os elementos Cu, Co, Ni, Fe e Cr.

A amostra ES-250, representando uma área de captação que drena rochas meta-sedimentares, com pequena contribuição de material proveniente de meta-ultramafitos e xistos magnesianos, revelou valores para Cu, Co e Ni (respectivamente de 70, 100 e 700 ppm) bastante elevados para esses tipos de rochas no meio amostrado. Do mesmo modo, os elementos Fe e Cr mostraram teores altos, da ordem de 10% e 1500 ppm. Essa associação geoquímica é típica de rochas máficas, ultramáficas e meta-sedimentares associadas, ficando a dúvida a respeito do grau de contribuição de cada agrupamento litológico para a formação do material amostrado. Talvez a presença de teores anômalos de Cu, Co e Ni na porção ultramáfica-magnesiana (fig. 7) tenha influenciado a concentração desses elementos nos sedimentos de drenagem.

Da mesma maneira, a amostra ES-260, coletada em uma bacia de captação que drena exclusivamente rochas ultramáficas e xistos magnesianos, representa uma área de ordem de grandeza similar àquela da amostra ES-250. O tratamento

analítico revelou teores de 100, 100, 1500 e 3000 ppm e 15% respectivamente para o Cu, Co, Ni, Cr e Fe, os quais estão a indicar a possível presença de altos teores desses elementos nas rochas compreendidas pela bacia de captação.

As zonas de influência delineadas pelas amostras anômalas descritas (ES-250 e ES-260) estão indicadas no mapa de distribuição geoquímica de Cu, Co e Ni em sedimentos de corrente por meio das letras A e B (figura 43).

Os resultados mais expressivos em sedimentos de corrente confirmaram a detecção em solos de uma zona de forma alongada, acompanhando as direções estruturais da associação ofiolítica (fig. 47), com teores muito altos e, às vêzes, anômalos para os elementos principais em estudo. Os resultados do levantamento executado nos solos serão examinados a seguir.

A tabela X relaciona os parâmetros estatísticos de Cu, Co e Ni para os sedimentos de corrente da área de Palma, ressaltando-se as três unidades litológicas predominantemente drenadas.

Tabela X - Parâmetros Estatísticos de Cu, Co e Ni para os Sedimentos de Corrente da Área de Palma

ELEMENTO	MÉDIA GEOMÉTRICA (ppm)	DESVIO PADRÃO	LIMIAR (ppm)
COMPLEXO ULTRAMÁFICO			
Cu	32	1,4	67
Co	25	1,7	73
Ni	95	2,3	540
COMPLEXO MÁFICO VULCÂNICO			
Cu	24	1,6	68
Co	22	1,3	39
Ni	55	1,8	195
COMPLEXO META-SEDIMENTAR			
Cu	30	1,5	75
Co	24	1,8	79
Ni	72	2,4	400

Solos

As amostras de solo na área de Palma foram coletadas ao longo de perfis demarcados no campo com auxílio de bússola e trena, fazendo-se uso das fotografias aéreas e pontos característicos no terreno para controle local.

Foram coletadas um total de 2745 amostras, no horizonte C, com espaçamento variável de 50 m, 100 m, até 200 m nas áreas trabalhadas pelo Projeto Geofísica Terrestre na Área de Lavras do Sul (Bentes et alii, 1977). A distância média entre os perfis foi de 500 m, com o comprimento mínimo e máximo dos mesmos de 0,8 e 8 km.

Os elementos Cu, Co e Ni foram analisados por absorção atômica e 10% das amostras foram analisadas por espectrografia de emissão semiquantitativa para 30 elementos objetivando primordialmente a determinação do cromo. Este procedimento pareceu-nos pouco válido, principalmente porque a densidade de amostragem em toda a área é muito baixa. Não serve também para fins comparativos em termos de razão, dado o reduzido número de resultados de cromo em relação aos elementos principais (Cu, Co e Ni). Além disso, há pouca validade para esse procedimento em termos estatísticos, uma vez que as populações tornam-se reduzidas quando distribuídas entre os cinco grupos litológicos distintos, conferindo pequena confiabilidade aos parâmetros determinados. Essa mesma situação também prejudicou a análise de outros elementos, como o ferro, magnésio, manganês, vanádio, titânio e o escândio, dificultando até mesmo o exame visual pelo pequeno número de dados.

A sistemática de trabalho, como uma fase inicial de interpretação, considerou três mapas de isoteores nos quais separou-se os valores superiores a 100, 70 e 250 ppm, respectivamente para Cu, Co e Ni (fig. 47, 48 e 49). Esses valores representam o menor limiar estabelecido dentre as populações de solos derivados de rochas do Complexo Ultramáfico, do Complexo Máfico e do Complexo Meta-sedimentar. Esse critério possibilitou inicialmente a demarcação de áreas mais interessantes sob o ponto de vista geoquímico. Basicamente, constatou-se uma distribuição com valores mais elevados de cobre nos solos existentes sobre associações de rochas meta-sedimentares e metabasitos, em presença de zonas de falhas (áreas-alvo A, B e C, tabela XIII), e nos solos derivados de metagabros (áreas-alvo D e G, tabela XIII). Os valores mais elevados de cobalto e níquel encontram-se nos solos provenientes de meta-ultramafitos e xistos magnesianos, sendo que o níquel, especificamente, possui teores mais altos em solos de serpentinitos e talco-carbonato-xistos associados (fig. 49), (área-alvo F, tabela XIII).

Complexo Ultramáfico

Apenas seis amostras apresentaram valores de cobre acima do limiar (130 ppm) em solos derivados de meta-ultramafitos e xistos magnesianos da faixa ofiolítica principal de Palma, sem correspondência com valores anômalos de cobalto e níquel. Registre-se que os seis valores anômalos de Cu (amostras CG-307, CG-485, CG-927, JS-791, JS-886, IS-1578, respectivamente com 230, 230, 140, 250, 240 e 140 ppm de Cu) localizam-se em pontos separados, não constituindo-se em agrupamentos de valores anômalos dignos de maior interesse.

O Maciço do Passo do Ivo (metaperidotitos) não revelou nenhuma concentração anômala de cobre, cobalto ou níquel em amostras de solos.

Com relação ao cobalto e ao níquel, registraram-se valores anômalos de cobalto em nove amostras (IS-1402, IS-1597, IS-1672, IS-1673, CG-369, CG-372, JS-884, JS-886 e JS-888, respectivamente com 180, 200, 290, 220, 700, 210, 150, 140 e 150 ppm), as quais apresentaram valores para níquel acima do limite de sensibilidade (1000 ppm) do método de absorção atômica para esse elemento e baixos teores em cobre. Esses resultados ocorreram em solos localizados predominantemente sobre serpentinitos talcosos e talco-carbonato-xistos (fig. 7) e justificam a indicação da Área-alvo F (fig. 48 e 49; tabela XIII) como favorável para estudos de maior detalhe visando possíveis mineralizações de cobalto e de níquel.

Complexo Gabróico

Nos solos derivados de rochas do Complexo Gabróico situaram-se dez amostras com teores para cobre acima do limiar (130 ppm), sendo que seis com teores francamente anômalos entre 170 e 500 ppm.

O cobalto e o níquel nos solos dessa unidade apresentaram somente valores na faixa de variação do *background*, com exceção de uma amostra (IS-759) que revelou teores levemente anômalos para os três elementos (Cu: 190 ppm; Co: 190 ppm; Ni: 440 ppm).

O comportamento geoquímico do cobre nesta unidade pode ser interessante, considerando que as rochas máficas plutônicas são favoráveis a mineralizações cupríferas associadas a concentrações por vezes econômicas de minerais niquelíferos.

Complexo Máfico Vulcânico (Metabasitos)

Nos solos provenientes diretamente de metabasitos detectou-se apenas três amostras com valores acima do limiar (130 ppm) para cobre, com um teor máximo de 220 ppm, e nenhuma para cobalto e níquel.

É provável que algumas anomalias de cobre, referidas a outras litologias (meta-ultramafitos, meta-sedimentos, etc.) neste capítulo, estejam realmente ligadas aos metabasitos, uma vez que essas rochas encontram-se muito freqüentemente imbricadas tectonicamente com as demais litologias da associação ofiolítica de Palma. É o caso das mineralizações de cobre, molibdênio e ouro da Fazenda Cerro Verde (*Silveirinha*) que se encontram na área de Palma em metabasitos e nas rochas meta-sedimentares associadas e que foram objeto de estudo detalhado do *Projeto Levantamento Geoquímico Regional do Escudo Sul-Riograndense* (Szubert, Kirchner e Grazia, 1976). As amostras de solos (horizonte A) coletadas sobre essa ocorrência durante o referido projeto (op. cit.) confirmaram as mineralizações de cobre (mais de 1000 ppm), de molibdênio (mais de 2000 ppm) e de ouro (0,6 ppm).

Complexo Meta-Sedimentar

O maior número de amostras de solos com resultados acima do limiar para cobre situa-se em rochas do Complexo Meta-sedimentar, incluindo dois valores francamente anômalos (amostras IS-1217 e IS-1298, com 680 e 420 ppm).

As maiores concentrações de cobre em solos encontram-se em duas áreas de rochas meta-sedimentares, onde são notáveis as evidências de imbricações tectônicas e de falhamentos, com desenvolvimento freqüente de cataclasitos e brechas de falha. A primeira localiza-se sobre a *zona de falha da Palma* (perfil 41, pedreira do Salomon), onde aparece um grupo de quatro amostras com teores anômalos de cobre (IS-1215, IS-1216, IS-1217 e IS-1218, respectivamente com 110, 150, 680 e 210 ppm), caracterizando uma pequena zona anômala de aproximadamente 150 m de comprimento. Nesta mesma zona, no perfil 39, a amostra IS-1172 e sua duplicata IS-1173, revelaram teores de cobre respectivamente de 600 e 560 ppm. A associação litológica nesta porção inclui predominantemente mármores, xistos blastomiloníticos, quartzitos e metabasitos (Área-alvo C, tabela XIII; fig. 47).

Uma segunda área com concentração anômala de cobre em solos (amostras IS-1298 e IS-1378, respectivamente com 420 e 190 ppm) localiza-se na *zona de falha Cabeceiras do Vacacaí*, onde aparecem quartzitos, xistos blastomiloníticos, xistos quartzo-feldspáticos e, secundariamente, serpentinitos e xistos magnesianos.

Estas concentrações de cobre relacionadas às feições estruturais poderiam ser causadas pelo transporte dos metais através das zonas de fraqueza dos falhamentos, propiciando a formação de um halo de vazamento (*leakage halo*).

Para o cobalto e o níquel, todos os valores obtidos em amostras de solos sobre rochas meta-sedimentares si-

tuaram-se em torno da faixa de variação do *background*, com exceção de duas amostras que revelaram teores acima do limiar para o cobalto (IS-1217 e IS-1218, respectivamente com 85 e 190 ppm) e também para cobre (680 e 210 ppm).

Complexo Vulcânico Ácido-Intermediário

Os resultados geoquímicos não revelaram nenhum valor significativo para cobre, cobalto e níquel nos solos formados sobre as rochas desse complexo. Saliente-se, entretanto, que apenas as extremidades dos perfis de solos 15, 16 e 17 atingiram as litologias vulcânicas ácidas a intermediárias, sendo que a porção mais representativa dessa associação, na extremidade sudoeste da faixa ofiolítica de Palma (fig. 7), foi amostrada somente por sedimentos de corrente.

Complexo Metamórfico Terrígeno (Grupo Porongos)

Diferentemente do que ocorreu para o Complexo Vulcânico Ácido-intermediário, coletou-se um número bastante significativo de amostras de solos nos metamorfitos do Complexo Terrígeno do Grupo Porongos, especialmente sobre as litologias que apresentaram disseminações de pirita, calcopirita e raramente pirrotita (perfis 67 a 70 e as extremidades SE dos perfis 49 a 56). Mesmo assim não apareceu nenhum valor anômalo digno de interesse para cobre, cobalto e níquel em todas as amostras de solos sobre os metamorfitos desse complexo.

A tabela XI apresenta os parâmetros estatísticos básicos determinados para os solos de quatro unidades definidas na faixa ofiolítica de Palma.

Tabela XI - Parâmetros Estatísticos Básicos para os Solos da Área de Palma

ELEMENTO	MÉDIA GEOMÉTRICA (ppm)	DESVIO PADRÃO	LIMIAR (ppm)
COMPLEXO ULTRAMÁFICO			
Cu	37	1,8	130
Co	30	2,1	140
Ni	130	3,8	1800
COMPLEXO GABRÓICO			
Cu	35	1,9	130
Co	27	1,7	80
Ni	55	2,3	315
COMPLEXO MÁFICO VULCÂNICO			
Cu	35	1,9	130
Co	27	1,7	80
Ni	55	2,3	315
COMPLEXO META-SEDIMENTAR			
Cu	39	1,7	110
Co	23	1,8	75
Ni	57	2,9	510

Rochas

A amostragem de rochas seguiu uma distribuição irregular, sem relação direta com os perfis de solos, tornando praticamente impossível uma correlação entre os resultados dos dois meios amostrados (tabela XXVI).

Das 67 amostras de rochas coletadas nos diferentes

tipos litológicos de Palma, apenas 13 revelaram concentrações de cobre (entre 90 e 1000 ppm) superiores ao teor médio estabelecido a nível mundial (Levinson, 1974). Duas amostras de laterita ferruginosa, em *chapéu de ferro* localizado sobre a *zona de falha da Palma*, revelaram teores de 1000 e mais de 1000 ppm em cobre.

Com relação ao cobalto e ao níquel, nenhuma amostra mostrou qualquer valor mais expressivo para esses elementos, os quais sempre se situaram abaixo do valor médio para cada litologia.

7. GEOLOGIA ECONÔMICA

Generalidades

O trabalho *Carta Previsional do Cobre no Escudo Sul-Riograndense*, elaborado pelo 1º Distrito do DNPM (Marcelo Ribeiro, 1976), procura valorizar litologias e condicionamentos estruturais ainda não pesquisados para o cobre no Escudo Sul-Riograndense, fugindo ao esquema clássico existente na Mina do Camaquã e na maioria das ocorrências cupríferas estudadas até o momento no Estado do Rio Grande do Sul. É o caso das áreas de derrames riolítico-andesíticos de platô do Grupo Bom Jardim (São Sepé, Ramada e Dom Pedrito) e das áreas de rochas máficas e ultramáficas dos conjuntos ofiolíticos (Vila Rufino, Mata Grande e Palma), objetivos do presente projeto. Ainda de acordo com a referida Carta Previsional (op. cit.) essas áreas estão enquadrados nas seguintes categorias:

- Palma e Dom Pedrito: categoria A: - áreas consideradas *prioritárias* no esquema geral esboçado na Carta Previsional;

- Mata Grande e Ramada: categoria B: - áreas consideradas de interesse *maior* para a pesquisa do cobre; e

- Vila Rufino e São Sepé: categoria C: - áreas consideradas de interesse *menor* para a pesquisa cuprífera.

Como poderá ser verificado a seguir, os resultados de campo e geoquímicos confirmaram a expectativa favorável para as rochas máficas e ultramáficas da área de Palma, principalmente quando encaradas como uma associação mais ampla de natureza ofiolítica. Os resultados de Vila Rufino

e Mata Grande são de expressão bem menor, tendo em vista provavelmente a predominância de termos magnesianos e a ausência de rochas vulcânicas máficas, mafélsicas e félsicas na associação ofiolítica dessas áreas.

Nas áreas de riolito-andesitos de platô do Grupo Bom Jardim, além dos resultados geoquímicos pouco expressivos já mencionados (item 6.2.) para as áreas de São Sepé (2 amostras de solo com 120 e 100 ppm em Cu), Dom Pedrito (2 valores para Cu acima do limiar em sedimentos de corrente) e Ramada (6 valores para Pb acima do limiar em sedimentos de corrente), *não foi constatado nenhum indício mineralizado a cobre*. Verificou-se apenas a presença de *disseminações piritosas* na área de Dom Pedrito, concentradas em dois locais que recebem o nome de Anselmo Vale e Passo do Guterrez (vide tabela XII, a seguir). Neste último local a pirita aparece em afloramentos quase totalmente oxidada, restando apenas moldes de pequenos cubos com até 1 cm de aresta. Em todas as ocorrências estudadas não se constatou a presença de nenhum outro sulfeto, nem mesmo calcopirita, e os estudos geoquímicos concentrados nesta área tampouco revelaram resultados significativos para Cu, Pb ou Zn.

Os índices de pirita de Dom Pedrito foram considerados cupríferos no cadastramento mineral da 1ª fase do projeto (Szubert et alii, 1976) em razão da possível presença de calcopirita. Por outro lado, todos os demais índices de cobre relatados no referido cadastro, alguns de reconhecida importância (ocorrências da Serra de Santa Bárbara), situam-se nas imediações das áreas de atuação do projeto, mas não se constituíram em objetivos do mesmo por pertencerem ao "grupo associado ao vulcanismo andesítico-riolítico ligado aos falhamentos nordeste" (Marcelo Ribeiro, 1976).

Na 2ª fase, correspondente às atividades de campo e do presente relatório, considerou-se unicamente os indícios mineralizados (principalmente metálicos) diretamente

vinculados aos derrames riolítico-andesíticos do Grupo Bom Jardim e às associações ofiolíticas do Grupo Cambaí. Excepcionalmente em Palma relatou-se ocorrências de pirita, calcopirita, pirrotita e hematita associadas aos metamorfitos terrígenos, não ofiolíticos, do Grupo Porongos (grupos 19 e 20 da tabela XII).

A seguir serão relacionados os principais indícios ou grupos de indícios mineralizados (ou de rocha) que foram objetos de estudo da 2ª fase do projeto, sendo que aqueles em itálico são pela primeira vez registrados na bibliografia geológica em suas respectivas áreas.

NÃO METÁLICOS

- Vila Rufino: asbestos e *antofilita-esteatito;*
- Mata Grande: asbestos, *mármores magnesianos* e talco;
- Palma: talco, *mármore* (novas ocorrências) e asbestos.

METÁLICOS

- Dom Pedrito: pirita;
- Vila Rufino: *malaquita* e *crisocola;*
- Mata Grande: pirita e pirrotita;
- Palma:
  - magnetita e hematita em meta-ultramafitos;
  - pirita, calcopirita e pirrotita em zonas de falhamento (*mélanges*);
  - *pirita* e *calcopirita* em metagabros, metavulcânicas félsicas e mafélsicas e metabasitos;
  - pirita e pirrotita em metaperidotitos (Passo do Ivo);
  - ouro visível em concentrados de bateia (faixa

ofiolítica);

- *pirita*, (*calcopirita*), *pirrotita* e *hematita* em meta-arenitos impuros (Grupo Porongos); e
- *pirita*, *calcopirita* e *hematita* em fraturas e brechas ligadas a falhamentos (Grupo Porongos).

Todos os indícios supramencionados são referidos com maiores detalhes na tabela XII, a seguir, e nas fichas de cadastro mineral (Volume II). Dos indícios não metálicos relacionados nesta tabela, merecem referência com vistas a um possível aproveitamento econômico de pequena monta, os seguintes bens minerais:

- antofilita-esteatito de Vila Rufino;
- asbestos e mármores magnesianos de Mata Grande; e
- talco de Palma.

Entre os metálicos destacam-se os indícios de *ouro* de Palma, que estão a merecer um estudo criterioso e dirigido, e os de *cobre* de Vila Rufino e Palma.

Em Vila Rufino o indício cuprífero é muito pobre, mas a superposição de valores geoquímicos anômalos para cobre em solos ao longo da mesma estrutura (falha Cambaizinho) em que ele está contido exige, pelo menos, um detalhamento geológico e geoquímico sobre essa estrutura.

Diferentemente, os indícios cupríferos de Palma são bem mais significativos e estão catalogados em 7 grupos diferentes (tabela XII). Os grupos 13, 14, 15 e 16, que se mostraram mais interessantes, serão analisados a seguir com base no lastro de conhecimentos técnicos existentes sobre as mineralizações de cobre no Escudo Sul-Riograndense.

TABELA XII

SÍNTESE DOS RESULTADOS GEO-ECONÔMICOS (INDÍCIOS MINERALIZADOS E SUAS CARACTERÍSTICAS)

INDÍCIO MINERALIZADO OU ELEMENTO ECONÔMICO	ÁREA	PONTO DE AMOSTRAGEM OU REFERÊNCIA (MAPA GEOLÓGICO)	FORMA DE OCORRÊNCIA	LITOLOGIA E/OU ESTRUTURA	UNIDADE ESTRATIGRÁFICA	IMPORTÂNCIA ECONÔMICA
① PIRITA	Dom Pedrito	(Anselmo Vale)	Pequenas disseminações.	Andesitos	Formação Hilário	Insignificante
② PIRITA	Dom Pedrito	CG-154, 155, 156, 158, 159 (Passo do Guterrez)	Disseminação ampla e generalizada.	Ignimbritos e vulcanoclásticas intermediárias.	Formações Acampamento Velho e Hilário	Não mostrou outras mineralizações nem resultados geoquímicos favoráveis.
③ ASBESTO (antigorita e crisotilo)	Vila Rufino	P_1 e P_2 (2 ocorrências)	Agregados lamelares de antigorita e filonetes de crisotilo.	Serpentinitos cataclasados e silicificados ao longo de falha.	Complexo Ultramáfico (Associação Ofiolítica) Grupo Cambaí	Pequena
④ ANTOFILITA ESTEATITO	Vila Rufino	CK-7 (1 ocorrência)	Rosetas de antofilita-gedrita (até 1 cm diâmetro) e lamelas de talco..	Xistos magnesianos a talco, tremolita e clorita.	Idem	Ocorrência inédita; merece estudos de maior detalhe.
⑤ MALAQUITA E CRISOCOLA	Vila Rufino	P_5 (Falha Cambaizinho) (1 ocorrência)	Pequeno preenchimento secundário (fissuras) de material brechado.	Brecha de falha silicificada; em serpentinitos, no contato por falha com rochas do Complexo Meta-Sedimentar..	Idem	O indício em si é fraco; teores anômalos de Cu (solos) ao longo mesma falha lhe confere importância razoável.
⑥ ASBESTO	Mata Grande	CK-2 (P_0) e CK-20 (2 ocorrências)	Crisotilo de fibra curta (2-4 mm), lamelas de antigorita e talco fibroso.	Em zonas intensamente cataclasadas de serpentinitos maciços.	Idem	Razoável (CK-2)
⑦ MÁRMORE (a talco, tremolita e clorita)	Mata Grande	CK-19A, 20A e CK-40 (3 ocorrências)	Pequenos corpos lenticulares (300 m).	Intimamente associados com serpentinitos; contém mais de 60% de carbonatos.	Idem	Possuem boa expressão em área; dependendo de resultados químicos pode servir como corretivo de solo.
⑧ TALCO	Mata Grande	CK-21 (BR-290) (1 ocorrência)	Lamelar, aparentemente puro.	Pequeno enclave (5-7 m de espessura) em serpentinitos e xistos magnesianos.	Idem	Inexpressiva
⑨ PIRITA E PIRROTITA	Mata Grande	CK-20	Finas disseminações	Em serpentinitos (metaperidotitos?).	Idem	Insignificante
⑩ TALCO	Palma	Entre CK-84 e CK-103 (outras extremo SW) (Cerca de 10 ocorrências)	Faixa dobrada com talco-carbonato-xisto, talco-xisto e serpentinitos (CK-84 e 103).	Predomina um talco (50-80%)-carbonato-xisto que passa para esteatito ou para serpentinitos talcosos (CK-84 e 103).	Idem	Grande expressão em área; em superfície aparecem carbonatos em excesso. Definição só com sondagem.
⑪ MÁRMORE (novas ocorrências)	Palma	Nas proximidades de P_{31}, P_{33} e P_{13} (3 ocorrências)	Pequenas lentes (maior tem 100 m comprimento).	Corpos lenticulares encaixados em xistos micáceos e quartzitos ao longo de uma mesma faixa..	Complexo Meta-Sedimentar (Associação Ofiolítica) Grupo Cambaí	Muito pequena
⑫ MAGNETITA (HEMATITA)	Palma	(Inúmeras ocorrências)	Cristais euédricos recristalizados.	Serpentinitos, xistos magnesianos e cloritito s.	Complexo Ultramáfico (Associação Ofiolítica) Grupo Cambaí	Nenhuma
⑬ PIRITA, CALCOPIRITA E (PIRROTITA)	Palma	1- "Zona de Falha de Palma" (CK-87 a 90A; CK-71); (Mina da Palma) 2- "Zona de Falha Cabeceiras do Vacacaí" 3- CK-91 (Pedreira do Salomon) 4- CK-93 5- Fazenda Cerro Verde ("Silveirinha")	Disseminações ou agregados de cristais ou pequenos filões (em fissuras).	Em zonas de falhamento ("mélanges") com xistos blastomilonítico s, meta-arcósios, quartzitos, mármores, metabasitos, subordinadamente metagabros e serpentinitos.	"Mélange" (Complexo Meta-Sedimentar) Grupo Cambaí	São os indícios mais expressivos de toda área. Neste grupo pode ser incluída a ocorrência do "Silveirinha" (Cu, Mo, Au). Os resultados geoquímicos são os melhores para a área (Cu). Idem geofísicos.
⑭ PIRITA E CALCOPIRITA	Palma	JS-4, CK-63 e CK-78 (Inúmeras ocorrências)	Disseminações bem localizadas.	Hornblenda-gabros (JS-4), metagabros grosseiros (CK-63), metadioritos (CK-78). Alguns mostram evidências cataclásticas e atividade hidrotermal.	Complexo Gabróico (Associação Ofiolítica) Grupo Cambaí	Indícios razoáveis de campo com superposição aproximada com bons resultados geoquímicos em solos (Cu). No metagabro ref. indício ponto JS-4 não houve prospecção geoquímica.
⑮ PIRITA E (CALCOPIRITA)	Palma	CK-47, CK-48, CK-49, CK-131, CK-126 (Inúmeras ocorrências)	Finíssimas disseminações amplamente distribuídas.	Meta-riodacitos, metadacitos e metalatito-andesitos. Intensa atividade hidrotermal (ou de metamorfismo). Sem ligação com falhas ou fraturas.	Complexo Vulcânico Ácido-Intermediário (Associação Ofiolítica) Grupo Cambaí	Indícios expressivos, embora a predominância absoluta de pirita. Não há bons resultados geoquímicos, embora a prospecção tenha sido insuficiente.
⑯ PIRITA E CALCOPIRITA	Palma	P_{27}, P_{31}, P_{63}, CK-53, CK-94 (Inúmeras ocorrências)	Finas disseminações no corpo da rocha e ao longo da foliação cataclástica.	Metabasitos (meta-andesitos) em geral afetados por ação cataclástica e atividade hidrotermal. Comumente em zonas de cizalhamento (grupo 13 dessa tabela).	Complexo Máfico Vulcânico (Associação Ofiolítica) Grupo Cambaí	Indícios muito freqüentes com maior expressão em zonas cataclásticas. Os resultados geoquímicos são bons, embora inferiores àqueles dos grupos 13 e 14.
⑰ PIRITA E PIRROTITA	Palma (Passo do Ivo)	CK-42	Finas disseminações esporádicas.	Metaperidotitos com evidentes sinais cataclásticos.	Complexo Ultramáfico (Associação Ofiolítica) Grupo Cambaí	Insignificante
⑱ OURO	Palma	39 pontos de amostragem de concentrado de bateia	Plaquetas alongadas submilimétricas a 1 mm ou raramente até 2 mm.	Ocorre em áreas com drenagens dominantemente sobre metabasitos e meta-sedimentares. Secundariamente em áreas de serpentinitos e xistos magnesianos.	Associação Ofiolítica Grupo Cambaí	Área (faixa ofiolítica) altamente favorável à prospecção de ouro. São conhecidas ocorrências em metabasitos (2) e xistos quartzosos (1).
⑲ PIRITA, (CALCOPIRITA), PIRROTITA E HEMATITA	Palma	CK-84 (área entre Falha do Igá e Estrada São Gabriel-Bagé).	Finas e abundantes disseminações no corpo da rocha..	Meta-arenitos impuros (arcósios, graúvacas), de granulação fina, sem controle tectônico aparente.	Complexo Metamórfico Terrígeno (Associação Ectinítica) Grupo Porongos.	Indícios muito freqüentes, mas de pequena expressão. Resultados geoquímicos não são promissores.
⑳ PIRITA, CALCOPIRITA E (HEMATITA)	Palma	1- CK-99A (falha NE) (P_{67} a P_{70}) 2- falha NE-E (próxima a CK-109) (2 ocorrências)	Disseminação em plano de xistosidade ou fratura(1), localmente preenchendo brecha (2).	Em zonas de falha ou nas suas proximidades. Em biotita-muscovita-xistos e quartzitos (1) e meta-arenitos impuros (2).	Idem	Indícios mais expressivos que os do grupo anterior. Prospecção geoquímica com resultados desanimadores em CK-99A (P_{67} a P_{70}) e não realizada em CK-109.

Mineralizações cupríferas de Palma

A análise dos dados da tabela XII, juntamente com os resultados geoquímicos da presente pesquisa, evidenciaram que as mineralizações cupríferas mais destacadas da área de Palma estão relacionadas a zonas de intenso falhamento (grupo 13, tabela XII), onde são notáveis ainda as seguintes características:

- intensa atividade cataclástica;
- imbricações tectônicas generalizadas (*mélanges*);
- predominância de tipos litológicos pertencentes ao Complexo Meta-sedimentar (xistos blastomiloníticos, quartzitos, xistos quartzo-feldspáticos, mármores);
- ligação íntima ou aproximada com metabasitos; e
- presença de *chapéus de ferro* lateríticos.

As mineralizações cupríferas e/ou resultados geoquímicos mais significativos para cobre deste grupo estão relacionadas às seguintes zonas de falhamento (*mélanges* tectônicas) (fig. 7):

- *zona de falha da Palma* (xistos blastomiloníticos, quartzitos, mármores, *metabasitos*, meta-arcósios e metagrauvacas);

- *zona de falha Cabeceiras do Vacacaí* (cataclasitos, quartzitos, xistos quartzo-feldspáticos; serpentinitos e *metabasitos* nas proximidades);

- *zona de falha da Pedreira do Salomon* (CK-91) (*metabasitos*, cataclasitos, meta-arcósios e mármores);

- *zona de falha da Pedreira do Nico Lopes* (CK-93) (quartzitos micáceos, *actinolita-xistos*, mármo-

res, metagabros).

Os resultados *geoquímicos* anômalos para cobre verificaram-se em amostras de solo coletadas na zona de falha da Palma (600 e 680 ppm no P_{41}) e na zona de falha Cabeceiras do Vacacaí (420 e 190 ppm). Nesta última registraram-se também anomalias *geofísicas* de VLF, Slingram e magnetometria (Bentes et alii, 1977) em superposição às anomalias geoquímicas. Obteve-se, ainda, valores significativos para cobre em duas amostras de rocha coletadas em *chapéu de ferro* existente sobre a zona de falha da Palma (1000 e mais de 1000 ppm).

As mineralizações de Cu, Mo e Au da Fazenda Cerro Verde (*Silveirinha*), por apresentarem o mesmo condicionamento geológico, podem ser incluídas neste grupo 13 de indícios mineralizados, embora tenham sido descritas por Villwock e Jost (1967) como encaixadas em migmatitos heterogêneos e relacionadas à intrusão do Granito Jaguari. No presente trabalho verificou-se nesta área mineralizada uma dominância de metabasitos fortemente xistificados por ação cataclástica, imbricados tectonicamente com fragmentos alóctonos de rochas do Complexo Meta-sedimentar (muscovita-biotita-xistos e metapelitos). A mineralização está confinada em filões de quartzo ao longo da faixa cataclasada principal (N10°E), em fraturas secundárias ou disseminada no corpo dos metabasitos ou dos meta-sedimentos. A ação de processos superficiais provocou a formação de um *chapéu de ferro* laterítico e de uma zona de enriquecimento supergênico (Villwock e Jost, op. cit.).

De importância secundária em Palma são os grupos de indícios mineralizados a pirita e calcopirita (grupos 14, 15 e 16 da tabela XII) dos seguintes conjuntos litológicos:

- metagabros grosseiros e metadioritos (Complexo Gabróico);

- meta-riodacitos, metadacitos e metalatito-andesitos (Complexo Vulcânico Ácido-intermediário); e

- metabasitos (Complexo Máfico Vulcânico).

Tais rochas apresentam as seguintes características em comum:

- pirita e calcopirita (rara) sob a forma de finas disseminações;

- intensa atividade hidrotermal (damouritização, cloritização, carbonatação, silicificação e albitização); e

- mineralizações com controle tectônico pouco evidente a ausente.

Os resultados geoquímicos para cobre se mostraram mais favoráveis nos metagabros, especialmente no contato destes com os meta-riodacitos pórfiros da porção extremo sudoeste da faixa ofiolítica (500 ppm). Também os metabasitos revelaram 3 valores acima do limiar (130 ppm) para esse elemento em locais diferentes.

O condicionamento geológico responsável pelas mineralizações cupríferas da área de Palma (grupos 13, 14, 15 e 16, antes referidos) deve ser analisado com bases geotectônicas, coerentemente com a abordagem geológica feita para essa área no item 5.2.3. deste relatório. Parte-se do princípio que os depósitos minerais formam-se em determinados regimes tectônicos, em ligação com associações petrotectônicas típicas (Strong, 1974). Como já foi visto, a associação petrotectônica em Palma foi considerada de natureza ofiolítica e está caracteristicamente representada por imbricações tectônicas, onde se justapõem com grande freqüência tipos litológicos diferentes, gerando uma compartimentação

muito acentuada. Neste quadro, o estilo tectônico (*mélanges*) desenvolve provavelmente o papel mais importante no controle das mineralizações e a análise dos mapas geoquímicos realça sobremaneira este fato. As anomalias geoquímicas (Cu, Co e Ni) e as próprias curvas de isoteores (fig. 47, 48 e 49) refletem sobretudo compartimentos tectônicos, onde são mais freqüentes as imbricações tectônicas e intensas as deformações cataclásticas.

No âmbito mais amplo do Escudo Sul-Riograndense a situação não é diferente quando as rochas envolvidas são metamórficas. Haja visto que os conceitos mais modernos objetivando a prospecção de cobre no Estado valorizam condicionamentos e litologias idênticos aos existentes em Palma como pode ser verificado a seguir. De acordo com Ribeiro (1977) as imbricações tectônicas de fragmentos da crosta oceânica poderiam conter depósitos de cobre importantes, constituindo-se em alvos imediatos de prospecção (*prioridade 1*). Seriam depósitos de sulfetos maciços relacionados aos *metabasitos* da associação ofiolítica. Segundo o mesmo autor (op. cit.), "os tipos de mineralizações descritos para a Folha de Bom Jardim com cobre e ferro em anfibolitos constituem um reflexo bem significativo em relação a possíveis depósitos de sulfetos maciços na associação do tipo prasinito (*metabasitos*) que evoluiu a partir de rochas representativas da crosta oceânica".

Neste sentido é interessante salientar que *todas* as ocorrências cupríferas dignas de nota em metamorfitos (da Formação Vacacaí, segundo trabalhos anteriores) se dão em *metabasitos* ou são disseminações em meta-sedimentos (metagrauvacas) a eles superpostos. É o caso de Andradas (metabasitos, metagrauvacas), Primavera (metatufitos, metabasitos), Cerro das Ovelhas (parte em metabasitos), Santa Bárbara (clorita-xistos, *xistos verdes*), Picada dos Tocos (xistos anfibolíticos), Victor Teixeira (*xistos verdes*) e Sanga da Faxina. A associação litológica descrita para essas ocor

rências é idêntica à associação da parte superior do conjunto ofiolítico de Palma (metabasitos e meta-sedimentos), na qual estão contidas as principais mineralizações cupríferas dessa área (tabela XII).

Com referência aos meta-sedimentos que estão superpostos aos metabasitos na maioria das ocorrências supracitadas, de acordo com Strong (1974, p. 4 e 5) seriam eles os sedimentos metalíferos, associados aos terrenos ofiolíticos, que fornecem um modelo para a formação dos característicos depósitos de sulfetos maciços (depósitos do tipo *Chipre*).

Ainda com relação aos metabasitos assim se expressa Marcelo Ribeiro em comunicação escrita (1977) (in Ribeiro, 1977, p. 11): "o Vacacaí encerra cobre em dois condicionamentos, intercalados entre si:

a) cobre primário (calcopirita) dentro dos planos de clivagens dos xistos verdes (metabasitos); e

b) cobre mobilizado de *a* que preenche fraturas (Andradas, Primavera)".

E continua: "os metabasitos seriam a fonte mais antiga de cobre no Estado, constituindo a fonte primeira de cobre que alimentaria jazimentos do tipo *cobre sedimentar*. Estes jazimentos foram por sua vez novamente mobilizados por falhamentos NW, formando os numerosos índices do Bom Jardim (Cerro dos Martins, Cerro das Ovelhas)".

Com referência a fonte original de cobre no Estado do Rio Grande do Sul é importante notar que nos trabalhos mais antigos as ocorrências cupríferas eram via de regra vinculadas geneticamente com soluções magmáticas finais de composição andesítica ou granítica. Essa vinculação se baseava na proximidade das ocorrências de cobre com andesitos ou granitos. Entretanto, constata-se que tal proximidade é

maior, mais freqüente e íntima com rochas metamórficas (Ribeiro, 1977), em especial com metabasitos. Além disso, conforme registrou-se anteriormente neste relatório, as ocorrências de cobre mais notáveis em rochas metamórficas do Escudo Sul-Riograndense localizam-se em associações vulcano-sedimentares (metabasitos e meta-sedimentos) que, pela sua identidade litológica com a porção superior do conjunto ofiolítico de Palma, poderiam ter evoluído de rochas representativas da crosta oceânica. Tais associações encontrar-se-iam atualmente imbricadas nos metamorfitos dos grupos Porongos e Cambaí. O uso das denominações Vacacaí e Cerro Mantiqueiras, desvinculado da evolução petrogenética de suas rochas componentes, não favoreceu até hoje uma definição dessa questão. A propósito, é curioso perceber, nos trabalhos anteriores, que os fragmentos de crostas oceânicas contendo metabasitos eram incluídos na Formação Cerro Mantiqueiras *somente* quando continham também ultramafitos e os seus derivados xistos magnesianos. Caso contrário, os metabasitos (e os meta-sedimentos intimamente associados) eram invariavelmente considerados da Formação Vacacaí. Os meta-sedimentos, por sua vez, eram sempre correlacionados à Formação Vacacaí, independente de seu ambiente original (eu ou miogeossinclinal). Fica claro aqui a importância da colocação estratigráfica adequada em bases geotectônicas. Semelhantemente ocorre com os depósitos de cobre que deverão estar relacionados às associações petrotectônicas mais viáveis. É o caso da seção que representa a parte superior de um conjunto ofiolítico (metabasitos, meta-sedimentos e vulcânicas ácidas a intermediárias), conforme ocorre em Palma, que constitui uma associação do maior interesse para a prospecção de cobre. Entretanto, é bom registrar as inúmeras e grandes dificuldades encontradas na prospecção de cobre em associações ofiolíticas como a de Palma, destacando-se as seguintes:

a) alto grau de deformação cataclástica e acentuada compartimentação tectônica (falhamentos e im

bricações tectônicas muito freqüentes);

b) metamorfismo regional que pode agir tanto como dispersor ou concentrador; e

c) possibilidade muito grande de "destilação" metalífera das associações originais pela ação de processos geotectônicos evolutivos (Strong, 1974).

O primeiro caso é responsável pelas remobilizações, as quais geram ocorrências em zonas de falha ou fraturas. Os exemplos desse tipo estão nas ocorrências da Fazenda Cerro Verde (*Silveirinha*) e da Mina da Palma (pedreira do Augusto) (grupo 13 da tabela XII).

Os processos metamórficos respondem muito provavelmente pelas ocorrências disseminadas (grupos 14, 15 e 16 da tabela XII), enquanto a possibilidade do caso *c* gera depósitos do tipo *Chipre*, com mineralizações metalíferas nos meta-sedimentos associados (Strong, 1974). As anomalias geoquímicas e geofísicas da Área-alvo A (vide capítulo 8 desse relatório) podem estar relacionadas a esse tipo de depósito metalífero em meta-sedimentos da associação ofiolítica de Palma.

8. ÁREAS FAVORÁVEIS

As dificuldades para a prospecção mineral de áreas ofiolíticas tipo Palma, apontadas no final do capítulo anterior, enfatizam a problemática da indicação de áreas favoráveis com vistas a novos estudos, tendo por base o atual estágio de conhecimentos das áreas em foco. O mais correto do ponto de vista essencialmente técnico parece ser a indicação da faixa ofiolítica de Palma como um todo, considerando os seus bons resultados geoquímicos e geofísicos, a presença de expressivos indícios mineralizados e de uma associação litológica altamente prospectável. Os alvos das demais áreas, por serem puntuais ou lineares (falha ou contato), seriam objeto apenas de um detalhamento localizado com cheque de campo (avaliação de indícios) e geoquímica de solos. Na faixa ofiolítica, a sistemática de trabalho poderia ser a seguinte:

- mapeamento geológico em escala 1:10.000;

- avaliação de indícios mineralizados ou de anomalias geoquímicas detectadas nesta 2ª fase através da abertura de poços e trincheiras; e

- *follow up* pedogeoquímico para Cu (Ni e Co) com amostragem nas litologias estritamente de interesse.

- geofísica terrestre em áreas selecionadas com base nas associações litológicas mais favoráveis e/ou nos resultados geoquímicos anômalos.

De outra forma, poderia se eliminar esta sistemática de trabalho que encara a *faixa ofiolítica de Palma como um todo*, partindo-se de imediato para as *áreas-alvo* (*favoráveis*) detectadas nesta 2ª fase. As áreas-alvo selecionadas, suas características principais e os trabalhos suge-

ridos para elas são apresentados a seguir na tabela XIII. Tais áreas estão indicadas nos seguintes mapas:

- áreas-alvo A, B, C, D, E e G: mapa de isoteor para cobre em solos (área de Palma) (fig. 47);

- área-alvo F: mapa de isoteor para cobalto e níquel em solos (área de Palma) (fig. 48 e 49);

- área-alvo H: mapa geológico da área de Vila Rufino (fig. 5) (sobre a Falha do Cambaizinho);

- área-alvo I: mapa geológico da área de Mata Grande (fig. 6) (pontos IS-343, IS-344 e IS-350); e

- área-alvo J: mapa geológico da área de São Sepé (fig. 2) (pontos JS-31 e JS-32).

O grau de importância ou de prioridade das áreas-alvo visando estudos de maior detalhe decresce de 1 para 4.

Outras áreas ou anomalias puntuais de menor importância, não incluídas na relação das áreas-alvo (tabela XIII), serão referidas a seguir com sua característica geoquímica ou geológica mais notável:

- Mata Grande (amostra IS-289): anomalia geoquímica para cobre em solo (120 ppm) (fig. 6);

- Ramada (amostras JS-15, JS-17, JS-56, JS-58 e JS-77): leve anomalia geoquímica para chumbo (55 ppm) (JS-63 : 70 ppm) em sedimentos de corrente, sendo que uma amostra (JS-15) revelou ainda um teor de zinco de 300 ppm, francamente anômalo (fig. 12);

- Palma (amostras ES-250 e ES-260): anomalias geo-

TABELA XIII

ÁREAS-ALVO, SUAS CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS E TRABALHOS SUGERIDOS

ÁREAS-ALVO	GEOLOGIA			GEOQUÍMICA		OUTROS TRABALHOS	PRIORIDADE	TRABALHOS SUGERIDOS
	INDÍCIOS MINERALIZADOS	ASSOCIAÇÃO LITOLÓGICA	CONDICIONAMENTO GEOLÓGICO	ELEMENTO E VALORES ANÔMALOS MAIS ELEVADOS	AMPLITUDE DA ANOMALIA	CONCLUSÕES		
A (PALMA)	Fracos indícios de pirita e calcopirita. "Chapéu de ferro" laterítico.	Xistos blastomilonítico, quartzitos e cataclasitos. Subordinadamente serpentinitos.	"Zona de falha Cabeceiras do Vacacaí". Imbricações tectônicas e brechas de falha.	COBRE 420 ppm e 190 ppm	Anomalias puntuais ao longo de zona de falha	Bentes et alii, 1977 (Área B): - Anomalias de VLF, Slingram e Magnetometria - Anomalia geoquímica solo para Cu (150 ppm) - Sugere 2 Sondagens	1	1. Detalhamento Geológico 2. "Follow up" Pedogeoquímico 3. Abertura de Poços e Trincheiras (avaliação de indícios e anomalias) 4. (Detalhamento Geofísico) 5. Possivelmente Sondagem
B (PALMA)	Magnetita, molibdenita, calcopirita, bornita, neodigenita, pirita e Au nativo (Villwock e Jost, 1967).	Metabasitos cataclásticos e subordinadamente rochas metasedimentares.	Zona de falha. Intensa ação cataclástica (filonitos) e hidrotermal (porfiritos).	COBRE 550 ppm e 250 ppm	2 anomalias puntuais	Villwock e Jost, 1967: - Minério com teor elevado tendo em vista a composição mineralógica; Hurtado et alii, 1973: - Anomalia aeromagnética Szubert, Kirchner e Grazia, 1976: - Anomalias geoquímicas solo para Cu (>1000 ppm), Mo (>2000 ppm e Au (0,6 ppm)	1	1. Detalhamento Geológico 2. "Follow up" Pedogeoquímico 3. Abertura de Poços e Trincheiras 4. Geofísica Terrestre 5. Possivelmente Sondagem
C (PALMA)	Pirita, calcopirita e pirrotita. Indícios muito expressivos. "Chapéu de ferro" laterítico.	Mármores, metabasitos, xistos blastomilonítico, quartzitos e meta-arcósios.	"Zona de falha da Palma". Típica "mélange" tectônica.	COBRE 680 ppm e 600 ppm	2 anomalias puntuais ao longo de zona de falha	Marcelo Ribeiro, 1976: - Área nº 9 (p. 24): potencialidade A (área prioritária)	2	1. Detalhamento Geológico 2. "Follow up" Pedogeoquímico 3. Abertura de Poços e Trincheiras 4. Geofísica Terrestre 5. (Possivelmente Sondagem)
D (PALMA)	Fracos indícios de pirita e (calcopirita).	Metagabros, metadioritos; meta-sedimentares e serpentinitos.	Contatos tectônicos. Forte ação cataclástica em todas litologias.	COBRE 330 ppm e 230 ppm	2 anomalias puntuais	Bentes et alii, 1977 (Área C2): - Anomalia de VLF, Slingram e Magnetometria; - Anomalia geoquímica solo para Cu (100 e 107 ppm) - Recomenda Sondagem e Detalhamento Geofísico	2	1. Detalhamento Geológico 2. "Follow up" Pedogeoquímico 3. Abertura de poços e trincheiras 4. Detalhamento Geofísico
E (PALMA)	Não foram constatados.	Metabasitos, serpentinitos, xistos magnesianos e meta-sedimentares.	Intensa ação cataclástica (e silicificação). Falhamento e brechação.	COBRE 230 ppm e 210 ppm	2 anomalias puntuais	Bentes et alii, 1977 (Área A, nas proximidades): - Anomalias de VLF, Slingram e Magnetometria; - Anomalia geoquímica solo para Cu (100 ppm), Au (2 ppm) e As e Sb; - Recomenda 3 Sondagens	3	1. Detalhamento Geológico 2. "Follow up" Pedogeoquímico 3. Geofísica Terrestre
F (PALMA)	Talco (Ouro em concentrado de bateia)	Talco-carbonato xistos e serpentinitos talcosos intercalados.	Faixa dobrada em estilo isoclinal. Falhamentos secundários.	NÍQUEL >1000 ppm COBALTO 700 ppm	Várias anomalias	Hurtado et alii, (1973): - Levantamento aerogeofísico não evidenciou anomalia magnética nesta área-alvo	3	1. Detalhamento Geológico 2. "Follow up" Pedogeoquímico 3. Geofísica Terrestre
G (PALMA)	Pirita e calcopirita	Metagabros médios e grosseiros e meta-riodacitos pórfiros.	Contato encoberto entre as duas litologias. Ação cataclástica local e atividade hidrotermal.	COBRE 500 ppm	puntual	—	4	1. Cheque expedito de campo (reamostragem de solos e inspecção geológica)
H (VILA RUFINO)	Fracos indícios de malaquita e crisocola.	Serpentinitos e xistos magnesianos silicificados, separados de rochas metasedimentares por falhamento.	Zona de falha do Cambaizinho; extensão regional. Silicificação e brechação.	COBRE 100 ppm e 70 ppm	Anomalias puntuais ao longo de falha	Hurtado et alii, 1973 (Área bem próxima, ao norte) - Anomalia aeromagnética Marcelo Ribeiro, 1976: - Área nº 1 (p. 16): potencialidade C (área de interesse menor)	3	1. Detalhamento Geológico 2. "Follow up" Pedogeoquímico 3. (Abertura de Poços e Trincheiras) 4. Geofísica Terrestre
I (MATA GRANDE)	Não foram constatados	Metagabros (olivina-gabro a troctolito)	Parcialmente cataclasados. Não se observam falhamentos. Metamorfismo incipiente.	COBRE 320 ppm e 190 ppm	3 anomalias puntuais	Marcelo Ribeiro, 1976: - Área nº 2 (p. 17): potencialidade B (área de interesse maior)	4	1. Cheque expedito de campo (reamostragem de solos e inspecção geológica)
J (SÃO SEPÉ)	Não foram constatados	Tufos ignimbríticos e riolíticos	Contato basal de vulcânicas félsicas com mafélsicas. Falhamento oblíquo ao contato.	COBRE 120 ppm e 100 ppm ZINCO 200 ppm	2 anomalias ao longo do contato	Marcelo Ribeiro, 1976: - Área nº 3 (p. 17): potencialidade C (área de interesse menor)	4	1. Cheque expedito de campo (reamostragem de solos e inspecção geológica)

químicas em duas porções diferentes para cobre, cobalto e níquel em sedimentos de corrente analisados por espectrografia de emissão (fig. 43);

- Palma (amostra JS-4): metagabros com freqüentes indícios de pirita e calcopirita, identificados no presente trabalho, sem avaliação geoquímica (fig. 7).

Para essas áreas ou anomalias geoquímicas puntuais recomenda-se um cheque expedito de campo, com amostragem geoquímica de solos e inspecção geológica local.

9. CONCLUSÕES

As principais conclusões e recomendações diretamente vinculadas ao trabalho constituem o item *Áreas Favoráveis* deste relatório, no qual estão indicadas as áreas-alvo detectadas nesta 2ª fase do projeto, com suas características geológicas e geoquímicas mais notáveis, e os trabalhos sugeridos para elas objetivando estudos de maior detalhe.

Não se pretende afirmar que os objetivos tenham sido integralmente alcançados e que as áreas de estudo foram avaliadas de uma forma definitiva. Pode-se entretanto, assegurar que o trabalho foi realizado no prazo disponível e em nível técnico compatível com os custos previstos e a composição da equipe.

Pretende-se apresentar aqui algumas considerações finais de caráter técnico e crítico que não estão suficientemente destacadas no texto do relatório.

Nos extensos derrames riolítico-andesíticos do Grupo Bom Jardim, a execução de uma pesquisa de caráter semi-regional, baseada fundamentalmente em sedimentos de corrente, não permite o descarte de nenhuma das três áreas de estudo, apesar dos resultados geoquímicos pouco animadores.

A possibilidade de diferenciação magmática em rochas do contato da Formação Hilário com a Formação Acampamento Velho em uma área restrita de Dom Pedrito constitui um aspecto novo registrado por esse trabalho que juntamente com a presença generalizada e abundante de pirita em ignimbritos e vulcanoclásticas associadas aos possíveis termos diferenciados representam um condicionamento inédito a ser analisado por estudos de maior detalhe com vistas a mineralizações sulfetadas. É possível também que os raros valores anômalos para cobre, chumbo e zinco, detectados através de sedimentos de corrente em pontos isolados das áreas de der-

rames riolítico-andesíticos, representem condicionamentos especiais, como o antes referido, cujas constatação e importância dependem logicamente de prospecções mais detalhadas.

Nas áreas de ofiolitos, os trabalhos de campo foram dirigidos essencialmente para geologia (apesar do pouco tempo previsto para essa atividade) em virtude da inadequação dos conhecimentos estratigráficos e tectônicos existentes para escala e objetivos do projeto. Neste particular houve sucesso, haja visto os substanciais aperfeiçoamentos introduzidos nos mapas geológicos anteriores; a proposição de um novo modelo geotectônico para a porção basal do Escudo Sul-Riograndense, com finas divisões estratigráficas em complexos; o primeiro registro de uma associação ofiolítica completa em Palma; e a identificação de algumas litologias inéditas no Escudo Sul-Riograndense.

Nas faixas ofiolíticas, de grande variação litológica e intensa compartimentação tectônica, o uso do solo como meio principal de amostragem revelou-se como o mais capaz na detecção dos indícios mineralizados e principalmente na interpretação dos resultados geoquímicos em íntima consonância com a geologia.

A experiencia adquirida no presente projeto, permite-nos afirmar que, em trabalhos futuros, melhores resultados poderão ser obtidos com a ampliação do número de amostras e análises geoquímicas, possibilitando o tratamento estatístico dos dados, o que comprovadamente diminui as possibilidades de erro na interpretação.

No que se refere ao campo da Geologia Econômica, os resultados geológicos e geoquímicos confirmaram a espectativa favorável para as rochas máficas e ultramáficas da área de Palma, principalmente quando encaradas como uma associação mais am

pla de natureza ofiolítica. Os resultados de Vila Rufino e Mata Grande são de expressão bem menor, em razão provavelmente da predominância absoluta de termos magnesianos e da ausência de rochas vulcânicas máficas e félsicas nos conjuntos ofiolíticos dessas áreas.

Saliente-se ainda o registro de vinte novos indícios ou grupo de indícios mineralizados, dezoito nas faixas ofiolíticas, merecendo referência entre os não metálicos com vistas a um possível aproveitamento econômico de pequena monta os índices de antofilita-esteatito de Vila Rufino, de asbestos e mármores magnesianos de Mata Grande e os de talco de Palma. Entre os metálicos destacam-se os indícios de ouro, que estão a merecer um estudo criterioso e dirigido, e de cobre, ambos detectados em mais de uma dezena de pontos da área de Palma. Os indícios cupríferos e os resultados geoquímicos para cobre mais significativos dessa área associam-se destacadamente às rochas da seção superior vulcano-sedimentar do conjunto ofiolítico, as quais estão representadas essencialmente por meta-vulcânicas máficas (metabasitos) e meta-sedimentares. Litologicamente, essa associação vulcano-sedimentar é idêntica à associação de rochas presente em todas as ocorrências cupríferas (Primavera, Andradas, Santa Bárbara, etc.) dignas de nota de rochas metamórficas do Escudo Sul-Riograndense.

Como registro final é bom enfatizar a importância da geologia como parte integrante de projetos de geoquímica e de geofísica, nos quais via de regra ela não tem sido dimensionada adequadamente como uma atividade prévia e imprescindível ao bom andamento e à interpretação desses trabalhos. Essa importância pode ser evidenciada na comparação entre os mapas geológicos (e interpretações) de trabalhos anteriores recentemente executados pela própria CPRM na área de Palma (Szubert, Kirchner e Grazia, 1976 e Bentes et alii, 1977) e o mapa geológico resultante do presente projeto. Nos citados trabalhos anteriores não estavam

previstas as atividades de geologia, a não ser de compilação bibliográfica ou, quando muito, de adequação dos mapas existentes aos objetivos e escalas desses trabalhos. Diferentemente, no projeto em pauta, a atividade de geologia foi prevista, embora subdimensionada em termos de tempo e somente dirigida para as litologias de interesse da pesquida. Desse modo, obteve-se mapas geológicos em grau de detalhe compatível com as demais atividades de pesquisa, os quais propiciaram ainda resultados estratigráficos e geotectônicos de importância regional, alguns até mesmo inéditos para o Escudo Sul-Riograndense.

10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, J. A. P. - Geologia da jazida de mármore da Palma, município de São Gabriel, Rio Grande do Sul. *In:* CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 24. Brasília, Soc. Bras. Geol., 1970. *Resumo das Comunicações*, p. 138.

ANHAEUSSER, C. R. et alii - A reappraisal of some aspects of Precambrian shield geology. *In: Geological Society of American Bulletin.* 1969, v. 80, p. 2175-2200.

AUBOIN, J. - Propos sur les géosynclinaux. *In: Bull. Soc. Géol. France.* 1961, 7éme sér., t. III, n. 7. p. 629-711.

BAETA Jr., J. D. A. et alii - *Projeto Goianésia-Barro Alto.* Relatório Inédito. Goiânia, CPRM-DNPM, 1972. 3 v.

BELOUSSOV, V. V. - Basic Problems in Geotectonics. N.Y., Mc Graw - Hill Book Co., Inc., 1962. 816p.

BENTES, M.; DALEIRO, V.; COSTA, A. F. U. & GONÇALVES, G. N. D. - *Projeto Geofísica Terrestre na área de Lavras do Sul. Relatório Final.* Relatório Inédito. Porto Alegre, CPRM-DNPM, 1977. 2 v., 212 p.

BERBERT, C. O. - Geologia dos complexos básicos-ultrabásicos de Goiás. *In:* CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 24. Brasília, Soc. Bras. Geol., 1970. *An.*, p. 41-50.

BOCCHI, P. R. - *Geologia da Folha de Caçapava do Sul, Rio Grande do Sul.* Rio de Janeiro, DNPM, 1970. B., n. 245, 83 p.

COLEMAN, R. G. - Low-temperature reaction zones and alpine ultramafic rocks of California, Oregon, and Washington. *In: U.S.G.S. Bull.*. 1967. n. 49, p. 1247.

CORDANI, U.; HALPERN, M. & BERENHOLC, M. - Comentários sobre as determinações geocronológicas da Folha Porto Alegre. *In: Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo; texto explicativo da Folha Porto Alegre (SH.22) e Folha Lagoa Mirim (SI.22)*. Brasília, DNPM, 1974. p. 70-84.

CORDANI, U. et alii - Idades radiométricas de rochas do Escudo Sul-Rio-Grandense e sua significação tectônica. *In:* CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 28. Porto Alegre, Soc. Bras. Geol., 1974. *Resumo das Comunicações*, p. 696-697.

DAVIS, J. C. - *Statistics and data analysis in geology*. N. Y., John Wiley & Sons, 1973. 550 p.

DESCARREAUX, J. - A petrochemical study of the Abitibi volcanic belt and its bearing on the occurrences of massive sulphide ores. *In: Canadian Institute of Mining and Metallurgy Bulletin*. 1973, n. 66, p. 61-69.

DEWEY, J. F. & BIRD, J. M. - Plate tectonics and geosynclines. *In: Tectonophysics*. Amsterdam, Elsevier Publishing Company, 1970. V. 10, p. 625-638.

DICKINSON, W. R. - Evidence for plate-tectonic regimes in the rock record. *In: American Journal of Science*. 1972, v. 272, p. 551-576.

ELLIOTT, I. L. & FLETCHER, W. K. (Editors) - *Developments in economic geology, 1 - geochemical exploration 1974*. Amsterdam, Elsevier Scientific Publishing Company, 1975. 720 p.

ESCOLA DE GEOLOGIA - *Geologia da Folha Arroio São Sepé. Escala 1:50.000*. Relatório Inédito. Porto Alegre, Esc. Geol. UFRGS, 1963.

ESCOLA DE GEOLOGIA - *Mapa geológico da Quadrícula Cerro Formoso. Escala 1:50.000.* Relatório Inédito. Porto Alegre, Esc. Geol. UFRGS, 1966.

ESCOLA DE GEOLOGIA - *Folha geológica de Ibaré. Escala 1: 50.000.* Relatório Inédito. Porto Alegre, Esc. Geol. UFRGS, 1968.

ESCOLA DE GEOLOGIA - *Mapa geológico preliminar da Quadrícula de Vila Nova. Escala 1:50.000.* Relatório Inédito. Porto Alegre, Esc. Geol. UFRGS, 1962.

FELDER, F. - Shawinigan nickel-copper property - a case history of a reconnaissance geochemical discovery in the Grenville Province of Quebec, Canada. *In: Journal of Geochemical Exploration.* 1974, v. 3, p. 1-23.

FIGUEIREDO, A. N. et alii - Estudo comparativo entre os Complexos de Barro Alto e do Tocantins, Goiás. *In: Revista Brasileira de Geociências.* São Paulo, Soc. Bras. Geol., 1975. V. 5, n. 1, p. 15-29.

FOGAÇA, A. C. C. - *Cromo III - comportamento tecto-metalogenético de associações ultramáficas.* Relatório Inédito. Brasília, UnB-Ferbasa, 1976. 218 p.

FORESTIER, F. H. - Les péridotites serpentinisées en France. *In: Bulletin B. R. G. M..* 1962, n. 2, p. 45-75.

GEOTIMES - *Penrose field conference on ophiolites.* 1972, v. 17, n. 12, p. 24-25.

GIRARDI, V. A. V. - Geologia e petrologia do Complexo básico-ultrabásico de Pien, PR. *In: Revista Brasileira de Geociências.* São Paulo, Soc. Bras. Geol., 1976. V. 6, n. 2, p. 109-124.

GOÑI, J. C. - *Origine des roches ultrabasiques et serpentineuses du précambrien de Rio Grande do Sul (Brésil). Note de gisement et minéralisations.* Porto Alegre, Esc. Geol. UFRGS, 1962. B., n. 12, 89 p.

GRANIER, C. L. - *Introducion à la prospection géochimique des gîtes métallifères.* Paris, Masson et Cie. Éditeurs, 1973. 143 p.

HAWKES, H. E. & WEBB, J. S. - *Geochemistry in mineral exploration.* N. Y., Harper & Row, 1962. 415 p.

HESS, H. H. - Serpentinites, orogeny and epeirogeny. *In: Geol. Soc. Amer. Spec. Paper.* 1955. N. 62, p. 391-408.

HURTADO, J. S. F. et alii - *Projeto aerogeofísico Camaquã - Estado do Rio Grande do Sul.* Relatório Inédito. Dallas-Texas, Texas Instruments Inc/CPRM-DNPM-CNEN, 1973. 4 v., 221 p.

HIGGINS, M. W. - Cataclastic rocks. *In: Geological Survey Professional Paper.* Washington, 1971. N. 687, 97 p.

ISSLER, R. S. - Ignimbritos de Taquarembó, Dom Pedrito, Rio Grande do Sul. *In:* CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 22. Belo Horizonte, Soc. Bras. Geol., 1968. *Resumo das Comunicações*, p. 7.

ISSLER, R. S.; BURGER JR., C. & ROISENBERG, A. - Coronito da área de Mata Grande, município de São Sepé, Estado do Rio Grande do Sul. *In:* CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 21. Curitiba, Soc. Bras. Geol., 1967. *An.*, p. 180-197.

ISSLER, R. S. et alii - *Mapa geológico do Grau de São Gabriel - RS - Brasil. Escala 1:250.000.* Porto Alegre, Inst. Geoc. UFRGS, 1972. Mapa n. 2.

ISSLER, R. S.; DRESCH, R. A. C. & ROISENBERG, A. - Geocronologia do Gabro de Mata Grande, município de São Sepé, Estado do Rio Grande do Sul. *In:* CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 26. Belém, Soc. Bras. Geol., 1972. *Resumo das Comunicações*, p. 20.

ISSLER, R. S. & ROISENBERG, A. - Lamprófiro das proximidades do Cerro Tupanci, Quadrícula de Arroio São Sepé, São Sepé, Rio Grande do Sul. Porto Alegre, Inst. Geoc. UFRGS, 1972. *Pesquisas* n. 1, p. 43-50.

JOST, H. - Complexos básico-ultrabásicos do alto Rio Vacacaí, São Gabriel - Rio Grande do Sul - Brasil. Nota Preliminar. Porto Alegre, Esc. Geol. UFRGS, 1966. *Notas e Estudos*, v. 1, n. 2, p. 55-61.

JOST, H. - *Esboço geológico da Folha "Cabeceiras do Rio Vacacaí", São Gabriel, R.G.S.*. Porto Alegre, Esc. Geol. UFRGS, 1970. B., n. 16, p. 1-47.

JOST, H. - Pre-metamorfhic sedimentary sequence of Vacacaí Formation, Porongos Group, Rio Grande do Sul - Brasil. Porto Alegre, Esc. Geol. UFRGS, 1970. *Notas e Estudos*, v. 2, n. 1, p. 5-13.

JOST, H. & PINTO, J. F. - *Geologia da Folha Estância da Barra, São Gabriel-Rosário do Sul - RGS*. Porto Alegre, Esc. Geol. UFRGS, 1970. B., n. 17, p. 7-26.

JOST, H. & VILLWOCK, J. A. - Contribuição à estratigrafia do Pré-Cambriano do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, Esc. Geol. UFRGS, 1966. *Notas e Estudos*, v. 1, n. 1, p. 13-26.

KHAIN, V. E. - The tectonic background of the distribution of metallogenetic regions within folded zones. *In: Economic Geology*. 1963, v. 58, p. 819-820.

KNIJNIK, P. R. & POZZA, E. V. - *Geologia da área Bagé - São Gabriel - Rio Grande do Sul.* Relatório Inédito. Porto Alegre, CPRM-DNPM, 1971. 93 p.

LOCZY, L. de & LADEIRA, E. A. - *Geologia estrutural e introdução à geotectônica.* São Paulo, Edgard Blücher Ltda., 1976. 528 p.

LOSS, E. L.; VILLWOCK, J. A. & ROISENBERG, A. - Posição geotectônica dos vulcanitos andesito-riolíticos do Eo-Paleozóico do Escudo Sul-Riograndense. *In:* CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 23. Salvador, Soc. Bras. Geol., 1969. *Resumo das Comunicações,* Boletim Especial, n. 1, p. 50-51.

MAU, H. - "Ignimbritos" na região de Caçapava do Sul, Rio Grande do Sul. Rio de Janeiro. *Engemharia, Mineração e Metalurgia,* 1959. V. 29, n. 169, p. 13-14.

MAU, H. - *Atividades magmáticas na região de Caçapava-Lavras, Estado do Rio Grande do Sul.* São Paulo, Fac. Filosofia, Ciências e Letras da USP, 1962. B., n. 264, 64 p.

MELCHER, G. C. & MAU, H. - Novas observações geológicas na região de Caçapava do Sul, Rio Grande do Sul. Rio de Janeiro, *Acad. Bras. de Ciências,* 1960. B., v. 32, n. 1, p. 43-50.

MENEGOTTO, R. & MEDEIROS, E. R. - *Estudo das rochas ígneas ácidas da Quadrícula Rio Vacacaí, RS.* Relatório Inédito. Departamento de Geociências - UFSM, 1976.

MILLER, L. J. - Massive sulfide deposits in eugeosynclinal belts (abstract). *In: Bull. Geol. Soc. Amer.* V. 71, p. 1930.

MIYASHIRO, A. - Evolution of metamorphic belts. *In: Journal of Petrology*. 1961, v. 2, part 3, p. 277-311.

MIYASHIRO, A. - Some aspects of peridotite and serpentinite in orogenic belts. *In: Japan J. Geol. Geog.*. 1966, v. 37, n. 1, p. 45-61.

MIYASHIRO, A. - Metamorphism of mafic rocks. *In: Basalts*. N. Y., Hess and Poldevaart Editors, 1968. V. 2, p. 799-834.

MIYASHIRO, A. - Metamorphism and related magmatism in plate tectonics. *In: American Journal of Science*. 1972, v. 272, p. 629-656.

MIYASHIRO, A. - *Metamorphism and metamorphic belts*. N. Y., J. Wiley & Sons, 1973. 492 p.

MOORES, E. M. - Geotectonic significance of ultramafic rocks. *In: Earth-Science Reviews*. 1973, n. 9, p. 241-258.

MORENO, L. A. & MENDOZA, V. - Petroquímica de metabasitas del Alto Supamo sureste de la Guyana venezolana. *In: Conferência Geológica Interguianas*, 10. Belém, 1975. *An.*, v. 1, p. 389-413.

MOTTA, J. et alii - *Projeto Niquelândia*. Relatório Inédito. Goiânia, CPRM-DNPM, 1972. 2 v.

NALDRETT, A. J. - Archean ultramafic rocks. *In: Earth Phys. Branch*. Otawa, 1972. V. 42, n. 3, p. 141-151.

PÉLISSONNIER, H. - *Les dimensions des gisements de cuivre du monde*. Paris, éditions B.R.G.M.. 1972, n. 57, 340 p.

PIKE, D. R. - On the relationship between gold minerali-

zation and ultramafic volcanic rocks in the Timmins Area, Northeastern Ontario. *In: Canadian Institute of Mining and Metallurgy Bulletin*. 1976, p. 79-87.

RIBEIRO, M. J. - *Carta previsional do cobre no Escudo Sul-Riograndense*. Relatório Inédito. Porto Alegre, Ministério das Minas e Energia/DNPM - 1º Distrito, 1976, 105 p.

RIBEIRO, M. J.; PFRIMER, A. A. & GOMES DE SÁ, C. M. - Geologia e geoquímica de semi-detalhe do Maciço máfico-ultramáfico, Mangabal I, Sanclerlândia, GO. *In:* CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 28. Porto Alegre, Soc. Bras. Geol., 1974. *An.*, v. 5, p. 239-249.

RIBEIRO, M. J.; GOMES DE SÁ, C. M. & OLIVEIRA, C. de A. - Métodos geoquímicos em escalas regionais e de detalhe aplicados à prospecção de corpos ultrabásicos na área de Cromínia-Pontalina, GO. *In:* CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 28. Porto Alegre, Soc. Bras. Geol., 1974. *An.*, v. 5, p. 199-212.

RIBEIRO, M. J. & SANTOS, M. M. - Prospecção geoquímica da semi-detalhe e detalhe no maciço básico e ultrabásico de Americano do Brasil, GO. *In:* CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 28. Porto Alegre, Soc. Bras. Geol., 1974. *An.*, v. 5, p. 287-300.

RIBEIRO, M. J.; BRESSAN, S. R. & PINA DE BARROS, T. - Prospecção geoquímica para cobre em Paraíso do Norte, GO. *In:* CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 28. Porto Alegre, Soc. Bras. Geol., 1974. *An.*, v. 5, p. 189-198.

RIBEIRO, M. - *Condicionamento geológico da mineralização cuprífera no Rio Grande do Sul*. Relatório Inédito. Porto Alegre, DNPM-DFPM, 1966.

RIBEIRO, M. - *Conceito atual do condicionamento geológico da mineralização cuprífera no Escudo Sul-Riograndense.* Inédito. Porto Alegre, 1977. 15 p.

RIBEIRO, M.; BOCCHI, P. R.; FIGUEIREDO Fº., P. M. & TESSARI, R. I. - *Geologia da quadrícula de Caçapava do Sul - Rio Grande do Sul - Brasil.* Rio de Janeiro, DNPM-DFPM, 1966. B., n. 127, 232 p.

RIBEIRO, M. & CARRARO, C. C. - Mapa geotectônico da região de Caçapava do Sul, RS, Brasil. *In:* CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 25. São Paulo, Soc. Bras. Geol., 1971. *Resumo das Comunicações*, p. 189-191.

RIBEIRO, M. & FANTINEL, L. M. - *Associações petrotectônicas do Escudo Sul-Riograndense: I tabulação e distribuição das associações petrotectônicas do Escudo do Rio Grande do Sul.* Inédito. Porto Alegre, 1976. 48 p.

SANGSTER, D. F. - Precambrian volcanogenic massive sulphide deposits in Canada: a review. *In: Information Canada.* Ottawa, 1972. Paper 72-22, 44 p.

STRONG, D. F. - Plate tectonic setting of newfoundland mineral occurrences. *In: A Guidebook for the Nato Advanced Studies Institute on Metalogemy and Plate Tectonics.* 1974, p. 3-27.

SZUBERT, E. C.; KIRCHNER, C. K. & GRAZIA, C. A. - *Levantamento geoquímico regional do Escudo Sul-Riograndense. 1ª fase.* Relatório Inédito. Porto Alegre, CPRM-DNPM, 1976. 2 v., 163 p.

SZUBERT, E. C.; CASTRO, V. H. S.; GRAZIA, C. A., ANDRIOTTI, J. L. S. & SHINTAKU, I. - *Projeto cobre nos corpos básico-ultrabásicos e efusivas do Rio Grande do Sul. Re-*

latório Preliminar. Relatório Inédito. Porto Alegre, CPRM-DNPM, 1976. 2 v., 108 p.

SZUBERT, E. C. & PRESOTTO, C. A. - *Projeto inventário de calcário no Rio Grande do Sul*. Relatório Inédito. Porto Alegre, CPRM-SUDESUL, 1974. 2 v., 96 p.

THAYER, T. P. - Peridotite - gabbro complexes as keys to petrology of mid-oceanic ridges. *In: Geol. Soc. Amer. Bull.*. 1969. V. 80, p. 1515-1522.

VILLWOCK, J. A. & JOST, H. - Mineralizações de cobre, molibdênio e ouro das cabeceiras do Rio Vacacaí, São Gabriel, RS. *In:* CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 21. Curitiba, Soc. Bras. Geol., 1967. *An.*, p. 80 - 102.

VILLWOCK, J. A. & LOSS, E. L. - Um novo tipo de complexo básico-ultrabásico na faixa serpentinítica do Pré-Cambriano do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, Esc. Geol. UFRGS, 1970. *Notas e Estudos*, v. 2, n. 1, p. 15-21.

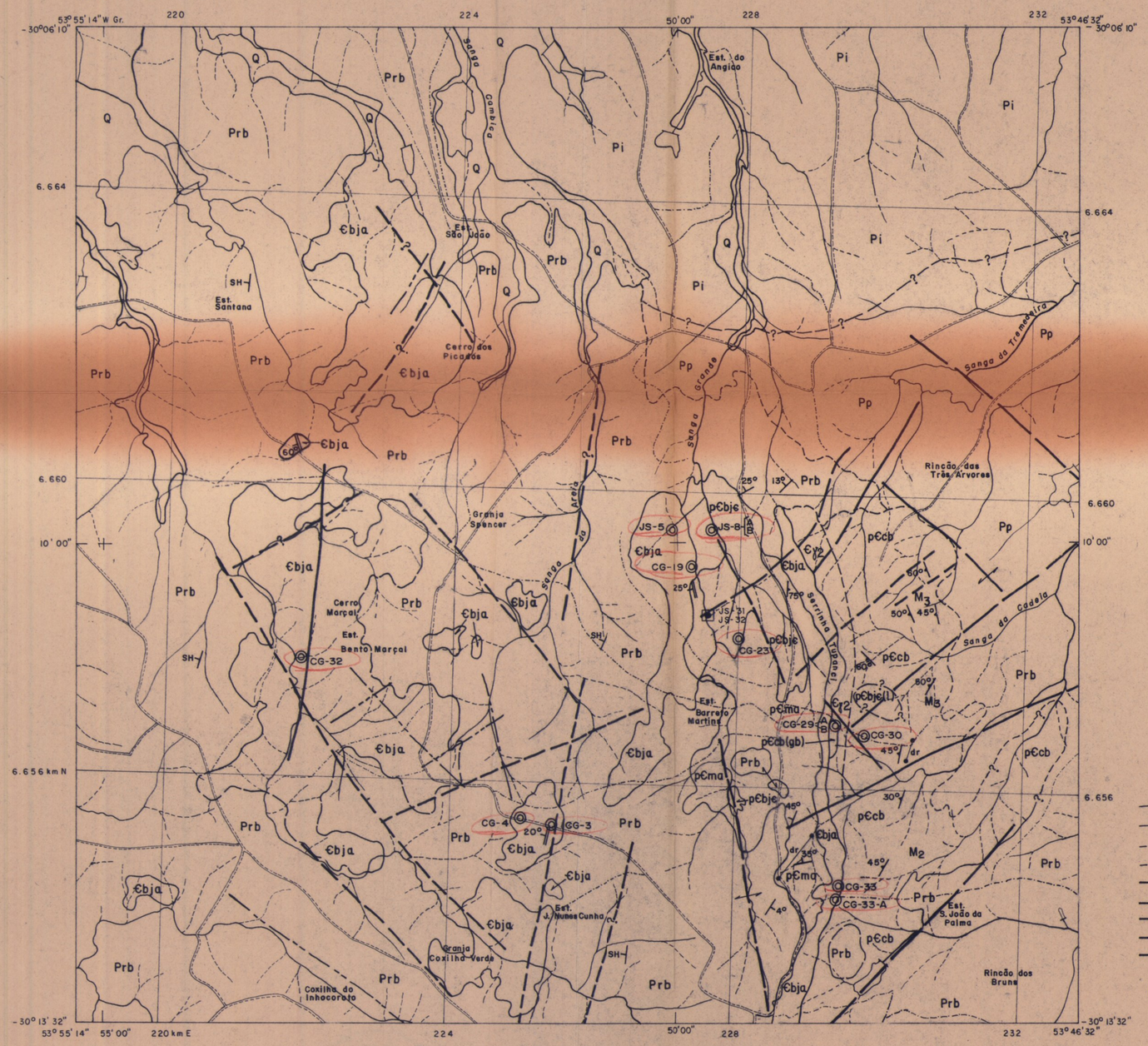
WHITING, F. B. - Structural belts and mineral deposits of Northwestern Argentina. *In: Economic Geology*. 1959, v. 54, p. 903-912.

WILLIG, C. D. et alii - *Carta geológica do Brasil ao milionésimo. Folha Porto Alegre (SH-22) e Folha Lagoa Mirim (SI-22)*. Brasília, DNPM, 1974.

WYLLIE, P. J. - Review. *In: Ultramafic and related rocks*. N. Y., John Wiley & Sons, 1967. p. 403-416.

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA
DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL

Folha SH.22-Y-A-I-1



COLUNA ESTRATIGRÁFICA

ERA	PERÍODO	GRUPO	SUB	FORMAÇÃO	LITOLOGIA	
CENOZÓICO	QUATERNÁRIO				Q	Sedimentos inconsolidados arenosos, argilosos, sílticos, seixos e cascalhos.
PALEOZÓICO	PERMIANO	PASSA DOIS		IRATI	Pi	Lamitos, folhelhos sílticos; cores cinza-claro e escura e concreções calcárias.
		TUBARÃO	GUATÁ	PALERMO	Pp	Siltitos, folhelhos sílticos, amarelados e esverdeados; raros arenitos mui finos.
				RIO BONITO	Prb	Arenitos quartzosos, alguns subarcosianos, médios a grosseiros, brancos e amarelados.
PRÉ CAMBRIANO	CAMBRIANO	BOM JARDIM		ACAMPAMENTO VELHO	$€\gamma_2$	GRANITO SÃO SEPÉ: delgada faixa de microgranito, provavelmente intrusão hipabissal associada à Formação Acampamento Velho.
					€bja	Riolitos pórfiros vermelhos e de matriz cinza-escuro; menos comumente granófiros, quartzo-pórfiros, quartzo-queratófiros, tufos ácidos e vítreos e brechas vulcânicas.
	SUPERIOR			HILÁRIO	p€bjc	Andesitos amigdaloídes propilitizados, basaltos amigdaloídes e com matéria vítrea, lamprófiros (espessartito) (l) e brechas.
				MARICÁ	p€ma	Siltitos e folhelhos muito litificados e fraturados, localmente arenitos arcosianos.
		CAMBAÍ			p€cb	Embrechitos (M_2), epibolitos (M_3), gnaisses e anfibolitos. Localmente um corpo de troctolito serpentinizado (gb).

CONVENÇÕES GEOLÓGICAS

- CONTATO DEFINIDO
- CONTATO APROXIMADO
- CONTATO PROVÁVEL
- CONTATO SUPOSTO
- FALHA DEFINIDA
- FALHA APROXIMADA
- FALHA PROVÁVEL
- FALHA SUPOSTA
- FRATURA
- MESMA LITOLOGIA
- JS-31 AMOSTRA COM VALOR ANÔMALO PARA COBRE E ZINCO
- 4° ATITUDE DE CAMADA SEDIMENTAR
- SH CAMADA COM MERGULHO SUB-HORIZONTAL
- 45° ATITUDE DE FOLIAÇÃO
- ATITUDE DE ACAMADAMENTO DE ROCHAS PIROCLÁSTICAS
- dr DIQUE DE RIOLITO
- CG-23 AMOSTRA COM SEÇÃO DELGADA (Petrografia)
- P_1 PERFIL DE AMOSTRAGEM DE SOLO

BASE PLANIMÉTRICA:
CARTA 1:50 000 DA DIRETORIA DO SERVIÇO GEOGRÁFICO DO EXÉRCITO

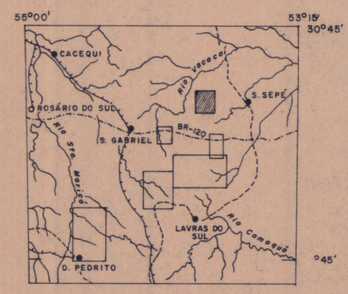
- CURSO D'ÁGUA PERENE
- CURSO D'ÁGUA INTERMITENTE
- AÇUDE
- ESTRADA MUNICIPAL
- ESTRADA SECUNDÁRIA
- ESTRADA VICINAL

NG
NM NQ
7°15.6'
1977
+ 6.8'/ANO

CPRM
COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS

TRABALHO DE PESQUISA E LEVANTAMENTO GEOLÓGICOS EXECUTADO NA SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE PORTO ALEGRE DA CPRM EM CONVÊNIO COM O DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL DO MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA. GEOLOGIA POR EUGENIO CASIMIRO SZUBERT, CARLOS ANTONIO GRAZIA E JOSÉ LEONARDO SILVA ANDRIOTTI.

LOCALIZAÇÃO DA ÁREA



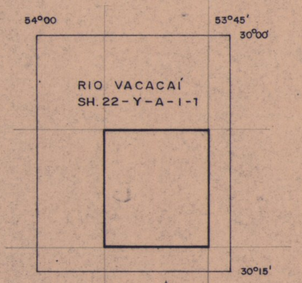
PROJETO COBRE NOS CORPOS BÁSICO-ULTRABÁSICOS E EFUSIVAS DO RIO GRANDE DO SUL

ESCALA 1:50 000

1 km 0 1 2 3 4 km

ORIGEM DA QUADRICULAGEM UTM: EQUADOR E MERIDIANO 51° W.G. ACRESCIDAS AS CONSTANTES 10 000 km E 500 km RESPECTIVAMENTE

ENQUADRAMENTO



PROJETO COBRE NOS CORPOS BÁSICO-ULTRABÁSICOS E EFUSIVAS DO RIO GRANDE DO SUL

MAPA GEOLÓGICO SÃO SEPÉ (CERRO TUPANCI)

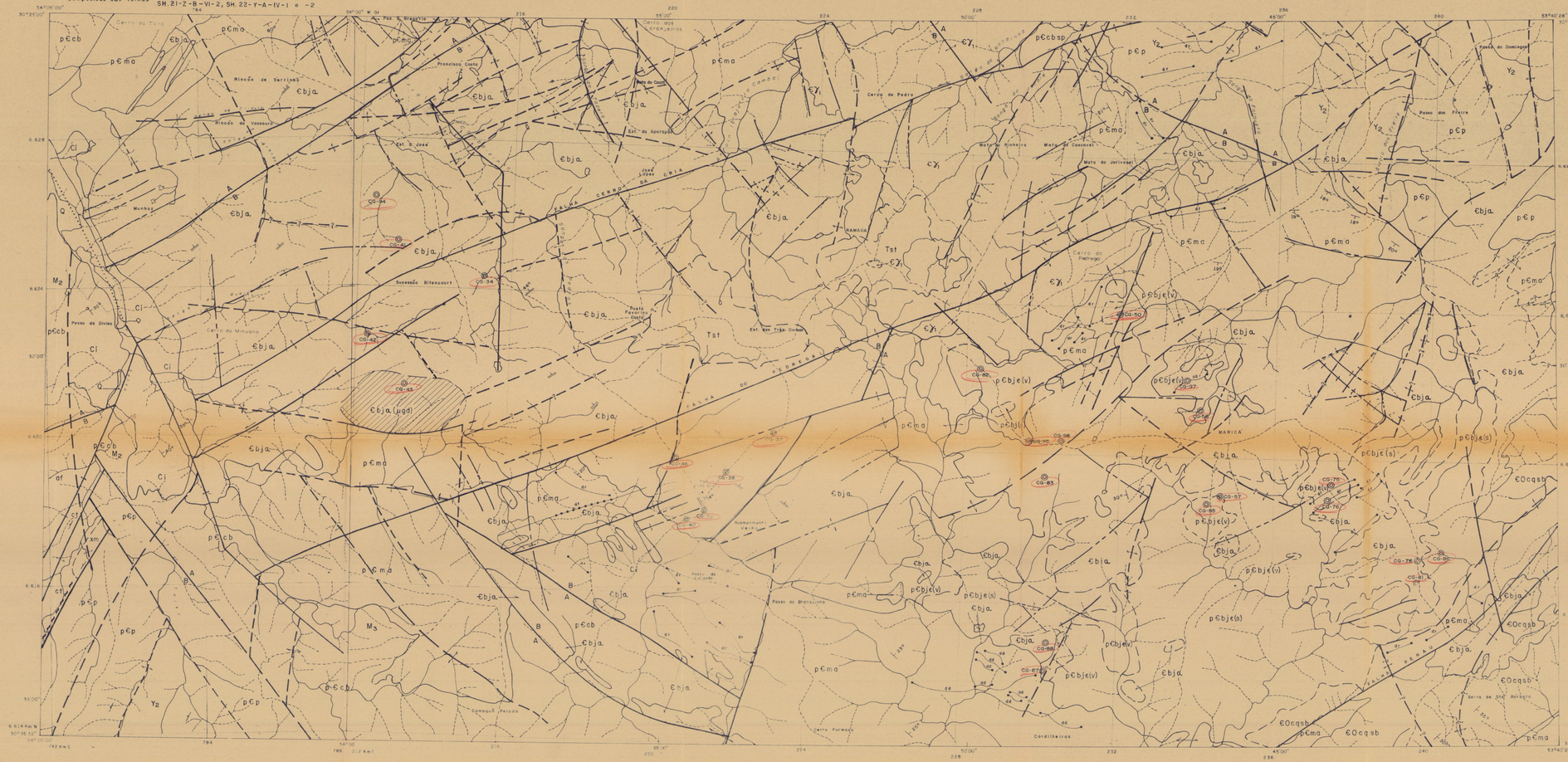
ESCALA 1:50 000

FIGURA 2

Map 08.1362/1 COREMI

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA
DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL

Composição das folhas SH.21-Z-B-III-4, SH.22-Y-A-I-3 e -4
SH.21-Z-B-VI-2, SH.22-Y-A-IV-1 e -2



COLUNA ESTRATIGRÁFICA

ERA	PERÍODO	GRUPO SUB	FORMAÇÃO	LITOLOGIA	
CENOZÓICO	QUATERNÁRIO			Q	Aluviões e eluviões dominantemente arenosos, localmente com argilas ricas em matéria orgânica
	TERCIÁRIO		SANTA TECLA	Tst	Arenitos inconsolidados aflorando na forma de serra arenosa, mapeados com base em critérios fotogeológicos.
PALEOZÓICO	CARBONÍFERO	TUBARÃO	ITARARÉ (Bucó)	Ci	Siltitos arcoseanos bem consolidados, com estratificação plano-paralela e cores claras.
	CAMBRO ORDOVICIANO	CAMAQUÃ	SANTA BÁRBARA	ꞒOcqsb	Arenitos, conglomerados e grauvacas, com estratificação plano-paralela e cruzada e cores predominantemente avermelhadas.
	CAMBRIANO	ROM JARDIM		ꞒYi	Granito Ramada: "rock" granito-granodiorítico, fácies porfirítica e porfiritóide, representa o magmatismo hipabissal do vulcanismo ácido associado à formação Acampamento Velho.
			ACAMPAMENTO VELHO	Cbja	Tufos ignimbríticos, riolíticos, com bandamento ígneo das fragmentos. Riolitos gláficos, densos; subordinadamente brechas vulcânicas, ácidas e vitrófiras. Localmente intrusões subvulcânicas, microgranodioríticas (jgd) frequentes diques riolíticos.
	SUPERIOR		HILÁRIO	pCbje.v / pCbje(s)	Rochas vulcânicas (v): andesitos geralmente ígneos, basaltos anigdaláceos, porfiritos e rares brechas andesíticas. Rochas sedimentares (s): Conglomerados, com matriz grauváquica, níveis de andesito, de riolito, de porfiritos e de rochas graníticas. Localmente siltitos e grauvacas.
			MARICÁ	pCma	Arenitos arcoseanos, granulação média a grosseira, textura "salt-and-pepper", localmente cimentados por silícios e raríssimos bacharis cinzíceos.
PRÉ CAMBRIANO	[illegible]			pCp	Quartzitos micáceos e outras rochas de baixo grau metamórfico (Y2)
	[illegible]			pCcb	Gnaisses migmatíticos, embrecíticos (Mg), anfibolitos (Ai), localmente migmatitos heterogêneos (Mg), xenoestruturais (Ag), xisto magnesianos (Am), quartzitos e rochas cataclásticas (Ac).

CONVENÇÕES GEOLÓGICAS

- CONTATO DEFINIDO
- CONTATO APROXIMADO
- CONTATO PROVÁVEL
- CONTATO SUPOSTO
- A/B DESLOCAMENTO RELATIVO DE BLOCOS FALHADOS
- FALHA DEFINIDA
- FALHA APROXIMADA
- FALHA PROVÁVEL
- FALHA SUPOSTA
- FALHA ENCOBERTA
- FRATURA
- MESMA LITOLOGIA
- 20° ATITUDE DE CAMADA SEDIMENTAR
- ATITUDE DE ACAMAMAMENTO DE ROCHAS PIROCLÁSTICAS
- ATITUDE DE FOLIAÇÃO
- DIQUE DE RIOLITO
- DIQUE DE DIORITO
- FALHA PREENCHIDA POR DIQUE DE RIOLITO
- CC-189 AMOSTRA COM SEÇÃO DELGADA (PETROGRAFIA)
- CATACLASITOS

BASE PLANIMÉTRICA:
CARTAS 1:50.000 DA DIRETORIA DO SERVIÇO GEOGRÁFICO DO EXÉRCITO

- HABITAÇÃO
- CURSO D'ÁGUA PERENE
- CURSO D'ÁGUA INTERMITENTE
- AÇUDE
- ESTRADA
- ESTRADA VICINAL

LOCALIZAÇÃO DA ÁREA

PROJETO COBRE
NOS CORPOS BÁSICO-ULTRABÁSICOS E EFUSIVAS DO RIO GRANDE DO SUL

ESCALA 1:50.000

1 km 0 1 2 3 4 km

ORIGEM DA QUADRICULA EM UTM (EQUATOR, MERIDIANO) 50°
E 5.175 km N, ACRESCIDAS AS CONSTANTES
10.000 km (EQUADOR) E 500 km (MERIDIANO)

ENQUADRAMENTO

ARROIO DAS CANAS SH.21-Z-B-III-4	VILA NOVA SH.22-Y-A-I-3	PASSO DO SALSINHO SH.22-Y-A-I-4
LAGOA DA MEIA LUA SH.21-Z-B-VI-2	ARROIO AMÉRICA SH.22-Y-A-IV-1	ARROIO SANTA BÁRBARA SH.22-Y-A-IV-2

54° 53°30' 30°30' 30°30'

NG NM 8°22' 19°23'52" 1977 + 9'/ANO

CPRM
COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS

TRABALHO DE PESQUISA E LEVANTAMENTO GEOLÓGICOS EXECUTADO NA SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE PORTO ALEGRE DA CPRM EM CONVÊNIO COM O DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL DO MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA. GEOLOGIA POR EUGÊNIO CASIMIRO SCUBERT, CARLOS ANTONIO GRAZIA E JOSÉ LEONARDO SILVA ANDRIOTTI.

PROJETO COBRE NOS CORPOS BÁSICO-ULTRABÁSICOS E EFUSIVAS DO RIO GRANDE DO SUL

MAPA GEOLÓGICO
RAMADA

ESCALA 1:50.000

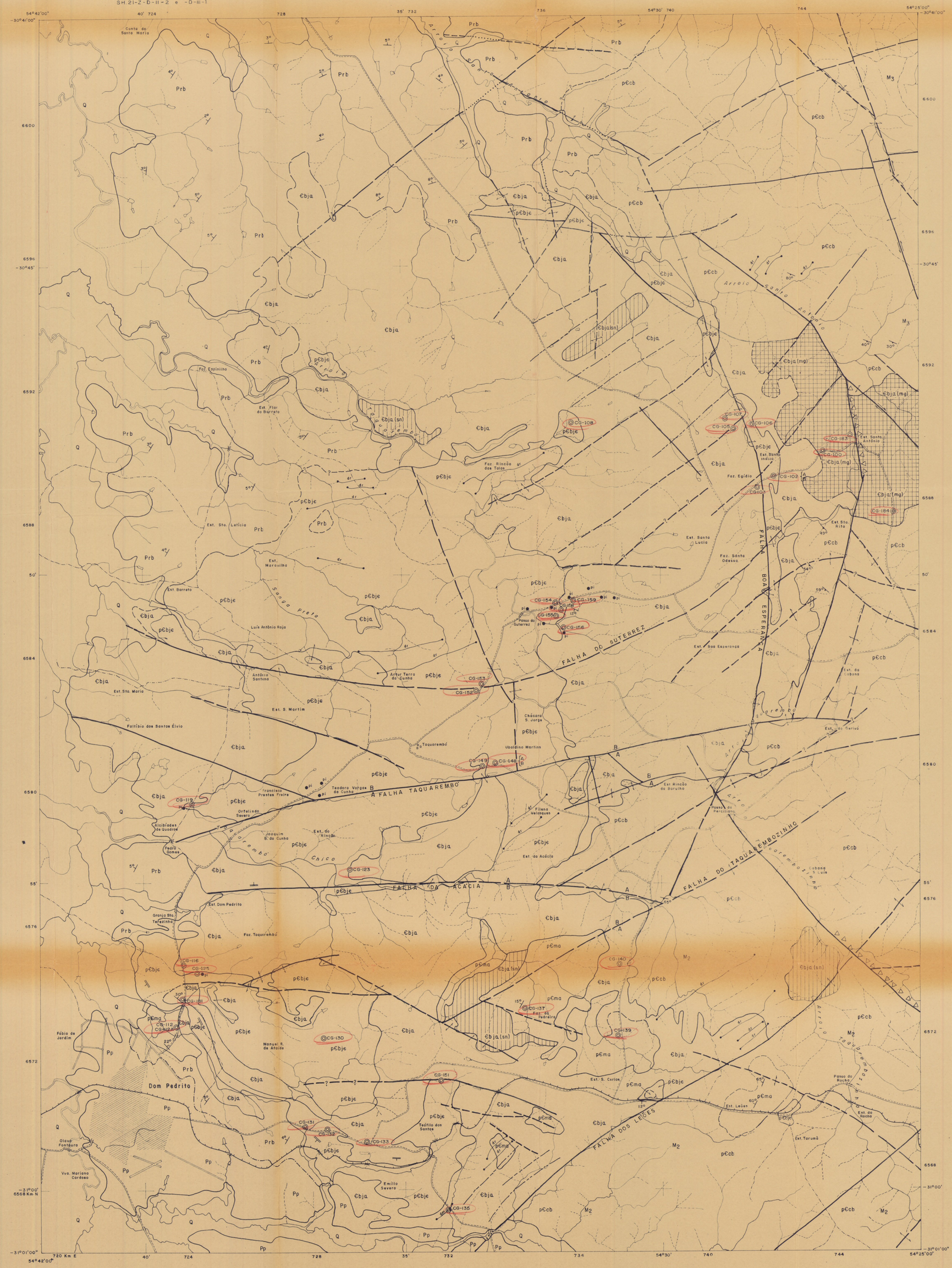
FIGURA 3

1110 x 297

Map. 08-1362/SCUBERT

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA
DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL

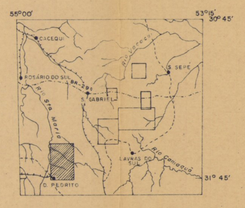
Composição das folhas SH.21-Z-B-V-2, -VI-1; SH.21-Z-B-V-4, -VI-3
SH.21-Z-D-II-2 e -D-III-1



BASE PLANIMÉTRICA
CARTAS 1:50 000 DA DIRETORIA DO SERVIÇO GEOGRÁFICO DO EXÉRCITO

- HABITAÇÃO
- CURSO D'ÁGUA PERENE
- CURSO D'ÁGUA INTERMITENTE
- AÇUDE
- ESTRADA
- ESTRADA VICINAL

LOCALIZAÇÃO DA ÁREA



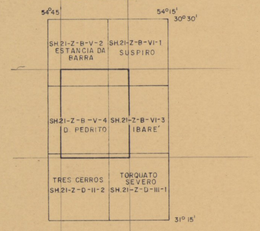
PROJETO COBRE NOS CORPOS BÁSICO-ULTRABÁSICOS E EFUSIVAS DO RIO GRANDE DO SUL

ESCALA 1:50 000

1km 0 1 2 3 4km

ORIGEM DA QUADRICULAGEM UTM: EQUADOR E MERIDIANO 57° W.G ACRESCIDAS AS CONSTANTES 10 000 km E 500 km RESPECTIVAMENTE

ENQUADRAMENTO



CPRM
COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS

TRABALHO DE PESQUISA E LEVANTAMENTO GEOLÓGICOS EXECUTADO NA SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE PORTO ALEGRE DA CPRM EM CONVÊNIO COM O DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL DO MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA. GEOLOGIA POR CARLOS ANTONIO GRAZIA E JOSÉ LEONARDO SILVA ANDRIOTTI

NO
NQ
NM
9°35'
1977
+ 9'/ANO

COLUNA ESTRATIGRÁFICA

ERA	PERÍODO	GRUPO	SUB	FORMAÇÃO	LITOLOGIA	
CENOZOICO	QUATERNÁRIO				Q	Aluviões e eluviões areno-sílticos, localmente com argilas escuras ricas em matéria orgânica.
PALEOZOICO	PERMIANO	TUBARÃO	GUATÁ	PALERMO	Pp	Siltitos argilosos, folhelhos sílticos, localmente arenitos mui finos, cores amareladas e esverdeadas.
				RIO BONITO	Prb	Arenitos quartzosos e subarcosianos, cores esbranquiçadas e amareladas, raros intercalações de folhelhos e siltitos.
	CAMBRIANO	BOM JARDIM		ACAMPAMENTO VELHO	€bja	Tufos ignimbríticos riolíticos, bandeados, com freqüentes disseminações de pirita; subordinadamente, quartzo-latitos, quartzo-andesitos, riolitos e dacitos. Na base vulcanoclásticas com fragmentos de 0,5-1cm em matriz riolítica. Localmente ocorrem corpos circulares e tabulares de sienitos (sn), monzogranitos (mg) e diques de riolito (dr) e de mangerito (dm).
				HILÁRIO	p€bje	Lavas de composição andesítica quase sempre hidrotermalizadas e amigdalóides, com intercalações decimétricas de siltitos bordô. Subordinadamente, vulcanoclásticas, com clastos arenosos de plagioclásio, cloritos e microdioritos; a matriz a
PRÉ CAMBRIANO	SUPERIOR			MARICÁ	p€ma	Arenitos arkosianos, médios a grosseiros, textura "sal e pimenta", menos comumente siltitos e folhelhos bastante litificados.
		CAMBAÍ			p€cb	Migmatitos heterogêneos (M_2), embrechitos (M_3) e localmente anfibolitos e granitos não individualizados.

CONVENÇÕES GEOLÓGICAS

- CONTATO DEFINIDO
- CONTATO APROXIMADO
- CONTATO PROVÁVEL
- CONTATO SUPOSTO
- CONTATO TRANSICIONAL
- FALHA DEFINIDA
- FALHA APROXIMADA
- FALHA PROVÁVEL
- FALHA SUPOSTA
- FALHA ENCOBERTA
- MESMA LITOLOGIA
- DESLOCAMENTO RELATIVO DOS BLOCOS FALHADOS
- BRECHA DE FALHA
- ATITUDE DE CAMADA SEDIMENTAR
- ATITUDE DE FOLIAÇÃO
- ATITUDE COM MERGULHO INDICADO DE ACAMADAMENTO DE ROCHAS PIROCLÁSTICAS
- DIQUE DE RIOLITO
- DIQUE DE MANGERITO
- OCORRÊNCIA DE PIRITA
- CG-139 AMOSTRA COM SECÇÃO DELGADA (Petrografia)

PROJETO COBRE NOS CORPOS BÁSICO-ULTRABÁSICOS E EFUSIVAS DO RIO GRANDE DO SUL

MAPA GEOLÓGICO DOM PEDRITO

ESCALA 1:50 000

FIGURA 4

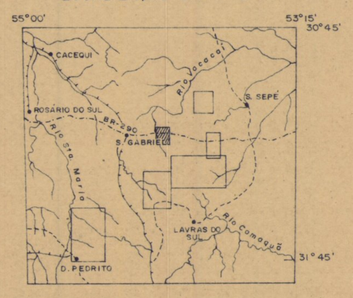
Map 08 1362/2 COREMI

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA
DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL

Composição das folhas:
SH.21-Z-B-III-4 , SH.22-Y-A-I-4

BASE PLANIMÉTRICA: RESTITUIÇÃO DE FOTOS 1:60 000
SEM CONTROLE DE CAMPO

LOCALIZAÇÃO DA ÁREA



- HABITAÇÃO
- CURSO D'ÁGUA PERENE
- CURSO D'ÁGUA INTERMITENTE
- ESTRADA FEDERAL
- ESTRADA ESTADUAL
- ESTRADA MUNICIPAL

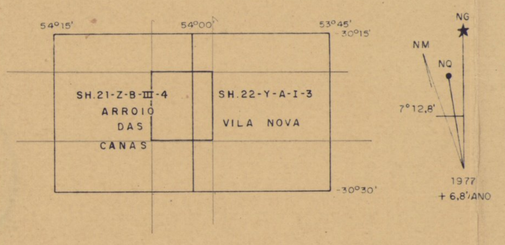
PROJETO COBRE
NOS CORPOS BÁSICO-ULTRABÁSICOS E EFUSIVAS DO RIO GRANDE DO SUL

ESCALA 1: 25 000

500 m 0 1 2 Km

ORIGEM DA QUADRICULAGEM UTM: EQUADOR E MERIDIANO 57° WG ACRESCIDAS AS CONSTANTES 10 000 Km E 500 Km RESPECTIVAMENTE

ENQUADRAMENTO



COLUNA ESTRATIGRÁFICA

PERÍODO	GRUPO	ASSOCIAÇÃO	UNIDADE LITOLOGIA
QUATERNÁRIO			Q — ALUVIÕES E ELUVIÕES: depósitos inconsolidados de areias, siltes, argilas, seixos e cascalhos.
PERMIANO	TUBARÃO		Prb — FORMAÇÃO RIO BONITO: arenitos quartzosos e sub-arcosianos, cores branca e amarelada freqüentes silicificações e ferrificações.
CARBONÍFERO SUPERIOR	TUBARÃO		Cib — FORMAÇÃO ITARARÉ, MEMBRO BUDÓ: siltitos porcelânicos, bem consolidados, cores claras, fossilíferos. Cis — FORMAÇÃO ITARARÉ, MEMBRO SUSPIRO: conglomerados, arenitos conglomeráticos, raros folhelhos.
CAMBRIANO	BOM JARDIM		€γ5 — "STOCK" GRANÍTICO: biotita-granito a microclínio, granulação média a grosseira, equigranular. €bjα — FORMAÇÃO ACAMPAMENTO VELHO: riolitos na forma de diques (dr), "sills" e intrusões maiores: ignimbritos, granófiros (gf).
PRÉ-CAMBRIANO SUPERIOR			p€ma — FORMAÇÃO MARICÁ: arenitos arcosianos, granulação média, textura "sal e pimenta", bastante litificados, raros folhelhos e siltitos.
PRÉ-CAMBRIANO MÉDIO (?)	CAMBAÍ	OFIOLÍTICA PARCIAL	COMPLEXO METASEDIMENTAR: quartzitos micáceos (qt), biotita-muscovita-xistos, xistos blasto-miloníticos, filonitos (fl); localmente xistos magnesianos (xm) a tremolita (t) ou talco (ti) e clorita (c), em geral cataclasados e deformados, comum veios de quartzo e raros pegmatitos (pg). p€cb (ms) COMPLEXO GABRÓICO: meta-gabros (mg) de granulação média a grosseira; em zonas cataclásticas aparecem como anfibolitos (af); localmente gabro-dioritos (dr). p€cb (mg, af, dr) COMPLEXO ULTRAMÁFICO: serpentinitos (sp), xistos magnesianos (xm) a tremolita (t), talco (ti) e/ou clorita (c), tremolititos (tr), e peridotitos (pd), intensamente cataclasados (ct) e deformados. Algumas ocorrências de asbestos (asb). p€cb (xm)
		MIGMATÍTICA	COMPLEXO MIGMÁTICO BASAL MIGMATITOS HETEROGÊNEOS: diadisitos e epibolitos. Localmente quartzitos, anfibolitos e muscovita-xistos. p€cb (M3) MIGMATITOS HOMOGÊNEOS: embrechitos (M2), granulação grosseira, feldspáticos. Localmente migmatitos gnáissicos (gn), microgranitos e cataclasitos (ct). p€cb (M2)

CONVENÇÕES GEOLÓGICAS

- CONTATO DEFINIDO
- CONTATO APROXIMADO
- CONTATO PROVÁVEL
- CONTATO SUPOSTO
- LIMITE LITOLÓGICO
- FALHA DEFINIDA
- FALHA APROXIMADA
- FALHA PROVÁVEL
- FALHA ENCOBERTA POR ALUVIÃO
- MESMA LITOLOGIA
- A / B — DESLOCAMENTO RELATIVO DE BLOCOS FALHADOS
- ESTRUTURAS
- CATACLASITOS (ct), MILONITOS (ml) E/OU FILONITOS (fl)
- BRECHA DE FALHA
- SÍLICA E/OU QUARTZITOS (qt) EM ZONAS CATACLASADAS
- FALHA PREENCHIDA POR DIQUE DE QUARTZITO (qt) OU QUARTZO (qz)
- EIXO DE ANTICLINAL COM CAIMENTO
- VEIO DE QUARTZO (qz)
- VEIO PEGMATÍTICO (pg)
- DIQUE DE RIOLITO (dr)
- ATITUDE DE CAMADA SEDIMENTAR COM MERGULHO INDICADO
- 65° — ATITUDE DE XISTOSIDADE
- XISTOSIDADE VERTICAL OU SUBVERTICAL
- XISTOSIDADE COM MERGULHO INDICADO
- FOLIAÇÃO CATACLÁSTICA COM MERGULHO INDICADO OU VERTICAL
- Asb, Cu, Ant, ti — OCORRÊNCIA MINERAL: Asbesto - Asb; Antofilita - Ant; Cobre (crisocola e malaquita) - Cu; Talco - ti
- CK-18 — AMOSTRA COM ANÁLISE PETROGRÁFICA
- P10 — PERFIS DE AMOSTRAGEM DE SOLO

CPRM
COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS

TRABALHO DE PESQUISA E LEVANTAMENTO GEOLÓGICO EXECUTADO NA SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE PORTO ALEGRE DA CPRM EM CONVÊNIO COM O DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL DO MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA. GEOLOGIA POR EUGENIO CASIMIRO SZUBERT, CARLOS ALBERTO KIRCHNER E ISAO SHINTAKU.

PROJETO COBRE NOS CORPOS BÁSICO-ULTRABÁSICOS E EFUSIVAS DO RIO GRANDE DO SUL

MAPA GEOLÓGICO
VILA RUFINO

ESCALA 1: 25 000

FIGURA 5

Mop. 08 1326 COREMI

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA
DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL

Composição das folhas: SH.22-Y-A-I-3 ; SH.22-Y-A-I-4

COLUNA ESTRATIGRÁFICA

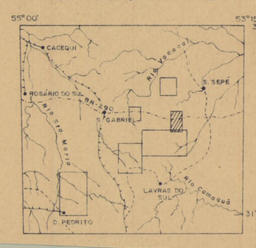
PERÍODO	GRUPO	ASSOCIAÇÃO	UNIDADE	LITOLOGIA
QUATERNÁRIO			Q	ALUVIÕES E ELUVIÕES: depósitos inconsolidados de areias, siltes, argilas, seixos e cascalhos.
PERMIANO	TUBARÃO		P r b	FORMAÇÃO RIO BONITO: arenitos quartzosos, cores brancas a avermelhadas. Subordinadamente folhelhos sílticos e conglomerados arenosos.
CAMBRIANO	BOM JARDIM		$\epsilon\gamma_1$ $\epsilon\gamma_2$ $\epsilon\gamma_3$	GRANITOS RAMADA ($\epsilon\gamma_1$), SÃO SEPÉ ($\epsilon\gamma_2$) E CERRO DA CRIA ($\epsilon\gamma_3$): "stocks" granito-granodioríticos, texturas equigranulares e porfiríticas; localmente pegmatitos.
			$\epsilon b j\alpha$	FORMAÇÃO ACAMPAMENTO VELHO: riolitos, ignimbritos riolíticos e micro-granitos (gr) na forma de diques; localmente granófiros.
PRÉ-CAMBRIANO SUPERIOR			p€ma	FORMAÇÃO MARICÁ: arenitos arcosianos de granulação média a grosseira, alguns siltitos arenosos e raros folhelhos; intensamente litificados.
PRÉ-CAMBRIANO MÉDIO (?)	PORONGOS (?)	ECTINÍTICA	p€p	COMPLEXO METAMÓRFICO TERRÍGENO: quartzitos micáceos localmente carbonosos, meta-grauvacas, filitos, clorita-xistos, meta-conglomerados e cornubianitos a silicatos de cálcio e magnésio e quartzo (calco-silicatadas) (cs).
	?	?		COMPLEXO METASEDIMENTAR: quartzitos micáceos (qt), muscovita-xistos, xistos blasto-miloníticos (mil), filonitos (fl) e meta-cherts (mc); localmente clorita-talco-xistos e tremolita-xistos (tr). Em geral cataclasados (ct) e deformados.
	CAMBAÍ	OFIOLÍTICA PARCIAL	p€cb(mg)	COMPLEXO-GABRÓICO: meta-gabros (mg) grosseiros, maciços, olivina-gabros (coronitos) (cr), troctolitos anortosíticos (tt) e andesina-gabros toleíticos.
			p€cb(xm)	COMPLEXO ULTRAMÁFICO: serpentinitos, xistos magnesianos (xm) a tremolita (t), talco (tl), clorita (cl), carbonato (ca), actinolita (ac) e/ou magnetita (mt); peridotitos (pd), tremolititos (tr), cloritito (cl), e mármores (mm) a tremolita, clorita e talco. Algumas ocorrências de asbestos (asb).
		MIGMATÍTICA	p€cb(M2)	COMPLEXO MIGMATÍTICO BASAL EMBRECHITOS (M_2): termos migmatíticos grosseiros, feldspáticos, com foliação pouco perceptível, localmente migmatitos dioríticos (dr), anatexitos (M_1), gnaisses (gn) e anfibolitos (af).

CONVENÇÕES GEOLÓGICAS

- CONTATO DEFINIDO
- CONTATO APROXIMADO
- CONTATO PROVÁVEL
- CONTATO SUPOSTO
- LIMITE LITOLÓGICO
- FALHA DEFINIDA
- FALHA APROXIMADA
- FALHA PROVÁVEL
- FALHA SUPOSTA
- MESMA LITOLOGIA
- A B — DESLOCAMENTO RELATIVO DE BLOCOS FALHADOS
- ZONA DE FALHA
- CATACLASITOS (ct), MILONITOS (mil) E/OU FILONITOS (rl)
- FAIXA DE ROCHAS CATACLÁSTICAS E DEFORMADAS
- BRECHA DE FALHA
- FALHA PREENCHIDA POR QUARTZITO (qt)
- VEIO DE QUARTZO (qz) OU QUARTZITO (qt)
- DIQUE DE RIOLITO (rl)
- DIQUE DE MICROGRANITO (gr)
- CORNUBIANITOS A SILICATOS DE CÁLCIO E MAGNÉSIO E QUARTZO (CALCO-SILICATADOS) (cs)
- ATITUDE DE CAMADA SEDIMENTAR
- ATITUDE DE XISTOSIDADE
- ATITUDE DE FOLIAÇÃO CATACLÁSTICA
- FOLIAÇÃO CATACLÁSTICA COM MERGULHO INDICADO
- Au — MINA DE OURO EM ATIVIDADE (BOSSOROCA)
- Au — MINA DE OURO PARALIZADA
- Asb, tl, mt — OCORRÊNCIA MINERAL (Asb – Asbesto, tl – talco, mt – magnetita)
- CK-24 — AMOSTRA COM ANÁLISE PETROGRÁFICA
- P2 — PERFIL DE AMOSTRAGEM DE SOLO
- IS-289 — AMOSTRA COM VALOR ANÔMALO PARA COBRE

BASE PLANIMÉTRICA: RESTITUIÇÃO DE FOTOS 1:60000 SEM CONTROLE DE CAMPO

LOCALIZAÇÃO DA ÁREA



- CURSO D'ÁGUA PERENE
- CURSO D'ÁGUA INTERMITENTE
- AÇUDE
- ESTRADA FEDERAL
- ESTRADA ESTADUAL
- ESTRADA MUNICIPAL

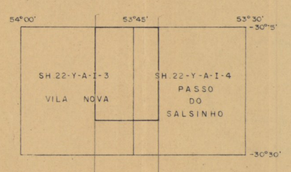
PROJETO COBRE NOS CORPOS BÁSICO-ULTRABÁSICOS E EFUSIVAS DO RIO GRANDE DO SUL

ESCALA 1 : 25 000

500m 0 1 2Km

ORIGEM DA QUADRICULAGEM UTM: EQUADOR E MERIDIANO 51°W.G. ACRESCIDAS AS CONSTANTES 10 000 Km E 500 Km RESPECTIVAMENTE

ENQUADRAMENTO



NQ
NM
5°14'E
1977
+6,8'/ANO

CPRM
COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS

TRABALHO DE PESQUISA E LEVANTAMENTO GEOLÓGICOS EXECUTADO NA SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE PORTO ALEGRE DA CPRM EM CONVÊNIO COM O DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL DO MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA. GEOLOGIA POR EUGENIO CASIMIRO SZUBERT, CARLOS ALBERTO KIRCHNER E ISAO SHINTAKU.

PROJETO COBRE NOS CORPOS BÁSICO-ULTRABÁSICOS E EFUSIVAS DO RIO GRANDE DO SUL

MAPA GEOLÓGICO MATA GRANDE

FIGURA 6

ESCALA 1 : 25 000

Map 08 1325 COREMI

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA
DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL

Composição das folhas SH.21-Z-B-VI-1-NE e SE; SH.21-Z-B-VI-2-NW, NE, SW e SE

COLUNA ESTRATIGRÁFICA

PERÍODO	GRUPO	ASSOCIAÇÃO	UNIDADE	LITOLOGIA
QUATERNÁRIO			Q	ALUVIÕES E ELUVIÕES: Depósitos inconsolidados de areias, siltes, argilas, seixos e cascalhos.
PERMIANO	TUBARÃO		Pp	FORMAÇÃO PALERMO: Folhelhos sílticos amarelados, siltitos e lentes arenosas na base.
			Prb	FORMAÇÃO RIO BONITO: arenitos quartzosos e subarcosianos, cores branco e amarelado, localmente conglomerados arenosos. Freqüentes silicificações e ferrificações.
PRÉ CAMBRIANO SUPERIOR			p€γ4	COMPLEXO GRANÍTICO JAGUARI-LAVRAS DO SUL: Rochas graníticas intrusivas, granulação grosseira e equigranular, cor rosa avermelhado.
PRÉ CAMBRIANO MÉDIO (?)	POTRINGOS (?)	ECTINÍTICA	p€p	COMPLEXO METAMÓRFICO TERRÍGENO: Metarenitos impuros (arcósios, grauvacas), filitos, siltosistos e quartzitos e clorita, sericita, muscovita-clorita-sericita, rochas calco-silicatadas-aluminosas (cas) e raras intrusões hipabissais não mapeáveis de monzonito (mz) e latito.
	?	?	?	?
	CAMBAÍ		p€cb (vu)	COMPLEXO VULCÂNICO ÁCIDO-INTERMEDIÁRIO: meta-riodacitos pórfiros (rd), metadacitos (dc), metalatito-andesitos (la), metalatito-traquitos (lt), grandiritos dacíticos. Freqüentes disseminações de pirita (pi) e calcopirita (cp).
		OFIOLÍTICA	p€cb(ms)	COMPLEXO META-SEDIMENTAR (ms): quartzitos (qt), filitos (fi), biotita-muscovita-xistos, xistos quartzofeldspáticos (metagrauvacas), calcissilicatos (cs), xistos biotita-aluminosilicos (ms), filonitos (fl), mármores (mm), metaconglomerados e xistos grafitosos (xt).
			p€cb(mg)	COMPLEXO MÁFICO VULCÂNICO (METABASITOS): Meta-andesito-basaltos, metabasaltos, metadiabásios, geralmente chamados metabasaltos, em geral cataclasados (filonitos, biotita-silicitos) com efusivos hidrotermais (porfiritos calcedônicos). Muito freqüentes disseminações finas de pirita (pi) e calcopirita (cp).
			p€cb (xm)	COMPLEXO ULTRAMÁFICO (META-ULTRAMAFITOS): Serpentinitos (sp), xistos magnesianos (xm) e tremolita (tl), talcoxisto, clorita (c), ríos carbonato (cc), peridotito (pd), piroxenitos (px), harzburgitos (hz), clorita-talcoxisto, tremolitito (tl). Intensamente cataclasados (xm) e deformados. Algumas ocorrências de talco (t) e raros de asbestos (asb) e magnetita (mt).
		MIGMATÍTICA	p€cb(gn,ot)	COMPLEXO MIGMÁTICO BASAL: GNAISSES (gn): finos e médios, a duas micas, com leitos grosseiros, quartzofeldspáticos e leitos ferromagnesianos, comumente associados a ANFIBOLITOS (ot) e plagioclásios e hornblenda verde, raros quartzitos (qt).
			p€cb(Mg)	EMBRECHITOS (Mg): termos migmatíticos grosseiros, feldspáticos, aspecto granítoide com foliação pouco perceptível, localmente migmatitas heterogêneas (Mg) microgranitos (gr) e cataclasitos (ct).

CONVENÇÕES GEOLÓGICAS

- CONTATO DEFINIDO
- CONTATO APROXIMADO
- CONTATO PROVÁVEL
- CONTATO SUPOSTO
- CONTATO TRANSICIONAL
- LIMITE LITOLÓGICO
- FALHA DEFINIDA
- FALHA APROXIMADA
- FALHA PROVÁVEL
- FALHA SUPOSTA
- FALHA ENCOBERTA
- MESMA LITOLOGIA
- FRATURA
- DESLOCAMENTO RELATIVO DE BLOCOS
- ZONA DE FALHA COM ESTRIAMENTO DA FALHA CATACLASADA
- CATACLASITOS (ct), MILONITOS (mi) E/OU FILONITOS (fl)
- BRECHA DE FALHA
- SÍLICA E/OU QUARTZITOS (qt) EM ZONAS CATACLASADAS OU DE BLOCOS DE FALHA
- FALHA PREENCHIDA POR QUARTZO (qz) OU QUARTZITO (qt)
- EIXO DE BOUDINAGE
- DOBRA DEFINIDA (sinclinal?)
- DOBRA APROXIMADA
- LINEAÇÃO ESTRUTURAL
- VEIO OU LENTE DE QUARTZO (qz) OU QUARTZITO (qt)
- DIQUE DE DIABÁSIO (db) OU PIROXENITO (px)
- INTRUSÕES HIPABISSAIS DE MONZONITO (mz) A LATITO NÃO MAPEÁVEIS
- ROCHAS CALCO-SILICATADO-ALUMINOSAS (ces) DE CONTORNOS DIFUSOS
- ANOMALIA GEOMORFOLÓGICA
- ATITUDE DE CAMADA SEDIMENTAR
- ATITUDE DE XISTOSIDADE
- XISTOSIDADE VERTICAL
- XISTOSIDADE COM MERGULHO INDICADO
- FOLIAÇÃO CATACLÁSTICA COM MERGULHO INDICADO
- PEDREIRA DE MÁRMORE PARA CALCÁRIO AGRÍCOLA
- PIRITA
- CALCOPIRITA
- PIROTITA
- MAGNETITA (hematita)
- MOLIBDENITA
- COBRE
- OURO
- TALCO
- ASBESTO
- MÁRMORE
- OCORRÊNCIA MINERAL (OU DE ROCHA) DE IMPORTÂNCIA ECONÔMICA
- CONCENTRADO DE BATEIA COM OURO VISÍVEL (Ponto: Janeiro, 1977)
- TRINCHEIRA
- CK-81 AMOSTRA COM ANÁLISE PETROGRÁFICA
- CK-87 AMOSTRA COM ANÁLISE CALCOGRÁFICA
- PERFIS DE AMOSTRAGEM DE SOLO

NG — NM 7°15' — 1977 ANO

BASE PLANIMÉTRICA:
AMPLIAÇÃO DE CARTAS 1:50.000 DO SERVIÇO GEOGRÁFICO DO EXÉRCITO

- HABITAÇÃO
- CURSO D'ÁGUA PERENE
- CURSO D'ÁGUA INTERMITENTE
- AÇUDE
- ESTRADA MUNICIPAL
- ESTRADA SECUNDÁRIA

LOCALIZAÇÃO DA AREA

ENQUADRAMENTO

SH.21-Z-B-VI-1-NE	SH.21-Z-B-VI-2-NW	SH.21-Z-B-VI-2-NE
SH.21-Z-B-VI-1-SE	SH.21-Z-B-VI-2-SW	SH.21-Z-B-VI-2-SE

PROJETO COBRE
NOS CORPOS BÁSICO-ULTRABÁSICOS E EFUSIVAS DO RIO GRANDE DO SUL

ESCALA 1:25.000

0,5km 0 1 2km

1cm = 250m

ORIGEM DA QUADRICULAGEM UTM: EQUADOR E MERIDIANO 51°W.G. ACRESCIDAS AS CONSTANTES 10.000 Km E 500 Km RESPECTIVAMENTE

CPRM
COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS

TRABALHO DE PESQUISA E LEVANTAMENTO GEOLÓGICOS EXECUTADO NA SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE PORTO ALEGRE DA CPRM EM CONVÊNIO COM O DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL DO MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA. SEQ LOBIA POR EUGENIO CASIMIRO SZUBERT, CARLOS ALBERTO KIRCHNER, CARLOS ANTONIO BRAZIA, ISAO SHINTAKU E JOSÉ LEONARDO SILVA ANDRIOTTI.

PROJETO COBRE NOS CORPOS BÁSICO-ULTRABÁSICOS E EFUSIVAS DO RIO GRANDE DO SUL

MAPA GEOLÓGICO
PALMA

ESCALA 1:25.000

FIGURA 7

Map. GB.1266 COREMI