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

PROJETO FALSINO

RELATÓRIO FINAL

TEXTO - PARTE II

VOLUME I-B

Autores: *Xafi da S. Jorge João*
José M. de Azevedo Carvalho
Arminio Gonçalves Vale
Sergio João Frizzo
Rui Célio Martins

I-96

CPRM
SUREMI
SEDOTE
ARQUIVO TÉCNICO
Relatório n.º 926
N.º de Volumes: 6 v.: 1-B S

PHL
013081
2007

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS
SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE BELÉM
1979

CPRM

PROJETO FALSINO

Chefe do Projeto	Arminio Gonçalves Vale
Equipe Executora	Agildo Pina Neves Ariolino Neves de Souza Carlos Alberto dos Santos Carlos S. Silva Neto Herbert Georges de Almeida José Maria de Azevedo Carvalho Luis Ronaldo Guimarães Paulo Pontes Araújo Xafi da Silva Jorge João
Colaboração Especial	Agildo Pina Neves Emiliano Cornélio de Souza Erick Breitag José de Moura Carreira

PROJETO FALSINO

RELATÓRIO FINAL

ÍNDICE DOS VOLUMES

Vol. I - A - TEXTO - PARTE I

Vol. I - B - TEXTO - PARTE II e ANEXOS I, II, III, VIII, IX, X e XI

Vol. II - MAPAS (ANEXOS IV a VII)

Vol. III - FICHAS DE DESCRIÇÃO DE AFLORAMENTOS (ANEXO XII)

Vol. IV - FICHAS DE ANÁLISE PETROGRÁFICA (ANEXO XIII e XIV)

Vol. V - ARQUIVO GEOQUÍMICO (ANEXO XV a XVIII)

A P R E S E N T A Ç Ã O

Este relatório reune as informações obtidas no mapeamento geológico, prospecções geoquímica e radiométrica, realizados nas folhas NA.22-Y-B-III e NA.22-Y-B-VI, escala 1:100.000, durante as atividades do Projeto Falsino.

O Projeto foi executado pela Superintendência Regional de Belém, da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM, para o Departamento Nacional da Produção Mineral - DNPM, por força de convênio firmado entre essas entidades.

O Relatório é composto de cinco volumes, sendo o primeiro destinado ao texto, fichas de cadastro de ocorrências minerais e mapas geológicos, mapas geofísicos e geoquímicos e os demais, aos mapas, fichas de descrição de afloramentos e resultados analíticos.

O trabalho objetivou a seleção de áreas potencialmente favoráveis à pesquisa mineral.

Este volume (I-B) compreende a parte final do texto, e anexos I, II, III, VIII, IX, X e XI, como segue:

9. PROSPECÇÃO GEOQUÍMICA E ESTUDO DA DISTRIBUIÇÃO DOS MINERAIS PESADOS
10. INTERPRETAÇÃO GEOFÍSICA
11. ASPECTOS GEO-ECONÔMICOS
12. CONCLUSÕES
13. RECOMENDAÇÕES
14. BIBLIOGRAFIA

S U M Á R I O

9. PROSPECÇÃO GEOQUÍMICA E ESTUDO DA DISTRIBUIÇÃO DOS MINERAIS PESADOS 200
9.1 - Introdução 200
9.2 - Trabalhos Anteriores 201
9.3 - Metodologia 202
9.3.1 - Amostragem 202
9.3.2 - Preparação e Análise 203
9.3.3 - Ajuste e Processamento de Dados 206
9.4 - Aspectos Geoquímicos 210
9.4.1 - Rochas 210
9.4.2 - Solos 214
9.4.2.1 - Introdução 214
9.4.2.2 - Malhas A,B,C,D,E,I..... 215
9.4.2.3 - Malhas G,N,J, Poços A e B 220
9.4.2.4 - Malha F 223
9.4.3 - Sedimentos de Corrente 223
9.4.3.1 - Introdução 223
9.4.3.2 - Caracterização das Populações Amostradas 227
9.4.3.3 - Anomalias Geoquímicas 232
9.4.3.3.1 - Dispersões Anômalas 233
9.4.3.3.2 - Associações Anômalas 243
9.5 - Estudo dos Minerais Pesados 269
9.5.1 - Resistatos Comuns em Aluviões 269
9.5.2 - Acessórios Normais em Rochas..... 272
9.5.3 - Minerais Típicos de Metamorfismo 274
9.5.4 - Minerais de Minério e Outros..... 277
9.6 - Conclusões e Recomendações..... 279
10. INTERPRETAÇÃO GEOFÍSICA 288

10.1 - Generalidades 288
10.2 - Folha NA.22-Y-B-III 290
10.2.1 - Magnetometria 290
10.2.2 - Radiometria 292
10.3 - Folha NA.22-Y-B-VI 294
10.3.1 - Magnetometria 294
10.3.2 - Radiometria 299

11. ASPECTOS GEOECONÔMICOS 301
11.1 - Considerações Gerais 301
11.2 - Ocorrências Minerais na Área do Projeto... 310
11.2.1 - Cassiterita e Ouro do Ig. Segundo Braço. 310
11.2.2 - Ouro do Igarapé da Triste 312
11.2.3 - Ouro do Igarapé das Corocas 312
11.2.4 - Ferro do Rio Tracajatuba 313
11.2.5 - Ferro do Rio Tartarugal Grande 314
11.2.6 - Bauxita da Serra do Limão 315
11.3 - Áreas de Anomalias Geoquímicas 316
11.4 - Considerações Genéticas Sobre o Ouro 318

12. CONCLUSÕES 328
12.1 - Metodologia 328
12.2 - Geomorfologia 328
12.3 - Geologia 329
12.4 - Geologia Econômica 332

13. RECOMENDAÇÕES 335

14. BIBLIOGRAFIA 337

RELAÇÃO DAS ILUSTRAÇÕES

F I G U R A S

20. Bacias de Captação de Sedimentos de Corrente
21. " " " " Concentrados de Bateia
22. Sedimentos de Corrente - Distribuição, Variação e Corredação dos Elementos Processados Estatisticamente
23. Relação X/S de Elementos nas Rochas
24. Malhas de Solo
25. Geoquímica de Solos - Malha A
26. " " " - " B
27. " " " - " C
28. " " " - " D
29. " " " - " E
30. " " " - " I
31. " " " - " G
32. " " " - " H
33. " " " - " J
34. " " " - " F
35. Mapa Geológico e Associação Geoquímica
36. Mapa de Áreas Recomendadas
37. Mapa de Ocorrências Minerais

CPRM

T A B E L A S

11. Sumário dos Resultados Analíticos e Parâmetros Estatísticos - Solos

12. Sumário dos Resultados Analíticos e Parâmetros Estatísticos e Sedimentos de Corrente

13. Quadro de Ocorrências

A N E X O S

I - Fichas de Cadastro de Ocorrências Minerais

II - Mapa Geológico da Folha NA.22-Y-B-III

III - Mapa Geológico da Folha NA.22-Y-B-VI

VIII - Distribuição Anômala dos Sedimentos de Corrente

IX - Maior Abundância em Minerais Pesados

X - Mapa de Interpretação Magnética da Folha NA.22-Y-B-III

XI - Mapa de Interpretação Magnética da Folha NA.22-Y-B-VI

9. PROSPECÇÃO GEOQUÍMICA E ESTUDO DA DISTRIBUIÇÃO DOS MINERAIS PESADOS

9.1 - Introdução

A prospecção geoquímica levada a efeito pelo Projeto Falsino teve como escopo a delimitação de zonas favoráveis à existência de concentrações metalíferas, utilizando-se uma metodologia de pesquisa comprovadamente eficaz à escala e objetivos do trabalho.

Foram coletados 538 sedimentos ativos de corrente (excetuando as duplicatas), propiciando uma cobertura homogênea da região, pela representatividade aproximada de 15 km^2 de captação conferida a cada amostra. Houve a preocupação de locar as estações de coleta evitando-se ao máximo a multiplicidade de influências litológicas, no sentido de fornecer maior confiança aos parâmetros avaliados estatisticamente.

Como complemento à prospecção geoquímica regional, foram obtidos concentrados de minerais pesados em 230 estações, distribuídas regularmente com área de influência em torno de 30 km^2. Tal amostragem foi efetivada como auxiliar à geologia, à sistemática geoquímica através dos sedimentos ativos e como método prospectivo para minerais econômicos resistatos.

Em 12 locais distintos, predominando na Folha NA. 22-Y-B-III, foram efetuados perfis, malhas e poços com a coleta de um total de 173 amostras de solo (excetuando as duplicatas). Os objetivos desta pesquisa foram de identifica

ção da litologia do substrato em zonas sem afloramentos e a prospecção detalhada da fonte de anomalias detectadas por aeromagnetometria e aerocintilometria. Para fins petrológicos, mas fornecendo subsídios à interpretação geoquímica da dispersão dos elementos-traço no material secundário, foram analisados espectrograficamente 87 exemplares das diversas litologias regionais.

9.2 - Trabalhos Anteriores

Dois projetos contendo prospecção geoquímica regional já foram realizados na região; o Projeto Macapá-Calçoene, em 1971-72, determinou anomalias de estanho, berílio e tungstênio em sedimentos de corrente no rio Flexal, cobre, zinco, chumbo e vanádio no rio Tartarugal Grande e zinco no rio Tartarugalzinho. No levantamento geoquímico efetuado pelo Projeto Norte da Amazônia (1973-74), englobando os resultados do projeto anterior, foram ainda detectadas anomalias de cobre e cromo no rio Tartarugalzinho, cobre e ítrio no alto curso do Falsino, cobalto, ferro, nióbio, níquel, chumbo, vanádio e cobalto, chumbo, escândio, vanádio, zinco respectivamente nos médio e baixo trechos do mesmo rio ; ao longo do rio Falsino, tomando toda a porção oeste da área presentemente estudada, foi definida uma província geoquímica de Pb-Zn (Co-Sc-V-Fe), possivelmente relacionando sulfetos a rochas de caráter básico.

De diversas fontes, tem-se notícia de ocorrências de alumínio, nióbio-tântalo e ouro no rio Tartarugal Grande e de estanho, nióbio e titânio no rio Tartarugalzinho (FRIZZO, 1974).

Na medida que tais informações forem sendo comprovadas pela pesquisa geoquímica do Projeto Falsino, serão apresentadas com maior detalhe no texto do presente relatório.

9.3 - Metodologia

9.3.1 - Amostragem

As estações de amostragem de sedimentos de corrente foram dispostas fornecendo um recobrimento homogêneo de toda a área do Projeto, através do critério de bacias ou áreas de captação; cada amostra, segundo esta sistemática, representou uma superfície de terreno de contorno irregular, em média de 15 km^2, com origem na própria estação de coleta estendendo-se para abranger a rede hidrográfica a montante. A cada uma destas bacias foi atribuído, previamente, um número característico idêntico ao número da amostra coletada, independentemente da sigla do coletor. Amostras em duplicata foram também assinaladas durante a programação, através da geração de números aleatórios.

O material aluvionar na calha dos rios Falsino e Tartarugal Grande não foi coletado, e as amostras correspondentes às bacias 252, 272,274, 275 e 276 foram perdidas.

A atividade foi desenvolvida seguindo-se os procedimentos habituais da CPRM, tomando-se a amostra preferencialmente de material fino na posição central da calha, anotando-se as características físicas da drenagem e do material coletado em fichas padronizadas. O pH da água também foi medido em cada estação, através de indicadores plásticos. A figura 20 apresenta as bacias de captação dos sedimentos de corrente.

NA 22-Y-B III

51°30' 2°00'

51°00' 2°00'

FIG. 20

BACIAS DE CAPTAÇÃO DE SEDIMENTOS DE CORRENTE

(81) BACIA DE CAPTAÇÃO

DRENAGEM

1°30'

1°30'

N

ESCALA 1:400.000

1°00' 51°30'

NA 22-Y-B-VI

1°00' 51°00'

A cada concentrado de bateia correspondeu uma área de captação equivalente, de maneira geral, a duas de sedimento, abrangendo assim cerca de 30 km^2 em média. Volumes de 10 litros de material aluvionar foram tomados e bateados preferencialmente nas zonas de acumulação natural próximas ou nas próprias estações previamente locadas. Da mesma forma que para os sedimentos as características do material e da estação foram transportadas para as fichas de amostragem. As áreas de captação individualizadas constam da fig. 21.

A coleta de solos não foi sistematizada, por depender do critério do geólogo no campo. Perfis, malhas e poços em solo, num total de 12, foram executados em várias locações, dando-se preferência ao material proveniente do horizonte de acumulação B, após a verificação do caráter autóctone do perfil pedológico.

Rochas foram amostradas de maneira pontual, atendendo a estudos petrológicos e fornecendo também parâmetros geoquímicos comparativos para a interpretação. As estações tem distribuição indiscriminada e os litotipos representados são dê toda a gama ocorrente na área.

9.3.2 - Preparação e Análise

No campo as amostras foram embaladas em sacos plásticos e etiquetadas, sendo ao término de cada campanha encaminhadas ao Laboratório da CPRM em Belém para os procedimentos preparatórios à análise.

Solos e sedimentos foram secos em estufa, desagregados e peneirados em malha de 80 mesh; a seguir, pulverizados

FIG. 21

BACIAS DE CAPTAÇÃO DE CONCENTRADO DE BATEIA

81 BACIA DE CAPTAÇÃO

DRENAGEM

ESCALA 1:400.000

N

51°30' NA. 22-Y-B-III 51°00'
2°00'
1°30'
1°00'
51°30' NA. 22-Y-B-VI 51°00'

em moinho de porcelana até atingir uma granulometria inferior a 150 mesh. As rochas também foram pulverizadas. Os concentrados não sofreram preparação prévia em Belém, sendo encaminhados diretamente ao Laboratório de Análises Minerais-LAMIN, da CPRM, no Rio de Janeiro.

De cada amostra coletada, havendo quantidade suficiente, foi tomada uma alíquota para arquivo.

As análises foram efetuadas pelo corpo técnico do LAMIN, e constaram principalmente de Espectrografia de Emissão (padrão de 30 elementos), Espectrofotometria de Absorção Atômica para Cu, Pb, Zn, Ag, Co, Ni, Cd, Au, CxCu, Sb, Mo , CxFe, Mn, Colorimetria para arsenio, Cromatografia para urânio e Eletrodo de Ion Específico para flúor. Além destes métodos aplicados sistematicamente, em várias amostras de solos e rochas foi requerida análise de tório por Fluorescência de Raios-X. Não cabe no espírito deste relatório maiores detalhes sobre os métodos analíticos.

Os resultados espectrográficos foram fornecidos em escala logaritmica (six-step) e os demais em escala aritmética com incrementos variáveis de 1 a 10, proporcionalmente à concentração de elemento na amostra. Para resultados acima e abaixo da faixa de detecção de cada método, foram utilizados os qualificadores respectivos G e L; os símbolos N e H foram usados no caso da não detecção do elemento avaliado e em caso de interferências na leitura da concentração.

Dos elementos analisados, arsênio, ouro, bismuto, cádmio, antimônio, tungstênio e zinco por espectrografia e urânio por cromatografia não apresentaram valores definidos;

tungstênic e zinco possuem apenas 5 e 6 valores abaixo do limite inferior de dètecção, respectivamente. Um sumário dos resultados obtidos é exposto nas tabelas 11 e 12.

Os concentrados de bateia foram previamente separados em frações leve e pesada com a utilização de líquidos densos, seguindo-se nova separação por susceptibilidade magnética, e identificação com avaliação de quantidades em lupa binocular. Cerca de 28 espécies minerais foram determinadas.

A confiança nos resultados geoquímicos obtidos na pesquisa foi estabelecida através de um teste de variâncias, conforme exposto por GARRET (1969). Foram estudadas as variabilidades de amostragem e analítica combinadas dos elementos Fe, Ba, Co, Cr, Cu, Ni, Pb, V (Espectrografia de Emissão) e Cu, Pb, Zn, Mn (Absorção Atômica) em amostras de rotina e respectivas duplicatas de sedimentos de corrente e solos. Os valores foram transformados em logaritmos antes do processamento.

Para os sedimentos de corrente (27 pares), a relação entre a variabilidade das amostras de rotina e a variância inter-pares foi insatisfatória (inferior a 4) para Co, Cr, Ni (espectrografia) e Cu (absorção); cobalto, níquel e especialmente o cobre, que apresentou uma maior variância introduzida (próxima dos 90%), tem o coeficiente fortemente influenciado pelo grande predomínio de resultados próximos ou no limite inferior de sensibilidade, enquanto que ao cromo pode ser atribuída como maior componente de variação a amostragem, pela característica predominantemente mecânica de sua dispersão. Tais elementos serão considerados ao constituirem associações geoquímicas relevantes.

TAB. 11 - SUMÁRIO DOS RESULTADOS ANALÍTICOS E PARÂMETROS ESTATÍSTICOS - SOLOS

	SOLOS - MALHA A										SOLOS - MALHA B									
	RESULTADOS				DIST.	MÉDIA	DESVIO PADRÃO	ANOMALIAS			RESULTADOS				DIST.	MÉDIA	DESVIO PADRÃO	ANOMALIAS		
	A	B	MÍNIMO	MÁXIMO				POSSÍVEL	PROVÁVEL		A	B	MÍNIMO	MÁXIMO				POSSÍVEL	PROVÁVEL	
Fe-S %	23	0	0,7	20	M	3,8	3,08	7	10		25	0	0,7	20	L	4,2	2,86			
Mg-S %	21	2	0,02	0,07	L	0,029	1,73				23	2	0,02	0,07	L	0,027	1,61	0,07		
Ca-S %	0	23									0	25								
Ti-S %	21	2	0,3	1	L						23	2	0,3	1	I					
Mn-S	23	0	30	500	L	125	2,09	500			25	0	30	300	L	162	1,90			
Ag-S	0	23									1	24	0,5	0,5	I			0,5		
As-S	0	23									0	25								
Au-S	0	23									0	25								
B -S	1	22	10	10	I						3	22	10	10	I					
Ba-S	8	15	20	200	I			200			6	19	20	100	I			70		
Be-S	0	23									1	24	2	2	I			2		
Bi-S	0	23									0	25								
Cd-S	0	23									0	25								
Co-S	1	22	10	10	I						2	23	5	20	I					
Cr-S	23	0	10	1000	L	90	2,86	700			25	0	15	500	L	69	2,36	500		
Cu-S	11	12	5	100	I			100			15	10	5	300	I	9	3,99	150		
La-S	22	1	20	30	I						20	5	20	70	L	18,5	2,09			
Mo-S	0	23									4	21	5	7	I			7		
Nb-S	10	13	10	15	I						19	6	10	30	I			30		
Ni-S	22	1	5	70	L	17	2,62				22	3	7	100	L	15,8	3,03			
Pb-S	7	16	15	50	I			50			11	14	10	50	I	5,8	2,62	50		
Sb-S	0	23									0	25								
Sc-S	11	5	10	70	L	7	3,14	70			13	4	7	50	L	7,5	2,49	50		
Sn-S	0	23									0	25								
Sr-S	0	23									0	25								
V -S	23	0	20	300	M	77	2,16	150	300		25	0	15	300	L	72	2,23			
W -S	0	23									0	25						25		
Y -S	12	11	10	30	I						21	4	10	150	L	15	2,56	100		
Zn-S	0	23									0	25								
Zr-S	10	13	100	1000	I						14	11	200	1000	I					
Cu-AA	16	7	3	80	L	5,4	3,72	70			13	12	3	100	L	3,7	3,44	44		
Pb-AA	17	6	3	10	L	3,5	1,85				16	9	3	9	I					
Zn-AA	23	0	3	22	L	9,6	1,74				23	2	4	24	L	8,9	2,01			
Ag-AA	0	23									0	25								
Co-AA	0	23									0	25								
Ti-AA	15	8	3	20	L	3,7	2,73				13	12	3	15	M	2,8	2,74	10		
Cd-AA	0	23									0	25								
Au-AA	0	23									0	25								
CxCu-AA	14	9	1	14	L	1	3,85	14			17	8	1	20	L	0,9	3,13	9		
Sb-AA	0	23									0	25								
CxFe-AA	23	0	50	1400	-			1000			25	0	30	1200	-					
Ag-C	0	23									0	25								
U -CM	0	23									0	25								
P -IE	7	16	50	80	I			80			12	13	50	120	I	40	1,69	120		
Zn-AA	21	2	5	160	L	15	3,07	150			25	0	4	95	L	15	2,02	60		
Mo-AA	0	23									0	25								
Pb-Rx	0	0									0	0								

	SOLOS - MALHA C										SOLOS - MALHA D					SOLOS - MALHA E				
	RESULTADOS				DIST.	MÉDIA	DESVIO PADRÃO	ANOMALIAS			RESULTADOS				ANOMALIA	RESULTADOS				ANOMALIA
	A	B	MÍNIMO	MÁXIMO				POSSÍVEL	PROVÁVEL		A	B	MÍNIMO	MÁXIMO	POSSÍVEL	A	B	MÍNIMO	MÁXIMO	POSSÍVEL
Fe-S %	25	0	0,15	10	L	2,9	3,40				19	0	0,7	15	15	12	0	0,3	20	
Mg-S %	20	5	0,02	0,1	L	0,029	1,99	0,1			19	0	0,02	0,1		11	1	0,03	0,1	
Ca-S %	0	25									0	19				0	12			
Ti-S %	23	2	0,15	1	I						19	0	0,3	1		11	1	0,2	0,7	
Mn-S	25	0	20	500	L	96	2,27	500			19	0	30	100		12	0	50	500	300
Ag-S	0	25									0	19				0	12			
As-S	0	25									0	19				0	12			
Au-S	0	25									0	19				0	12			
B -S	13	12	10	15	I						10	9	10	10		3	9	10	10	
Ba-S	15	10	20	150	L	25	2,66	150			7	12	30	150		8	4	20	100	
Be-S	2	23	1	2	I			2			0	19				0	12			
Bi-S	0	25									0	19				0	12			
Cd-S	0	25									0	19				0	12			
Co-S	1	24	5	5	I						0	19				1	11	10	10	
Cr-S	22	3	10	500	L	45	2,96	500			19	0	30	200		11	1	30	200	
Cu-S	12	13	5	20	I						4	15	5	15		10	2	5	100	50
La-S	22	3	20	100	-						19	0	20	70		7	5	20	100	
Mo-S	1	24	15	15	I			15			2	17	5	7	7	2	10	7	7	
Nb-S	16	9	10	15	-			15			14	5	10	15		10	2	10	15	
Ni-S	21	4	7	70	L	11,8	3,09				19	0	10	30		11	1	10	70	
Pb-S	14	11	10	70	L	9,3	2,76	70			12	7	15	50	50	9	3	10	50	
Sb-S	0	25									0	19				0	12			
Sc-S	1	6	15	15	I						4	0	7	20		5	1	7	50	
Sn-S	0	24									0	19				0	12			
Sr-S	0	25									0	19				0	12			
V -S	25	0	10	300	L	57	2,50	300			19	0	50	300		12	0	10	500	500
W -S	0	25						25			0	19				0	12			25
Y -S	18	7	10	50	-						14	5	10	15		2	10	10	15	
Zn-S	0	25									0	19				0	12			
Zr-S	1	24	1000	1000	I						4	15	500	1000		5	7	300	1000	
Cu-AA	11	14	3	10	I						6	13	3	5		10	2	4	80	70
Pb-AA	20	5	3	23	L	4,3	2,51				9	10	3	20	20	11	1	3	50	50
Zn-AA	21	4	3	14	L	5,8	2,25				19	0	8	14	13	11	1	4	20	
Ag-AA	0	25									0	19				0	12			
Co-AA	0	25									0	19				0	12			
Ti-AA	11	14	3	8	I						6	13	3	5		7	5	3	8	
Cd-AA	0	25									0	19				0	12			
Au-AA	0	25									0	19				0	12			
CxCu-AA	5	20	1	4	I						0	19				7	5	1	18	18
Sb-AA	0	25									0	19				0	12			
CxFe-AA	25	0	10	1200	-			1000			19	0	85	2100	2000	12	0	55	1700	1700
Ag-C	0	25									0	19				0	12			
U -CM	0	25									0	19				0	12			
P -IE	15	10	50	130	L	49	1,82				19	0	80	180	160	11	1	70	200	200
Zn-AA	21	4	4	50	L	8,4	2,73				19	0	8	29		11	1	11	110	
Mo-AA	0	25									3	16	2	2		1	11	2	2	
Pb-Rx	0	0									0	0				0	0			

	SOLOS - MALHA F					SOLOS - MALHA G					SOLOS - MALHA H					SOLOS - MALHA I				
	RESULTADOS				ANOMALIA	RESULTADOS				ANOMALIA	RESULTADOS				ANOMALIA	RESULTADOS				ANOMALIA
	A	B	MÍNIMO	MÁXIMO	POSSÍVEL	A	B	MÍNIMO	MÁXIMO	POSSÍVEL	A	B	MÍNIMO	MÁXIMO	POSSÍVEL	A	B	MÍNIMO	MÁXIMO	POSSÍVEL
Fe-S %	5	1	15	20		10	1	5	20		5	0	0,7	3		7	1	7	15	20
Mg-S %	6	0	0,03	0,05		11	0	0,03	0,15		5	0	0,02	0,1		7	1	0,03	0,07	
Ca-S %	0	6				0	11				0	5				0	8			
Ti-S %	6	0	0,7	0,7		8	3	0,7	1		5	0	0,15	1		5	3	0,7	1	
Mn-S	6	0	150	300		11	0	100	700		5	0	30	300		8	0	70	500	
Ag-S	0	6				0	11				0	5				0	8			
As-S	0	6				0	11				0	5				0	8			
Au-S	0	6				0	11				0	5				0	8			
B -S	1	5	30	30		9	2	10	50		0	5				2	6	10	10	
Ba-S	6	0	30	70		8	3	30	200	200	1	4	150	150		2	6	20	30	
Be-S	0	6				2	9	1	2		0	5				0	8			
Bi-S	0	6				0	11				0	5				0	8			
Cd-S	0	6				0	11				0	5				0	8			
Co-S	4	2	5	30		9	2	5	10		0	5				2	6	7	10	
Cr-S	6	0	300	1500		11	0	30	700	300	5	0	15	30		8	0	70	300	
Cu-S	6	0	50	150		11	0	15	70		1	4	7	7		7	1	5	200	
La-S	5	1	20	50		7	4	20	70		5	0	20	30		5	3	20	50	
Mo-S	4	2	5	5		11	0	5	15		1	4	5	5		2	6	5	5	
Nb-S	1	5	15	15		11	0	10	20		3	2	10	15		8	0	10	20	
Ni-S	6	0	50	150		11	0	5	70		3	2	5	7		8	0	15	70	
Pb-S	3	3	10	30		6	5	10	70	70	0	5				8	0	10	30	
Sb-S	0	6				0	11				0	5				0	8			
Sc-S	6	0	30	100		11	0	7	70		3	2	5	7		8	0	15	70	
Sn-S	0	6				5	6	10	10		0	5				0	8			
Sr-S	0	6				0	11				0	5				0	8			
V -S	6	0	150	300		11	0	70	300		5	0	15	50		8	0	100	300	
W -S	0	6				0	11				0	5			25	0	8			
Y -S	5	1	10	20		11	0	15	50		1	5	10	10		7	1	10	20	
Zn-S	0	6				0	11				0	5				0	8			
Zr-S	6	0	70	300		11	0	200	1000		5	0	300	700		8	0	300	1000	
Cu-AA	6	0	13	70		9	2	3	30		1	4	8	8		8	0	3	70	60
Pb-AA	3	3	4	15		7	4	3	20	20	0	5				5	3	3	10	
Zn-AA	6	0	14	30		11	0	6	18		4	1	3	4		8	0	10	17	
Ag-AA	0	6				0	11				0	5				0	8			
Co-AA	1	5	19	19		0	11				0	5				0	8			
Ti-AA	4	2	4	14		1	10	5	5		0	5				5	3	4	14	
Cd-AA	0	6				0	11				0	5				0	8			
Au-AA	0	6				0	11				0	5				0	8			
CxCu-AA	6	0	1	10		6	5	1	15		1	4	1	1		6	2	1	18	18
Sb-AA	2	4	1	1		0	11				0	5				0	8			
CxFe-AA	6	0	140	300		11	0	170	1600		5	0	100	670		8	0	320	1600	
Ag-C	5	1	10	20		2	9	10	10		0	5				0	8			
U -CM	0	0				0	0				0	5				0	8			
P -IE	0	0				0	0				1	4	50	50		8	0	70	120	
Zn-AA	0	6	45	220		11	0	14	140		4	1	3	30		8	0	17	70	
Mo-AA	0	6				2	5	3	6		0	5				0	8			
Pb-Rx	0	0				0	0				0	0				0	8			

	SOLOS - MALHA J					SOLOS - POÇO A					SOLOS - POÇO B				
	RESULTADOS				ANOMALIA	RESULTADOS				ANOMALIA	RESULTADOS				ANOMALIA
	A	B	MÍNIMO	MÁXIMO	POSSÍVEL	A	B	MÍNIMO	MÁXIMO	POSSÍVEL	A	B	MÍNIMO	MÁXIMO	POSSÍVEL
Fe-S %	9	0	1,5	3		5	0	7	15		6	13	2	20	
Mg-S %	9	0	0,03	0,1		4	1	0,02	0,03		6	13	0,02	0,05	
Ca-S %	0	9				0	5				0	19			
Ti-S %	9	0	0,2	0,5		1	4	1	1		19	0	0,5	1	
Mn-S	9	0	150	300		5	0	300	1000		19	0	100	300	
Ag-S	0	9				0	5				0	19			
As-S	0	9				0	5				0	19			
Au-S	0	9				0	5				0	19			
B -S	9	0	10	15		1	4	15	15		4	15	10	15	
Ba-S	7	2	50	300		1	4	30	30		0	19			
Be-S	0	9				0	5				0	19			
Bi-S	0	9				0	5				0	19			
Cd-S	0	9				0	5				0	19			
Co-S	0	9				0	5				3	16	5	5	
Cr-S	9	0	10	70		5	0	70	100		7	0	70	700	
Cu-S	9	0	20	50		5	0	20	50		17	2	15	150	
La-S	9	0	20	50		3	2	20	20		8	11	20	30	
Mo-S	0	9				1	4	10	10		3	16	5	7	
Nb-S	8	1	10	70	70	5	0	10	15		16	3	10	20	
Ni-S	8	1	7	15		5	0	10	15		19	0	15	150	
Pb-S	9	0	15	50		5	0	20	30		16	3	10	100	
Sb-S	0	9				0	5				0	19			
Sc-S	6	3	5	15		4	0	15	30		6	0	7	50	
Sn-S	5	4	10	15		0	1				0	5			
Sr-S	0	9				0	5				0	19			
V -S	9	0	15	70		5	0	150	300		19	0	20	700	
W -S	0	9				0	5				0	19			
Y -S	9	0	30	70		3	2	10	30		19	0	10	1000	
Zn-S	0	9				0	5				0	19			
Zr-S	9	0	300	1000		4	1	500	700		7	12	300	1000	
Cu-AA	9	0	4	10							2	0			
Pb-AA	9	0	4	10							2	0	3	3	
Zn-AA	9	0	10	15							2	0	7	8	
Ag-AA	0	9									0	2			
Co-AA	0	9									0	2			
Ti-AA	2	7	3	3							0	2			
Cd-AA	0	9									0	2			
Au-AA	0	9									0	2			
CxCu-AA	0	9									0	2			
Sb-AA	0	9									0	2			
CxFe-AA	9	0	190	960							2	0	1300	1900	
Ag-C	0	9									0	2			
U -CM	0	9									0	14			
P -IE	9	0	60	120							2	0	50	50	
Zn-AA	9	0	16	55							2	0	10	12	
Mo-AA	0	9									0	2			
Pb-Rx	3	2	100	100							11	6	100	100	

MÉTODOS ANALÍTICOS: S - espectrografia de emissão; AA - espectrofotometria de absorção atômica; C - colorimetria; CM - cromatografia; IE - eletrodo de íon específico; RX - fluorescência de raios - x.
TEORES: em ppm exceto para Fe, Mg, Ca, Ti (%).
RESULTADOS: A - definidos; B - qualificados G, L, N, H.
DIST.: Distribuição L - lognormal; I - irregular / indefinida; B - bipopulacional; M - multipopulacional.

TAB. 12 - SUMÁRIO DOS RESULTADOS ANALÍTICOS E PARÂMETROS ESTATÍSTICOS - SEDIMENTOS DE CORRENTE

PIRICLASITO MUTUM

	RESULTADOS A	RESULTADOS B	MÍNIMO	MÁXIMO	ANOMALIA POSSÍVEL
Fe-S %	3	0	1,5	15	
Mg-S %	2	1	0,02	0,05	
Ca-S %	0	3			
Ti-S %	0	3			
Mn-S	3	0	1500	5000	
Az-S	0	3			
As-S	0	3			
Au-S	0	3			
B -S	0	3			
Be-S	3	0	30	70	
Be-S	0	3			
Bi-S	0	3			
Cd-S	0	3			
Co-S	1	1	5	5	
Cr-S	2	0	30	50	
Cu-S	2	1	5	20	
La-S	3	0	20	300	
Mo-S	0	3			
Nb-S	3	0	15	30	
Ni-S	1	2	10	10	
Pb-S	3	0	20	300	300
Sb-S	0	3			
Sc-S	1	0	15	15	
Sn-S	1	1	10	10	
Sr-S	0	3			
V -S	3	0	70	200	
W -S	0	3			
Y -S	3	0	15	100	
Zn-S	0	3			
Zr-S	2	1	500	1000	
Cu-AA	0	3			
Pb-AA	3	0	10	90	90
Zn-AA	1	2	7	7	
Ag-AA	0	3			
Co-AA	0	3			
Ni-AA	0	3			
Cd-AA	0	3			
Au-AA	0	3			
CxCu-AA	0	3			
Sb-AA	0	3			
CxFe-AA	3	0	100	310	
As-C	0	3			
F-CM	0	3			
F-IE	0	3			
Mn-AA	3	0	21	45	
Mo-AA	0	3			

MICAXISTO E QUARTZITOS

	RESULTADOS A	RESULTADOS B	MÍNIMO	MÁXIMO	ANOMALIA POSSÍVEL
Fe-S %	9	0	0,7	1,5	
Mg-S %	6	3	0,02	0,07	
Ca-S %	4	5	0,05	0,10	
Ti-S %	5	4	0,5	1	
Mn-S	9	0	150	1500	1500
Az-S	0	9			
As-S	0	9			
Au-S	0	9			
B -S	8	1	15	70	
Be-S	9	0	20	200	200
Be-S	0	9			
Bi-S	0	9			
Cd-S	0	9			
Co-S	2	7	5	5	
Cr-S	9	0	10	70	70
Cu-S	8	1	5	30	
La-S	1	6	20	150	150
Mo-S	0	9			
Nb-S	2	7	10	20	
Ni-S	4	5	5	5	
Pb-S	1	8	20	20	
Sb-S	0	9			
Sc-S	5	3	5	5	
Sn-S	0	9			
Sr-S	0	9			
V -S	9	0	30	50	
W -S	0	9			
Y -S	9	0	10	70	
Zn-S	0	9			
Zr-S	6	3	300	1000	
Cu-AA	9	0			
Pb-AA	1	8	10	10	
Zn-AA	4	5	4	8	
Ag-AA	0	9			
Co-AA	0	9			
Ni-AA	0	9			
Cd-AA	0	9			
Au-AA	0	9			
CxCu-AA	1	8	1	1	
Sb-AA	0	9			
CxFe-AA	9	0	110	550	
As-C	0	9			
F-CM	0	9			
F-IE	1	8	50	50	
Mn-AA	9	0	16	65	
Mo-AA	0	9			

ANFIBOLITO ANATUM

	RESULTADOS A	RESULTADOS B	MÍNIMO	MÁXIMO	ANOMALIA POSSÍVEL	ANOMALIA PROVÁVEL
Fe-S %	12	0	0,3	1,5		
Mg-S %	7	5	0,02	0,03		
Ca-S %	3	9	0,05	0,1		
Ti-S %	10	2	0,3	1		
Mn-S	12	0	100	700		
Az-S	0	12				
As-S	0	12				
Au-S	0	12				
B -S	10	2	10	150	150	
Be-S	9	3	20	100		
Be-S	1	11	1	1		
Bi-S	0	12				
Cd-S	0	12				
Co-S	2	10	5	5		
Cr-S	8	4	10	30		
Cu-S	7	5	5	30	30	
La-S	5	7	20	20		
Mo-S	0	12				
Nb-S	4	8	10	15	15	
Ni-S	1	11	5	5		
Pb-S	0	12				
Sb-S	0	12				
Sc-S	4	8	5	7		
Sn-S	1	11	15	15		
Sr-S	0	12				
V -S	12	0	15	50		
W -S	0	12				
Y -S	8	4	10	30		
Zn-S	0	12				
Zr-S	6	6	500	1000		
Cu-AA	0	12				
Pb-AA	2	10	3	3		
Zn-AA	6	6	3	4		
Ag-AA	0	12				
Co-AA	0	12				
Ni-AA	0	12				
Cd-AA	0	12				
Au-AA	1	11	0,05	0,05	0,025	
CxCu-AA	1	11	1	1		
Sb-AA	0	12				
CxFe-AA	12	0	20	860		
As-C	0	12				
F-CM	0	12				
F-IE	0	12				
Mn-AA	12	0	8	60		
Mo-AA	0	12				

SUITE MET. TARTARUGAL GRANDE - INDIFERENCIADO

	RESULTADOS A	RESULTADOS B	MÍNIMO	MÁXIMO	DIST.	MÉDIA	DESVIO PADRÃO	ANOMALIAS POSSÍVEL	ANOMALIAS PROVÁVEL
Fe-S %	110	0	0,3	15	L	3,4	2,37		
Mg-S %	80	30	0,02	0,7	A	0,023	2,15		
Ca-S %	13	97	0,05	0,2	I				
Ti-S %	11	99	0,3	1	I				
Mn-S	109	1	70	5000	L	1196	2,58		
Az-S	0	110							
As-S	0	110							
Au-S	0	110							
B -S	13	97	10	70	I				
Be-S	91	19	20	100	L	39	2,35	200	
Be-S	0	110							
Bi-S	0	110							
Cd-S	0	110							
Co-S	68	42	5	30	A	6,2	2,43	30	
Cr-S	108	2	10	500	L	57,5	2,30	300	
Cu-S	81	29	5	100	M	13	3,49	30	70
La-S	92	18	20	500	L	38	2,87	300	
Mo-S	0	110							
Nb-S	102	8	10	70	L	16,5	1,66	50	70
Ni-S	55	55	5	50	A	4,1	2,31	20	50
Pb-S	96	14	10	100	L	21	2,41	100	
Sb-S	0	110							
Sc-S	58	18	5	100	L	8	2,82	70	
Sn-S	22	88	10	100	I			15	50
Sr-S	1	109	100	100	I			100	
V -S	110	0	15	300	L	86	1,84	300	
W -S	0	110							
Y -S	100	10	10	300	L	31	2,91	300	
Zn-S	0	110							
Zr-S	24	86	70	1000	I				
Cu-AA	16	94	3	27	I			10	
Pb-AA	105	5	3	75	L	11,5	2,30	60	
Zn-AA	59	51	3	40	M	3,2	2,48	8	16
Ag-AA	0	110							
Co-AA	2	108	4	5	I			4	
Ni-AA	8	102	3	14	I			5	
Cd-AA	0	110							
Au-AA	5	105	0,05	0,55	I			0,025	0,05
CxCu-AA	29	81	1	8	I			6	
Sb-AA	0	110							
CxFe-AA	109	1	45	1600	L	217	2,91		
As-C	0	110							
F-CM	0	110							
F-IE	15	95	50	250	I		*	100	
Mn-AA	109	1	4	170	L	22,5	2,13	100	
Mo-AA	0	110							

SUITE MET. TARTARUGAL GRANDE - ENDERBITO COBRA

	RESULTADOS A	RESULTADOS B	MÍNIMO	MÁXIMO	DIST.	MÉDIA	DESVIO PADRÃO	ANOMALIAS POSSÍVEL	ANOMALIAS PROVÁVEL
Fe-S %	41	0	1	15	L	3,76	2,04	15	
Mg-S %	33	8	0,02	0,07	L	0,022	1,64	0,07	
Ca-S %	0	41							
Ti-S %	3	38	1	1	I				
Mn-S	37	4	300	5000	L	1843	2,37		
Az-S	0	41							
As-S	0	41							
Au-S	0	41							
B -S	0	41							
Be-S	31	10	20	200	L	31	2,39	200	
Be-S	0	41							
Bi-S	0	41							
Cd-S	0	41							
Co-S	34	7	5	30	L	7,8	2,20	30	
Cr-S	41	0	10	500	L	67	2,18	300	
Cu-S	29	12	5	70	M	9,8	3,36	20	70
La-S	39	2	20	700	L	48	2,82	500	
Mo-S	0	41							
Nb-S	37	4	10	50	L	17	1,67	50	
Ni-S	24	17	5	15	L	4,4	1,79	15	
Pb-S	37	4	10	100	L	27,5	2,33		
Sb-S	0	41							
Sc-S	24	2	5	30	I			30	
Sn-S	17	17	10	15	I			15	
Sr-S	0	41							
V -S	41	0	30	200	L	89	1,58	200	
W -S	0	41							
Y -S	36	5	10	200	L	26	3,13		
Zn-S	0	41							
Zr-S	10	31	300	1000	I				
Cu-AA	1	40	13	13	I			13	
Pb-AA	41	0	3	80	L	15	2,26	75	
Zn-AA	20	21	3	12	L	2,4	1,83	8	
Ag-AA	0	41							
Co-AA	0	41							
Ni-AA	1	40	4	4	I				
Cd-AA	0	41							
Au-AA	0	41							
CxCu-AA	7	34	1	10	I			10	
Sb-AA	0	41							
CxFe-AA	41	0	24	810	L	197	1,90	700	
As-C	0	33							
F-CM	0	41							
F-IE	0	33					*		
Mn-AA	41	0	6	100	L	26	1,95	100	
Mo-AA	0	41							

SUITE MET. TARTARUGAL GRANDE - CHARNOCKITO CUATÁ

	RESULTADOS A	RESULTADOS B	MÍNIMO	MÁXIMO	DIST.	MÉDIA	DESVIO PADRÃO	ANOMALIAS POSSÍVEL	ANOMALIAS PROVÁVEL
Fe-S %	27	0	0,7	20	L	3,2	2,53	20	
Mg-S %	18	9	0,02	0,1	L	0,022	2,06	0,1	
Ca-S %	2	25	0,05	0,05	I				
Ti-S %	5	22	0,7	1	I				
Mn-S	27	0	100	3000	L	817	2,50		
Az-S	0	27							
As-S	0	27							
Au-S	0	27							
B -S	5	22	10	15	I			15	
Be-S	26	1	20	200	L	46	2,05	200	
Be-S	0	27							
Bi-S	0	27							
Cd-S	0	27							
Co-S	17	10	5	70	M	6,1	2,59	30	70
Cr-S	27	0	15	700	L	65	2,80	500	
Cu-S	21	6	7	100	L	15	3,32		
La-S	22	5	20	700	L	47	3,73	700	
Mo-S	2	25	5	5	I				
Nb-S	25	2	10	30	L	15	1,62	30	
Ni-S	16	11	5	70	L	6	2,78	50	
Pb-S	26	1	10	150	L	30	2,73	150	
Sb-S	0	27							
Sc-S	13	4	5	150	I			50	
Sn-S	6	21	10	15	I			15	
Sr-S	0	27							
V -S	27	0	10	200	M	90	1,93	150	200
W -S	0	27							
Y -S	27	0	10	150	L	26	1,98	100	
Zn-S	0	27							
Zr-S	4	23	30	1000	I				
Cu-AA	6	21	4	13	I	1,8	2,44	8	
Pb-AA	27	0	4	60	L	14	2,12	60	
Zn-AA	15	12	3	21	I	3,7	2,78	16	
Ag-AA	0	27							
Co-AA	1	26	3	3	I			3	
Ni-AA	5	22	3	10	I			10	
Cd-AA	0	27							
Au-AA	0	27		I				0,025	
CxCu-AA	11	16	1	6	I			6	
Sb-AA	0	27							
CxFe-AA	27	0	100	1700	L	327	2,40		
As-C	3	25	80	90	I		*	90	
F-CM	27	0	8	90	L	23	1,95	85	
F-IE	0	27							

SUITE MET. GUIANENSE - INDIFERENCIADO

	RESULTADOS A	RESULTADOS B	MÍNIMO	MÁXIMO	DIST.	MÉDIA	DESVIO PADRÃO	ANOMALIAS POSSÍVEL	ANOMALIAS PROVÁVEL
Fe-S %	173	0	0,15	15	L	0,77	2,37	5	10
Mg-S %	136	37	0,02	0,15	L	0,025	1,96	0,1	
Ca-S %	65	108	0,05	0,30	A	0,038	1,81	0,1	0,2
Ti-S %	120	53	0,07	1	L	0,74	1,96		
Mn-S	173	0	30	3000	L	210	2,47	1500	3000
Az-S	0	173							
As-S	0	173							
Au-S	0	173							
B -S	36	137	10	200	I			100	
Be-S	169	4	20	1000	L	85	2,52	500	
Be-S	7	166	1	7	I			3	
Bi-S	0	173							
Cd-S	0	173							
Co-S	26	147	5	50	I			7	
Cr-S	135	38	10	500	L	14	2,26	70	150
Cu-S	109	64	5	100	B	8,5	3,04	70	
La-S	90	83	20	500	I	15	2,70	100	300
Mo-S	0	173							
Nb-S	72	101	10	100	A	7,6	1,80	20	50
Ni-S	45	128	5	20	A	2,6	1,79	10	15
Pb-S	46	127	10	70	A	5	2,13	20	50
Sb-S	0	173							
Sc-S	70	95	5	50	B	2,6	2,37	15	30
Sn-S	1	172	10	10	I			10	
Sr-S	4	169	100	200	I			100	
V -S	165	8	10	150	L	25	2,09	100	
W -S	0	173							
Y -S	135	38	10	500	L	16	2,71	100	300
Zn-S	0	173							
Zr-S	28	145	100	1000	I				
Cu-AA	10	163	3	10	I			10	
Pb-AA	63	110	3	50	A	2	2,30	10	25
Zn-AA	48	125	3	18	A	1,9	2,02	8	15
Ag-AA	0	173							
Co-AA	4	169	3	4	I			3	
Ni-AA	1	172	3	3	I			3	
Cd-AA	0	173							
Au-AA	6	164	0,05	0,75	I			0,025	0,05
CxCu-AA	16	157	1	3	I			3	
Sb-AA	0	173							
CxFe-AA	172	0	12	1000	L	128	2,19	700	
As-C	0	46							
F-CM	0	52							
F-IE	12	160	50	80	I		*	50	
Mn-AA	161	12	3	130	L	11,8	2,77	90	
Mo-AA	0	173							

SUITE MET. GUIANENSE - TONALITO PAPAVENTO

	RESULTADOS A	RESULTADOS B	MÍNIMO	MÁXIMO	DIST.	MÉDIA	DESVIO PADRÃO	ANOMALIAS POSSÍVEL	ANOMALIAS PROVÁVEL
Fe-S %	52	0	0,1	7	L	0,92	2,43	5	
Mg-S %	33	19	0,02	0,2	I	0,025	2,52	0,2	
Ca-S %	23	29	0,05	0,5	B	0,05	2,31	0,3	0,5
Ti-S %	39	13	0,15	1	L	0,82	1,67		
Mn-S	52	0	70	1500	L	251	2,26	1500	
Az-S	0	52							
As-S	0	52							
Au-S	0	52							
B -S	15	37	10	150	I			50	
Be-S	48	4	20	1000	L	85	2,97	730	
Be-S	3	49	1	1,5	I				
Bi-S	0	52							
Cd-S	0	52							
Co-S	14	38	5	15	I			15	
Cr-S	32	20	10	70	L	12	2,49	70	
Cu-S	35	17	5	70	B	8	2,99	70	
La-S	26	26	20	300	L	16	2,73	150	300
Mo-S	0	173							
Nb-S	25	27	10	30	B	7,8	1,68	20	30
Ni-S	16	36	5	20	I			15	
Pb-S	15	27	10	30	I			30	
Sb-S	0	52							
Sc-S	22	25	5	15	I			15	
Sn-S	1	51	10	10	I			10	
Sr-S	3	49	100	150	I			150	
V -S	51	1	10	150	M	29	2,24	70	150
W -S	0	52							
Y -S	45	7	10	150	L	20	2,66	150	
Zn-S	0	52							
Zr-S	9	43	300	1000	I				
Cu-AA	10	42	3	7	I			8	
Pb-AA	18	34	3	20	I			6	15
Zn-AA	17	35	3	24	I			8	15
Ag-AA	0	52							
Co-AA	2	50	3	3	I				
Ni-AA	3	49	3	5	I				
Cd-AA	0	52							
Au-AA	2	49	0,05	0,1	I			0,025	0,05
CxCu-AA	9	43	1	4	I			4	
Sb-AA	0	52							
CxFe-AA	51	1	20	760	L	146	2,98		
As-C	0	46							
F-CM	0	52							
F-IE	4	46	60	70	I		*	70	
Mn-AA	49	3	3	150	L	16	3,45		
Mo-AA	0	52							

SUITE MET. GUIANENSE - GRANITO CIGANA

	RESULTADOS A	RESULTADOS B	MÍNIMO	MÁXIMO	DIST.	MÉDIA	DESVIO PADRÃO	ANOMALIAS POSSÍVEL	ANOMALIAS PROVÁVEL
Fe-S %	103	0	0,07	10	L	0,88	2,62	7	
Mg-S %	72	31	0,02	0,2	A	0,022	2,06	0,1	0,2
Ca-S %	39	64	0,05	0,2	I			0,2	
Ti-S %	74	29	0,15	1	L	0,74	1,85		
Mn-S	103	0	30	5000	L	246	3,07	2000	
Az-S	0	103							
As-S	0	103							
Au-S	0	103							
B -S	3	100	10	30	I			30	
Be-S	96	7	20	1000	L	105	2,96	1000	
Be-S	2	101	2	2	I				
Bi-S	0	103							
Cd-S	0	103							
Co-S	12	91	5	15	I			15	
Cr-S	73	30	10	200	L	13	2,43	70	200
Cu-S	61	42	5	70	B	7,4	2,88	70	
La-S	54	49	20	1000	A	21	4,09	300	
Mo-S	0	103							
Nb-S	39	64	10	50	A	7,3	1,77	20	50
Ni-S	26	77	5	10	I			10	
Pb-S	38	65	10	70	I			30	70
Sb-S	0	103							
Sc-S	28	75	5	30	I			30	
Sn-S	0	103							
Sr-S	6	97	100	200	I			200	
V -S	95	8	10	200	L	26	2,51	150	
W -S	0	103							
Y -S	87	16	10	1500	L	24	3,78	300	1000
Zn-S	0	103							
Zr-S	16	87	300	1000	I				
Cu-AA	13	90	3	7	I			6	
Pb-AA	60	43	3	80	L	1,2	2,85	26	74
Zn-AA	46	57	3	171	M	2,4	2,38	6	12
Ag-AA	0	103							
Co-AA	1	102	3	3	I				
Ni-AA	1	102	4	4	I				
Cd-AA	0	103							
Au-AA	2	101	0,05	0,35	I			0,025	0,05
CxCu-AA	25	78	1	3	I				
Sb-AA	0	103							
CxFe-AA	103	0	16	1200	L	144	2,24	700	
As-C	0	103							
F-CM	0	102							
F-IE	5	92	50	80	I		*	80	
Mn-AA	95	8	3	90	L	13	3,00		
Mo-AA	0	103							

LATERITA & BARREIRAS

	RESULTADOS A	RESULTADOS B	MÍNIMO	MÁXIMO	ANOMALIA POSSÍVEL
Fe-S %	2	0	10	10	
Mg-S %	2	0	0,03	0,05	
Ca-S %	0	2			
Ti-S %	1	1	1	1	
Mn-S	2	0	150	500	
Az-S	0	2			
As-S	0	2			
Au-S	0	2			
B -S	2	0	10	20	
Be-S	2	0	20	30	
Be-S	0	2			
Bi-S	0	2			
Cd-S	0	2			
Co-S	1	1	7	7	
Cr-S	2	0	200	200	
Cu-S	2	0	7	30	
La-S	2	0	100	100	
Mo-S	0	2			
Nb-S	2	0	15	30	
Ni-S	2	0	15	20	
Pb-S	2	0	20	70	
Sb-S	0	2			
Sc-S	2	0	15	30	
Sn-S	0	2			
Sr-S	0	2			
V -S	2	0	150	200	
W -S	0	2			
Y -S	2	0	20	100	
Zn-S	0	2			
Zr-S	1	1	1000	1000	
Cu-AA	2	0	4	4	
Pb-AA	2	0	14	16	
Zn-AA	2	0	10	18	
Ag-AA	0	2			
Co-AA	0	2			
Ni-AA	2	0	3	4	
Cd-AA	0	2			
Au-AA	0	2			
CxCu-AA	1	1	3	3	
Sb-AA	0	2			
CxFe-AA	2	0	520	1000	
As-C	0	2			
F-CM	0	2			
F-IE	2	0	50	90	
Mn-AA	2	0	7	10	
Mo-AA	0	2			

MÉTODOS ANALÍTICOS: S-espectrografia de emissão; AA-espectrofotometria de absorção atômica; C-colorimetria; CM-cromatografia; IE-eletrodo de ion específico.

TEORES: em ppm exceto para Fe, Mg, Ca, Ti (%).

RESULTADOS: A-definidos; B-qualificados G, L, N, H.

DIST.: Distribuição L-lognormal; I-irregular/indefinida; B-bipopulacional; M-multipopulacional.

Apenas 11 pares de amostras de solo foram comparados, atestando para todos os elementos, exceto zinco, um coeficiente F superior a 4. Por apresentar um resultado próximo (3,9) do coeficiente mínimo, o zinco pode ser estudado neste tipo de material, bastando pequena cautela.

9.3.3 - Ajuste e Processamento de Dados

Todas as informações constantes das fichas de campo e os resultados analíticos das amostras correspondentes foram arquivadas em fita magnética, constituindo o denominado Cadastro Geoquímico. Utilizando-se as funções discriminatórias do Sistema de Estatística da Amostragem Geoquímica (SEAG) da CPRM, foram selecionadas as amostras com bacias de captação situadas em litologias semelhantes, no caso dos sedimentos ativos de corrente e, para os solos, as amostras de mesma localização.

Através deste procedimento, foram obtidos os seguintes conjuntos, correspondentes a populações amostradas no sentido geoquímico:

a- Sedimentos - Piriclasito Mutum

b- Sedimentos - Mica-xisto Tartarugalzinho e Quartzitos Fé em Deus e Tracajatuba

c- Sedimentos - Anfibolito Anatum

d- Sedimentos - Enderbito Cobra

e- Sedimentos - Charnockito Cuatá

f- Sedimentos - "Suite" Metamórfica Tartarugal Grande Indiviso

g- Sedimentos - Tonalito Papa-Vento

h- Sedimentos - Granito Cigana

i- Sedimentos - "Suite" Metamórfica Guianense Indiviso

j- Sedimentos - Laterita e Barreiras

k- Solos - Locação A

l- Solos - Locação B

m- Solos - Locação C

n- Solos - Locação D

o- Solos - Locação E

p- Solos - Locação F

q- Solos - Locação G

r- Solos - Locação H

s- Solos - Locação I

t- Solos - Locação J

u- Solos - Poço A

v- Solos - Poço B

Os conjuntos ou matrizes a, j, p, r, s, t, u não foram submetidos ao processamento estatístico por insuficiente número de componentes. Das matrizes restantes, foram selecionadas as variáveis para entrada nos programas de aplicação do SEAG; o critério de seleção destas variáveis foi o de possuir acima de 50% de valores situados na faixa de detecção do método analítico empregado. Devido a maior interesse, alguns elementos como o ouro, apesar de não satisfazerem a condição estabelecida, foram considerados para o procedimento estatístico. Nas matrizes de solo, além do critério citado, foi considerado o objetivo da amostragem de cada malha, além da amplitude de resultados de cada variável. Concentrados de bateia e rochas não foram processados.

Cabe ainda ressaltar o aspecto de composição de alguns conjuntos de sedimentos. As matrizes f e i, anteriormente citadas, correspondem na realidade a misturas das d, e e g, h, respectivamente, por não ter sido possível a individua

lização litológica pelo mapeamento geológico e, consequentemente, a demarcação de limites de influência nos sedimentos de corrente. Com o exame das curvas de frequência e os resultados dos testes de distribuição Chi-quadrado e Kolmogorov-Smirnov, ficou evidenciado que, para a maioria dos elementos nas populações f e i, o caráter unipopulacional é mantido, embora haja mudanças nos parâmetros geoquímicos avaliados; este comportamento permite um estudo individual de todas as matrizes envolvidas, embora necessite avaliação detalhada durante a fase interpretativa e delimitatória de zonas anômalas.

Os resultados qualificados G, L, N e H (respectivamente maior que o limite superior da faixa de detecção, menor que o limite inferior de sensibilidade, não-detectado e interferência na leitura) foram alterados através do artifício de multiplicação pelos coeficientes 1,5, 0,5, 0,25 e 0,5.

Após este procedimento, foram gerados os programas PRGQM210 (sumário das estatísticas e teste de distribuição), PRGQM305 (matriz de correlação) e PRGQM515 (gráfico de probabilidade). Todas as distribuições foram supostas tendendo para a log-normalidade. Os resultados obtidos pelo processamento foram interpretados, fornecendo os parâmetros geoquímicos de "background" e limiar; para as populações de sedimentos de corrente, tais parâmetros foram utilizados na confecção de mapas de classes isoteores, através do PRGQM505(mapa de localização).

Das tabelas de resultados analíticos, apresentadas anteriormente, fazem parte também os parâmetros estatísticos das variáveis processadas: características da distribuição ,

conforme revelado pelos histogramas e curvas de frequência acumulada reversa; média e desvio-padrão, derivados diretamente do cálculo matemático, e os parâmetros geoquímicos de limiar de anomalia possível (acima de 2 desvios) e limiar de anomalia provável (acima de 3 desvios-padrão). Para o cálculo destes parâmetros foram consideradas as características da distribuição de cada variável, a média e desvio geométricos e a escala de apresentação dos resultados das análises.

Naquelas matrizes que, pelo reduzido número de componentes, procedimentos estatísticos não são adequados, houve exame visual da dispersão dos resultados analíticos, selecionando-se alguns valores, de poucas variáveis, que podem ser atribuídos a anomalias.

A figura 22 apresenta os histogramas para os elementos com distribuições mais distintas nos sedimentos ativos, em todas as populações avaliadas estatisticamente; neste gráfico faz-se a distinção entre os elementos analisados por Espectrografia de Emissão e aqueles avaliados por Absorção Atômica, devido ao fato destes últimos não terem limites de classe ou pontos-médios com valor fixo. A construção dos histogramas permite a visualização das semelhanças e diferenças, variável a variável, das populações com influência de unidades litológicas indivisas, conforme já comentado anteriormente; uma apreciação quanto a este aspecto consta mais adiante no texto (item 9.4.3).

9.4 - Aspectos Geoquímicos

9.4.1 - Rochas

A amostragem de rochas foi orientada especialmente para obtenção de informações petrológicas, que são abordadas no capítulo de estratigrafia deste relatório. Com a finalidade de auxiliar a interpretação da geoquímica de materiais secundários (solos e sedimentos de corrente), neste item são comentados alguns aspectos de abundância em elementos-traço, bem como detalhados os valores anômalos, comparativamente aos teores normais esperados para os tipos litológicos da região.

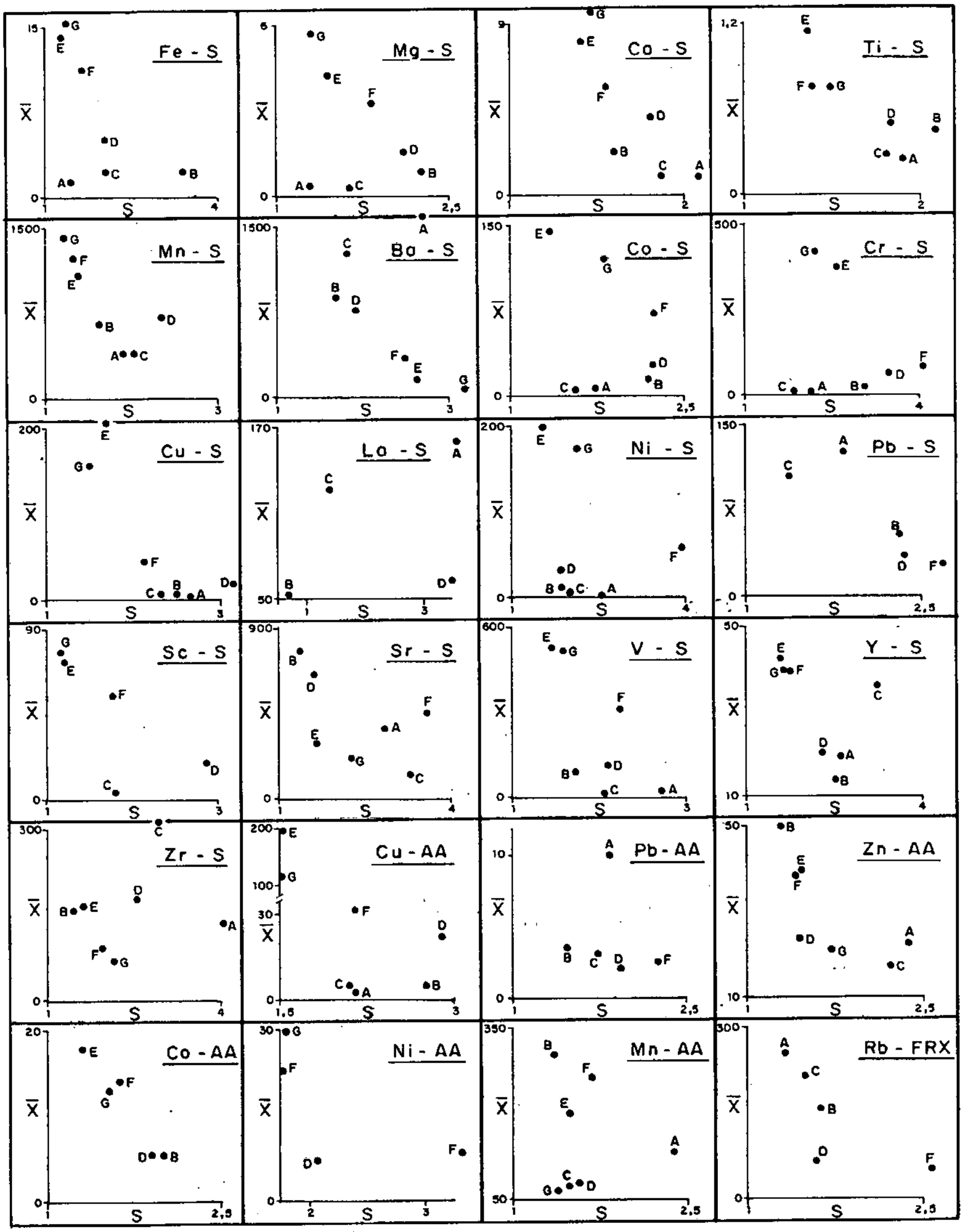
Compõem este estudo cerca de 87 exemplares, coletados sempre de maneira pontual em diversos locais da área do Projeto. Os resultados analíticos obtidos são discriminados no Subarquivo Rochas, constante do anexo XV (volume 5).

A figura 23 apresenta a relação entre a média e o desvio-padrão para a maioria dos elementos-traço, agrupados segundo o tipo litológico. Não fazem parte da relação os xistos a actinolita e/ou tremolita da unidade Anfibolito Anatum e rochas xistosas a gnaissódicas a biotita e/ou hornblenda, da unidade Mica-xisto Tartarugalzinho, ambas pertencentes à "Suite" Metamórfica Vila Nova, pelo pequeno número de amostras coletadas.

A diversidade composicional entre os litotipos mais característicos das unidades é claramente visível no gráfico, que ressalta também, para alguns elementos, similaridades devidas a componentes minerais em comum; o caráter de acidez ou basicidade (teor em sílica livre) das rochas representa

FIG. 23

RELAÇÃO $\bar{X}/S$ DE ELEMENTOS NAS ROCHAS



$\bar{X}$ Média geométrica em ppm (Fe, Mg, Ca, Ti em %)

S Desvio-padrão geométrico

A - GRANITOS (11 amostras) } SUITE METAMÓRFICA GUIANENSE
B - TONALITOS (8 amostras) }
C - CHARNOCKITOS + GRANOBLASTITOS (14 amostras) } SUITE METAMÓRFICA TARTARUGAL GRANDE
D - ENDERBITOS (12 amostras)
E - DIABÁSIOS (12 amostras) - DIABÁSIO CASSIPORÉ
F - ANFIBOLITOS (8 amostras) - SUITE METAMÓRFICA VILA NOVA
G - PIRICLASITOS (12 amostras) - SUITE METAMÓRFICA ANANAI'

NOTA: algumas relações de La, Pb, Sc, Co, Ni, Rb não são representadas por excesso de valores qualificados.

das é bem definido pelos vários elementos-traço, no registro de maior abundâncià daqueles de afinidade básica (Fe, Mg, Ca, Ti, Mn, Co, Ni, Sc, Cu) nos diabásios, anfibolitos e piriclasitos, e os de afinidade ácida a intermediária (Rb, La, Pb, Ba) com os granitos, charnockitos e enderbitos. O estrôncio é variável, e ítrio o único elemento discrepante, ao ter maior concentração média em litologias básicas, possivelmente devido à presença de minerais como epidoto e cloritóides que o contém na estrutura cristalina.

Poucos são os teores sensivelmente anômalos encontrados nas amostras.

O actinolita-xisto da estação HA-R-223 revelou 1000 ppm de cobre através de Espectrografia e 650 ppm Cu por Absorção Atômica, além de C,5 ppm de prata; o exame petrográfico acusou a presença disseminada de pirita, mineral que pode conter de 1 a 10% de cobre (10.000 a 100.000 ppm) e até 200 ppm Ag (LEVINSON, 1974). Em relação a outras amostras do mesmo tipo litológico, e com anfibolitos (de composição assemelhada), estes teores sobressaem cerca de 3 (Espectrografia) a 6 vezes (Absorção Atômica); da mesma forma, comparativamente, observa-se que para um mesmo teor em níquel, há na amostra HA-R-223 um decréscimo de 3 vezes na concentração de cromo.

A associação destes fatores permite indicar a região, correspondente à bacia de captação 227 de sedimentos de corrente, como potencialmente prospectável para cobre.

Cobre em teores de 200 e 300 ppm é observado em várias amostras de piriclasitos e diabásios, possuindo em co

mum a característica de apresentarem a relação do resultado espectrográfico/resultado por Absorção Atômica próxima a 1 ; tal coeficiente é indicativo de uma fraca ligação do metal na estrutura cristalina, excluindo assim os silicatos primários como portadores de cobre. Fases sulfetadas ou de alteração podem assim estar presentes, embora a magnitude dos resultados não seja de molde a encorajar pesquisas nestas estações.

Ouro em quantidade sempre inferior ao limite de detecção (0,05 ppm) foi detectado em actinolita-xisto (CN-R-189), piriclasito (AV-R-12A) e enderbito (JM-R-179), sem mostrar ligações ou associação específica a outros elementos. São resultados anômalos se comparados com as demais amostras de mesmas caraterísticas litológicas, embora a concentração normal do metal, em rochas máficas a ultramáficas, possa atingir até mais de 0,1 ppm.

Um resultado de 2 ppm em prata foi constatado no tonalito HA-R-69, cuja composição em elementos-traço não tem sensível desigualdade com as demais amostras; permanece assim obscura a sua origem.

Cerca de 300 ppm de chumbo ocorrem nos granitos AV-R-59 e CS-R-148, concentração que representa aproximadamente 15 vezes o teor normal para este tipo litológico; da mesma forma que para a prata, citada anteriormente, não há outros elementos a que o chumbo se relacione. Pode-se considerar, todavia, como normais estes teores pela elevada média do conjunto de rochas graníticas, que atinge 127 ppm. O chumbo, neste caso, encontra-se capturado na estrutura de mi

nerais potássicos, especialmente aqueles de cristalização precoce, inclusive substituindo bário e estrôncio, cujos raios iônicos são aproximados (GOLDSCHMIDT, 1958) - de fato as concentrações de bário e estrôncio, nas amostras citadas, encontram-se abaixo da média para o conjunto de rochas graníticas analisado.

Resta mencionar um resultado de 15 ppm de estanho, encontrado na amostra HA-R-88, granito pertencente à "Suite" Metamórfica Guianense. Relaciona-se a nióbio em concentração de 15 ppm, o que torna provável a existência de pegmatóides neste tipo litológico.

Além das rochas acima citadas, no decorrer dos trabalhos de campo foram coletadas duas amostras de concreções lateríticas e uma de concreção manganesífera. As análises nestes materiais não revelaram concentrações importantes em elementos-traço, inclusive daqueles elementos, como o níquel e cromo, propensos a enriquecimento em produtos secundários residuais.

De um modo geral as análises geoquímicas das rochas revelaram uma grande constância de teores, dentro de cada grupo. Prova disto é o geralmente baixo desvio- padrão, conforme verificado no gráfico exposto anteriormente. Alguns aspectos particulares e de menor importância na distribuição primária dos elementos serão mencionado no texto, ao elucidarem aspectos na interpretação da dispersão geoquímica no material e ambiente secundários.

9.4.2 - Solos

9.4.2.1 - Introdução

Durante a execução da etapa de campo do Projeto Falsino, foram amostrados solos em 12 localidades distintas, com a finalidade de identificação litológica e verificação de anomalias detectadas por geofísica aérea.

Cerca de 7 malhas de formas e dimensões variadas foram determinadas pela análise fotogeológica, que identificou comportamentos anômalos na rêde hidrográfica; em 3 locações, inclusive 2 poços aquí considerados, a motivação foi de anomalia aerocintilométrica detectada nos canais de urânio e tório; as duas últimas foram correspondentes à uma zona de alto magnetismo (método aeromagnético) e à verificação de uma estrutura dômica presumivelmente constituída por litologias ultrabásicas, respectivamente.

A localização das malhas consta da figura 24, tendo sido executadas nos domínios pedológicos da Associação 1 (malhas A, B, C, D, E, I e poço A) e Associação 3 (poço B); as malhas F,G e H localizam-se predominantemente em área da Associação 4 e a malha J na Associação 2. Estas associações de solo correspondem a Latossolos Vermelho-amarelos Distróficos, com presença de Podzólicos Vermelho-amarelos (Associação 1), solos Litólicos Distróficos (Associações 2 e 4), Concrecionários Lateríticos (Associação 3) e Lateritas Hidromórficas (Associação 4). Solos Hidromórficos Indiscriminados ocorrem em zonas baixas margeando a drenagem. As características mais importantes das associações citadas são descritas no capítulo pertinente.

FIG. 24

MALHAS DE SOLO

NA. 22 - Y - B - III

51°30' 2°00'

51°00' 2°00'

1°30'

1°30'

1°00' 51°30'

1°00' 51°00'

NA. 22 - Y - B - VI

LEGENDA

A — MALHA DE SOLO

◎ POÇO

DRENAGEM

POÇO A

POÇO B

ESCALA 1:400.000

N

A tabela 11 resume os resultados analíticos e os parâmetros estatísticos de média e desvio-padrão, para os conjuntos de amostras que possuem número significativo de indivíduos. Os valores de limiares são também atribuídos com base nos histogramas, curvas de frequência e estatísticas resultantes do processamento eletrônico através dos programas PRGQM210 e PRGQM515 do SEAG-CPRM. Para as malhas com pequeno número de amostras, os limiares foram estabelecidos pelo exame visual dos resultados analíticos. Um estudo das correlações elemento x elemento foi efetuado com base nos resultados do programa PRGQM310.

9.4.2.2 - Malhas A, B, C, D, E, I

As malhas de solo A, B, C, D, E e I tiveram comum a locação, feita a partir da interpretação fotogeológica, em zonas com comportamento anômalo na drenagem. O objetivo principal dessa atividade foi a identificação da litologia do substrato.

A malha A é composta por 2 perfis cruzados ortogonalmente, localizada em domínio de rochas graníticas a tonalíticas indiferenciadas da "Suite" Metamórfica Guianense, na margem direita do alto curso do rio Falsino. A amplitude e os parâmetros estatísticos dos resultados analíticos tem grande semelhança com os valores encontrados para as rochas tonalíticas desta "suite", sendo perceptíveis pequenos desvios composicionais, derivados do processo intrínseco de formação de solos que concentra ou favorece o carreamento de elementos-traço. As correlações obtidas para esta malha atestam o forte relacionamento dos elementos-traço de afinidade máfica Fe-Sc-V-Ni-Mg-Mn-Cr-Ti entre si e com os calcófilos

Cu-Zn-Pb; secundariamente observa-se a associação entre Pb-Ba-Mg-Zn, que contìnua a manter afinidade com a primeira ao nível de significância considerado. A falta de uma definição associativa clara faz pressupor uma miscigenação dos constituintes do solo, sem uma seletividade (função do grau de maturação) composicional pela formação de minerais secundários e pela ação física de sorção de cátions metálicos. As anomalias detectadas nesta malha constam da figura 25; o ferro e elementos associados (V, Sc, Cr, Cu) mostram grande predomínio, refletindo provavelmente diferenciações no substrato litológico de pequeno significado, uma vez que não são acompanhadas ou refletidas por outros elementos indicadores a não ser o vanádio, também com distribuição multipopulacional. Um processo incipiente de maior desenvolvimento pedológico, na porção centronoroeste da área, pode ser alternativamente sugerido com base nas informações obtidas. Na amostra DM-L-15 verifica-se a presença também de 50 ppm Pb e 80 ppm F, definindo uma tendência mais ácida no local, ou talvez em sentido sudeste.

A malha B situa-se logo a sudeste da malha descrita anteriormente, já na margem esquerda do rio Falsino. Compõe-se de 2 perfis ortogonais cruzados, em litologias da "Suite" Metamórfica Guianense Indiferenciado e em tonalitos da unidade Papa-Vento; o perfil leste corta um dique de diabásio extenso na direção aproximada norte-sul. A composição genérica do conjunto de amostras desta malha tem afinidade ácida, portanto deve derivar das rochas graníticas da "suite". Da mesma forma que para a malha A, sobressaem as correlações dos elementos com afinidade básica Fe-Ni-V-Cr-Sc Cu-Mn-Zn-Mg; secundariamente o chumbo liga-se a níquel e bário. Lantânio relaciona-se inversamente com os elementos ci

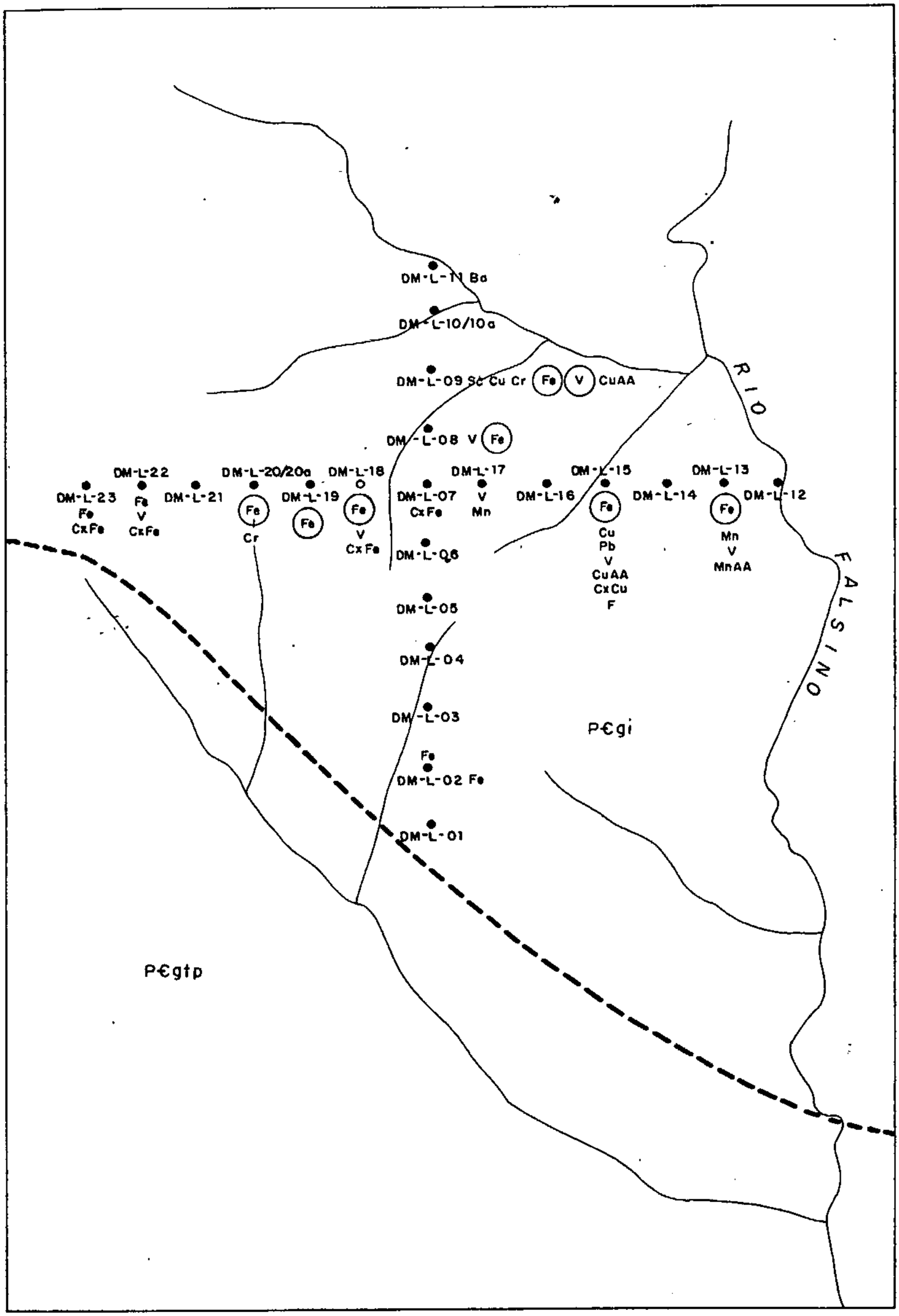


FIG. 25

GEOQUÍMICA DE SOLOS

MALHA A

CONVENÇÕES

GEOLÓGICA

Contato geológico suposto

P€gi "Suite" Metamórfica Guianense Indiviso

P€gtp Tonalito Papa-Vento

GEOQUÍMICA

Fe Elemento em concentração possivelmente anômala

(Fe) Elemento em concentração provàvelmente anômala

GEOGRÁFICA

Drenagem

● Estação de coletas

ESCALA APROXIMADA

1:50.000

(VALORES EM TABELA)

tados acima, mostrando a existência de fases minerais incompatíveis, embora o solo deva apresentar pouca seletividade composicional, semelhantemente ao visto para a malha anterior. As anomalias tem caráter esparso, conforme podem ser vistas na figura 26. A única amostra coletada sobre o diabásio é identificada por apresentar anomalias de 500 ppm CuS , 100 ppm CuAA e 20 ppm CxCu, além de 95 ppm MnAA. Ao centro sul da malha ocorrem anomalias de bário e magnésio (70 e 100 ppm Ba e 0,07% Mg), entretanto com muito pequena expressividade absoluta para não serem oriundas apenas de variação normal no substrato. Ao norte, as amostras DM-L-46 e 47 tem uma associação de anomalias possíveis de elementos de afinidade ácida e alcalina (W, Mo, Be, Ba, Y, Nb e Cu); os valores não são elevados a ponto de despertarem interesse para prospecção detalhada, entretanto são indicadores de diferenciados mais ácidos (pegmatitos ?) que as rochas graníticas da área. Outras anomalias isoladas, também a nível de possíveis, são representadas na malha; as mesmas considerações de derivarem de pequenas mudanças na mineralogia acessória das rochas locais podem ser feitas.

A malha C foi executada logo a leste da malha B , em semelhante contexto litológico. As correlações entre os elementos-traço são similares àquelas já vistas anteriormente, com forte predomínio da associação máfica V-Fe-Cr-Ni-Mg-Ti-Mn, observando-se ainda, ligados a esta, os calcófilos zinco e chumbo e os litófilos flúor e bário, este relacionado preferencialmente com titânio e chumbo (Absorção Atômica) ; não há indicações que individualizem as espécies minerais influentes na composição das associações geoquímicas, prevalecendo a mesma suposição de pouca seletividade aventada para as malhas anteriores. A distribuição e amplitude dos re

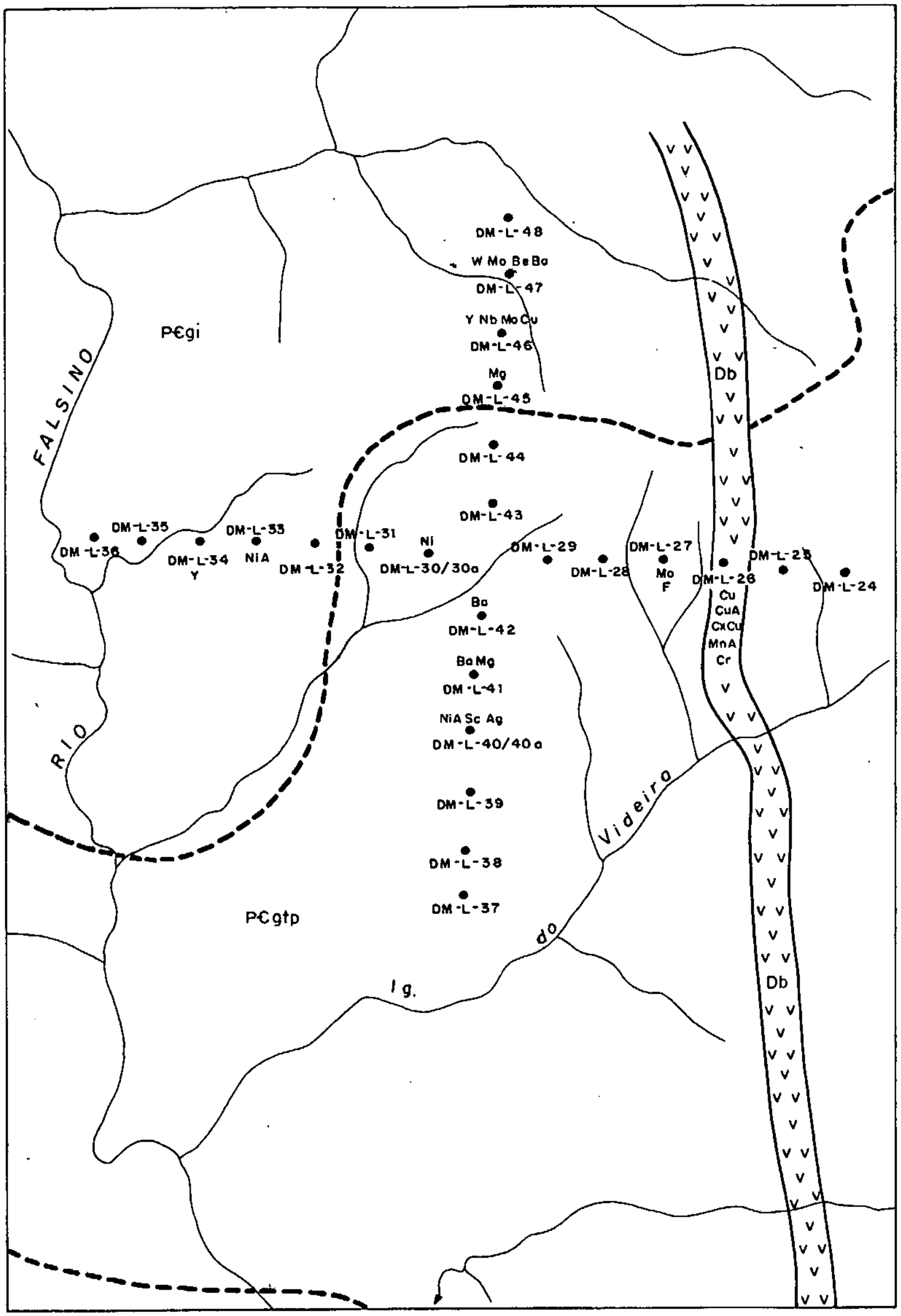


FIG. 26

GEOQUÍMICA DE SOLOS

MALHA B

CONVENÇÕES

GEOLÓGICA

Contato geológico suposto

Db Diabásio Cassiporé

PCgi "Suite" Metamórfica Guianense Indiviso

PCgtp Tonalito Papa-Vento

GEOQUÍMICA

Fe Anomalia possível para o elemento citado

(VALORES EM TABELA)

GEOGRÁFICA

Drenagem

Estação de coletas

ESCALA APROXIMADA

1:50.000

sultados geoquímicos (tabela 11) concordam com a litologia proposta para a região, tonalitos e granitos da "Suite" Metamórfica Guianense, enquanto que as anomalias esparsas, apresentadas na figura 27, refletem apenas aquelas variações normalmente esperadas no trato de material não homogêneo;nióbio é o elemento que tem maior distribuição anômala, que, pela própria característica distributiva e seus valores constantes de 15 ppm, não confere maior interesse prospectivo.

A malha D consta de 2 perfis que se cortam ortogonalmente nas cabeceiras do Braço do Flexal, no extremo nordeste da área do Projeto. No local ocorre o Granito Cigana da "Suite" Metamórfica Guianense, e, influenciando pequeno número de amostras de solo, litologias indiferenciadas da mesma unidade. As associações geoquímicas são melhor caracterizadas que as malhas anteriores, representando distintamente uma afinidade máfica Fe-V-Cr-MnAA-(Zn-F) e outra ácida Pb-Ba-Mg. A primeira representa um certo grau de maturidade do solo, que não deve ter sofrido ferralitização intensa como demonstra as ligações Fe-Mn (Absorção Atômica) cujo coeficiente é de 0,76 e Fe-Mn (Espectrografia) com coeficiente de 0,05; flúor liga-se ao zinco e este ao manganês, presumivelmente constituintes já de uma fase secundária sob a forma de hidróxidos. A segunda ligação reflete a presença, ainda inalterados no perfil pedológico, de minerais como a muscovita e até de feldspatos alcalinos (ou o produto imediato de alteração destes). Há compatibilidade entre a composição geoquímica dos solos na malha e as litologias da "Suite" Metamórfica Guianense. A distribuição das anomalias constatadas visualmente consta da figura 28, apresentando-se esparsamente e com valores absolutos baixos. Podem apresentar algum interesse as estações LR-L-133 com 50 ppmPb e 14 ppm Zn

P€ggc

Db

P€gtp

P€gi

DM-L-49 ● Nb

DM-L-50/50 a ●

DM-L-51 ● Cr

DM-L-52 ●

DM-L-53 ● FeAA

DM-L-54 ● Nb

Nb
● DM-L-73

● DM-L-72

Fe
● DM-L-71

Fe
Nb
● DM-L-70/70 a

Nb
● DM-L-69

● DM-L-68

Mn
Ba
● DM-L-55

● DM-L-56

DM-L-67 ● Nb

DM-L-66 ●

DM-L-65 ● Nb

DM-L-64 ●

DM-L-63 ●

DM-L-62 ●

● DM-L-57
Mg
Nb
Pb
V

● DM-L-58
Mo
W

● DM-L-59

Ba
● DM-L-60/60 a
Be

● DM-L-61
Ba

Ig. do Videiro

P€gtp

P€gtp

Db

FIG. 27

GEOQUÍMICA DE SOLOS

MALHA C

CONVENÇÕES

GEOLÓGICA

- Contato geológico suposto
- Contato geológico aproximado gradacional
- Db Diabásio cassiporé
- P€ggc Granito Cigana
- P€gtp Tonalito Papa-Vento
- P€gi "Suite" Metamórfica Guianense Indiviso

GEOQUÍMICA

- Ba Anomalia possível para o elemento citado

GEOGRÁFICA

- Drenagem
- ● Estação de coletas

ESCALA APROXIMADA
1:50.000

(VALORES EM TABELA)

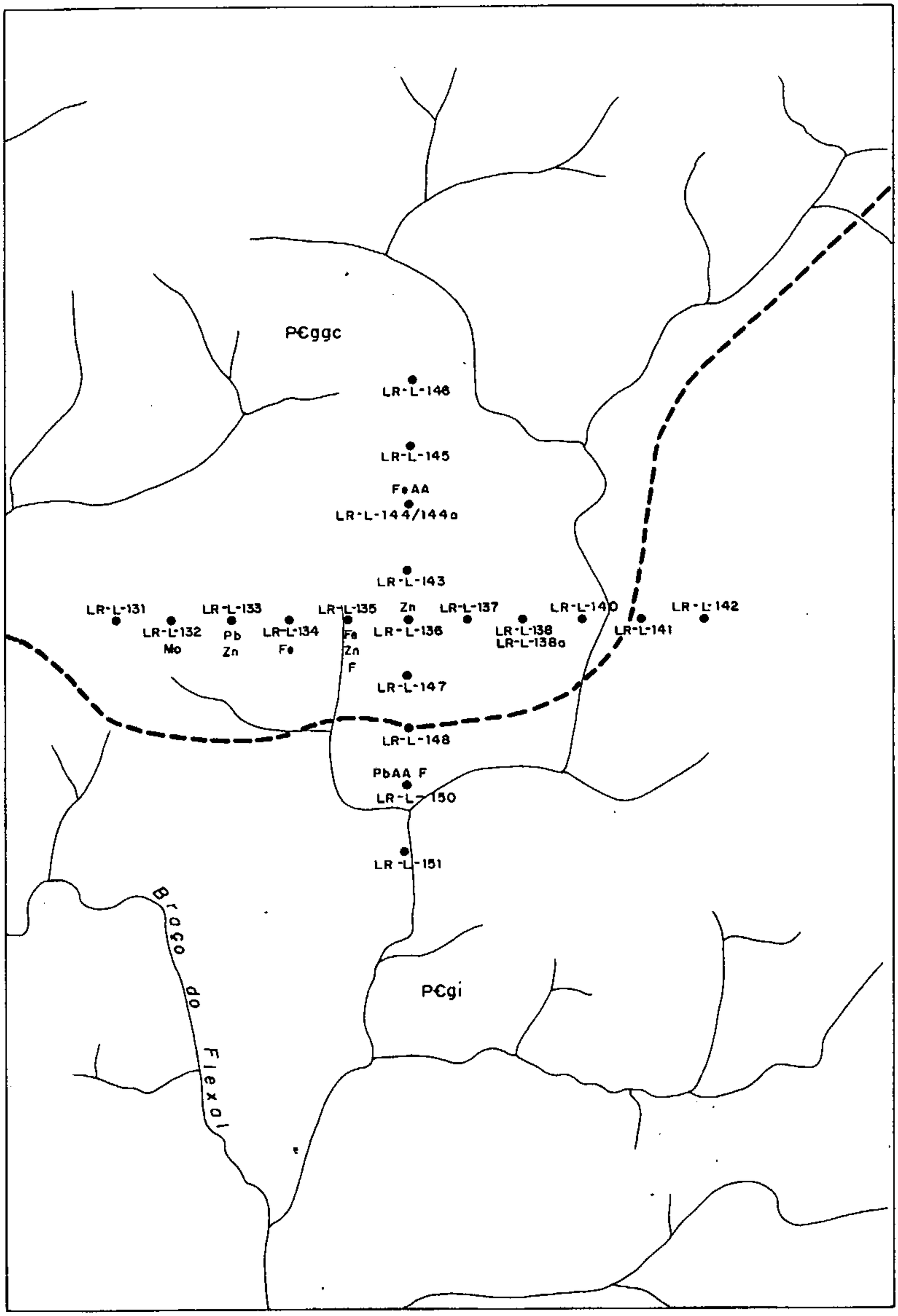


FIG. 28

GEOQUÍMICA DE SOLOS

MALHA D

CONVENÇÕES

GEOLÓGICA

Contato geológico suposto

PЄggc Granito Cigano

PЄgi Suíte Metamórfico Guianense Indiviso

GEOQUÍMICA

Fe Anomalia possível para o elemento citado

GEOGRÁFICA

Drenagem

Estação de coletas

ESCALA APROXIMADA

1:25.000

(VALORES EM TABELA)

e LR-L-150 com 20 ppm PbAA e 180 ppm F se forem constatadas anomalias de calcófilos nos sedimentos de corrente desta bacia de captação.

A malha E situa-se a oeste daquela acima descrita, sendo locada também sobre litotipos graníticos da "Suite" Metamórfica Guianense. A composição em elementos-traço é compatível com o substrato litológico proposto semelhantemente à malha D, com a qual há uma plena identidade das associações geoquímicas; são aplicáveis, portanto, as mesmas observações. Na figura 29 observam-se as estações anômalas, tendo como destaque a LR-L-111 com 500 ppm Mn, 500 ppm V, 100 ppm Cu , 80 ppm CuAA, 18 ppm CxCu e 20% Fe. Tal conjunção de elementos de afinidade a rochas deficientes em sílica indicam com probabilidade alguma variação local no substrato, como a presença de um encrave ou zona de concentração de minerais máficos.

A malha I é na realidade um perfil quase N-S localizado na porção centro-leste da área; dominam na região litologias indiferenciadas da "Suite" Metamórfica Guianense, ocorrendo também dois corpos quase paralelos de diabásio, um dos quais é cortado pelo perfil de amostragem. Os resultados analíticos obtidos nas 8 amostras apontam para uma composição tonalítica das litologias da "suite" Guianense no local. Devido ao pequeno número de componentes, não foram determinadas as associações de elementos-traço, enquanto que as anomalias encontradas nas amostras AS-L-57 (65 ppm CuAA e 18 ppm CxCu) e AS-L-58 (> 20% Fe e 70 ppm CuAA) são devidas à presença do corpo de diabásio (figura 30) cuja locação correta deve ser mais próxima da estação 58.

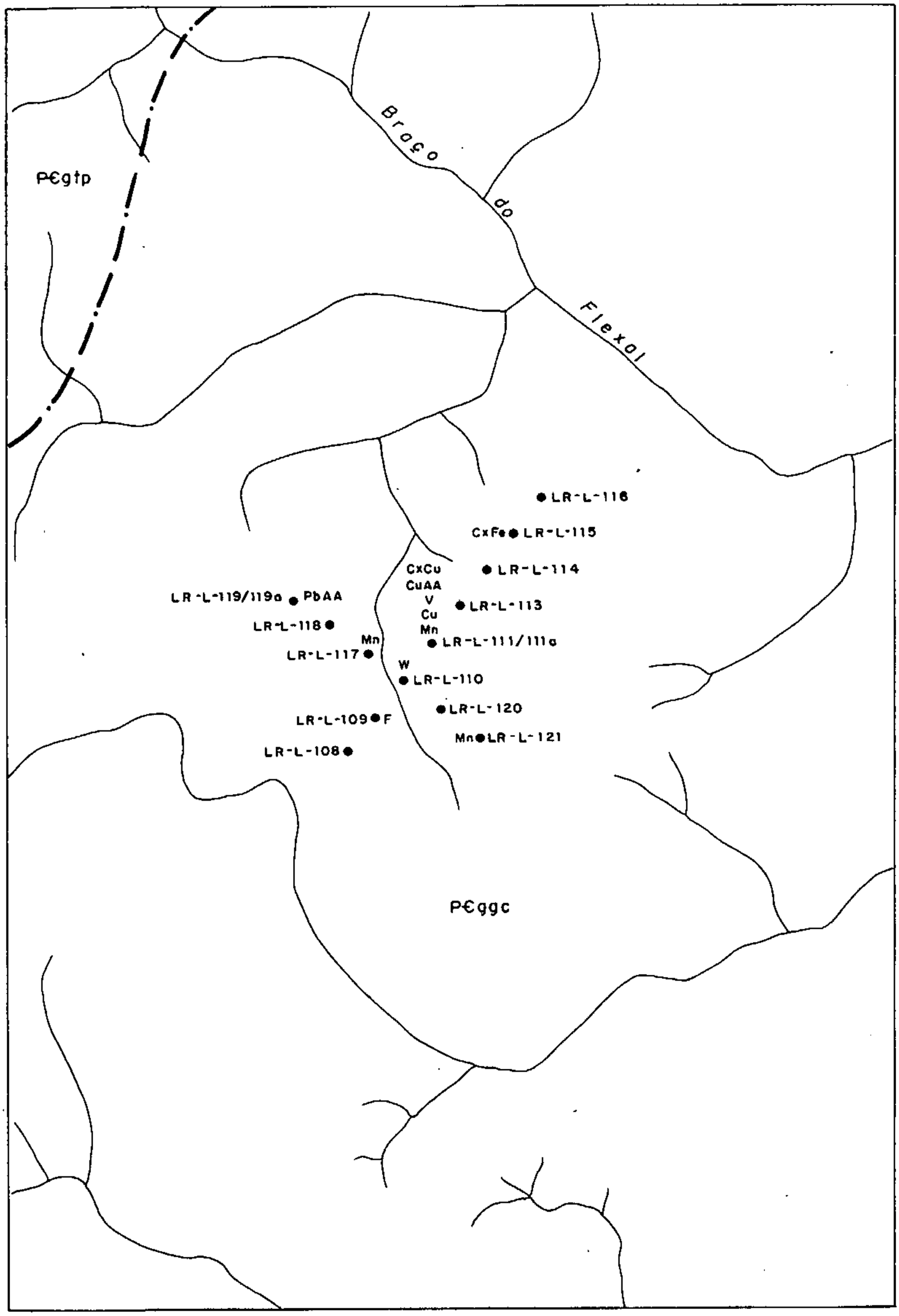


FIG. 29

GEOQUÍMICA DE SOLOS

MALHA E

CONVENÇÕES

GEOLÓGICA

Contato geológico aproximado gradacional

PEggc Granito Cigano

PEgtp Tonalito Papo-Vento

GEOQUÍMICA

Mn Anomalia possível para o elemento citado

GEOGRÁFICA

Orenagem

● Estação de coletas

ESCALA APROXIMADA

1:25.000

(VALORES EM TABELA)

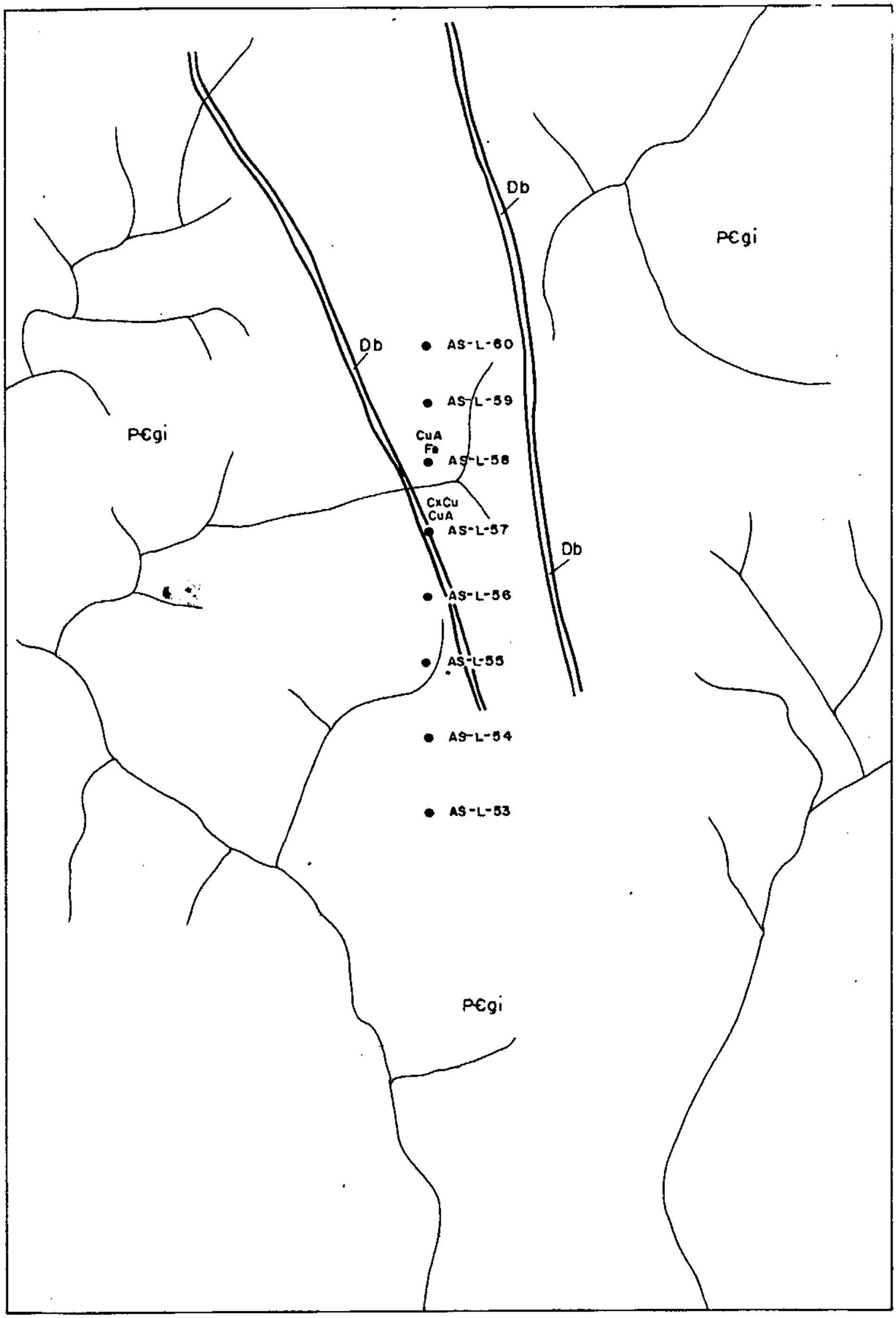


FIG. 30

GEOQUÍMICA DE SOLOS

MALHA - I

CONVENÇÕES

GEOLÓGICA

Db Diabásio Cassiporé

PCgi "Suite" Metamórfica Guianense Indiviso

GEOQUÍMICA

Fe Anomalia possível para o elemento citado

GEOGRÁFICA

Drenagem

● Estação de coletas

ESCALA APROXIMADA

1:25.000

(VALORES EM TABELA)

9.4.2.3 - Malhas G, H, J, Poços A e B

As redes de amostragem de solos assim identificadas tiveram como objetivo a identificação da fonte de anomalias aerocintilométricas de U e Th (G, J, Poços A e B) e aeromagnetométrica (H).

A malha G situa-se a leste da área do Projeto, constando na realidade de um perfil de direção NE-SW com as estações de amostragem distanciadas 500 m entre si. Geologicamente a região é dominada pelo Anfibolito Anatum da "Suite" Metamórfica Vila Nova, ocorrendo na porção centro-noroeste um corpo granítico (Granito Cigana) da "Suite" Metamórfica Guianense, que influencia as amostras centrais do perfil. Este contraste litológico é claramente demonstrado pelos resultados analíticos, especialmente dos elementos Fe, Cr, V e Nb; na faixa granítica, ferro tem teores de 5 a 10%, cromo de 30 a 70 ppm, vanádio de 70 a 100 ppm e nióbio de 20 ppm; na zona anfibolítica, observa-se teores acima de 15% Fe, 150 ppm Cr, 150 ppm V e abaixo de 15 ppm Nb. Sugere-se uma extensão mais a sul do contato, com a finalidade de abranger a amostra JM-L-09, que satisfaz as condições acima exceto por um teor mais elevado - 200 ppm - de vanádio (figura 31). A matriz de correlação das amostras deste perfil revela uma única associação Fe-V-Ni-B-Cr-Sc-Mn-Cu-Zn-Pb, na qual os calcófilos estão intimamente associados aos litófilos e siderófilos. As anomalias constam da figura 31 e, devido a pequena proeminência e caráter de distribuição, não aparentam possuir maior interesse. As anomalias cintilométricas detectadas não encontram respaldo nas informações geoquímicas, presumindo-se que tenham-se destacado pelo forte contraste litológico.

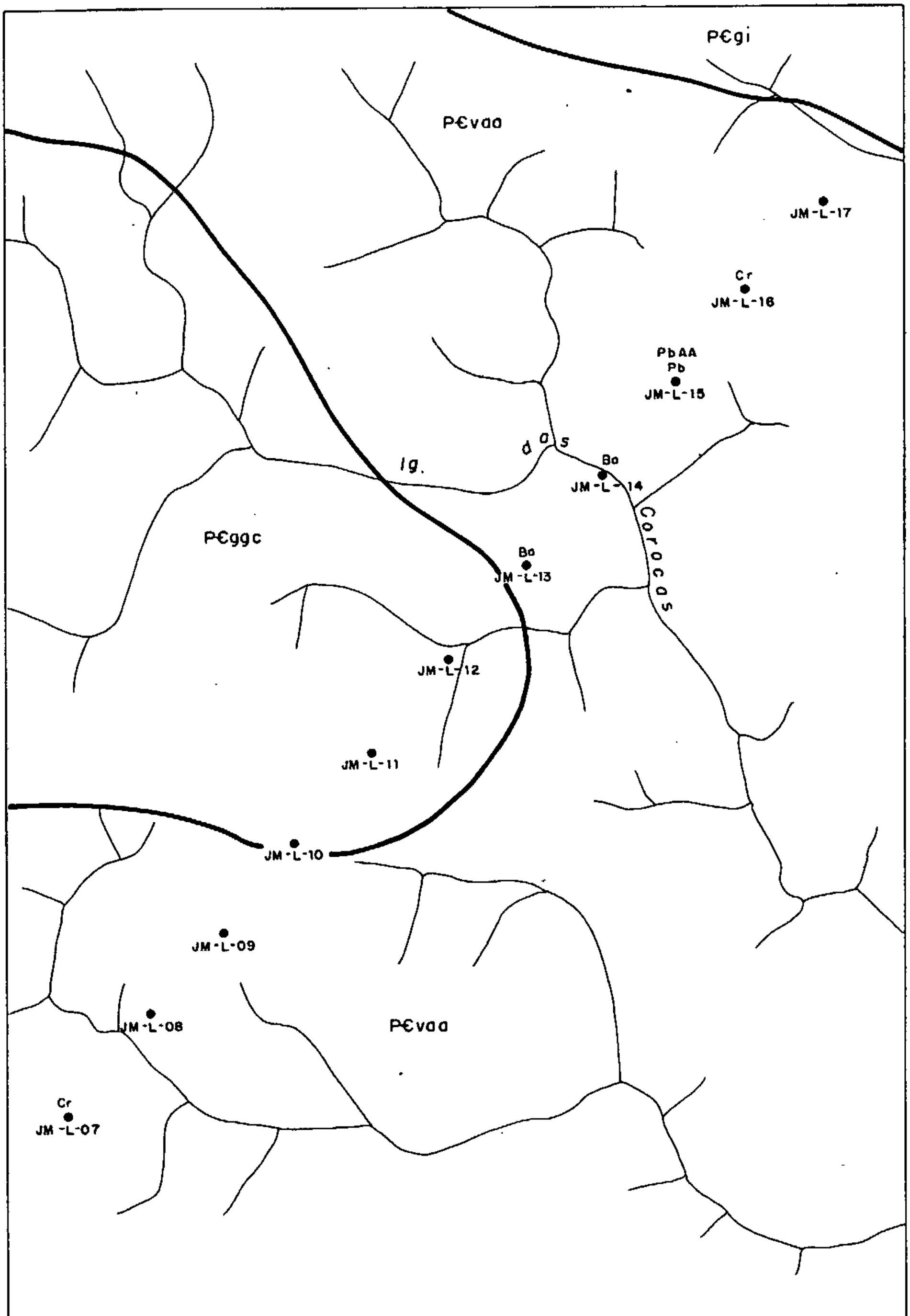


FIG. 31

GEOQUÍMICA DE SOLOS

MALHA G

CONVENÇÕES

GEOLÓGICA

Contato geológico definido

PCvaa Anfibolito Anatum

PCggc Granito Cigana

PCgi "Suite" Metamórfica Guianense Indiviso

GEOQUÍMICA

Pb Anomalia possível para o elemento citado

(VALORES EM TABELA)

GEOGRÁFICA

Drenagem

Estação de coletas

ESCALA APROXIMADA

1:25.000

O perfil H é localizado no extremo leste (Fig.32), em domínio do Granito Cigana da "Suite" Metamórfica Guianense. O restrito número de amostras coletadas (apenas 5) permite apenas que se ateste a compatibilidade de composição química do solo e substrato, sem revelar qualquer indício de fonte pára a anomalia aeromagnética detectada. Apenas um valor de <50 ppm W é considerado como possivelmente anômalo, porém a falta de elementos associados não permite que seja considerado de importância.

A malha J situa-se em rochas da "Suite"Metamórfica Guianense, contendo amostras coletadas sobre Granito Cigana, Tonalito Papa-Vento e litologias indiferenciadas. Os resultados analíticos refletem uma composição essencialmente granítica do substrato, não contendo valores acima do normal daqueles elementos (Zr, Y, La) que comumente associam-se a U e Th neste tipo de litologia. Uma única anomalia possível é verificada na amostra DM-L-81 (70 ppm Nb), no contato gradacional proposto entre o Granito Cigana e Tonalito Papa-Vento (Fig. 33). Provavelmente seja devido a alguma pequena diferenciação tendendo à alcalinidade no local; faltam maiores evidências para caracterizar sua origem.

Ao sul da área do Projeto foi executado e amostrado um poço cerca de 3m (Poço A) sobre granolitos da "Suite" Metamórfica Tartarugal Grande. Os resultados geoquímicos comprovam o caráter intermediário das rochas do substrato, revelando também um enriquecimento, em direção ao topo do perfil pedológico, dos elementos Mg, Y e Zr (variam desde 0,02% , <10 ppm e 500 ppm respectivamente a 0,03%, 30 ppm e > 1000 ppm). Provavelmente reside neste aspecto a anomalia cintilométrica detectada , tendo como causa um enriquecimento na

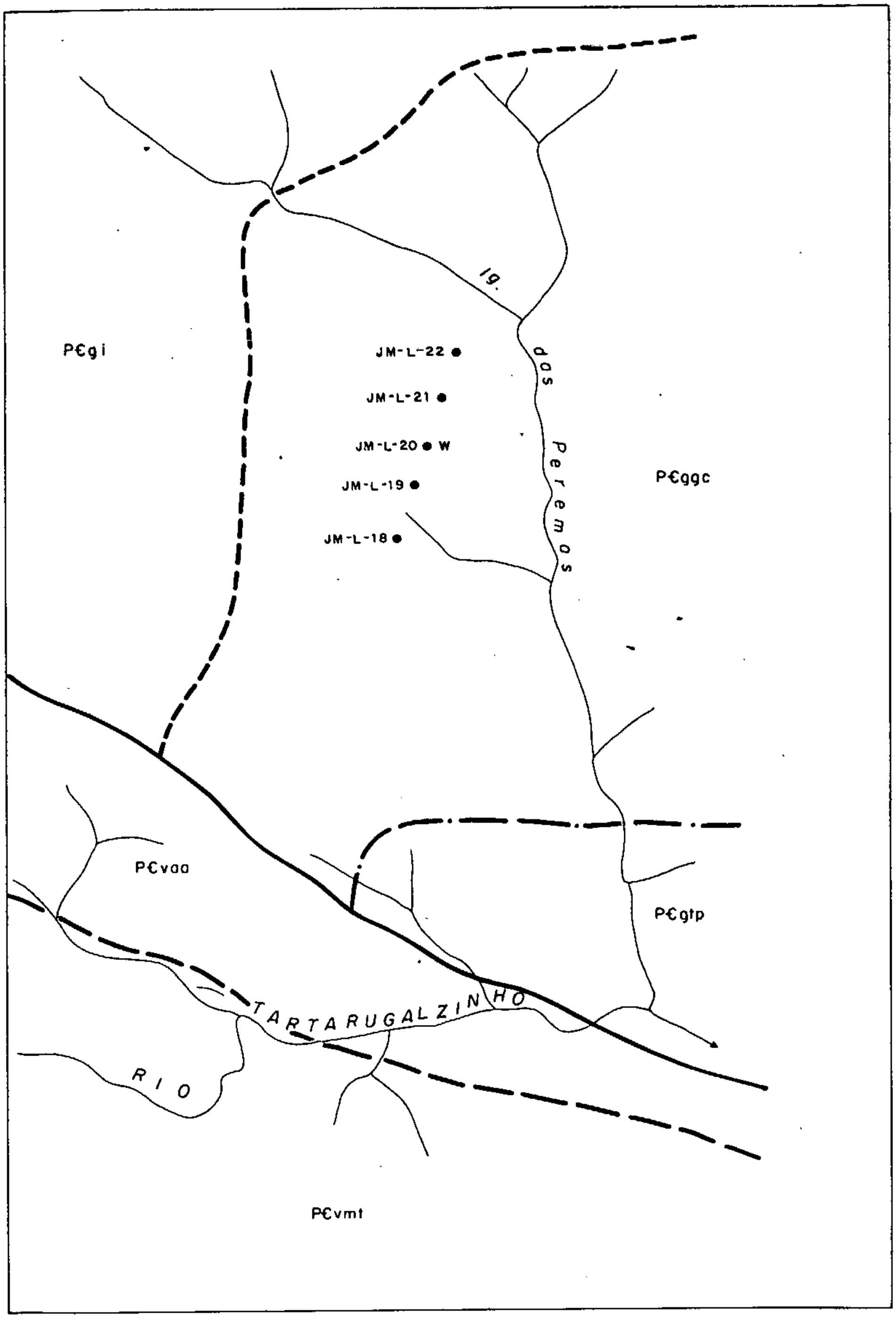


FIG. 32

GEOQUÍMICA DE SOLOS

MALHA H

CONVENÇÕES

GEOLÓGICA

- Contato geológico definido
- Contato geológico aproximado
- Contato geológico aproximado gradacional
- Contato geológico suposto

GEOQUÍMICA

W Anomalia possível para o elemento citado

(VALORES EM TABELA)

GEOGRÁFICA

- Drenagem
- Estação de coletas

ESCALA APROXIMADA

1:25.000

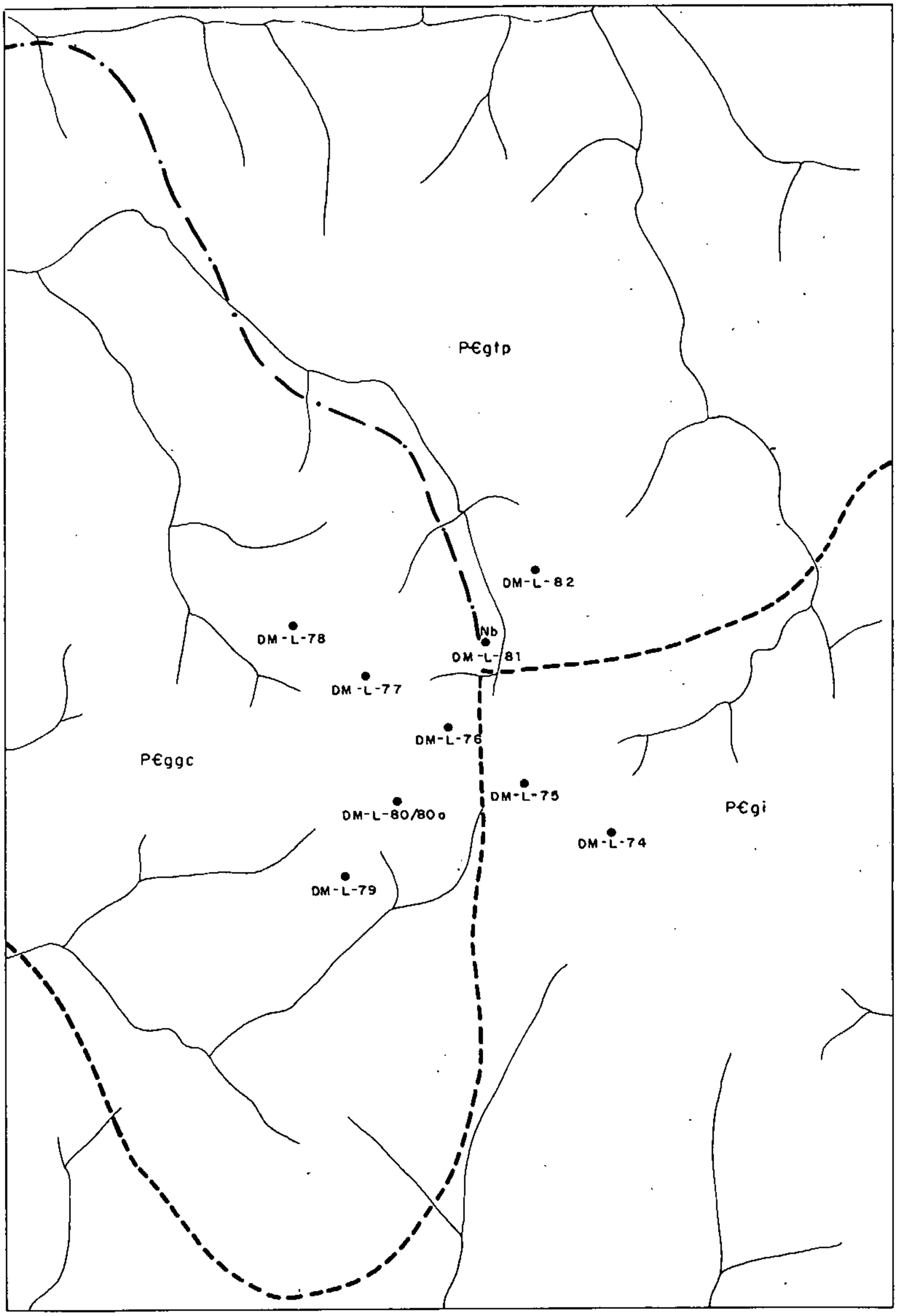


FIG. 33

GEOQUÍMICA DE SOLOS

MALHA J

CONVENÇÕES

GEOLÓGICA

- Contato geológico suposto
- Contato geológico aproximado gradacional
- PEggc Granito Cigana
- PEgtp Tonalito Papa-Vento
- PEgi "Suite" Metamórfica Guianense Indivíso

GEOQUÍMICA

- Nb Anomalia possível para o elemento citado (VALOR EM TABELA)

GEOGRÁFICA

- Drenagem
- Estação de coletas

ESCALA APROXIMADA 1:25.000

superfície do solo local, de minerais resistentes que contém elementos radioativos na estrutura cristalina (apatita, alanits, zircão).

Pouco mais a leste, e com o mesmo objetivo de verificação de anomalia aerocintilométrica, foi efetuado um poço de maior profundidade (Poço B, com cerca de 8 metros) no solo, com amostragem variável de meio a 1 metro de intervalo. Os resultados obtidos constam na tabela 11 juntamente com valores encontrados em amostras de um poço, efetuado na mesma locação. No conjunto total, foram obtidas as associações Fe-Ni-V-Cr-Cu-(Y) e Ti-Mg; a primeira é designativa de minerais máficos e a segunda provavelmente indica, de forma dissociada no solo, a presença do espinélio ilmenita. Os elementos não tem comportamento definido ao longo do perfil, notando-se entretanto um forte enriquecimento em cromo entre 1,50 e 3,50 m de profundidade, chegando a atingir 1500 ppm; e em chumbo, que possui os maiores valores (100 ppm) próximo da superfície. Em profundidade pode estar a fonte anômala da radioatividade, pois constata-se 1000 ppm de ítrio ao nível de 8,5 metros, decrescendo em direção à superfície, onde atinge de 70 a 100 ppm; não há outras informações quanto a este aspecto, tendo os valores determinados para tório (Raios X) se mantido em 100 e menor de 100 ppm. No mesmo local, foi obtido um concentrado de bateia do solo, que, analisado, revelou 85% de óxido de ferro, 15% de zircão e 1% dos minerais leucoxênio, magnetita, ilmenita, rutilo, monazita, xenotímio, anatásio, turmalina e andaluzita, sem, portanto, excesso de minerais com elementos radioativos na estrutura cristalina.

9.4.2.4 - Malha F

O perfil F foi executado no centro-leste da área, sobre uma estrutura dômica do Anfibolito Anatum, que acreditava-se pertencer a alguma rocha ultrabásica. Composicionalmente há identidade entre as amostras de solo e rochas de composição básica, notando-se entretanto uma pequena diferenciação, especialmente para os elementos V, Pb, Sc e NiAA; assim, verifica-se que as amostras JM-L-05 e 06, situadas no extremo NE do perfil (Fig. 34), apresentaram maior concentração de chumbo (30 e 15 ppm contra 10 ppm a menor das demais) e menores teores em cromo (300 ppm contra 1000 a 1500 ppm), escândio (70 e 30 ppm respectivamente contra 100 ppm nas demais), e níquel (< 3 ppm comparativamente à faixa de 4 a 14 ppm das amostras a SW). A diferenciação da "suite" máfica é assim caracterizada, embora talvez não haja uma diferença notável sob o ponto de vista petrográfico, inclusive com a manutenção da mesma terminologia e portanto, o mesmo quadro geológico proposto para a região.

Outras amostras de solo foram coletadas esporadicamente na região. Devido ao caráter isolado, e como não forneceram resultados significantes perante a inspeção visual, não serão comentados.

9.4.3 - Sedimentos de Corrente

9.4.3.1 - Introdução

Na execução do reconhecimento geoquímico através de sedimentos de corrente, a rede hidrográfica da região do Projeto foi dividida em bacias restritas, cada uma captando e representando as litologias ocorrentes numa área aproximada

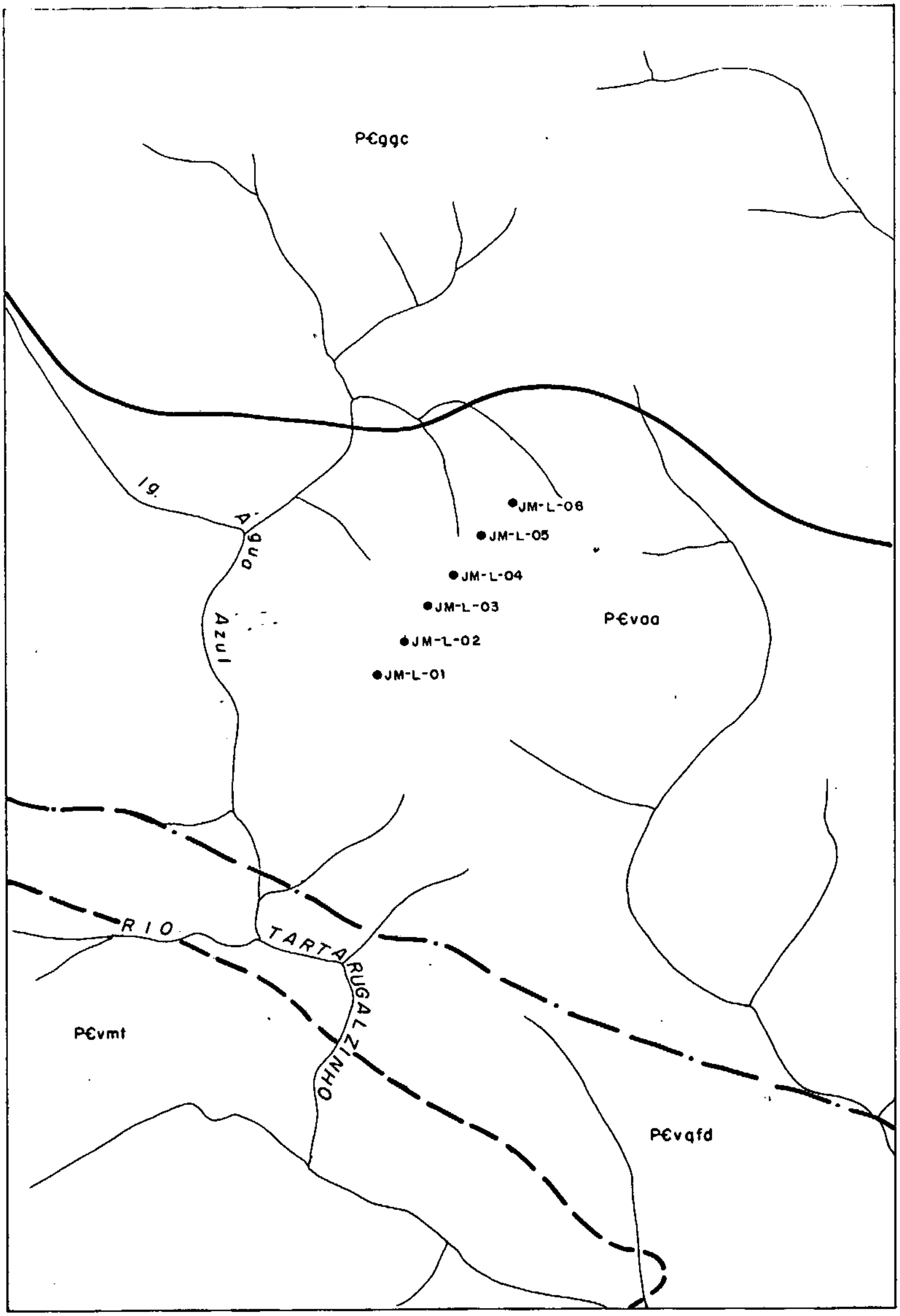


FIG. 34

GEOQUÍMICA DE SOLOS

MALHA F

CONVENÇÕES

GEOLÓGICA

- Contato geológico definido
- Contato geológico aproximado gradacional
- Contato geológico aproximado
- P-Cvmt Mica-Xisto Tartarugalzinho
- P€vqfd Quartzito Fé em Deus
- P€vaa Anfibolito Anatum
- P€ggc Granito Cigana

(VALORES EM TABELA)

GEOGRÁFICA

- Drenagem
- Estação de coletas

ESCALA APROXIMADA

1:25.000

de 15 km^2; tal sistemática propiciou um recobrimento homogêneo compatível com a escala de realização dos trabalhos. Como consequência direta, as anomalias aqui definidas são representativas e tem a dimensão mínima igual à área de captação da amostra referenciada.

Tais anomalias são consideradas, a priori, como provenientes de : a) variações mineralógicas em litologias normais, ou mudança de litologia; b) concentrações em elementos-traço derivadas de condições físico-químicas ambientais favoráveis; c) provenientes e indicadores de concentrações metalíferas e mineralizações em qualquer grau e d) combinações dos fatores anteriores.

Com o intuito de diminuir a interferência do fator litologia (a), as bacias foram indexadas às unidades litológicas maiores ocorrentes na região, formando assim conjuntos ou populações amostradas cujo processamento foi individual, conforme já referido no item 9.3.3; o critério utilizado, quando da ocorrência de vários litotipos numa mesma bacia, foi o de predomínio daquele ocorrente logo a montante e na estação de coleta da amostra. Com este procedimento, foi avaliado o conteúdo normal em elementos-traço nas várias populações amostradas e, consequentemente, caracterizadas as unidades litológicas em termos de fornecimento de material para o alúvio na drenagem. Trata-se, todavia, de uma medida relativa ao se considerar que as distâncias de dispersão na drenagem são variáveis e função não somente do elemento químico e da rocha original, como também da fase na qual se encontra ligado e das características e peculiaridades hidráulicas do meio transportante.

As condições do ambiente secundário tem influência preponderante no conteúdo em elementos-traço dos sedimentos de corrente, particularmente na região amazônica em que deve predominar a dispersão hidromórfica sobre a dispersão clástica. É grande a dificuldade em caracterizar os fatores ambientais em uma área tão extensa, mormente pela falta de trabalhos de orientação. FRIZZO (1974) cita como dominante um ambiente governado pelo clima quente e úmido e topografia suavemente ondulada, facilitando o intemperismo químico que libera os elementos da maioria dos minerais primários, propiciando a ligação dos mesmos em precipitatos e em minerais do grupo das argilas; as águas drenantes foram caracterizadas como ácidas e oxidantes pelo autor citado.

O único parâmetro ambiental sistematicamente avaliado foi o pH (potencial hidrogeniônico), que sem dúvida é o fator dominante no controle da dispersão hidromórfica ; sabe-se que o grau de acidez e alcalinidade das águas governa desde a falta de anomalias significativas em locais onde deveriam existir até a detecção de valores altamente anômalos onde não há qualquer indício e possibilidade de mineralização - são as denominadas falsas anomalias ocasionadas pela barreira geoquímica de mudança do pH.

Embora a medição tenha sido subjetiva (identificação de tonalidades de cor) foram encontrados valores de pH variáveis entre 4 e 6, com média geral de 5,5; as águas mais ácidas correm em 2 subafluentes pela margem esquerda do alto Falsino (região da bacia 148 - vide fig. 20), encontrando-se também, no extremo nordeste do domínio do Projeto (águas do igarapé Água Branca, cabeceiras do rio Flexal e outras drenagens menores), ampla zona com valores de 4,7. Tendência

para alcalinidade foi comprovada em apenas 3 bacias, na cabeceira do igarapé do Bracinho (bacias 341 e 342) e na foz do igarapé São Porfírio (bacia 332) ambos afluentes do rio Tartarugal Grande.

Alguns coeficientes de correlação calculados sugerem que há relacionamento inverso do pH com bário, magnésio e algumas vezes cromo e manganês, e direto com chumbo, zinco ferro e titânio, principalmente. Nos sedimentos de corrente em domínio do Charnockito Cuatá foram determinados os mais elevados coeficientes significativos (ao redor de 0,53) para Fe, Ni, Zn, Cr e CuS; tal fato possivelmente denota maior participação do pH de abrasão mineral naquele potencial normal de águas correntes; a idéia é justificadâ pois, sendo o relevo neste domínio mais acentuado, o transporte clástico atuante propicia a quebra e abrasão dos minerais, elevando o pH do meio ao mesmo tempo que libera íons e particulas em maior quantidade.

A detecção de anomalias provenientes de concentrações metalíferas constitui a meta do trabalho prospectivo, e, para assim caracterizá-las, é necessário abstrair os valores elevados que ocorrem frequentemente e que são devidos aos fatores anteriormente expostos. Assim, para esta determinação, tem maior importância a associação e zonalidade dos elementos-traço entre e nas amostras, a distribuição geográfica, os "trains" de dispersão e as ligações fundamentadas em paragêneses de jazimentos minerais, em detrimento dos valores absolutos determinados pela análise geoquímica.

CPRM

9.4.3.2 - Caracterização das populações amostradas

Conforme comentado anteriormente, a mobilidade dos elementos-traço e as diferentes formas em que os mesmos podem estar ligados nos sedimentos ativos de corrente, aliado à representatividade da amostragem, são fatores que complicam à exata definição ou caracterização das populações amostradas; referente ao primeiro aspecto, é muito comum observar-se em algumas amostras concentrações elevadas de elementos muito raramente associados, fato este que pode ser atribuído a diferentes respostas dos mesmos ao transporte, causando a união de elementos de origem diversa no alúvio. Quanto ao segundo aspecto, uma vez estabelecida à aleatoriedade da amostragem, o grau de significância ou representatividade é função direta do número de indivíduos coletados; considera-se assim que as medidas relativas a seguir apresentadas tem uma escala de fidelidade desde máxima (no caso) para a população amostrada "Suite" Metamórfica Guianense Indiferenciado (173 amostras) à uma mínima para as populações Anfibolito Anatum e Mica-xistos + Quartzitos (12 e 9 amostras respectivamente), não sendo computado estas e as populações Piriclasito Mutum e Laterita + Barreiras que, com apenas 3 e 2 amostras, não possuem qualquer grau de confiabilidade.

Um quadro genérico de abundâncias em elementos-traço pode ser montado, tendo por base as concentrações médias daqueles elementos estatisticamente avaliados (tabela 13), seus histogramas e gráfico de variação, expostos na figura 22, e a observação dos resultados analíticos dos não processados.

TAB. 13 - QUADRO DE ABUNDÂNCIAS

	SEDIMENTOS DE CORRENTE POPULAÇÕES AMOSTRADAS	CONCENTRAÇÕES RELATIVAS		
		ALTA	MÉDIA	BAIXA
S.M. GUIANENSE	INDIVISO (173 amostras)		Mg-Ca-Ba-Co Cu	Fe-Ti-Mn-La Nb-Ni-Pb-Sc V-Y-Zn
	GRANITO CIGANA (103 amostras)	Ba	Ca-Y	Fe-Mg-Ti-Mn Co-Cr-Cu-La Nb-Ni-Pb-Sc V-Zn
	TONALITO PAPA-VENTO (52 amostras)	Ca	Mg-Ba	Fe-Ti-Mn-Co Cr-Cu-La-Nb Ni-Pb-Sc-V Y-Zn
S.M. TARTARUGAL GRANDE	INDIVISO (110 amostras)	Fe-Ti-Co-Cr-Cu-La-Nb-Pb-Sc-V-Y-Zn	Mn-Ni	Mg-Ca-Ba-La
	CHARNOCKITO CUATÁ (27 amostras)	Fe-Ti-Co-Cr-Cu-La-Nb-Ni-Pb-V-Zn	Mn-Sc-Y	Mg-Ca-Ba
	ENDERBITO CO-BRA (11 amostras)	Fe-Ti-Mn-Co-Cr-La-Nb-Pb-V	Cu-Ni-Sc-Y	Mg-Ca-Ba-Zn

Verifica-se de imediato que há uma grande diferenciação entre as "suites" metamórficas Guianense e Tartarugal Grande quanto ao conteúdo em elementos-traço de afinidade máfica nos sedimentos de corrente. Constituem exceção a esta

regra o magnésio e cálcio, que, embora sejam constituintes normais de minerais com aquela filiação, são encontrados também em muscovitas, feldspatos, e acessórios comuns em rochas ácidas e intermediárias, como a apatita e esfeno ; entretanto, tal fato não é suficiente para explicar a divergência observada - deve haver uma forte influência do intemperismo químico que, como é sabido, atinge mais profundamente e com maior rapidez os minerais máficos, propiciando que os elementos cálcio e magnésio sejam lixiviados e levados em solução aquosa, devido à alta mobilidade que possuem; no caso, os minerais resistentes ou menos sujeitos à atuação intempérica conservam os elementos na estrutura, fornecendo assim valores, no material aluvionar, comparativamente mais elevados.

Causa espécie também, no quadro acima apresentado, a maior abundância de lantânio, nióbio e secundariamente ítrio nas litologias da "suite" Tartarugal Grande. São elementos de afinidade a granitóides e pegmatitos, apesar de as análises geoquímicas das rochas (anexo XV) evidenciarem pequena diferença nas concentrações para estes elementos, como pode ser verificado no gráfico 22. A mais provável explicação para tal fato é a ocorrência destes elementos, não só em fases minerais resistatos, mas como importantes constituintes de hidrolisados (argilas) e oxidados de Fe e Mn, onde seriam enriquecidos; em zonas de rochas mais facilmente intemperizadas (intermediárias a básicas de um modo geral), há maior liberação de material para as fases minerais que sorvem e que são adsorvidas ou absorvidas. Como comprovação, as associações geoquímicas para as populações, a seguir comentadas, revelam uma dependência significativa entre Nb, La, Y e Fe, Mn, Sc, V e Co, que predominam nos sedimentos de corren

sob forma de compostos hidrolisados e oxidados.

Os demais elementos tem abundâncias relativas, nas populações de sedimentos amostradas, concordantes com a composição das unidades litológicas de que derivam.

As associações geoquímicas, derivadas do estudo da matriz de correlações elemento x elemento exposta na figura 22, contribuem para individualizar melhor as populações amostradas, além de possibilitar o reconhecimento das fases que contém os elementos-traço de interesse. De um modo geral as relações são complexas e similares nas diversas populações, ocasionadas por relativamente altos e significantes graus de dependência entre quase todas as variáveis consideradas.

Os sedimentos sob influência da "Suite" Metamórfica Guianense Indiviso tem como principal a associação Fe-Ti-Mn-V-(Cr-Sc-Pb), derivada estritamente de minerais máficos e que sempre predomina em sedimentos de corrente; mostrando uma relação ainda significante com esta, os elementos La-Pb(AA)-Y são designativos de minerais acessórios como apatita e zircão de comum ocorrência nas litologias desta suite. Bário-zinco-cálcio formam uma interessante e típica conjunção, que quase certamente deriva do mineral calcita, acessório frequente nos granitos e granodioritos porfiroblásticos que fazem parte da unidade. Os demais elementos avaliados (Cu, Ni, etc) ligam-se, de maneira normal, à primeira associação descrita.

A população Granito Cigana, componente da "suite" Guianense, característicamente apresenta um relacionamento entre praticamente todos os elementos-traço. A associação de

maior destaque é dos elementos Fe-V-Mn-Ti-Cr-Pb-(Sc-Ni-Zn-Y-La), que combina proveniências de minerais máficos com félsicos-alcalinos em uma fase provavelmente de oxidados. Sobressai secundariamente uma interdependência de Ca-Mg-Zn-Ba que, conforme visto anteriormente, é atribuída como sendo típica do mineral calcita.

Os sedimentos de corrente coletados sob influência do Tonalito Papa-Vento apresentam associações dos elementos-traço praticamente idênticas àquelas do Granito Cigana, embora com maior grau relativo de correlação; apresenta distintamente, além das conjunções já vistas para a unidade granítica da suite, uma relação, ao menor nível ainda significativo, entre nióbio e ítrio. Provavelmente constitui a manifestação do mineral epidoto, que possui ambos os elementos na estrutura cristalina e que aparece com frequência como componente secundário em todas as litologias tonalíticas e granodioríticas determinadas petrograficamente.

Para os sedimentos amostrados no domínio da"Suite" Metamórfica Tartarugal Grande Indiviso, as correlações não são distintas. Observa-se a grande predominância da associação de afinidade máfica [Fe-Cr-V-Mn-Co-Pb-(Sc-Ni-La)] com os demais elementos a ela relacionados através de um menor, mas significativo, coeficiente. Tal associação é também compatível com fases oxidadas no material aluvionar; bário liga-se de maneira muito evidente ao magnésio, sugerindo uma ocorrência derivada de plagioclásios ou biotita.

Para o Charnockito Cuatá, a associação de afinidade máfica consta de Fe-V-Cr-Co-Sc-Pb-Mg-(Ni-Zn-Cu)notando-se neste caso a dependência total dos calcófilos; da matriz de

correlação pode ser derivada a relação LA-Y-Pba-(Sc-Co), que provavelmente denuncia os acessórios zircão e epidoto, constituintes secundários normais nos granoblastitos.

As relações de dependência obtidas para os sedimentos atribuídos à unidade Enderbito Cobra são mais explícitas que aquelas anteriormente descritas. A associação de ascendência máfica pode ser desmembrada em uma relacionada à fase de compostos oxidados, representada por Fe-Mn-Pb-(La-Y) e outra derivada dos minerais máficos, Sc-Ni-Cu-Co-(Fe-Cr); os elementos dos dois grupos encontram-se, em maior ou menor grau, ligados entre sí, configurando uma funcionalidade atribuída diretamente a uma fonte comum.

Conforme referido no item 9.4.3.1, não foi constatada nenhuma ligação significativa dos elementos-traço com o pH, em âmbito de população amostrada; não se pode afirmar, todavia, que tal não ocorra em alguns sítios particulares de amostragem.

Nas demais populações não foram construídas as matrizes de correlação, devido ao pequeno número de amostras e, por conseguinte, alto risco potencial de falsas conclusões.

9.4.3.3 - Anomalias Geoquímicas

Caracterizadas as populações amostradas em termos de litologias influentes, os valores que sobressaem constituem anomalias geoquímicas, provenientes dos fatores já considerados no item 9.4.3.1. A significância destas anomalias é estabelecida pela distribuição geográfica - "trains" de dispersão, e suas associações, assuntos que serão estudados a seguir. Para simplificar a descrição no texto, as bacias de captação são algumas vezes referidas com a letra b antecedendo o número característico, e o método analítico no qual foi obtido o resultado, exceto para espectrografia, com letras identificadoras (A- absorção, Cx- extraído a frio) as

sociadas ao símbolo do elemento.

O anexo VIII apresenta os mapas de anomalias possíveis e prováveis, bem como a referência geológica e de populações amostradas; os valores limiares encontram-se discriminados na tabela 12. Na confecção dos mapas de anomalias não houve preocupação de associar os elementos afins, permitindo uma melhor representação gráfica; as associações mais importantes e significativas são expostas na figura 22.

9.4.3.3.1 - Dispersões Anômalas

a- Anomalias dos elementos calcófilos Cu, Pb, Zn

O cobre (analisado espectrograficamente) é a variável que mais apresentou valores elevados, por ter uma distribuição estatística múltipla ou bipopulacional para a maioria das populações amostradas. A maior concentração de anomalias é verificada ao sul e sudeste da área do Projeto, em domínio litológico da "Suite" Metamórfica Tartarugal Grande, unidade Indiviso; grande parte das anomalias de caráter possível, com valores na ordem de 20 a 30 ppm nesta região, e geralmente desacompanhadas de valores expressivos do mesmo elemento avaliado por Absorção Atômica com extração a quente e a frio, é atribuída a pequenas variações na constituição mineralógica das rochas, podendo representar, provavelmente, tipos com percentagem algo superior em minerais máficos, embora dentro da mesma nomenclatura na escala petrográfica. Como exemplo, uma variação desta ordem é verificada na região oeste, onde o contato entre a "suite" Guianense e a "suite" Tartarugal Grande é bem representada pelas anomalias de cobre, que praticamente se restringem a esta unidade. O "train"

anômalo mais importante da Folha NA.22-Y-B-VI é representado no igarapé Cobra, afluente pela margem esquerda do rio Tartarugal Grande, e constituído das bacias 525, 432, 433, 447,470 e 491, que contém respectivamente 70, 70, 50, 30, 50 e 30 ppm Cu; a origem destas anomalias parece ser a presença de corpos ultramáficos (Piriclasito Mutum), e intrusivos básicos, cuja ocorrência foi descrita nas bacias mais a montante (rochas CN-R-56 e CN-R-61). A sudeste, as anomalias de 1ª. ordem não tem continuidade na drenagem, registrando valores de 70 ppm.

Ao norte, na Folha NA.22-Y-B-III e domínio da "suite" Guianense, não foram registradas anomalias prováveis; os poucos valores delimitados se distribuem segundo uma linha SE-NW sem continuidade de bacias hidrográficas. Pode-se atribuir, com margem de segurança, uma filiação das anomalias aos corpos de diabásio que infestam a região, pois tais intrusivas cortam as áreas de captação da maioria das amostras consideradas.

A clara dissociação dos valores anômalos de cobre, predominantemente encontrados nos resultados espectrográficos, com as raras anomalias verificadas nas determinações por métodos rápidos, corrobora o exposto acima, de serem tais concentrações derivadas de minerais silicáticos normais de rochas; a presença de sulfetos e de oxidados secundários não é muito evidenciada, podendo, no entanto ocorrer especialmente nas bacias 97 (70 ppm CuS, 12 ppm CuA e 4 ppm CxCu), 494 (50 ppm CuS, 16 ppm CuA e 8 ppm CxCu), 496 (12 ppm CuA,6 ppm CxCu) e 119 (13 ppm CuA, 4 ppm CxCu).

As anomalias de chumbo concentram-se no alto rio

Flexal, no interflúvio Rio Falsino - médio a baixo igarapé Segundo Braço e no igarapé do Bracinho, afluente do Tartarugal Grande. Nesta última drenagem a dispersão é mais notável, compreendendo as bacias 338 (30 ppm PbS e 65 ppm PbA), 339 (70 ppm PbS e 50 ppm PbA) e 337 (70 ppm PbS e 80 ppm PbA); as litologias alí ocorrentes são graníticas, pertencentes à "suite" Guianense. Os valores e suas distribuições são menos expressivas na região norte (rio Flexal), em domínio das rochas granodioríticas da mesma "suite" e no interflúvio Falsino - igarapé Segundo Braço a oeste da área (Guianense Indiviso) que apresentaram respectivamente 30 ppm PbS - 15 ppm PbA (b113), 30 ppm PbS - 12 ppm PbA (b97), 30 ppm PbS - 20 ppm PbA (b119), 30 ppm PbS - 9 ppm PbA (b122), e 70 ppm PbS - 50 ppm PbA (b261), 30 ppm PbS - 16 ppm PbA (b262), 20 ppm PbS - 20 ppm PbA (b294). Não há uma relação clara entre os valores apurados através dos métodos de espectrografia e de absorção atômica, embora geralmente as anomalias ocorram associadas; estas também, refletem marcada influência por terrenos da "Suite" Metamórfica Guianense.

O elemento zinco possui uma ampla distribuição, sendo notável nas regiões norte e extremo sudeste da área do Projeto. As dispersões mais significativas ocorrem no igarapé Lamparina (área do Granito Cigana), onde se observa, no sentido para jusante, as bacias 4, 3, 10 e 6 com respectivamente 20, 8, 6 e 18 ppm Zn. No alto rio Flexal, a dispersão ocorre na drenagem principal e em vários tributários, compreendendo as bacias 99(10 ppm Zn), 98(8 ppm), 113(24 ppm), 97 (15 ppm), 119 (20 ppm), 122(9 ppm) e 141(8 ppm Zn), estabelecidas no Tonalito Papa-Vento, próximas ao contato com o Granito Cigana; merece destaque o médio rio Flexal, com as bacias 163, 164, 165 e 170 apresentando respectivamente 9, 14,

9 e 10 ppm Zn, em área da "suite" Guianense Indiviso. No interflúvio Tracajatùba - Tartarugal Grande, as anomalias possíveis e prováveis de zinco são em grande número, não revelando, no entanto, "trains" expressivos; rochas granolíticas da "suite" Tartarugal Grande dominam nesta região.

b- Anomalias dos elementos litófilos B, Nb, F, Be, La, Y, Sc, Cr, V, Sr, Mg, Ba, Mn, Ca.

As anomalias possíveis de boro ocorrem em pequeno número, restringindo-se principalmente no igarapé Boca Cerrada, afluente do rio Flexal, onde compõe um "train" nas bacias 158 e 161 (150 e 50 ppm respectivamente), tendo adjacentes as bacias 142 e 160 cujas amostras revelaram anomalias possíveis respectivas de 50 ppm e 70 ppm B. As litologias locais fazem parte do Tonalito Papa-Vento, tendo influência de diabásios e de corpos anfibolíticos de dimensões não mapeáveis na escala 1:100.000.

Nióbio não apresenta "trains" significativos, tendo, no entanto, importantes concentrações de anomalias possíveis e prováveis no interflúvio igarapé Segundo Braço - igarapé Papa-Vento - rio Tartarugalzinho, ao sul da Folha NA.22-Y-B-III, e na região do igarapé Videira, a oeste da mesma folha. A primeira concentração corresponde às bacias 271 - 284, 285, 270, 268-267, 254, 253-224 e 251, que contém respectivamente 50 ppm-20 ppm, 20 ppm, 50 ppm, 30 ppm-20ppm, 100 ppm, 30ppm-30ppm e 20 ppm Nb; situa-se sob influência do Granito Cigana e Indiviso da "Suite" Metamórfica Guianense. Na região do igarapé Videira, as bacias 157, 156, 155 e 153 apresentam valores de 20 ppm, 30 ppm, 20 ppm e 50 ppm Nb, também em domínio da "suite" Guianense, contato das unidades In

diviso, Granito Cigana e Tonalito Papa-Vento. Outras bacias anômalas para este elemento ocorrem, mas são de modo geral isoladas e sem aparente controle litológico; merecem destaque, no entanto, as bacias adjacentes 292 e 294, que apresentam anomalias prováveis, na ordem de 70 ppm Nb, e se situam na borda sudoeste de uma estrutura dômica da "Suite" Metamórfica Guianense Indiviso.

Flúor tem dispersão anômala no extremo sul da área (rio Tracajatuba), num "train" anômalo possível de 90 ppm - 90 ppm - 150 ppm F nas bacias 530- 500- 501, nitidamente influenciadas por um corpo aproximadamente circular do Charnockito Cuatá; a nordeste da Folha NA.22-Y-B-III, uma zona anômala ocorre no Braço do Flexal, compreendendo as bacias 129, 134, 133, 131, 88, 87 que revelaram teores na ordem de 70 a 80 ppm F; dominam alí litotipos indiferenciados da "Suite" Metamórfica Guianense.

Berílio ocorre em concentração anômala - 7 ppm - apenas na bacia 251 (igarapé do Gelo, afluente do rio Tartarugalzinho), que é influenciada pela "Suite" Metamórfica Guianense e um pequeno corpo quartzítico da "Suite" Metamórfica Vila Nova.

Os valores elevados de lantânio não registram dispersões de grande extensão. Sua ocorrência principal é no domínio do Granito Cigana ao norte da Folha NA.22-Y-B-VI,num "train" que inicia no interflúvio entre as bacias 338 e 339, (igarapé do Braço - igarapé Bracinho) prolongando-se até a b337; os valores detectados são na ordem de 1.000 ppm La (b339) a maiores (> 1.000 ppm La - bacias 338 e 337). Pouco mais ao norte, no igarapé Molongó, a bacia 287 apresenta uma

anomalia provável (300 ppm em Tonalito Papa-Vento),derivando logo a jusante, para 500 ppm La (que constitui anomalia possível no Granito Cigana) na bacia 285. Em pequenos afluentes pela margem esquerda do médio rio Falsino, a sudoeste da Folha NA.22-Y-B-III, também ocorre uma conjunção de bacias anômalas de 2ª. ordem (b261, b262 e b530), apresentando valores entre 100 e 150 ppm La. Outras anomalias tem caráter disperso, e foram detectadas predominantemente na Folha NA.22-Y-B-VI.

Ítrio possuí grande correspondência com lantânio, tendo sua maior dispersão nas bacias 338- 339- 337 (300 ppm- 700 ppm- 700 ppm La), da mesma forma que o elemento já comentado anteriormente. Igualmente mais ao norte, as bacias 285 e 287 representam uma anomalia possível passando a jusante para anomalia provável (respectivamente 150 ppm e 1.500 ppm Y, este o valor mais elevado obtido). As demais encontradas na área são de menor importância em relação àquelas citadas.

O elemento escândio tem expressão geográfica de um modo geral dispersa; o mais importante conjunto de bacias anômalas é verificado em terrenos do Enderbito Cobra ("Suite" Metamórfica Tartarugal Grande), na região do igarapé do Nazário, afluente do rio Tartarugal Grande; para as bacias 450, 451, 452, 512 e 513 foram registrados valores únicos de 30 ppm Sc. Não aparenta haver controle litológico para a concentração deste elemento, sendo registradas zonas anômalas nos mais diversos locais e influências da área do Projeto.

O mais importante "train" para cromo é observado nas bacias 42, 70 e 71, cujas anomalias possíveis são na or

dem de 70 ppm, 70 ppm e 100 ppm Cr; situa-se em um afluente do Braço do Flexal, zona de contato Granito Cigana - "suite" Guianense Indiviso, com a presença esporádica de corpos de diabásio e encraves anfibolíticos. Interessantes conjuntos anômalos ainda são registrados nas bacias 113, 97 e 119, também em presença de rochas máficas no terreno granodiorítico da unidade Tonalito Papa-Vento, e nas bacias 338, 339 e 337 (respectivamente 150 ppm, 100 ppm e 200 ppm Cr) em domínio do Granito Cigana mas provavelmente com a mesma influência básica.

Vanádio tem ampla distribuição na área do Projeto, sendo ressaltada a zona central da Folha NA.22-Y-B-III, cabeceiras do rio Flexal e o igarapé Boca Cerrada. O "train" compreende as bacias 97, 118 (119), 122 e 141 cujas amostras apresentaram resultados respectivos de 150 ppm, 70 ppm (100 ppm), 70 ppm e 70 ppmV. As bacias próximas (158, 142 e 160) também mostram anomalias possíveis com valores de 70 ppm. A fonte destas anomalias é, tal como para o cromo, a presença de litologias anfibolíticas e diabásios nas áreas de captação de cada amostra. De importância ocorrem mais dois conjuntos anômalos, ambos locados da Folha NA.22-Y-B-VI; o primeiro ocorre em litologias graníticas da unidade Granito Cigana, nos igarapés Tabocal e do Bracinho (bacias 338, 339 , 337 e 372) e o segundo em bacias adjacentes (494, 530, 499, 497, 503, 504 e 505) no extremo sudeste da área, domínio da "Suite" Metamórfica Tartarugal Grande Indiviso e corpos isolados do Charnockito Cuatá. A filiação destas anomalias é de rochas máficas, cujas características geoquímicas fazem ressaltar os valores elevados dos elementos afins, mesmo em ocorrências de pequenas e não mapeáveis dimensões.

As anomalias de estrôncio somente ocorrem em bacias isoladas, predominantemente na região norte em litologias graníticas da "Suite" Metamórfica Guianense. Não revela nenhum "train" anômalo.

Magnésio também não possuí dispersão ao longo da drenagem, caracteristicamente por apresentar alta mobilidade no ambiente secundário. A maior concentração anômala situa-se na região do igarapé Lamparina, extremo NW da Folha NA.22-Y-B-III; as bacias 4,5,6,11 e 13, que contém valores de 0,10 a 0,20% Mg, sofrem influência dos variados litotipos da "suite" Guianense que contactam entre sí, além de serem cortados por diabásios intrusivos, provável fonte dos valores detectados. Outras anomalias de magnésio tem distribuição esparsa a leste da mesma folha (região do rio Flexal), praticamente com o mesmo condicionamento litológico.

Bário tem uma distribuição similar àquela do magnésio, com maior número de bacias anômalas a NW da área do Projeto. As bacias 7 e 8 (respectivamente 1.000 ppm Ba e 500 ppm Ba) desaguam na bacia 519, possivelmente anômala com 500 ppm Ba; adjacente, a bacia 13 contribuí com 1.000 ppm Ba. Litologicamente a área é constituída por granitóides da "suite" Guianense, cortada por intrusivas básicas. Anomalias de 2ª. ordem para bário ocorrem em outros locais, em bacias dispersas e sem controle litológico.

As anomalias de manganês total (análise espectrográfica) e parcial (Absorção Atômica) não são coincidentes, revelando assim modos distintos de ocorrência nos sedimentos aluvionares. Manganês total tem a mais significativa dispersão na região dos igarapés Tabocal e Bracinho, onde as bacias

319, 338, 339 e 372 acusaram respectivamente 3.000 ppm, 3.000 ppm, 5.000 ppm e 3.000 ppm Mn; o mapa geológico apresenta como litologia influente o Granito Cigana, da "Suite" Metamórfica Guianense. Manganês parcial é notável nas bacias 163, 164, 165 e 170, correspondentes ao médio rio Flexal, apresentando um "train" de 130 ppm - 120 ppm- 110 ppm e 130 ppm(respectivamente); na bacia 164 ocorre ainda uma anomalia possível de 1.500 ppm Mn por espectrografia. Coberturas lateríticas foram identificadas em diversos pontos na região, constituindo-se provavelmente na fonte das anomalias.

Cálcio acompanha o manganês parcial, revelando a dispersão mais expressiva no médio Flexal. As bacias 163 (0,15% Ca), 164(0,30% Ca), 165 e 170(0,20% Ca) formam o "train" anômalo, que é circundado por várias outras amostras contendo teores elevados (bacias 187, 192, 138 e 169), com áreas de captação adjacentes ou próximas àquelas citadas. Uma distribuição tão ampla pressupõe variedades mais cálcicas para as litologias normais da "Suite" Metamórfica Guianense Indiviso.

c - Anomalias dos Elementos Siderófilos Ni, Au, Sn, Co, Fe.

Poucos são os locais anômalos em níquel, destacando-se as bacias 113 (15 ppm Ni), 97 e 119 (20 ppm Ni) no rio Flexal e bacias 494 (50 ppm Ni, 10 ppm NiA), 496 (20 ppm Ni, 14 ppm NiA) e 501 (70 ppm Ni) na região do alto Tracajatuba. Nas duas regiões anômalas as bacias são descontínuas, parecendo haver controle litológico no rio Flexal, pela ocorrência de diques e encraves de rochas máficas; ao sul somente a bacia 501 é cortada por diabásio.

Ouro tem distribuição muito ampla, ocorrendo praticamente sob todas as influências litológicas. O "train" mais importante é verificado num igarapé afluente pela margem esquerda do médio rio Tartarugal Grande; alí as bacias (433), 431, 430, 512 (415, 428), 513 tiveram resultados de 0,10 ppm (b415 e b430) e inferior a 0,05 (as restantes), em domínio da "Suite" Metamórfica Tartarugal Grande. Várias anomalias de 1ª. e 2ª. ordem são vistas na faixa de metamorfitos da "suite" Vila Nova, desde NE da Folha NA.22-Y-B-VI alongando-se para noroeste até o centro da folha superior NA. 22-Y-B-III, bacias isoladas de um modo geral. Mais ao norte, ocorrem ainda no Granito Cigana e na "suite" Guianense Indiviso. Os valores obtidos são em geral de 0,05 ppm Au, com o máximo de 0,75 ppm Au detectado na bacia 254 (igarapé Segundo Braço), zona de contato do Granito Cigana com o Guianense Indiviso.

As anomalias de estanho são praticamente restritas à Folha NA.22-Y-B-VI, principalmente situadas em dois núcleos, na região do igarapé Ariramba (bacias 423, 422, 418, 460 com 15 ppm Sn e bacia 462 com 100 ppm Sn) e em pequenos afluentes pela margem esquerda do baixo Falsino (bacias 443, 439, 441, 446 e 473, com concentrações de 15 ppm Sn). Ambos encontram-se em domínio dos granolitos da "Suite" Metamórfica Tartarugal Grande.

Cobalto é encontrado em diversos locais na área do Projeto, sendo mais expressivo no médio Flexal, onde as bacias 164, 165 e 170 contém respectivamente 10 ppm Co (3 ppm CoA), 15 ppm Co (3 ppm CoA) e 3 ppm CoA. Outra zona anômala, agora sem continuidade hidrográfica, é vista no igarapé Tracajatuba e afluentes, sendo composta pelas bacias 466-505,504,

501 e 509, com conteúdos respectivos de 30 ppm Co-70 ppm Co, 50 ppm Co, 5 ppm CoA e 4 ppm CoA. A primeira região situa - se sobre a unidade Indiviso da "suite" Guianense, com a presença de corpos de diabásio na bacia mais a jusante, e a segunda região, no extremo sudeste da Folha NA.22-Y-B-VI, é composta por granolitos da "suite" Tartarugal Grande, um corpo charnockítico e diques de diabásio. Merecem ser citadas ainda as bacias 261, 262 e 550, em pequenos afluentes do médio Falsino, e as bacias 10 e 6, no igarapé Lamparina, como portadoras de anomalias possíveis para este elemento.

O único "train" dispersivo do ferro é observado nas bacias 338, 337-339, cujas anomalias possíveis tem valor de 7%, 10%-10% Fe; as bacias 316 e 320, próximas, mostram 750 ppm CxFe, ressaltando assim a zona anômala que, entretanto, não tem suporte na litologia granítica da "suite" Guianense que ocorre na área. As demais anomalias são esparsas, ressaltando-se apenas as bacias 4 e 10 no igarapé Lamparina (7% Fe em ambas) e as bacias adjacentes 78 e 88, no Braço do Flexal (respectivamente 1.200 e 970 ppm CxFe). A discordância de anomalias de ferro determinadas pelos dois métodos analíticos indica diferente forma de ocorrência do sedimento aluvionar, o que será oportunamente discutido na apresentação das associações anômalas.

9.4.3.3.2 - Associações Anômalas

As associações anômalas constituem a base para avaliação do potencial metalífero da área em estudo; como já fundamentado, diversas são as influências que podem incidir na estação de amostragem, fazendo surgir aspectos geoquímicos que não são os comumente encontrados naquela específi

ca área de captação; a associação dos fenômenos ou anomalias, no entanto, permite o expurgo dos fatores meramente aleatórios, ressaltando as informações que tem real fundamento na paisagem geológica. A importância das associações anômalas é mais enfatizada pela escala ainda de reconhecimento de execução do Projeto Falsino, em que as informações de possível existência de mineralizações devem ter maior destaque e margem de segurança sobre tentativas de quantificar jazimentos, baseadas em pontos ou aspectos isolados.

Apesar do conhecimento geológico generalizado, adquirido no início dos anos 70, a evolução dos conhecimentos petro e metalogenéticos dos terrenos arqueanos profundamente metamorfisados faz com que a região seja observada com novos olhos, voltados para a possibilidade de existência dos mais variados recursos minerais. A caracterização da "Suite" Metamórfica Vila Nova como integrante de um "Greenstone belt" de grande extensão pelo Projeto Sudoeste do Amapá (1978), e os estudos metalogênicos sobre granolitos desenvolvidos por WILSON (1974) concluindo que as modificações físico-químicas no metamorfismo de alto grau em depósitos de óxidos e sulfetos de metais base são restritas em magnitude, constituem o fundamento para que seja admitido maior potencial mineral no Território Federal do Amapá.

Cerca de 6 associações são distintas na área do Projeto (Fig. 35):

a) Fe-Ni-Cr-V-Sc-(Cu-Pb-Zn-Co)

b) Ca-Mg-Ba-Sr-(Zn-V-CoA-MnA)

c) CxCu-CuA-Zn-(V-Ni-Pb-PbA)

d) La-Y-Mn-(Nb-Pb-V)

e) B-(Au-V)

FIG. 35

MAPA GEOLÓGICO E ASSOCIAÇÕES GEOQUÍMICAS

NA. 22-Y-B - III

NA. 22-Y-B - VI

51°30'

51°00'

2°00'

1°30'

1°00'

CONVENÇÕES GEOLÓGICAS

FORMAÇÃO BARREIRAS

DIABÁSIO CASSIPORÉ

INDIVISO

GRANITO CIGANA

TONALITO PAPA-VENTO

"SUITE" METAMÓRFICA GUIANENSE

INDIVISO

CHARNOCKITO CUATÁ

ENDERBITO COBRA

"SUITE" METAMÓRFICA TARTARUGAL GRANDE

MICA-XISTO TARTARUGALZINHO

QUARTZITO FE' EM DEUS

ANFIBOLITO ANATUM

"SUITE" METAMÓRFICA VILA NOVA

QUARTZITO TRACAJATUBA

PIRICLASITO MUTUM

"SUITE" METAMÓRFICA ANANAÍ

CONTATO GEOLÓGICO

CONVENÇÕES GEOQUÍMICAS

a — Fe-Ni-Cr-V-Sc-(Cu-Pb-Zn-Co)

b — Ca-Mg-Ba-Sr-(Zn-V-CoA-MnA)

c — CxCu-CuA-Zn-(V-Ni-Pb-PbA)

d — La-Y-Mn-(Nb-Pb-V)

e — B-(Au-V),.

f — F-(Zn-NiA-CxFe)

ESCALA 1:400.000

f) F-(Zn-NiA-CxFe)

Ocorrendo ainda, de maneira isolada, os elementos ouro, nióbio, estanho, cobre (espectrografia) e berílio.

a) Fe-Ni-Cr-V-Sc-(Cu-Pb-Zn-Co)

Raramente esta associação apresenta-se completa, com todos os elementos constituintes em teores anômalos; geralmente é representada pela combinação de duas ou mais das variáveis principais com alguma acessória (citadas acima entre parênteses). Sua característica principal é a filiação única e bem definida a rochas e/ou minerais máficos. Os "trains" anômalos já comentados no item 9.4.3.3.1 de maneira individual a cada componente desta associação comprovam a ausência de dispersões denunciadoras de enriquecimentos atribuíveis a mineralizações; outro fato dígno de nota e comprovante da origem desta conjunção anômala é a falta de correlação entre ferro, níquel, cobre e cobalto analisados espectrograficamente e os mesmos elementos determinados via métodos rápidos (nenhuma bacia anômala em FeS comprovou ser anômala também em CxFe; apenas 20% das anomalias em NiS são anômalas em NiA, 3% de CuS para CxCu, 5% de CuS para CuA e 10% CoS para CoA). Tal comportamento sem dúvida é causado pela presença na amostra, de constituintes minerais não facilmente destruídos pela análise com ácidos fracos, somente sendo avaliados pelo método espectrográfico cuja resposta é total; sulfetos, óxidos hidratados, elementos sorvidos em argilas através de dispersão hidromórfica estão, portanto, praticamente ausentes ou são parcelas minoritárias desta associação anômala.

A distribuição geográfica é muito ampla e irregular, sem o registro de uma rede hidrográfica com bacias captantes sequenciais, onde a associação referida tenha domínio único e origem definida. Nas cabeceiras do rio Flexal, as bacias 113, 97, 119, 120 e 122 delimitam a mais importante zona anômala da Folha NA.22-Y-B-III, apresentando respectivamente 7% Fe, 15 ppm Ni, 70 ppm Cr, 70 ppm V, 70 ppm Cu, 30 ppm Pb, 24 ppm Zn, além de anomalias adicionais de Ca, Ba, Sn e F (b113); 7% Fe, 20 ppm Ni, 70 ppm Cr, 150 ppm V, 15 ppm Sc, 70 ppm Cu, 30 ppm Pb, 15 ppm Zn e 15 ppm Co (b97); 20 ppm Ni, 70 ppm Cr, 100 ppm V, 30 ppm Pb, mais Zn, Au, CxCu, CuA, F (b119); 15 ppm Sc, 70 ppm V, 1.500 Mn, 30 ppm Pb (b120) e 70 ppm V, 15 ppm Sc, 30 ppm Pb, 8 ppm Zn (b122). Isoladamente, ainda nesta folha, a associação de afinidade máfica é observada nas bacias 520, 04, 10 (respectivamente 10% Fe, 15 ppm Sc, 150 ppm V, 30 ppm Co e anomalias de Cu, Nb e Pb; 7% Fe, 70 ppm Cr, 15 ppm Sc, 100 ppm V e anomalias de Mg, PbA e Zn ; 7% Fe, 150 ppm V, 15 ppm Co, 70 ppm Cu e 6 ppm Zn), no extremo NW da área do Projeto - cabeceiras do Falsino e igarapé Lamparina, e nas bacias 48, 18, 42, 71, 88 e 158, sempre mostrando constituição parcial dos elementos componentes . As amostras 261 e 262, situadas num pequeno afluente do médio Falsino logo acima da confluência com o igarapé Segundo Braço (ainda na Folha NA.22-Y-B-III), revela também importante conjunção anômala de elementos desta associação, com outros de diferente afinidade; a b261 contém 15%Fe, 50 ppm Co, 500 ppm Cr, 100 ppm Cu, 100 ppm La, 20 ppm Ni, 70 ppm Pb, 50 ppm Sc, 10 ppm Sn, 150 ppm V, 150 ppm Y e 50 ppm PbA - a b262 apresenta 20 ppm Co, 70 ppm Cr, 70 ppm Cu, 150 ppm La, 20 ppm Nb, 30 ppm Pb, 15 ppm Sc, 100 ppm V e 16 ppm PbA.

Na Folha ao sul - NA.22-Y-B-VI -, a família de elementos de afinidade máfica tem representatividade maior em

dois locais: bacias 338, 339 e 337, entre os igarapés Tabocal e Bracinho, que possuem dispersões mais significantes de ferro (respectivamente 7%, 10% e 10% Fe), cromo (150 ppm,100 ppm e 200 ppm Cr) e vanádio (150 ppm, 150 ppm e 200 ppm V) além de anomalias altamente sugestivas de Ni, Mn, Co, La, Nb, Pb e Y; no extremo sul da folha, região do rio Tracajatuba e afluentes, a zona anômala tem uma forma bastante conspícua - as bacias 466 (500 ppm Cr, 100 ppm Sc, 30 ppm Co, 70 ppm Cu e mais La, Pb, Sn, Zn), 505 (20% Fe, 700 ppm Cr, mais de 100 ppm Sc, 150 ppm V, 70 ppm Co e La, Y, Pb), 504 (700 Cr, mais de 100 ppm Sc, 150 ppm V, 10 ppm NiA, 50 ppm Co e anomalias de Y, CuA, Zn, MnA), 503 (300 ppm V, 50 ppm Cu e 10 ppm Zn) e 501 (300 ppm V, 20 ppm Ni, 5 ppm CoA, 14 ppm NiA, 70 ppm Cu, além de Ba, CuA, Zn, F e Mn) tem uma disposição paralela - direção nordeste - em relação às bacias 496, 494 e 530 (cujas anomalias respectivas são: 70 ppm Ni, 150 ppm V e B, Pb, CuA, Zn, CxCu - 50 ppm Ni, 300 ppm V, 50 ppm Cu, 10 ppm NiA e CuA, Zn, CxCu - 200 ppm V, 150 ppm Pb, 15 ppm B, 8 ppm CuA e 90 ppm F) que são dispostas captando a região interfluvial Tracajatuba-Tartarugal Grande, logo a oeste. Nesta folha ainda ocorrem, isoladas, as bacias 483 (cabeceiras do igarapé Mosca, afluente do rio Tartarugal Grande) e 407 (afluente do igarapé Ponto Feliz, bacia do baixo rio Falsino) que representam a associação considerada.

De uma maneira geral, a distribuição das anomalias de vanádio pode ser utilizada na delimitação de áreas pertencentes ou sob influência desta associação; pode ser verificada esta estreita relação simplesmente confrontando o mapa de distribuição (anexo VIII) deste elemento com as áreas de domínio da conjunção anômala descrita.

Sob o ponto de vista geológico, a associação de afinidade a rochas/minerais máficos estabelece-se em bacias situadas em diversas litologias (Tonalito Papa-Vento e Granito Cigana, preferencialmente, na Folha NA.22-Y-B-III e Indiviso da "Suite" Metamórfica Tartarugal Grande, na Folha NA. 22-Y-B-VI, ao sul), tendo em comum, mapeados na maioria dos casos, corpos intrusivos de diabásio ou encraves anfibolíticos; tal é o caso, por exemplo, da bacia 97, onde além de diabásio, foi encontrado um corpo de anfibolito (PP-R-21); um mesmo dique básico de direção NNE coincide com e influencia as áreas de captação das amostras 13, 48, 64, 113 e 158, embora outros corpos da mesma natureza e por vezes mais extensos não sejam revelados pela geoquímica de sedimentos de corrente. Os valores anômalos encontrados nas bacias 338, 339 e 337 tem fundamento também em encraves máficos nos granitóides da "suite" Guianense, encontradas nas estações JM-R-114 sem expressão mapeável na escala do Projeto - provavelmente, devido à magnitude e forma de dispersão dos elementos nestas bacias, a faixa aflorante de rochas deste tipo seja bem maior que o suposto e encontrado no campo. Na porção SE da área, as bacias 504 e 503 recebem influência de diques de diabásio mapeados, enquanto que as amostras 466 e 505 captam rochas de mesma composição, embora sem continuidade definida pela fotointerpretação geológica; já as anomalias encontradas nas amostras 496 e 494, a oeste, não tem comprovação de origem, embora provavelmente sejam derivadas do mesmo condicionamento geológico. Resta ainda mencionar a região das bacias 261 e 262, que também não possuem suficiente informação geológica para permitir a identificação da fonte das anomalias - presume-se que sejam originadas de forma similar ao restante da área.

Nas três zonas principais de ocorrência desta associação anômala verifica-se também uma maior abundância do mineral piroxênio (teores de 1% em peso) nos concentrados de bateia (vide anexo IX).

b) Ca-Mg-Ba-Sr-(Zn-V-CoA-MnA)

Da mesma forma que a anterior, esta associação não apresenta-se completa em nenhum ponto da área do Projeto, constituindo-se também, pelas características dos elementos-traço, em manifestação de diversidades em ou nas litologias existentes.

Esta associação é de distribuição bastante restrita, ocorrendo quase que somente na Folha NA.22-Y-B-III; tem predominância na região do igarapé Lamparina, onde as bacias 13, 07, 519 e 05 revelaram respectivamente 0,2% Mg, 0,2% Ca, 1.000 ppm Ba, 70 ppm Cr, 30 ppm Pb, 14 ppm Zn - 0,15% Ca , 1.000 ppm Ba, 100 ppm Sr, 100 ppm V - 0,1% Ca, 500 ppm Ba - 0,1% Mg, 500 ppm Ba, existindo ainda anomalias isoladas de magnésio e bário em bacias adjacentes (04, 11, 08); na bacia 14 próxima (cabeceiras do igarapé da Cigana), os resultados obtidos foram de 0,1% Mg, 1.000 ppm Ba, 200 ppm Sr e 10 ppm Zn, e na bacia 18 (pequena drenagem no extremo norte da folha), a amostra representativa acusou 0,15% Mg, 0,15% Ca, 700 ppm Ba, 70 ppm Cr, 20 ppm Pb, 15 ppm Sc, 200 ppm Sr, 100 ppm V e 10 ppm Zn.

Cálcio é o elemento dominante no médio rio Flexal e igarapé do Limão, deixando de se associar ao bário. Nesta região aquele elemento tem uma dispersão bem definida nas bacias 163 (0,15% Ca e Zn, MnA), 164(0,3% Ca, 0,15% Mg, 100

ppm Sr e anomalias de Mn, Co, Sc, V, Zn e CoA), 165 (0,2% Ca mais Co, Zn, CoA, MnA) e 170(0,2% Ca, 0,1% Mg, além de Zn, CoA e MnA); circunjacentes e ampliando a zona de ocorrência, elevados valores de cálcio são ainda observados nas bacias 192, 187, 236, 178, 138-169 (na b138 conjugado com magnésio).

Merece citação ainda o pequeno núcleo das bacias 99-98 e 113, no alto rio Flexal, por conterem respectivamente 0,15% Mg (10 ppm Zn) - 0,3% Ca (8 ppm PbA, 8 ppm Zn) e 0,3% Mg, 700 ppm Ba (conjuntamente com anomalias possíveis e prováveis de ampla gama de elementos-traço), e a bacia 145 (cabeceira do igarapé Boca Cerrada, afluente do rio Flexal), na qual foi constatado 0,2% Mg, 0,5% Ca, 1.000 ppm Ba, 150 ppm Sr e 10 ppm Zn. Ocorrem ainda, nesta folha, outros locais anômalos geograficamente dispersos, com representação pequena dos elementos constituintes da associação.

Na Folha ao sul, NA.22-Y-B-VI, não foram determinados resultados de cálcio acima do limiar, do mesmo modo que não há representatividade de mais de um elemento principal desta família geoquímica numa mesma bacia. É ressaltada apenas a região do rio Tartarugal Grande entre os igarapés do Geraldo e do Braço, na qual as bacias adjacentes 333, 374 e 373 tiveram resultados de 0,10% Mg, 200 ppm Ba e 200 ppm Ba respectivamente, além de outros elementos não pertencentes a esta associação.

Do ponto de vista da geoquímica do ambiente secundário, esperar-se-ía que fossem enfatizadas as relações Ca-Mg e especialmente Ba-Sr, ao invés de formarem uma única conjunção unindo, incompatíveis pela diferença de raio iônico, os elementos bário e cálcio; tal fato faz pensar que a associação seja fortuita (apesar de evidenciada estatisticamente no computo das correlações anômalas, sem dúvida pela presença do acessório calcita que, todavia, não é resistente ao in

temperismc e deve desmembrar-se em seus contituintes), como também parece acusar a distribuição dos resultados analíticos, já comentado anteriormente.

Na região norte, a associação situa-se no domínio da "Suite" Metamórfica Guianense Indiviso em contato com o Granito Cigana, registrando-se ainda a presença de um dique de diabásio no interflúvio b07-b13. Na região centro-leste da mesma Folha (NA.22-Y-B-III), predomina o Indiviso da mesma suite, próximo já do contato com a unidade Tonalito Papa-Vento, tendo sido localizado, nesta região, alguns encraves anfibolíticos. Na bacia 145, a única anômala para todos os elementos essenciais da família (Ca, Mg, Ba e Sr) é conclusiva a presença na encaixante granodiorítica (Tonalito Papa-Vento), de diabásio e de um pequeno corpo anfibolítico (PP-R-27). Parece evidente, portanto, que nas regiões discriminadas há um condicionamento geológico de contato de litologias contendo minerais de potássio (essencialmente feldspatos) com abundante bário e estrôncio em suas estruturas cristalinas, com rochas composicionalmente máficas, em que o grau de diferenciação magmática (pretérito) e metamórfico não possibilitou a separação geoquímica do magnésio e cálcio.

Na Folha NA.22-Y-B-VI, ao sul, as anomalias predominantemente de bário, mostrando uma disposição completamente aleatória do ponto de vista prospectivo, parecem ser devidas ao usual enriquecimento deste elemento em rochas charnockíticas, provavelmente originadas pela precoce cristalização de feldspatos potássicos a partir de rochas de magmas relativamente secos (GOLDSCHMIDT, 1958). Tais anomalias seriam, por conseguinte, a expressão de locais com abundante presença de feldspatos potássicos no terreno indiferenciado e

charnockítico da "Suite" Metamórfica Tartarugal Grande. Como comprovação, análises espectrográficas em rochas desta suite (excetuando-se os enderbitos), acusaram um teor médio em bário na ordem de 1.300 ppm, com os resultados mais elevados atingindo 3.000 ppm Ba.

Não há relações evidentes desta associação com maior concentração de algum mineral pesado em concentrados de bateia.

c) CxCu-CuA-Zn-(V-Ni-Pb-PbA)

A família geoquímica dos calcófilos apresenta certas peculiaridades nos sedimentos de corrente da área do Projeto Falsino; conforme citado no item 9.4.3.3.1, a presença de cobre avaliado por espectrografia de emissão não é acompanhada, de maneira geral, por anomalias do mesmo elemento avaliadas por Absorção Atômica (CuA- diluição com HNO_3 a quente e CxCu- diluição com HCl a frio), e seu comportamento estatístico é atribuível principalmente à diversidade de populações litológicas influentes. O mesmo caso parece predominar em relação ao zinco, elemento identificado como acessório na maioria das associações geoquímicas definidas nos sedimentos de corrente, sem possuir relacionamento mais explícito com uma ou outra.

A associação de calcófilos tem predomínio em duas regiões na área do Projeto. Na Folha NA.22-Y-B-III, ocorre no alto rio Flexal englobando as bacias 113 (10 ppm CuA, 24 ppm Zn, 30 ppm Pb, 15 ppm PbA, 70 ppm V, 15 ppm Ni, mais Fe, Mg, Ba, Cr, Cu, Sn e F), 98 (8 ppm PbA, 8 ppm Zn e 0,3% Ca), 97 (8 ppm CuA, 4 ppm CxCu, 15 ppm Zn, 30 ppm Pb, 12 ppm PbA,

150 ppm V, 20 ppm Ni além de anomalias de Fe, Co, Cr, Cu e Sc), 119 (13 ppm CuA, 4 ppm CxCu, 20 ppm Zn, 30 ppm Pb, 20 ppm PbA, 100 ppm V, 20 ppm Ni e anomalias de Cr, Au e F) e 122 (8 ppm Zn, 9 ppm PbA, 30 ppm Pb, 70 ppm V e 15 ppm Sc); tem ainda manifestação mais a NW, descontinuamente, nas bacias 64 e 48 (respectivamente 7 ppm CuA, 12 ppm Zn, 10 ppm Ni e 6 ppm CuA, 14 ppm Zn, 10 ppm Ni, 0,15 % Mg, 70 ppm Cr, 80 ppm F) e, no extremo NW, já no igarapé Lamparina, a bacia 06 com 10 ppm CuA, 3 ppm CxCu, 18 ppm Zn e outras anomalias de Mg, Co e CoA. O elemento zinco, como pode ser verificado no mapa de distribuição individual de anomalias (anexo VIII), amplia esta região de ocorrência por ter apresentado valores elevados em bacias adjacentes.

Na Folha NA.22-Y-B-VI, apenas uma pequena região compreendendo as bacias 494 e 496 (respectivamente 27 ppm CuA, 8 ppm CxCu, 16 ppm Zn, 50 ppm Ni, 30 ppm NiA, 300 ppm V, 50 ppm Cu e 12 ppm CuA, 6 ppm CxCu, 21 ppm Zn, 70 ppm Ni, 150 ppm V, 150 ppm Pb e 15 ppm B) é ressaltada, ocupando as cabeceiras do rio Tracajatuba, interflúvio com o alto rio Tartarugal Grande; a pequena distância para leste, sem continuidade, as bacias 501, 502 e 504 mostram anomalias de CuA, Zn, V e Ni, conjuntas numa relação complexa com vários outros elementos-traço. A bacia 357, em pequeno afluente pela margem direita do rio Falsino, região entre os igarapés do Meio e do Fim, também é dígna de menção, ao apresentar resultados de 13 ppm CuA, 10 ppm CxCu, 11 ppm Zn, 75 ppm PbA, 200 ppm Ba e 700 ppm La.

Abstraindo-se o cobre avaliado através do método espectrográfico, as bacias citadas constituem as únicas manifestações da família de calcófilos nesta folha.

A simples comparação visual do mapa geológico com a distribuição dos elementos que compõem esta associação permite registrar a grande afinidade dos mesmos com zonas de ocorrência de rochas composicionalmente básicas. A figura 22 comprova esta relação, mostrando que as zonas de domínio desta associação situam-se dentro dos limites da associação Fe-Ni-Cr-V-Sc-(Cu-Pb-Zn-Co) descrita no item a, e atribuída exclusivamente a influência de rochas básicas,diabásios e/ou anfibolitos. Uma única exceção é encontrada na região da bacia 357, onde a associação a não se faz presente; alí a litologia dominante é o Enderbito Cobra da "Suite" Metamórfica Tartarugal Grande, não tendo sido localizados, no caminhamento geológico, outras litologias que pudessem originar as anomalias descritas. Como é comum, entretanto, encraves de piriclasito nos granolitos enderbíticos, pode ser atribuída , na falta de maiores informações, esta hipótese como sendo a mais provável para explanação de origem, inclusive pelo condicionamento geológico similar (diferença apenas no grau metamórfico) ao encontrado na"suite"Guianense com encraves anfibolíticos.

Em relação aos concentrados de bateia, esta associação não revela concordância com a distribuição de nenhum mineral, sendo notável a ausência de anomalias de zinco nas áreas de captação onde foi constatada a presença de gahnita ($ZnO.Al_2O_3$), o que talvez seja devido ao ataque químico de extração parcial.

d) La-Y-Mn-(Nb-Pb-V)

Esta família geoquímica constituída essencialmente de elementos litófilos representa variações litológicas na

área do Projeto, acusando a presença de termos de caráter alcalino ou pegmatítico, pela sua conexão genética; nióbio não constitui um dos elementos principais da associação por ter mais ampla distribuição anômala, com características peculiares (cerca de 44% das anomalias detectadas para este elemento ocorrem isoladamente, sem relações com outros indivíduos químicos), o que será comentado mais adiante. A presença de manganês como constituinte normal revela uma afinidade geoquímica do ambiente secundário, uma vez que os elementos de terras raras são sorvidos por oxidados de ferro e manganês.

Diversas são as manifestações desta conjunção anômala na área do Projeto Falsino, destacando-se como a mais importante a região dos formadores do igarapé do Braço (igarapés Quariquara, Molongó, Tabocal e do Bracinho), afluente pela margem esquerda do médio rio Tartarugal Grande, ao norte da Folha NA.22-Y-B-VI. Esta ampla região engloba 11 bacias de captação em continuidade areal, apresentando, em todas suas amostras respectivas, anomalias para um ou mais elementos definidores desta família. Os resultados obtidos foram 300 ppm La, 150 ppm Y e 500 ppm La, 200 ppm Nb, 1.500 ppm Y no "train" de dispersão das bacias 287-285; mais de 1.000ppm La, 300 ppm Y, 3.000 ppm Mn (e Fe, Cr, Ni, Pb, V, PbA)-1.000 ppm La, 700 ppm Y, 5.000 ppm Mn, 20 ppm Nb (e anomalias de Fe, Cr, Pb, V, PbA)- mais de 1.000 ppm La, 700 ppm Y (além de resultados elevados para Fe, Co, Cr, Ni, Pb, V, PbA) respectivamente nas bacias com dispersão significativa 339-338-337; observando-se ainda as áreas de captação de números 372 (1.000 ppm La, 20 ppm Nb, 3.000 ppm Mn e 150 ppm V),370 (150 ppm La, 1.500 ppm Mn, 200 ppm Ba, 70 ppm Cr), 319 (700 ppm La, 300 ppm Y, 3.000 ppm Mn, 40 ppm PbA), 284 (20 ppm Nb),

283 (30 ppm La, 300 ppm Y, 20 ppm Nb, 30 ppm B, 70 ppm Cu) e 282 (150 ppm La), que completam a área geográfica de influência da associação.

Outra importante região situa-se a SE da mesma folha no igarapé do Higino, afluente do rio Tracajatuba; verifica-se alí teores de 500 ppm La (b466) e 100 ppm Y (b505 e b504), conjugados com anomalias possíveis e prováveis de outros elementos-traço. No extremo NW desta folha, a bacia 300, num pequeno afluente do rio Falsino, apresentou 500 ppm La, 500 ppm Y e 70 ppm Pb, além de anomalias para Cr, Sc e PbA.

Na Folha NA.22-Y-B-III, ao norte, pequenos tributários do Falsino e o baixo igarapé Segundo Braço delimitam nova região anômala, tendo sido determinados valores de 100 ppm La, 150 ppm Y, 70 ppm Pb, 150 ppm V (bacia 261), 150 ppm La, 20 ppm Nb, 30 ppm Pb, 100 ppm V, (bacia 262), 150 ppm La, 20 ppm Pb (bacia 550), 100 ppm Y, 70 ppm Nb, 20 ppm Pb(bacia 294) e 70 ppm Nb, 20 ppm Pb (bacia 292), além de anomalias possíveis e prováveis para outros elementos. Mais ao norte, na região do igarapé do Gorgulho, há predominância de nióbio definindo a área de domínio da associação, que engloba as bacias 196(150 ppm La, 20 ppm Nb, 1.500 ppm Mn e 500 ppm Ba), 198(150 ppm Y), 156, 193, 197 (30 ppm Nb), 155 e 157 (20ppm Nb).

A presença de pegmatóides graníticos é bastante frequente na faixa de ocorrência dos granitóides da "Suite" Metamórfica Guianense (Granito Cigana, especialmente, e Tonalito Papa-Vento), litologias sobre a qual foi detectada a maior parte das anomalias destes elementos litófilos. Antes

que a existência pura e simples de rochas alcalinas, de um modo geral pode-se atribuir a pegmatóides derivados da remobilização e metassomatose de rochas pré-existentes a fonte das anomalias, especialmente pelo fato de, na região dos formadores do igarapé do Braço onde é mais expressiva a associação, o caminhamento geológico ter sido efetuado com bastante detalhe, sem haver a constatação de presença de rochas nefelino-sieníticas. Todavia, a existência de amplas feições estruturais identificadas fotogeologicamente, comprovam uma intensa atividade tectônica que poderia ter causado o "emplacement" de corpos alcalinos; um argumento em contrário é a conformidade de disposição espacial das bacias anômalas com os lineamentos, arqueados convexamente para oeste, na região do igarapé do Braço. O controle estrutural também é evidente nas bacias 261-262 (lineamentos em forma de arco), bacia 300 (lineamentos de disposição elipsóide) e bacias 504 505-466 (borda sudeste da estrutura dômica do Higino)

Tais relações merecem investigação mais detalhada para correta identificação e caracterização de proveniência.

Em minerais pesados, os elementos lantânio e ítrio ocorrem na monazita e xenotínio e usualmente também são capturados na estrutura do zircão (variedades alvita e cyrtolita), podendo ocorrer na série epidoto-orthita, em que o cálcio divalente é substituído por elementos de terras raras trivalentes. De todas as zonas de ocorrência desses minerais citados, observadas no anexo XVI verifica-se a coincidência nas bacias 338 e 319 (3% de monazita e xenotínio na amostra 319), 285 e 287 (3% de monazita na amostra 285) e bacia 196 (3% de monazita na amostra de mesmo número). A região de maior abundância em zircão e epidoto, a leste da Folha NA.22-Y-B-III ,

não é acompanhada por anomalias de elementos desta família geoquímica.

c) B-(Au-V)

Esta associação talvez seja a menos característica nos sedimentos de corrente, dentro da paisagem geoquímica da área do Projeto Falsino. Apesar de ser o elemento essencial nesta família, boro na verdade é o indivíduo que ocorre em conjunção aos outros; cerca de 45% das anomalias do boro ocorrem com resultados elevados de ouro (contra apenas 10% de anomalias de ouro conjuntas ao boro), e 64% delas com vanádio (14% das anomalias de vanádio com boro) - cerca de 12% das anomalias de ouro são encontradas em bacias com altas concentrações de vanádio.

A única região em que esta família geoquímica é bem definida situa-se no centro da Folha NA.22-Y-B-III, no baixo curso do igarapé Boca Cerrada (afluente do rio Flexal) e seus tributários; compreende quatro bacias que formam dois "trains" distintos: bacias 158-142 com respectivamente 150 ppm B, 70 ppm V, 5% Fe, 70 ppm Cr, 15 ppm Ni, 15 ppm Sc - 50 ppm B, menor de 0,05 ppm Au, 70 ppm V, 20 ppm Nb e bacias 160 - 161 com resultados anômalos respectivos de 70 ppm B, 70 ppm V e menor de 0,05 ppm Au - 50 ppm B, 70 ppm V e menor de 0,05 ppm Au. Pouco mais a sudeste, nas cabeceiras do igarapé Sapucaia, afluente pela margem direita do baixo Flexal, esta associação perde o grau de resolução de bacia para tornar-se geográfica; neste local as amostras correspondentes às bacias 184, 185, 186, 236 e 237 tiveram resultados respectivos de 100 ppm V (b184), < 0,05 ppm Au (b185), 100 ppm V e 0,25 ppm Au (b186, juntamente com valores anômalos de Fe,Mn,

Co,Sc e Y), 200 ppm B e 0,15% Ca (b236) e menor de 0,05 ppm Au, 20 ppm Nb (b237). Ainda nesta folha a bacia 243, num tributário pela margem esquerda do baixo rio Tartarugalzinho, apresentou teores de 150 ppm B e menor de 0,05 ppm Au.

Na Folha NA.22-Y-B-VI, o único registro específico para esta associação também tem caráter geográfico, contendo as anomalias de seus elementos constituintes em bacias diversas, apesar de adjacentes. Tal contexto é verificado nas cabeceiras do rio Tracajatuba e em pequenos afluentes locais do rio Tartarugal Grande, compreendendo as bacias 496 (15ppm B, 150 ppm V e anomalias também de Ni, Pb, CuA, Zn, CxCu) , 497(15 ppm B, 150 ppm V e 16 ppm Zn), 468(menor de 0,05 ppm Au e 50 ppm Cu)e 502(menor de 0,05 ppm Au, 10 ppm CuA e 14 ppm Zn).

Interessante sob o ponto de vista geoquímico é a distribuição em grande escala dos indivíduos componentes desta família (como pode ser verificado no anexo VIII), processando-se quase que sob a forma de núcleos ou faixas de bacias mais ou menos descontínuas, anômalas para um dos elementos da associação, seguindo-se bacias anômalas para o segundo elemento e, geograficamente mais distantes, anomalias do terceiro indivíduo químico. A sequência V-B-Au, desta forma, pode ser vista no extremo sul da Folha NA.22-Y-B-VI com sentido NE, ao centro e no quadrante sudeste da Folha NA.22-Y-B-III, com sentido SE.

Em relação ao panorama geológico, verifica-se a presença desta associação em zonas sob influência de rochas máficas (das quais o vanádio parece ser um seguro indicador, conforme o já comentado para a associação a); comprova-se es

te relacionamento no núcleo ao centro da Folha NA.22-Y-B-III (diabásios e encraves de anfibolito na encaixante Tonalito Papa-Vento), na região sudeste da mesma folha (estreita faixa do Anfibolito Anatum, em contato com o Granito Cigana e o Indiviso da "Suite" Metamórfica Guianense) e a sudeste da Folha NA.22-Y-B-VI, onde apesar da inexistência de informações geológicas de rochas deste caráter, é bem definida a distribuição da associação a , relacionada a rochas/minerais de afinidade máfica. Um importante aspecto a ser considerado é a existência de falhamentos em grande escala nas regiões de captação da associação anômala (Falha das Quatro Pancadas cortando as duas zonas na Folha NA.22-Y-B-III e Falha do Ariramba na Folha NA.22-Y-B-VI), cujo processo tectônico pode ter favorecido a mobilização ou fornecido os condutos para o estabelecimento da família geoquímica em estudo.

O único concentrado de bateia com 3% em peso do mineral turmalina (nas demais amostras os resultados foram iguais a 1% ou não detectado) foi coletado na bacia 158, componente da zona mais característica de ocorrência desta associação geoquímica, com o correspondente maior valor obtido para boro, que atingiu o teor de 150 ppm.

f) F-(Zn-NiA-CxFe)

Esta associação não é fundamentada geoquimicamente, à exceção de seus elementos acessórios, especialmente Zn e CxFe. Tem como fundamento a ocorrência de 50% das anomalias encontradas para o flúor conjuntas a anomalias de zinco (apenas 13% das anomalias de zinco são associadas ao flúor), a presença de 43% das anomalias de NiA com flúor e a relação de 67% dos resultados elevados de CxFe com zinco.

As zonas de incidência desta família são muito restritas, e com distribuição geográfica esparsa. Manifesta-se principalmente nas bacias adjacentes 78, 88 e 87, no Braço do Flexal, com resultados respectivos de 14 ppm Zn,1.200 ppm CxFe - 80 ppm F, 18 ppm Zn, 970 ppm CxFe, 3 ppm NiA - 80 ppm F, 10 ppm Zn - além de anomalias para outros elementos-traço, e nas bacias 500 e 501, no médio a alto rio Tracajatuba (extremo sul da área do Projeto) com valores de 90 ppm F, 18ppm Zn e 150 ppm F, 28 ppm Zn, 14 ppm NiA, conjugados com vários outros elementos.

Anomalias isoladas de flúor são encontradas próximas a estas duas regiões descritas, possibilitando talvez uma extensão em área da associação (vide o anexo VIII), que contém a distribuição anômala do elemento flúor).

As regiões descritas situam-se em domínio do Granito Cigana da "Suite" Metamórfica Guianense e do Charnockito Cuatá, da "Suite" Metamórfica Tartarugal Grande; ambas as litologias são de composição ácida, contendo frequentemente apatita como mineral acessório e provável fonte de flúor para os sedimentos de corrente, apesar de não ter sido detectada em concentrados de bateia locais. O zinco tem uma distribuição, conforme aventada acima, que pode independer daquela de flúor, e portanto, não levar a nenhuma conclusão fundamentada em aspectos geológicos - é o que aparenta acontecer no caso.

g) Au, Nb, Sn, Cu(Be)

Estes elementos devem ser considerados separadamente, pela manifesta tendência de não constituirem associações

e ocorrer com teores anômalos, preferencialmente em bacias sem o acompanhamento de outros elementos-traço. A distribuição de ouro, nióbio, estanho e cobre revela que há, respectivamente, cerca de 45%, 44%, 39% e 43% de bacias com valores altos, nas quais são os únicos elementos evidenciados. Berílio constitui um caso especial, tendo sido constatado em apenas uma amostra.

A distribuição destes elementos foi suficientemente comentada no item 9.4.3.3.1, restando a ser feita uma apreciação sobre o condicionamento genético das anomalias, e uma comparação com os resultados obtidos para os concentrados de bateia.

Provavelmente o ouro se constitui no bem mineral mais importante da área do Projeto pela sua ampla distribuição anômala e relevo que alcança atualmente no panorama econômico mundial. A vocação metalogenética para ouro dos terrenos arqueanos do norte do Brasil já foi comprovada por trabalhos anteriores (Projeto Sudoeste do Amapá, especialmente) e pela existência de inúmeros garimpos nos mais variados pontos da região. Já encontrada pelo Projeto citado, determinou-se também no Projeto Falsino uma grande afinidade da ocorrência deste metal com as rochas verdes constituintes da "Suite" Metamórfica Vila Nova, em especial a unidade Anfibolito Anatum; esta afinidade é reconhecida em âmbito mundial, sendo a sequência inferior dos "greenstone belts", de características ultramáficas a máficas, reportada como sendo a hospedeira do ouro, especialmente naquelas sequências nas quais inexistem os termos mais félsicos e os sedimentares (PRETORIUS, 1976). Para alguns autores, que observaram falta de relações entre a dispersão secundária de ouro e as hos

pedeiras acima caracterizadas, o controle principal é exercido pelas estruturas que permitem a circulação de fluídos, por eventos de alteração hidrotermal ou mesmo a presença de sulfetos (KWONG & CROCKET, 1978). A associação mais importante do ouro na área em estudo, com os elementos boro e vanádio, é comprovante da atuação hidrotermal na concentração do metal (a turmalina, fonte de boro e indicadora dessa atividade, é encontrada em todo os locais onde presente a associação), e da afinidade com rochas de caráter básico, das quais o vanádio é o elemento indicador de influência.

Especialmente na Folha NA.22-Y-B-III e região de maior ocorrência, portanto, o ouro deve provir de rochas máficas da "suite" Vila Nova, seja da extensa ocorrência do Anfibolito Anatum (a SE da Folha NA.22-Y-B-III), ou dos mesoencraves deste mesmo tipo de litologia nas rochas da "suite" Guianense, encontradas pelo mapeamento em diversos locais da região e, sem dúvida, ocorrentes em maior abundância, sempre em escala não mapeável. Na Folha NA.22-Y-B-VI, rochas equivalentes correspondem ao Piriclasito Mutum que, no entanto, não revelam a presença de ouro em suas faixas de maior ocorrência, embora a análise de uma amostra de rocha (AV-R-12A) tenha acusado < 0,05 ppm Au. Nesta folha talvez a fonte de dispersão do ouro seja dominantemente estrutural, uma vez que, segundo WILSON (1974), o metal não permanece em rochas submetidas a um alto grau metamórfico como o atingido no fácies granolítico, embora além da amostra citada, tenha sido determinado < 0,05 ppm Au no enderbito JM-R-179 (próximo do contato com o piriclasito). Nas bacias que constituem o maior e mais significativo "train" anômalo para este elemento 431-430-512-(415-428)-513, é notável a complexidade geológica, ocorrendo piriclasitos, quartzitos, enderbitos,

diabásio e laterita, num contexto dominantemente charnockíti
co e tectonicamente atingido por uma falha coincidente com
a maior drenagem (E-W) e pela Falha do Cuatá (NW-SE); com
uma tal variedade de influências é temerário atribuir uma
única e isolada fonte para o metal. Nesta mesma folha, a SE,
a presença de ouro é relacionada a boro e a vanádio, coinci
dente com a zona de atuação de associações ligadas a rochas
máficas, conforme já descrito em itens anteriores.

Nos minerais pesados de bateia, o ouro em concen
trações de 1% só foi detectado em 3 bacias na faixa anfibolí
tica (Anfibolito Anatum) da "suite" Vila Nova, a SE da Folha
NA.22-Y-B-III, acompanhado característicamente por espinélio
(s.l.) em teores de 3%; apenas uma das bacias (b2450 com
0,05 ppm Au) teve resultado anômalo nos sedimentos ativos de
corrente.

Nióbio é um elemento de baixa mobilidade encontra
do restritamente em pegmatitos, granitos a albita (sódicos)
e carbonatitos. Rochas alcalinas não foram identificadas em
nenhum local do Projeto, embora em certas bacias onde nióbio
relaciona-se com altos valores de ítrio e lantânio seja pro
vável a existência de litologias com esta composição; as ano
malias isoladas parecem pertencer ao primeiro caso, isto é, a
pegmatóides metassomáticos originados por fusão parcial e
remobilização dos contituintes granitófilos, nas litologias
das "suites" metamórficas Guianense e Tartarugal Grande. Es
te processo parece ter sido muito comum em toda a região, sen
do especialmente verificado durante o caminhamento geológico
no domínio dos granitóides da "suite" Guianense; pode ser
considerado um fato de alguma normalidade, na medida em que
não foram determinadas altas concentrações (as anomalias usu

ais são de 20 a 30 ppm Nb, equivalentes ao teor médio para rochas de composição intermediária a ácida) e não ocorrem outros elementos associados para a definição de proveniência e estabelecimento de associações paragenéticas. Esta suposição é comprovada a oeste da Folha NA.22-Y-B-III,num pequeno afluente pela margem esquerda do alto Falsino, em que as bacias 153, 155, 156 e 157 fornecem anomalias de 20 a 50 ppm Nb, drenando rochas da "suite" Guianense; nessa região foi efetuada a malha de solos J, que revelou apenas um valor de 70 ppm Nb também sem outras evidências geoquímicas relacionadas.

A mais importante região anômala isoladamente para nióbio situa-se no extremo sul da Folha NA.22-Y-B-III, interflúvio igarapé Segundo Braço-rio Tartarugalzinho, englobando as bacias 254 (com o resultado mais alto encontrado, de 100 ppm Nb), 267, 268, 270, 271, 253 3 224; localizam-se em área da "suite" Guianense Indiviso e Granito Cigana, tendo como única manifestação estrutural a presença de lineações circulares fotointerpretadas. Como as demais, para esta zona anômala atribui-se origem em pegmatóides e diferenciados tendendo à alcalinidade nas litologias normais da região.

Dos minerais usuais que contém nióbio, os mais importantes, columbita e pirocloro, não foram identificados em nenhuma amostra de concentrados de bateia; esfeno,apesar de constituinte acessório comum nos granitóides da "suite" Guianense, foi detectado restritamente e sem relação com Nb, restando ainda como portador do elemento na estrutura o mineral epidoto, cuja distribuição nos concentrados é completamente diversa daquela do nióbio em sedimentos.

Há uma acentuada disparidade entre as regiões anômalas para estanho em sedimentos de corrente e em concentrados de bateia. Em sedimentos de corrente, quase todos os valores considerados como anômalos são de 10 a 15 ppm , avaliados visualmente a partir de distribuições estatísticas indefinidas. Há predominância na Folha NA.22-Y-B-VI, onde ocorrem preferencialmente no contato do Enderbito Cobra com o Indiviso da "Suite" Metamórfica Tartarugal Grande; não há razão geoquímica para supor outra origem a não ser a derivação normal de rochas ocorrentes, uma vez que a amplitude de valores é baixa e no limite de sensibilidade do método espectrográfico; além disso, em algumas amostras de charnockito e granoblastito foram revelados teores de 10 e 15 ppm Sn, provavelmente ligado à biotita que é constituinte normal nestas litologias (estanho segue os íons do grupo Mg-Fe). Apenas uma bacia é considerada efetivamente anômala em estanho-bacia 462 com 100 ppm Sn - num dos formadores do igarapé Ariramba, no extremo ESE da Folha NA.22-Y-B-VI; nesta região o mineral topázio teve sua única determinação em concentrados de bateia (em teor de 1%), configurando assim uma associação e proveniência típica de"graisens!" O mineral cassiterita em concentrados de bateia ocorre dominando a porção NE da Folha NA.22-Y-B-III, sem mostrar correspondentes anomalias nos resultados analíticos dos sedimentos de corrente. Não há razão plausível para esta divergência, podendo-se especular desde uma seletividade muito grande no transporte e deposição do mineral (o que implica em identidade granulométrica e de condições hidráulicas) até engano na determinação mineralógica e/ou problemas no método geoquímico de avaliação (é reconhecida a limitação do método espectrográfico em análises de minerais pouco abundantes e dispersos na amostra, por falta de homogeneidade e tomada de alíquotas de apenas

50 miligramas). A razão desta divergência permanece obscura.

Como já comentado anteriormente, o elemento cobre possui uma muito ampla distribuição que não é totalmente explicada em termos associativos com outros elementos-traço. Este elemento dispõe-se em núcleos de bacias, situadas em ambas as margens do médio Falsino a NW da Folha NA.22-Y-B-VI , pela margem esquerda do alto Tartarugal Grande entre os igarapés Mosca e Cuatá e na região do alto igarapé Ariramba; algumas dessas bacias possuem outros (geralmente apenas um dos seguintes elementos: ouro com maior frequência, escândio, ítrio) elementos associados, o que parece acontecer fortuitamente ao se analisar a expressão geográfica da distribuição. É fora de dúvida que o metamorfismo regional em alto grau como o atingido nessa região tem o poder de remobilizar os elementos-traço; no entanto, seguindo-se o postulado de WILSON (1974) mesmo ao nível granolítico esta mobilização, se atingindo um jazimento mineral, seria muito restrita e na ordem de poucas dezenas de metros. É muito improvável que esta manifestação anômala do cobre seja devida a condicionamentos do tipo acima descrito. Conforme citada no item 9.4.3.3.1., os núcleos de bacias anômalas para cobre devem ser relacionados a diferentes litologias ou, mais adequadamente, a diferente composição das litologias, que pode conduzir ou não a uma mudança na classificação petrográfica; assim, pequenas variações no percentual dos minerais feldspatos alcalinos e plagioclásios, piroxênios, hornblenda, biotita, o acessório magnetita, etc., - todos contendo cobre na estrutura -, pode levar a um enriquecimento por zona ou núcleos do tipo observado. São comprovantes desta suposição os seguintes fatores: a- a pequena amplitude de valores, que oscilam entre 30 e 50 ppm Cu (raramente atingindo 70 ppm Cu); b- o alto des

vio padrão geométrico, na ordem de 3,3 e a distribuição multipopulacional (que por sí só seria conclusiva); c- o fato de as bacias se restringirem praticamente ao domínio da "Suite" Metamórfica Tartarugal Grande Indiviso formando regiões contínuas bem definidas.

Berílio em concentração anômala de 7 ppm foi contactado apenas na bacia 251, tendo associado 5% Fe, 0,1% Ca, 2.000 ppm Mn, 20 ppm Nb e 8 ppm Zn. É um elemento típico de fases pegmatíticas residuais, provavelmente sendo originado nos pegmatóides que abundam nas litologias da "Suite" Metamórfica Guianense. Na verificação dos outros valores ocorrentes, de 1, 1,5 e 2 ppm (não considerados anômalos por se situarem próximos do limite inferior de sensibilidade, e por diversas rochas conterem até 3 ppm Be, como o granito CS-R-112 e o tonalito HA-R-69), verifica-se também alguma coincidência com anomalias isoladas de nióbio atribuídas à mesma origem, tornando mais provável assim a suposição aventada.

A perda das amostras correspondentes às bacias 252, 272, 274, 275 e 276, na região das cabeceiras do igarapé Quariquara (b 252) e igarapé Papa-Vento (as demais citadas), a sudeste da Folha NA.22-Y-B-III, aparentemente teve consequências na limitação da distribuição geográfica apenas da associação La-Y-Mn (Nb-Pb-V), e talvez de alguns daqueles elementos cuja ocorrência não é subordinada ou relacionada à composição de famílias geoquímicas.

9.5 - Estudo dos Minerais Pesados

A coleta sistemática de concentrados de bateia foi efetivada como um método prospectivo auxiliar na averiguação da existência e distribuição de minerais de minério resistatos, bem como coadjuvar o reconhecimento geoquímico e o levantamento geológico. Conforme já citado, as bacias de captação dos concentrados abrangem áreas aproximadas de 30 km^2, ou seja, duas de sedimentos de corrente, cobrindo também de maneira homogênea toda a região do Projeto Falsino. As análises realizadas foram semiquantitativas, sendo a percentagem em peso dos minerais encontrados expressa por qualificadores que indicam serem valores médios; os resultados são fornecidos na escala de 80%, 60%, 40%, 15%, 3%, 1% e Não Detectado, encontrando-se discriminados no anexo XVIII.

Foram identificados cerca de 28 espécies minerais, a grande maioria constituindo-se em acessórios mais ou menos frequentes e encontrados nos tipos litológicos de ocorrência regional; os comentários são estendidos a cada espécie, ressaltando-se os aspectos de abundância e distribuição, além das relações com a geologia quando verificada. Os mapas de distribuição dos minerais mais importantes, ou em maior concentração, são expostos no anexo IX.

9.5.1 - Resistatos comuns em aluvioes

Nesta categoria inclue-se ilmenita, zircão, monazita, magnetita, xenotímio, leucoxênio, espinélio, titanita e apatita.

Ilmenita é o mineral de maior abundância e mais

generalizada distribuição, sendo encontrada em toda a região do projeto constituindo quase sempre mais da metade em peso do concentrado apurado (resultados de 60% e 85%, estes predominando). Em percentual de apenas 15% foi detectada nas bacias 39, 77 e 78, domínio da "suite" Guianense Indiviso, quase extremo NE da área do Projeto; em quantidades de 40% tem também distribuição restrita a bacias influenciadas pelas rochas graníticas e tonalíticas da mesma "suite", tanto a NE circunscrevendo as bacias já citadas, como a leste na região do igarapé Papa-Vento e litologias da "suite" Vila Nova.

A menor abundância de ilmenita corresponde a um predomínio de zircão, que registra 85% nas bacias 39, 77 e 78 no alto Braço do Flexal; resultados de 60% para este mineral ocorrem restritamente na mesma região, caracterizando as litologias da "suite" Guianense alí existentes, como variedades com maior abundância no acessório zircão. Teores de 40% são observados em 44 bacias, com distribuição mais ampla, enquanto que a maioria (177) das amostras apresentaram teores entre 1% e 15% do mineral.

Monazita não foi encontrada em cerca de 50% das bacias, ocorrendo nas restantes em concentrações médias de 1%. Em apenas 12 bacias teve maior abundância, atingindo os 3% (anexo IX), não revelando, entretanto, ligação específica com algum tipo de litologia; sua distribuição, bastante irregular, ocorre principalmente em zona de ocorrência da"Suite" Metamórfica Guianense.

Somente duas bacias tem concentração elevada de magnetita, correspondente a 15% em peso. As bacias 5 e 181 são distanciadas geograficamente, possuindo em comum, no en

tanto, a ocorrência de diques de diabásio na área captante; os outros valores encontrados são de 1% a 3%, amplamente dispersos na área do Projeto. Na região de ocorrência do Quartzito Tracajatuba este mineral não foi destacado, apesar de ser acessório comum identificado pela análise petrográfica.

Xenotímio ocorre na maior parte da área em proporções de 1% (174 amostras), não tendo sido detectado em 84 bacias. Em percentual de 3% foi encontrado nas bacias 59 e 319, distanciadas entre sí mas ambas em litologias graníticas da unidade Granito Cigana, da "Suite" Metamórfica Guianense. Leucoxênio ocorre em 159 bacias, sempre em percentual de 1%; um único valor de 3% foi encontrado na bacia 189, na região entre o igarapé Segundo Braço (Falsino) e rio Flexal, também em rochas da "suite" Guianense Indiviso e Granito Cigana.

Da mesma forma que os minerais descritos anteriormente, espinélio em teores de 1% tem distribuição muito ampla (117 bacias), aparecendo um único local onde a concentração atinge a 3% do concentrado - bacias 245 e 2450 - no igarapé das Corocas, afluente do rio Tartarugalzinho; a influência litológica alí é do Anfibolito Anatum da "Suite" Metamórfica Vila Nova e do Granito Cigana, da "suite" Guianense.

Apesar de ser um acessório muito comum nas diversas litologias, esfeno ou titanita foi detectado em quantidades de 1% em apenas 2 amostras, correspondentes às bacias 27 e 506; tais bacias situam-se nos extremos norte e sul da área do Projeto em domínio, respectivamente, da "Suite" Metamórfica Guianense e da "Suite" Metamórfica Tartarugal Grande.

Apatita foi detectada em 13 amostras, com teores

que não ultrapassaram a 1%. Sua maior ocorrência é na Folha NA.22-Y-B-III, em bacias sob influência das rochas graníticas (Granito Cigana) da "suite" Guianense; na folha ao sul tem distribuição irregular, destacando-se todavia a presença nas bacias 447 e 491 (igarapé Cobra), em zona de geologia complexa com predomínio da "suite" Tartarugal Grande Indiferenciado.

A distribuição destes minerais resistatos mais comuns pode ser verificada no anexo IX. Não ocorrem associações características a tipos litológicos, sendo notável entretanto a região que engloba as bacias 39, 77 e 78, por apresentar teores elevados de zircão e monazita.

9.5.2 - Acessórios normais em Rochas

Constituem acessórios normais em rochas os minerais anfibólios, epidoto, turmalina, rutilo, anatásio, micas e piroxênios.

Cerca de metade dos concentrados contiveram anfibólios em percentagem de 1%; 8 bacias revelaram 3% do mineral e apenas um local, correspondente à bacia 82, apresentou concentração de 15%. A região de maior destaque é a centro-NE da Folha NA.22-Y-B-III, no igarapé Água Branca e baixo rio Flexal, onde ocorrem litologias graníticas e granodioríticas do Granito Cigana e Indiviso da "Suite" Metamórfica Guianense. Causa espécie a ausência de altos teores deste mineral na faixa de ocorrência do Anfibolito Anatum, da "Suite" Metamórfica Vila Nova.

De um modo geral, a presença de epidoto acompanha

o anfibólio, tendo concentrações de 15% (bacias 87 e 171) e 3% (28 amostras) predominantemente a centro-NE da Folha NA.22-Y-B-III, sobre rochas da "suite" Guianense Indiviso. Outras bacias contendo 3% de epidoto se distribuem segundo uma faixa NW-SE que passa pelo centro da folha citada, sob influência de diversas litologias da mesma "suite" e ainda de diques de diabásio.

Cerca de 147 amostras contiveram turmalina em teor de 1%; apenas a bacia 158, num afluente do igarapé Boca Cerrada, conteve 3% do mineral. Ocorre neste local o Tonalito Papa-Vento, com dique de diabásio e encraves máficos presentes na área de captação.

Os minerais rutilo e anatásio mostraram respectivamente 209 e 154 resultados iguais a 1%, não fornecendo anomalias passíveis de serem relacionadas a litotipos ocorrentes na área.

Apenas 5 bacias apresentaram micas nos concentrados de bateia (bacias 179, 274, 421, 439 e 508), sempre em quantidade de 1%. Tais bacias distribuem-se irregularmente na área do Projeto e sob influência das mais variadas litologias sem, portanto, fornecerem informações conclusivas.

Piroxênios foram detectados em cerca de 62 amostras, em quantidades nunca superiores a 1%: sua distribuição principal (representada no mapa em anexo) associa-se ao Enderbito Cobra e ao Piriclasito Mutum, na região sudoeste da Folha NA.22-Y-B-VI. Zonas enriquecidas no mineral também ocorrem a sudeste da mesma folha (domínio da "suite" Tartarugal Grande Indiviso) e em núcleos esparsos na Folha ao norte,

NA.22-Y-B-III, estabelecidos em variados litotipos da"Suite" Metamórfica Guianense, com algum controle das intrusivas básicas.

A mais notável acumulação dos minerais pesados acessórios em rochas é na região do Braço do Flexal e igarapé Água Branca, especialmente pela presença de anfibólios e epidoto; tais minerais denunciam rochas de caráter básico nas áreas de captação, das quais os únicos representantes,reconhecidos pelo levantamento geológico, foram os diques de diabásio. Por comparação e similaridade com outros locais, os corpos de diabásio são insuficientes para fornecer tal gama e quantidade dos minerais encontrados; parece ser bastante provável, desta maneira, à ocorrência de encraves anfibolíticos que são comuns em outros locais na mesma encaixante, embora aquí haja uma ainda maior contribuição de seus minerais constituintes essenciais para o alúvio nas drenagens. Embora pelo mapa geológico não constem rochas de tal natureza, vários locais com lateritas foram identificados durante os trabalhos de campo e, no âmbito regional, verifica-se um relacionamento quase que exclusivo de lateritas com rochas de constituição básica.

9.5.3 - Minerais típicos de Metamorfismo

Estaurolita, andaluzita, granadas, silimanita, cianita e corindon são os minerais típicos de rochas metamórficas, que se caracterizam por apresentar, na área do Projeto, restritas distribuições e quantidades.

Estaurolita foi encontrada em 78 amostras com teores de 1%, encontrando-se lançadas no anexo IX as bacias com

teores de 3% (bacias 244, 326 e 330) e de 15% (bacias 245 e 280); estas são restritas ao extremo sudeste da Folha NA. 22-Y-B-III, região do baixo rio Tartarugalzinho e igarapé Papa-Vento, zona também litologicamente dominada pelo Anfibolito Anatum, da "Suite" Metamórfica Vila Nova, ocorrendo ainda rochas quartzíticas da mesma unidade.

Andaluzita teve somente 33 resultados definidos, dos quais os mais elevados foram os obtidos nas bacias 176, 326 e 386 com 3% e na bacia 280, com 15%. A região de maior interesse é no médio igarapé Papa-Vento, onde andaluzita associa-se à estaurolita, na estrita faixa de ocorrência dos metamorfitos Vila Nova. Na bacia 176 a andaluzita é encontrada isoladamente, sem haver, pelo mapa geológico, litologias similares às identificadas no igarapé Papa-Vento. Ao sul, na bacia 386 (igarapé do Travessão), este mineral foi localizado junto com 3% de granada, sob uma influência geológica complexa envolvendo litologias da "Suite" Metamórfica Tartarugal Grande Indiviso, Enderbito Cobra, Charnockito Cuatá e Piriclasito Mutum, postas em contato com o Granito Cigana pela falha do Segundo Braço.

Granadas em concentrações de 3% ocorrem ainda em outras 5 bacias isoladas, das quais as bacias 237, 189 e 193 situam-se em uma faixa que a grosso modo acompanha um corpo granitóide (Granito Cigana), alongado e circunscrito pelo Anfibolito Anatum, a sudeste da Folha NA.22-Y-B-III.

Cerca de 73 valores iguais a 1% foram determinados para a silimanita, com apenas uma amostra revelando quantidade superior (3%). Este resultado foi obtido na bacia 104, num pequeno afluente pela margem direita do alto rio Falsino,

zona da "suite" Guianense; nenhum outro mineral de metamorfismo encontra-se associado.

Da mesma forma, apenas uma amostra revelou a presença de cianita, com teor de 1%; trata-se da bacia 423, situada no igarapé Ariramba sobre litologias granolíticas da "Suite" Metamórfica Tartarugal Grande, sem informações da ocorrência de rochas com menor grau metamórfico.

Corindon teve 53 resultados iguais a 1%, revelando importantes concentrações abrangendo praticamente toda a porção nordeste da Folha NA.22-Y-B-III, sob influência do Granito Cigana e da "Suite" Metamórfica Guianense Indiferenciado, e ao sul, na Folha NA.22-Y-B-VI, na zona de contato por falhamento do Granito Cigana com os granolitos da "suite" Tartarugal Grande. Bacias com o mesmo teor de 1% de corindon se dispõem, sugestivamente, na borda interna do arco formado pelo Enderbito Cobra na porção SW da Folha NA.22-Y-B-VI.

Os minerais acessórios típicos de metamorfismo não forneceram boas associações, excetuando-se talvez a distribuição de estaurolita + andaluzita que situou-se compativelmente na zona de ocorrência da suite Vila Nova; os demais minerais ocorrem parecendo obedecer mais a variações locais e independentes entre sí do que obedecendo a alguma disposição espacial de grau metamórfico ou variações (em grande escala) composicionais pré-metamorfismo. A disposição geográfica parece expressiva no caso do corindon, faltando elementos, no estágio atual de investigação, para melhor caracterizá-la e definí-la em termos geológicos.

9.5.4 - Minerais de minério e outros

O último grupo de minerais a ser estudado corresponde àqueles que já se constituem em minério , como ouro e cassiterita, além de gahnita, topázio, fosfatos indiscriminados e óxidos de ferro, que não fizeram parte dos agrupamentos descritos anteriormente.

Ouro foi observado nos concentrados das bacias 247, 245, 2450, e em sub-bacias desta última, em quantidade de 1%. Situam-se no igarapé das Corocas, afluente do baixo rio Tartarugalzinho, área dominada pelo Anfibolito Anatum da "Suite" Metamórfica Vila Nova.

Cassiterita foi detectada sempre em concentrações de 1%, ocorrendo em 21 bacias. A região de maior interesse é a nordeste da Folha NA.22-Y-B-III, cabeceiras do Braço do Flexal e igarapé Água Branca, onde situam-se, contínuas e lado a lado, cerca de 12 das bacias anômalas; as litologias mapeadas são graníticas e granodioríticas das unidades Granito Cigana e Indiviso da "Suite" Metamórfica Guianense. Teores de 1% em cassiterita foram observados também nas amostras designativas das bacias 245 e 2450, conjuntamente com o ouro e já comentadas acima. As outras ocorrências são de maneira geral isoladas na Folha NA.22-Y-B-VI, devendo ser comentada a que compreende as bacias 497 e 498, em pequeno afluente pela margem direita do alto rio Tartarugal Grande que deriva da chamada "Estrutura do Higino", em litologias da "Suite" Metamórfica Tartarugal Grande.

Gahnita tem ampla e irregular distribuição, tendo sido localizada em 20 amostras com teores de 1%. A região

de maior destaque engloba as bacias 182, 185, 186 e 237, no igarapé da Sapucaia, afluente do rio Flexal. As litologias influentes correspondem ao Granito Cigana e à "suite"Guianense Indiviso. A ocorrência deste mineral não revela relações com as litologias da área.

Topázio foi identificado somente na amostra 423,em concentração de 1%. As litologias influentes na área de captação da bacia referida pertencem à "Suite" Metamórfica Tartarugal Grande Indiviso e Charnockito Cuatá.

Minerais de fosfato ocorrem com percentual de 1% em cerca de 8 bacias, cuja distribuição geográfica é bastante esparsa. As bacias 108, 109 e 115, no igarapé do Videira a centro-oeste da Folha NA.22-Y-B-III, são as mais estreitamente relacionadas, situando-se no Tonalito Papa-Vento da "suite" Guianense.

Óxidos de ferro foram localizados na grande maioria das amostras em quantidades de 1%; em concentração de 3% ocorrem nas bacias isoladas 189 e 2450, a sudeste na Folha NA.22-Y-B-III. A primeira citada compreende litologias graníticas da "suite" Guianense, e a segunda tem influência do Anfibolito Anatum, da "Suite" Metamórfica Vila Nova.

A distribuição dos minerais deste grupo não revela associações entre eles, sendo plausível, no entanto, um relacionamento entre o ouro e óxidos de ferro, devido ao caráter siderófilo do primeiro metal; entretanto, a falta de maiores informações devido à baixa acuracidade analítica (inerente ao método), não permite maior certeza quanto a este aspecto.

Numa apreciação geral sobre todos os minerais encontrados e descritos, pode-se verificar que, se há poucas e quase definidas relações entre os minerais dentro de um mesmo grupo, entre os minerais de agrupamentos distintos elas são praticamente inexistentes. A não correspondência exata entre fonte e minerais no alúvio, tem origem na dimensão da bacia (para trabalhos de pesquisa em regiões similares à da Amazônia é recomendado no mínimo uma amostra a cada 10 km^2 de captação - OVERSTREET, 1960), na heterogeneidade de amostragem (amostras coletadas por diferentes equipes em locais com distintas condições hidráulicas do meio transportante), e finalmente, na avaliação semiquantitativa do concentrado, análise esta com alto índice de variabilidade.

As informações obtidas por esse reconhecimento mineralógico, todavia, foram satisfatórias dentro do espírito de coadjuvantes na interpretação da pesquisa geoquímica e na verificação da geologia, em escala ainda de pouco detalhe.

9.6 - Conclusões e Recomendações

O reconhecimento geoquímico e mineralométrico efetuado pelo Projeto Falsino, comprovou a existência de amplas faixas anômalas com potencial favorável à existência de mineralizações. A elevada incidência e variedade de anomalias geoquímicas, não suficientemente explicadas pelo conhecimento geológico adquirido, bem como a existência de rochas julgadas atualmente como metalotectos de alta importância, são fatores que recomendam a realização de estudos geológicos e atividades prospectivas em maior detalhe.

WILSON (1974) descreve bem a importância dos terrenos de alto grau metamórfico como o granolítico, para o possível fornecimento de ampla gama de bens minerais, enquanto que ANHAEUSSER (1976), dentre outros autores, aponta a grande variedade de mineralizações associadas a sequências arqueanas tipo "greenstone belts", em todos os locais de ocorrência conhecida.

Traçando um paralelo com a área estudada pelo Projeto Sudoeste do Amapá (situada a cerca de 220 km a sudoeste), que apresenta estreita similaridade litológica, e segundo o controle de modelo de áreas - fonte proposta por PRETORIUS (1976), verifica-se que a "Suite" Metamórfica Vila Nova, na área do Falsino, representa uma sequência dominantemente máfica, com vulcânicas ácidas ou sedimentares pelíticas subordinadas, como testemunhado pelo Mica-xisto Tartarugalzinho, evidenciando assim - em corroboração a uma origem vulcânica ácida - uma maior probabilidade de mineralizações dos elementos calcófilos em detrimento da abundância de ouro no cinturão de rochas verdes da área do Projeto Falsino.

Em relação aos elementos calcófilos, no entanto, poucas são as evidências geoquímicas que sugerem mineralizações: a presença desses elementos é sempre correlacionada a litologias normais do substrato, e as poucas detecções que não obedecem a este condicionamento são, em termos absolutos, de pequena expressividade. Para cobre, os resultados máximos obtidos em sedimentos de corrente atingiram a 100 ppm para Cu (espectrografia), 27ppm para Cu (absorção atômica) e 10 ppm para CxCu, enquanto que valores determinados em uma amostra de solo sobre diabásio, na malha B, foram de 500 ppm

para Cu, 100 ppm para CuA e 20 ppm para CxCu, praticamente elevados quatro vezes em relação ao teor máximo em sedimentos.

O indício mais importante para esse elemento, foi a ocorrência de 1000 ppm para Cu (espectrografia) e 650 ppm para Cu (absorção), juntamente com 0,5 ppm para Ag no actinolita-xisto com pirita disseminada da estação HA-R-223, apesar de não terem sido constatadas anomalias na bacia de sedimentos (b 227) captante; constitui uma área recomendada para detalhamento talvez com extensão lateral para abranger a continuidade das litologias. Em caráter secundário, recomenda-se para possível estudo, a dispersão de cobre na região das cabeceiras dos igarapés Cobra e do Nazário, na margem esquerda do rio Tartarugal Grande, onde também foram determinadas anomalias em cobre, pelos projetos Macapá-Calçoene e Norte da Amazônia; outras bacias citadas no item 9.4.3.3.1, que apresentam resultados positivos para CuA e CxCu, poderiam também enquadrar-se como secundárias em escala de prioridade para esse metal.

Para chumbo, o panorama é idêntico ao apresentado pelo cobre; as anomalias detectadas nos sedimentos, predominantemente nas áreas dominadas pela "Suite" Guianense, de um modo geral têm concentrações de três a quatro vezes inferiores ao normalmente encontrado nas litologias dessa "suite". Uma região é ressaltada, no entanto, em pequeno afluente pela margem esquerda do baixo Falsino - bacia 445 - que revelou 300 ppm Pb (espectrografia) e 90 ppm Pb (absorção atômica) em zona de influência do Piriclasito Mutum, litologia incompatível com altos teores em chumbo; concordantemente, ali também foram detectadas anomalias desse metal, por ocasião do Projeto Norte da Amazô

nia. Em caráter secundário, no médio Braço do Flexal, a região das bacias 86, 87 e 88 podem ser estudadas para esse elemento, pois além de anômalas nos sedimentos, a malha de solo D, acusou valores fora da normalidade para os elementos Pb, Zn e F, apesar de serem baixos em termos absolutos; também nessa categoria, a região de dispersão mais notável do chumbo, compreendendo as bacias 338, 339 e 337(igarapé do Bracinho), poderia ser verificada uma vez que possui também outros elementos anômalos (La, Y, Nb, Fe, Mn, Cr e V) relacionados.

O calcófilo zinco, conforme comentado anteriormente, é um acessório aos outros elementos-traço, devido em especial à sua característica de alta mobilidade supergênica; não revela, por si só, regiões onde poderia encontrar-se concentrado.

O ouro, dentre os elementos estudados, é o que derperta maior interesse. Sua ampla distribuição anômala faz com que se torne o metal de ocorrência em níveis econômicos mais provável na área do Projeto. Aparenta ocorrer sempre em relativa afinidade com as rochas de composição máfica, podendo, em alguns casos, ter derivação concomitante ou exclusiva a processos e manifestações tectônicas. A preferência de sua distribuição é visível com rochas da "Suite" Metamórfica Vila Nova, em especial o Anfibolito Anatum, à semelhança com o observado no Projeto Sudoeste do Amapá, em similar contexto geológico. Várias são as regiões onde trabalhos prospectivos em maior detalhe se fazem imperativos. Na região sudeste da Folha NA.22-Y-B-III, em pequeno afluente do baixo curso do rio Tartarugalzinho (igarapé das Corocas), foi detectado ouro nos sedimentos de corrente e em concentrados de bateia das bacias 245 e 2450

principalmente; o condicionamento geológico da ocorrência, relacionado ao Anfibolito Anatum (sequência básica) em zona de contato com o Mica-xisto Tartarugalzinho (sequência ácida ou sedimentar) do "Greenstone" Vila Nova, é o idealmente proposto para origem de mineralizações desse metal na área do projeto referido, ou seja, a concentração do ouro disperso na rocha máfica, no interface ou na própria rocha de composição mais ácida sobrejacente, sempre dentro da sequência estratigráfica normal. Em direção noroeste e a pequena distância, revelando também um estreito relacionamento com a faixa anfibolítica, as bacias 185, 186 e 237 contém anomalias respectivas de $< 0,05$ ppm Au, 0,25 ppm Au e $< 0,05$ ppm Au já fazendo parte do domínio da associação B - (Au - V), do mesmo modo que as anomalias encontradas ao centro da folha (bacias 160, 161 e 142); na região das bacias 186 (0,25 ppm Au) e a adjacente 180, localizou-se um garimpo de ouro em quartzo de veiro, enquanto que no outro núcleo (b 161, b 162) há notícia de ocorrência do metal (Projeto Norte da Amazônia). Dispostas em bacias isoladas entre essas três áreas descritas, são frequentes outras anomalias geoquímicas de ouro, o que faz recomendar toda a extensa faixa com objetivo de pesquisa.

Na Folha NA.22-Y-B-VI, é sugerida como prioritária a bacia do igarapé Cuatá, que revelou o "train" de dispersão mais significativo de toda a área do Projeto Falsino, talvez com as anomalias de ouro relacionadas ao tectonismo (Falha do Cuatá e um expressivo falhamento ao longo da drenagem), embora constitua também uma zona de alta complexidade geológica, onde o ouro pode ter derivado do piriclasito e se concentrado no quartzito, componentes da "Suite" Metamórfica Ananaí, num processo concentrador

similar àquele explicitado para a "Suite" Metamórfica Vila Nova. No extremo nordeste da folha, as bacias 327 e 328 (<0,05 ppm Au e 0,35 ppm Au) merecem investigação pela proximidade geográfica com o Anfibolito Anatum.

Em outros locais, mais restritos em área, poderia ser recomendada a pesquisa em ouro, especialmente pelos altos valores analíticos encontrados, como as bacias 254 (0,75 ppm Au) e 297 (0,55 ppm Au) e pelo fato de existirem inúmeros encraves máficos (piriclasitos ou anfibolitos), potenciais portadores do metal, em toda a região do Projeto.

Estanho é outro bem mineral de importância e que tem existência na área. O indício principal de mineralização correspondeu à determinação de 100 ppm Sn e à presença do mineral topázio na bacia 462, num pequeno afluente pela margem direita do igarapé Ariramba, a ESE da Folha NA.22-Y-B-III; tal associação é típica de jazimento do tipo "graisen", altamente importante para esse metal; a presença de micas na bacia de concentrados logo a jusante e em outra mais ao sul também é conspícua, ocorrendo comumente em grande quantidade nesse tipo de ocorrência.

A porção nordeste da Folha NA.22-Y-B-III, merece ser verificada em grau de maior detalhe por apresentar, em todas as amostras de concentrados de bateia, teores de 1% de cassiterita, tendo sido verificadas anomalias de estanho e berílio ao sul dessa zona, pelos projetos Macapá-Calçoene e Norte da Amazônia, embora a pesquisa através de sedimentos de corrente efetivada pelo Projeto Falsino tenha resultado negativa. Negativos também foram os resultados geoquímicos e mineralógicos para estanho-

cassiterita obtidos no extremo sul da Folha NA.22-Y-B-III, região onde existiu um garimpo para esse mineral.

Diversas são as notícias de ocorrência e anomalias geoquímicas em projetos anteriores de pesquisa que comprovam a existência de concentrações dos elementos litófilos nióbio, especialmente, lantânio e ítrio. Nióbio, apesar de aparentar ampla e dispersa distribuição, concentra-se na região sul da Folha NA.22-Y-B-III, interflúvio igarapé Segundo Braço - rio Tartarugalzinho, englobando as cabeceiras do igarapé Molongó; são bacias sem continuidade hidrográfica mas que formam um núcleo com teores anômalos de 20 ppm até 100 ppm Nb (este valor encontrado na b 254). Essas anomalias aparentam ser provenientes de corpos pegmatóides, também evidenciado pela existência de antigo garimpo de cassiterita na região, conforme comentário anterior. As ocorrências e anomalias de nióbio citadas por trabalhos anteriores não foram comprovadas na pesquisa geoquímica do Projeto Falsino.

Lantânio e ítrio concentram-se na região norte da Folha NA.22-Y-B-VI onde, nas bacias 285 (500 ppm La, 1500 ppm Y), 339 (> 1000 ppm La, 300 ppm Y), 338 (100 ppm La, 700 ppm Y) e 337 (> 1000 ppm La, 700 ppm Y) tem a mais significativa dispersão; o aparentemente bem definido controle estrutural (visível em toda a área) da associação anômala, permite que seja aventada a hipótese de derivação de rochas alcalinas, ambora a origem a partir de pegmatóides ou mesmo de inusitado enriquecimento em sedimentos hidrolisados não possa ser descartada com as informações disponíveis; sugere-se um estudo em caráter prioritário para determinar o condicionamento geológico e avaliar o potencial econômico dessa região nesses elementos' e outros usualmente associados (Th, U, etc.).

Merece comentário adicional apenas o elemento ferro, com duas ocorrências na área, localizadas no extremo sudeste da Folha NA.22-Y-B-VI, às margens do rio Tracajatuba e a nordeste da mesma folha, na região do baixo igarapé do Braço, afluente do rio Tartarugal Grande; ambos os corpos constituem fácies ferríferos de rochas quartzíticas, pertencentes ao Quartzito Tracajatuba da "Suite" Metamórfica Ananaí. As prospecções geoquímica e mineralométrica não detectaram estes corpos (aquele do rio Tracajatuba, por não haver cobertura da amostragem), mas definiu outras regiões onde é possível a ocorrência de minério, sempre levando em consideração o controle litológico; na borda NE da faixa anfibolítica da "Suite" Metamórfica Vila Nova, a bacia 186 apresentou uma anomalia de 7% Fe, associada ao vanádio e escândio, enquanto que a bacia de concentrados 189, cerca de 4 km a oeste, teve um resultado de 3% em óxido de ferro, valor este somente igualado na bacia 2450, no interior do domínio do Anfibolito Anatum. Ao sul, no rio Tracajatuba, a bacia 505 no baixo igarapé do Higino acusou 20% Fe, valor máximo obtidos nos sedimentos de corrente, associado a anomalias de Cr, Sc, Co e V, de sua afinidade. É provável, portanto, que as áreas de ocorrência de minério de ferro possam ser ampliadas, especialmente aquela do Tracajatuba.

As áreas de maior interesse, descritas neste item, e apresentadas na figura 36, são sugeridas para estudos integrados em maior detalhe, por serem aquelas melhor evidenciadas pela prospecção geoquímica de sedimentos de corrente e levantamento de minérios pesados, executados pelo Projeto Falsino.

FIG. 36

MAPA DE ÁREAS RECOMENDADAS (RECURSOS POTENCIAIS)

CONVENÇÕES

PRIORITARIA

SECUNDÁRIA

CONVENÇÕES GEOLÓGICAS

Tb — FORMAÇÃO BARREIRAS

DIABÁSIO CASSIPORÉ

PEgi — INDIVISO

PEggc — GRANITO CIGANA

PEgtp — TONALITO PAPA-VENTO

"SUITE" METAMÓRFICA GUIANENSE

PEti — INDIVISO

PEtcc — CHARNOCKITO CUATÁ

PEtec — ENDERBITO COBRA

"SUITE" METAMÓRFICA TARTARUGAL GRANDE

PEvmt — MICA-XISTO TARTARUGALZINHO

PEvqfd — QUARTZITO FE' EM DEUS

PEvaa — ANFIBOLITO ANATUM

"SUITE" METAMÓRFICA VILA NOVA

PEaqt — QUARTZITO TRACAJATUBA

PEapm — PIRICLASITO MUTUM

"SUITE" METAMÓRFICA ANANAI

CONTATO GEOLÓGICO

FALHA TRANSCORRENTE

FALHA DE EMPURRÃO

ESTRUTURA CIRCULAR

ESCALA 1:400.000

51°30' 2°00' NA.22-Y-B-III

51°00' 2°00'

1°30'

1°00' 51°30' NA.22-Y-B-VI

1°00' 51°00'

Os demais elementos, amplamente discutidos nos itens sobre dispersões e associações anômalas (9.4.3.3.1 e 9.4.3.3.2), não são julgados como sendo recursos potenciais da área em estudo.

10. INTERPRETAÇÃO GEOFÍSICA

10.1 -Generalidades

Para a elaboração deste capítulo, foram utilizados os mapas geofísicos do Projeto Jari-Rio Negro (Leste), obtidos em 1976 pela PROSPEC S.A., para a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM e pertinentes às Folhas NA.22-Y-B-III e NA.22-Y-B-VI.

Os mapas manipulados foram os de contorno de intensidade magnética, subtraídos do campo magnético terrestre, nas escalas 1:100.000 e 1:250.000 e os de perfis rebatidos de canais de urânio, tório e potássio, na escala 1:100.000.

O Projeto Falsino está situado no hemisfério norte magnético, nas proximidades do Equador Magnético, e é composto por duas folhas na escala 1:100.000, as quais apresentam os seguintes parâmetros magnéticos:

- Folha NA.22-Y-B-III: $19^{o}17'$N de inclinação e $16^{o}19'$N de declinação magnética.
- Folha NA.22-Y-B-VI : $18^{o}27'$N de inclinação e $16^{o}19'$W de declinação magnética.

Inicialmente foi feita uma interpretação sobre os mapas dos perfis rebatidos de urânio, tório e potássio, visando a identificação e separação de áreas anômalas e procurando-se sempre correlacionar essas áreas com as leituras cintilométricas obtidas no campo.

Para facilitar a interpretação dos mapas aeromagnetométricos, os mesmos foram coloridos com tonalidades de cores diferentes a cada 200 gamas, objetivando-se realçar pro

váveis diferentes padrões magnéticos. Dessa interpretação resultaram três zonas magnéticas com as seguintes características:

Zona Magnética I - Representando as áreas de calmaria magnética, caracterizadas por suaves relevos e fracos gradientes magnéticos, com as isogamas bem espaçadas, em geral paralelas, pouco retorcidas, evidenciando baixo teor magnético nas rochas à ela correspondentes.

Zona Magnética II - Envolvendo os locais onde as rochas possuem maior teor magnético que a zona anterior, capaz de tornar os relevos agitados e consequentemente apresentando maiores desníveis nos gradientes magnéticos. Frequentemente há a formação de pequenas anomalias mono e dipolares.

Zona Magnética III - Correspondendo às anomalias com gradientes superiores a 300 gamas, evidenciando a presença de corpos anômalos aflorantes ou subaflorantes.

Não houve qualquer trabalho magnetométrico no campo, sendo feito no escritório, apenas comparações das zonas magnéticas interpretadas com o conteúdo de minerais magnéticos das rochas analisadas.

Os anexos X. e XI, correspondem a interpretação dos mapas aeromagnetométricos das Folhas NA.22-Y-B-III e VI, respectivamente, que compreendem a área total do Projeto. Com respeito a interpretação dos dados aerorradiométricos, eles

não serão apresentados em forma de mapas, neste Relatório, mas apenas utilizados na redação deste capítulo.

10.2 -Folha NA.22-Y-B-III

10.2.1 - Magnetometria

Nessa folha não há a formação de anomalias que caracterizam a zona III, e com exceção das áreas nos quadrantes nordeste e sudoeste ocupadas pela zona II, o restante da folha foi enquadrado na zona I (Anexo X). Desta maneira, a vasta área ocupada por essa última zona magnética, corresponde total ou parcialmente, a todas as unidades individualizadas no mapa geológico (Anexo II).

Os locais em que na Zona Magnética I, predomina a formação de pequenos baixos magnéticos, com tendência à forma circular, estão sempre relacionados aos litotipos da "Suite" Metamórfica Guianense Indiviso e do Granito Cigana. Esses baixos alcançam amplitudes máximas de 50 gamas. Análises químicas realizadas em exemplares do granito, revelaram baixos teores de ferro e titânio.

Do centro do mapa geológico para oeste, foi mapeada a unidade Tonalito Papa-Vento, a qual corresponde predominantemente a pequenos altos magnéticos, de forma alongada em variadas direções. Suas amplitudes atingem até 75 gamas. Assim, como no Granito Cigana, as análises químicas de rochas dessa unidade, revelaram baixos teores em ferro e titânio.

Intrudidos indiscriminadamente nas litologias das "suites" metamórficas Vila Nova e Guianense, ocorrem diques

de diabásio (unidade Diabásio Cassiporé), formando um conjunto aproximadamente paralelo, no rumo N10°-30°W. Por influência no campo magnético terrestre, aproximadamente nesse rumo, e pelo espaçamento das linhas de vôos, (2 km), foram poucos os locais onde se pudesse associar ao diabásio, uma feição magnética típica. Pela margem esquerda do rio Falsino e paralelo a ele, observa-se a maior exposição dessa rocha básica, que no mapa magnético corresponde a uma faixa estreita, orientada na direção do dique, formada por um baixo magnético de 50 gamas de amplitude, que vai do centro do corpo básico para sul. Em outros locais, essa mesma feição magnética volta a corresponder a outros diques, aflorantes ou subaflorantes do diabásio em questão. As análises químicas efetuadas em rochas dessa unidade, apresentaram teores de 15 a 20% de ferro e 0,2 a 1% de titânio.

Outra boa característica magnética ocorrente nesta folha e ainda dentro da Zona Magnética I, são platôs magnéticos formados no quadrante sudeste. Ocupam uma área que, com boa aproximação, corresponde às litologias da "Suite" Metamórfica Vila Nova, com destaque para o Anfibolito Anatum e Mica-xisto Tartarugalzinho. Essas rochas apresentaram em média, teores de ferro e titânio da ordem de 15 e 0,7%, respectivamente.

A Zona Magnética II, que foi destacada no flanco sudoeste, é na realidade, continuação da Folha NA.22-Y-B-VI, na qual ocupa área muito maior. É formada por altos e baixos magnéticos, com amplitudes atingindo até 150 gamas. Corresponde, geologicamente, à parte indivisa da "Suite" Metamórfica Guianense.

A outra área destacada da zona magnética em questão, no quadrante nordeste, revelou-se com maior agitação magnética, com predominância de altos sobre os baixos magnéticos. Quando analisados como dipolos, as amplitudes alcançam 300 gamas. De uma maneira geral, a área do Indiviso da "Suite" Metamórfica Guianense apresenta orientação segundo a direção leste-oeste e a orientação sudoeste-nordeste quando corresponde ao Granito Cigana. Teores de 1,5% de ferro e 0,3% de titânio, foram detectados pelas análises químicas, realizadas em amostras desse granito.

Entre as falhas e fraturas reveladas pela aeromagnetometria na direção WNW-ESE, apenas aquela situada no canto nordeste está em parte aflorando, conforme traçado no mapa geológico. Para aquelas estruturas evidenciadas na direção NE-SW, foram todas confirmadas em superfície.

10.2.2 - Radiometria

Nesta folha, existe uma estreita correlação entre os locais onde a aerogamaespectrometria, através de perfis rebatidos, mostra valores elevados com a formação de picos, e as áreas da unidade Granito Cigana, mais raramente com o Tonalito Papa-Vento e com as partes indivisas da "Suite" Metamórfica Guianense.

Destaca-se como feição aerorradiométrica mais notável os zoneamentos anômalos sobre o Granito Cigana nos flancos noroeste e nordeste. Nesses locais, os valores mais elevados relacionam-se aos relevos positivos onde se encontram as maiores e melhores exposições de rocha. Em campo, as leituras cintilométricas tomadas nesse granito, apresenta

ram valores médios em torno de 140 a 200 CPS. Em alguns locais, como por exemplo próximo ao rio Falsino e ao igarapé Segundo Braço, a cintilação atingiu 600 CPS. Através de análise petrográfica em amostras do granito, constatou-se a presença de microlina, alanita e apatita, enquanto que o elemento zircônio foi detectado por análise química, com valores entre 150 a 700 ppm. Aquele grupo de minerais é portador de elementos radioativos e provavelmente, é o responsável pela alta radioatividade observada nesse trecho.

Em correspondência ao Tonalito Papa-Vento, foram registrados picos anômalos isolados, nos perfis de potássio e urânio. Em campo, a média das leituras efetuadas com cintilômetro, foi de 70 a 90 CPS, destacando-se, próximo do rio Falsino e a oeste da folha, leituras que alcançaram valores entre 250 e 450 CPS. As análises petrográficas revelaram nos Tonalitos Papa-Vento, quase que invariavelmente, a presença de minerais portadores de elementos radioativos, tais como, alanita, apatita e zircão. O zircônio, com presença marcante em todos os exemplares analisados quimicamente, apresentou valores entre 100 e 300 ppm.

Outros picos anômalos de potássio e urânio são observados, em geral relacionados ao Indiviso da "Suite" Metamórfica Guianense. Como a essa unidade geológica está relacionada uma variedade de rochas (granitos, tonalitos, etc.), torna-se difícil o estabelecimento da relação anomalia/ tipo de rocha.

Os picos isolados podem também estar relacionados com minerais radioativos existentes em solos e aluviões. Nesse sentido e obedecendo uma metodologia pré-estabelecida, fo

ram coletados materiais aluvionares e deles retirados concentrados de bateia. Quando submetidos à análise mineralógica semiquantitativa, constatou-se a presença de monazita com teores variando de 0 a 1% e zircão, com 15% em média. Em alguns pontos, esses valores foram muito mais expressivos, a exemplo do que ocorreu em um concentrado de bateia (LR-B-77: 3% de monazita e 85% de zircão), coletado num afluente do Braço do Flexal, a nordeste da folha.

A "Suite" Metamórfica Vila Nova e os diques do Diabásio Cassiporé, não apresentaram valores aerorradiométricos peculiares ou anômalos. A média das leituras cintilométricas tomadas em campo, ficou em torno de 30 a 40 CPS.

10.3 - Folha NA.22-Y-B-VI

10.3.1 - Magnetometria

Os quadrantes norte e nordeste da folha, (Anexo XI), são os locais onde está bem caracterizada a Zona Magnética I. Nesses trechos foram mapeadas as unidades Tonalito Papa-Vento e Granito Cigana (Anexo III). De uma maneira geral, as isogamas são espaçadas, pouco retorcidas, com caimento normal apenas em função do campo magnético terrestre, evidenciando a debilidade magnética dessas rochas. Essa homogeneidade magnética apresentada pelo comportamento das isogamas, não permitiu separar-se magneticamente essas rochas. Vários exemplares foram submetidos à análises químicas e em geral, revelaram teores de ferro e titânio da ordem de 3 e 0,5%, respectivamente, considerados baixos mas dentro das características magnéticas da zona em estudo.

A Zona Magnética II predomina sobre as demais e

apresenta-se bem caracterizada em vários pontos da folha. Sua vasta área envolve o Piriclasito Mutum, o Enderbito Cobra, o Charnockito Cuatá, o Granito Cigana e correspondendo também às partes indivisas das "suites" metamórficas Tartarugal Grande e Guianense (Anexo III).

De uma maneira geral, todas as unidades geológicas acima referidas, apresentam-se com distribuição desigual de material magnético, com o surgimento de possíveis concentrações locais, responsáveis pelos frequentes baixos mangéticos observados. As isogamas desenvolvem "trends" nas mais variadas direções e às vezes acompanham uma unidade aflorante.

A sudoeste foram mapeados três corpos de Piriclasito Mutum. O que se situa mais ao sul, está associado a uma anomalia dipolar reversa, com amplitude de 350 gamas. Em estudo de lâmina delgada essa rocha foi definida como sendo hiperstênio-piroclásio-granolito, com minerais opacos abundantes. A espectrografia semiquantitativa realizada em exemplares dessa rocha, revelou valores acima de 1% de titânio e 20% de ferro, realçando a qualificação aerogeofísica anômala.

Aos outros dois corpos piriclasíticos desse quadrante, apenas aquele cortado pelo igarapé Cobra está associado a dois pequenos baixos magnéticos, situados nas extremidades norte e sul do corpo aflorante. Não foram realizadas análises nas rochas coletadas nesse trecho.

A oeste, cortado pelo rio Falsino, é onde se encontra a maior exposição do Piriclasito Mutum. Não se observa padrão magnético único que acompanhe tão proeminente estru

tura geológica, talvez devido sua maior dimensão ser paralela ao campo magnético terrestre. Assim, houve apenas a formação de dois baixos mangéticos em cada uma de suas extremidades. O baixo que situa-se ao sul, apresenta amplitude de 50 gamas e o situado ao norte, 100 gamas. As análises químicas realizadas em dois exemplares dessa rocha, revelaram teores em ferro de 15 a 20%, e 1% de titânio.

Outra exposição do Piriclasito Mutum se situa no rio Tartarugal Grande, na desembocadura do igarapé do Geraldo. A mais proeminente feição magnética que coincide com esse corpo, é um baixo magnético de 75 gamas, na altura do seu flanco sul. A amostra JM-R-171, foi submetida à análise química, que revelou mais de 20% de ferro e 1% de titânio.

À direita da ocorrência anterior, na bacia do igarapé do Cedro, o Piriclasito Mutum aí aflorante, está novamente caracterizado por dois baixos magnéticos com 50 gamas de amplitude cada. Não houve análise química em rocha desse corpo.

Outras anomalias de pequenas amplitudes da Zona Magnética II, estão relacionadas principalmente ao Enderbito Cobra. Uma das exposições dessa rocha é encontrada no igarapé do Nazário e nela são observados três baixos magnéticos, ocorrentes no setor norte do corpo. O mais proeminente entre esses baixos, apresenta 150 gamas de amplitude.

A sudoeste, onde o Enderbito Cobra possui a maior faixa aflorante, ocorrem vários baixos magnéticos e o de maior destaque, situa-se ao centro do corpo, com amplitude de 150 gamas.

Outros baixos magnéticos, com amplitudes de 100 gamas, estão também correspondendo ao corpo enderbítico, mapeado a oeste da folha, nas nascentes do igarapé do Fim.

As análises químicas realizadas em vários exemplares da rocha em questão, apresentaram teores médios de 7 a 10% de ferro e 0,7% em titânio.

A extensão da Zona Magnética II para noroeste, mostra esporadicamente a formação de altos e baixos magnéticos de pequenas amplitudes, desta feita correspondendo às porções indivisas das "suites" Tartarugal Grande e Guianense. As rochas analisadas quimicamente, enquadradas nesse setor, apresentaram-se com teores médios em ferro e titânio, da ordem de 5 e 0,5%, respectivamente.

Foram relacionadas quatro áreas anômalas, enquadradas na Zona Magnética III. Uma delas, estende-se de leste para nordeste, ocupando uma vasta área. Representa, no conjunto, um dipolo de magnetização induzida, ou sucessivos pequenos dipolos. A última hipótese parece mais viável, uma vez que acredita-se serem os leitos de magnetita associados ao Quartzito Tracajatuba, a unidade geológica causadora dessas anomalias, a qual aflora em estreitas e alongadas exposições. Nessa área, a referida rocha aflora a jusante do igarapé da Onça, no rio Tartarugal Grande. No levantamento aeromagnetométrico correspondente a esse trecho, ocorre um dos dipolos com 300 gamas de amplitude. A análise química quantitativa realizada em três amostras da rocha em questão, apresentou mais de 60% de ferro, justificando a anomalia aeromagnética.

Outras unidades geológicas aflorantes nesse trecho, são o Charnockito Cuatá, o Granito Cigana e uma área do Indiviso da "Suite" Metamórfica Guianense. Em outros locais da folha, essas unidades não se apresentaram com teor magnético elevado, que pudesse formar grandes anomalias. Assim, foram atribuídos a esse conjunto anômalo, outros corpos do Quartzito Tracajatuba, não mapeáveis na escala do Projeto, ou ocorrendo subaflorantes, já que uma das características geológicas dessa rocha, é ocorrer como megaencraves nos litotipos da "Suite" Metamórfica Tartarugal Grande.

Outra anomalia da Zona Magnética III, formada por um baixo magnético com 500 gamas de amplitude, corresponde ao Quartzito Tracajatuba, aflorante próximo a BR-156, acompanhando o leito do rio Tracajatuba. Nesse trecho repetem-se as características aeromagnetométricas e geológicas, observadas na anomalia anterior.

A terceira anomalia aeromagnetométrica, situa-se ao sul do mapa, no alto curso do rio Tartarugal Grande. Apresenta-se com forma semelhante às anomalias anteriores, com 400 gamas de amplitude, levando-se a crer na sua correspondência com o mesmo tipo da rocha anterior. Não houve trabalho de campo nesse trecho.

Finalmente, a última faixa anômala da Zona Magnética III, situa-se a sudoeste da folha, sendo cortada pela BR-156. Nesse trecho foram mapeados uma área do Indiviso da "Suite" Metamórfica Tartarugal Grande e a Formação Barreiras. Da "suite" foram coletadas três amostras de rochas e uma delas (piriclasito), foi submetida à análise química (AV-R-12A), apresentando 10% de ferro e 0,5% de titânio, valores esses

considerados baixos para justificar a anomalia. A Formação Barreiras não foi amostrada. Assim, foi atribuído ao corpo causador dessa faixa anômala, uma ocorrência em subsuperfície, atribuição essa escudada pela forma ovalada apresentada pelos dipolos formadores da anomalia.

As falhas do Aririamba e do Segundo Braço traçadas no mapa geológico, foram também caracterizadas no mapa aeromagnetométrico, através de sucessivos altos magnéticos acompanhando os traços em superfície, das referidas falhas.

Outras falhas e fraturas foram realçadas pela interpretação magnética, sem confirmação em superfície, sendo portanto consideradas como ocorrentes em subsuperfície.

10.3.2 - Radiometria

No canto sudeste dos mapas que contém os perfis de urânio e tório, verifica-se extensa área anômala. Nesse local, foram mapeados os litotipos da "Suite" Metamórfica Tartarugal Grande e da Formação Barreiras, cujas leituras cintilométricas aí tomadas, alcançaram em média 250 CPS, obtendo-se em alguns locais até 1.200 CPS.

Essa área anômala, despertou grande interesse e, em um trecho pré-estabelecido, foram realizados perfis cintilométricos e um poço com oito metros de profundidade. Os resultados mais promissores do trecho investigado, ficaram a cargo dos materiais retirados do poço, conforme resultados analíticos. A amostra CN-140M, revelou 1.000 ppm em ítrio e zircônio. O valor médio de 100 ppm de tório, foi alcançado em todos os exemplares analisados. Em lâmina delgada de

rochas coletadas nesse trecho é muito frequente a presença de alanita e zircão. Por isso, atribui-se à radioatividade emanada pelos minerais acima citados, como sendo a responsável pelas altas radiações detectadas. Além do mais, a referida área é parcialmente coberta por grandes blocos lateríticos que normalmente dão origem à formação de anomalias. Também os concentrados de bateia retirados desse trecho, quando analisados mineralogicamente e semiquantitativamente, revelaram a presença marcante de 3% de monazita e 1% de cassiterita, sendo esse último mineral, proveniente possivelmente de corpos pegmatíticos, erodidos, com difícil individualização em campo. Tanto a presença de monazita como de pegmatito, pode causar anomalias radiométricas.

No centro e a sudoeste dos mapas de perfis na Folha NA.22-Y-B-VI, surgem novamente duas faixas anômalas em urânio e tório. Em campo correspondem ao Charnockito Cuatá, que revelou cintilaçoes de até 100 CPS. Em lâmina delgada de vários exemplares dessa rocha, foi constatada a presença de alanita, zircão e apatita. Entre esses minerais, a presença de alanita parece ser o principal fator responsável por esta alta radioatividade.

Com referência aos perfis de potássio, observa-se a formação de frequentes picos anômalos correspondendo, tanto ao Charnockito Cuatá como ao Granito Cigana. Em ambos os casos, a alta radiação pode ser atribuída aos cristais de microclina que ocorrem como elementos majoritários nessas rochas.

11. ASPECTOS GEOECONÔMICOS

11.1 -Considerações Gerais

A despeito das ocorrências minerais, na área do Projeto Falsino, não se terem revelado significativas, sabe-se que as pesquisas sobre terrenos arqueanos, em diversas regiões do mundo, têm comprovado um enorme potencial econômico, parecendo significar que os processos petrogenéticos, estruturais e estratigráficos, atuaram com certa similaridade na época de formação dessas rochas. Aliás, HUTCHINSON et alii (1971 - in: ANHAEUSSER, 1976) já alertavam que os tipos de rochas, as relações estratigráficas e o conteúdo dos depósitos minerais são semelhantes na maioria das áreas dos escudos. Porém, mesmo com estas similaridades, as quais supor tam sugestões de que o Arqueano foi um tempo de desenvolvimento crustal único, existem evidências demonstrando que apreciáveis diferenças ocorrem de uma região para outra. As diferenças mais marcantes refletem-se nas variáveis geocronológicas e dados geoquímicos, oriundos dos estudos de rochas arqueanas em diversas partes do globo.

Embora os processos geológicos pareçam ter sido semelhantes nesses terrenos antigos, variações nas características geoquímicas das sequências vulcânicas arqueanas ("greenstone belts"), provavelmente podem representar contrastantes estágios no desenvolvimento crustal, implicando na disparidade de proporções e tipos litológicos entre vários "greenstones" conhecidos, provável causa principal das variações em termos de abundância e diversidade de mineralizações.

Pela abundância e diversidade de mineralizações

apresentadas pelos terrenos "granito-greenstones" e pelas descobertas de ocorrências minerais em terrenos granolíticos (como no oeste do Escudo Australiano), cada vez mais, torna-se universalmente admissível que as áreas constituídas por rochas arqueanas sejam altamente favoráveis à prospecção de recursos minerais.

Assim, não obstante as fracas evidências de mineralizações palpáveis no decorrer dos trabalhos na área do Projeto, pela presença de complexo "granito-greenstone" e pela considerável faixa de rochas granolíticas, não se descarta a possibilidade de um potencial econômico, na área trabalhada.

A grande maioria das ocorrências minerais arqueanas está associada com sequências ricas em vulcânicas dos "greenstone belts". Segundo ANHAEUSSER (1976), os estudos desenvolvidos no Escudo Canadense por GOODWIN (1965, 1966, 1971), HUTCHINSON et alii (1971), mostraram que certas associações minerais apresentam estreito relacionamento com a rocha hospedeira. HUTCHINSON et alii (1974) reconheceram quatro grupos de depósitos minerais, admitidos como de origem primária, nas rochas arqueanas:

1 - Minérios de níquel, com quantidades subordinadas de cobre e metais do grupo da platina, associados a cromita, magnesita e asbesto, ocorrem invariavelmente relacionados a corpos ígneos ultramáficos a máficos, assim como às vulcânicas ultramáficas.

Na área do Projeto Falsino, a sequência metabasítica, representada pelo Anfibolito Anatum, poderia constituir um metalotecto litológico para depósitos dessa categoria. Porém, a não constatação de rochas ultramáficas limitaria, em grande parte, a possibi

lidade de mineralizações nesses metais e minerais associados.

2- Depósitos de sulfetos maciços de metais-base, piritosos, de cobre, zinco, chumbo, prata e ouro, bem como antimônio e mercúrio, invariavelmente ocorrem associados com rochas piroclásticas de caráter calco-alcalino e extrusivas félsicas e máficas bem diferenciadas, sendo muitos desses depósitos considerados de origem vulcânica-exalativa. Incluídos nesta categoria, estão certos depositos de ouro e cobre, com intrusões vulcânicas porfiríticas de composição félsica.

Os mafitos epimetamorfisados da "Suite" Vila Nova, suportariam, de igual modo, mineralizações de cobre, prata e ouro, enquanto que, o Mica-xisto Tartarugalzinho, se comprovado como de origem vulcânica félsica , representaria um metalocteto litológico para as concentrações de zinco, chumbo, antimônio e mercúrio, pela marcante afinidade desses elementos com extrusivas piroclásticas e félsicas.

3- Diversas variedades de formações ferríferas, com ou sem sedimentos associados, ocorrem em complexos vulcânicos bem diferenciados. As rochas bem bandeadas são admitidas como sedimentos químicos provavelmente formados por processos fumarólico-exalativos. Nesta categoria, estão incluídos os minérios de ouro associados às formações ferríferas.

Como reportado em capítulos anteriores, a formação ferrífera, denominada de Quartzito Tracajatuba, é catazonal, fácies metamórfico incompatível com a mineralização aurífera. Esta teria seu maior significado no Quartzito Fé em Deus, onde é conhecida uma

ocorrência dessa natureza, adjacente à área trabalhada, às proximidades da vila Tartarugalzinho. Na área em questão, o Quartzito Fé em Deus parece não ter evoluído a uma sequência do tipo "iron formation", ao contrário do que aconteceu na área do Projeto Sudoeste do Amapá, onde a mineralização aurífera poderá, igualmente, estar associada ao fácies ferrífero dessa unidade quartzítica.

4 - Formações ferríferas ocorrendo com sedimentos clásticos imaturos (grauvacas e argilitos). Neste grupo podem ser acrescentados certos depósitos de ouro em quartzitos e rochas sedimentares conglomeráticas.

Esta categoria de depósitos minerais deve pertencer, possivelmente, ao "grupo sedimentar" do megaciclo dos "greenstone belts". A intensa denudação e/ou provável não deposição da sequência sedimentar da "Suite" Vila Nova, na área em estudo, constitui um fator limitante à ocorrência de depósitos dessa natureza.

A esses grupos de depósitos, ANHAEUSSER (op. cit.) acrescenta mais duas categorias:

5 - Depósitos associados com granitos e pegmatitos, incluindo minerais de estanho, tungstênio, molibdênio, bismuto, berílio, lítio, etc.

A garimpagem para cassiterita que existiu na área do Projeto e os valores anômalos para nióbio e berílio (em zona mapeada como da unidade Guianense), bem como a anomalia para estanho (sobre a unidade Tartarugal Grande), em sedimentos de corrente, comprova a presença de pegmatitos e, possivelmente, de granitos pós-cinemáticos, embora não tenha sido constatado tal magmatismo, no decorrer dos trabalhos.

6 - Depósitos estratiformes fora das formações ferríferas, como de barita, calcário, grafita, etc.

Como referido anteriormente, na área em questão, não se encontra representado o "grupo Sedimentar", correspondente à sequência mais superior de um cinturão de rochas verdes.

Comparando as mineralizações de terrenos "granito-greenstones", ANHAEUSSER (1974) enumera algumas dessas feições:

1 - A variação nos tipos das mineralizações, encontradas nas sucessões litológicas arqueanas, é intensa em todos os lugares, embora a abundância relativa das mineralizações seja variável.

2 - Certos tipos de mineralizações parecem ser igualmente bem representados nos terrenos "greenstones" em termos mundiais. A esses, incluem-se depósitos de ouro e prata associados, do mesmo modo que os vários fácies das formações ferríferas.

3 - A cromita é mais abundantemente desenvolvida na litologia arqueana do Craton da Rodésia, em relação a outras áreas semelhantes.

4 - Minérios de cobre e níquel são particularmente bem representados na Província Yilgarn (oeste do Escudo Australiano) e menos extensos no Craton Rodesiano. Esses depósitos também ocorrem nos "greenstone belts" do Canadá, porém os corpos tendem a ser pequenos.

5 - Corpos de sulfetos maciços de metais-base de cobre, chumbo e zinco são excepcionalmente bem desenvolvidos nos "greenstone belts" do Canadá, onde fortes mineralizações de ouro e prata estão associadas. Em contrapartida, depósitos de co

bre, chumbo e zinco são raros no oeste da Austrália e no sul da África e, virtualmente, toda a produção de prata, nessas regiões, está relacionada com a mineralização de ouro.

6 - O terreno "granito-greenstone" do sul da África contém depósitos importantes de antimônio e asbesto, tendo sido, também, o principal fornecedor mundial de certos minerais não metálicos, associados com granitos e pegmatitos, particularmente corindon, berílio e de lítio.

A diferença na variedade de mineralização entre os "greenstone belts" sulafricanos e canadenses é marcada pela variação na proporção relativa das litologias que compõem esses cinturões. Nos terrenos arqueanos, do sul da África, houve maior desenvolvimento de litotipos básico-ultrabásicos, daí a abundância de mineralizações em elementos siderófilos, como ferro, níquel, ouro, metais do grupo da platina e cromo, ser esperada em rochas desse caráter. Ao contrário, no Escudo Canadense, as sequências mais jovens, bem diferenciadas, vulcânicas intermediárias a félsicas, de afinidade calco-alcalina, são representadas por rochas portadoras de elementos calcófilos, como cobre, chumbo, zinco.

Assim, por estas breves considerações, observa-se que, em função do maior ou menor desenvolvimento das várias unidades litológicas que compõem um "greenstone belt", como demonstrado por ANHAEUSSER (1974), implicará na desigual variação dos fatores metalogenéticos que controlam as concentrações minerais encontradas nessas litosucessões arqueanas.

A região representada pela área do Projeto Falsino

mostra uma baixíssima relação entre terrenos "greenstones" e graníticos. Aliás, essa proporção mostra-se extremamente variável de um terreno arqueano para outro, como no sul da África onde é de aproximadamente 1:6 e, extraordinariamente, no Escudo Canadense, em torno de 2:1, segundo ANHAEUSSER (op. cit.).

O cinturão de rochas verdes ocorrente na área do Projeto Falsino - ao contrário do que foi observado na área do Projeto Sudoeste do Amapá - representa uma pequena fração envolvida por granitóides e granolitos, não ultrapassando a 5% do total da área mapeada, sendo sua constituição dominada por xistos básicos e anfibolitos. A dúvida quanto a origem do pacote de mica-xistos, se oriunda de vulcânicas intermediárias a félsicas ou se constituída de rochas metassedimentares (o que poderia ser elucidado com um número suficiente de análises de elementos-traço e óxidos maiores), convém ser discernida em trabalhos futuros, em áreas próximas e geologicamente semelhantes, tendo em vista sua implicação metalogenética. De toda forma, esse cinturão de rochas arqueanas parece representar apenas uma sequência intermediária da estratigrafia de um "greenstone", não tendo sido os trabalhos suficientes para avaliar sua potencialidade metalogenética.

A pequena expressão de rochas verdes, na área do Projeto Falsino, não reduz, de todo, sua possibilidade metalogenética, pois, em contrapartida, constata-se uma ampla faixa mapeada de "terrenos granolíticos", termo usado no sentido de WILSON (1974) que caracteriza esses terrenos como de potencialidade mineral.

Sabe-se que o metamorfismo pode proporcionar con-

centrações minerais, ensejando mineralizações muitas vezes econômicas, como, aliás, admitido por BERNARD (1969), quando considera a "diferenciação metamórfica" um dos capítulos da metalogenia. Porém, a opinião, até recentemente dominante, de que o metamorfismo, especialmente de alto grau, tende a expelir ou dispersar os sulfetos, já não se mostra quase unanimemente aceita.

As camadas concordantes, relativamente espessas, de sulfetos de prata-chumbo-zinco, entre os granolitos e gnáisses do Broken Hill (Austrália), bem como, as descobertas recentes de "strata bound" de sulfetos de zinco e cobre, nos granolitos do Arunta Block, ainda no Escudo Australiano, mostram que as condições do fácies metamórfico granolítico não foram demasiadamente severas para dispersar esses sulfetos.

Para WILSON (op. cit.), no Albany-Esperance Block, nos granolitos félsicos, apresentando bandas de grafita e leitos de silimanita, a possibilidade de ocorrer depósitos singenéticos de chumbo e zinco é de se esperar, podendo, nas regiões em que os granolitos básicos são mais abundantes, antever-se a ocorrência de estratos de minerais de cobre e zinco, metamorfisados.

Embora alguns metais, como o ouro e o urânio sejam evidentemente deficientes em terrenos altamente metamorfisados, como para o quadro geológico da área em estudo, pelo aceito de que as rochas granolíticas representam equivalentes litológicos de sequências "greenstones", metamorfisadas a nível crustal mais profundo, a prospecção de metais-base sobre o terreno granolítico mapeado poderá revelar sua potencialidade econômica.

Alguns aspectos estruturais observados na área do Projeto poderão representar significação ao ponto de vista metalogenético. Na Província de Grenville (Canadá), estruturas algo semelhantes à estrutura dômica do Água Azul, mostram forte afinidade com mineralizações de cobre e níquel, na associação calcopirita-pirrotita-pentlandita, sendo que, segundo DORR & LAURIN (1971), das dezessete ocorrências mineralizadas nesses sulfetos, cerca de treze estão relacionadas a essas estruturas, e as restantes ainda não se mostravam bem conhecidas.

Por outro lado, mesmo levando-se em conta o marcante interesse demonstrado, nos últimos anos, por diversos pesquisadores, no estudo de complexos metamórficos, inclusive na tentativa de melhorar os métodos de mapeamento dessas áreas, o entendimento metalogenético das estruturas dômicas precambrianas mostra-se ainda vago. Segundo IL'INA (1977), um certo número de minerais economicamente importantes, como de cobre e molibdênio, como referido na Karélia Central, estaria relacionado a essas estruturas.

Nesse sentido, na opinião de ELIZAR'EV (?) a tentativa de zoneamento tectônico de terrenos granito-gnáissicos das protoplataformas, por tipos de padrões estruturais, além de conduzir a um melhor entendimento dos estágios precoces de seu desenvolvimento estrutural, podem também ser de utilidade para a averiguação das leis que governam a distribuição dos recursos minerais.

	3.704	1.385	-.722	7.300	3.810
26 CV-R-040					
	74.700	10.400	1.600	3.900	.100
	2.100	.420	1.900	1.700	.620
	.090	64.926	30.531	4.543	79.204
	.300	.300	.895	72.368	8.397
	63.619	45.208	9.614	45.177	32.610
	48.368	12.022	14.058	12.459	77.646
	9.895	58.266	36.381	5.414	3.912
	1.816	.477	312.537	-32.620	91.461
	135.087	1.813	.478	.120	1.995
	.895	2.438	-.410	5.500	3.600
27 CV-62					
	66.100	15.100	3.900	3.200	.060
	2.500	.359	2.400	1.800	.900
	.130	54.995	41.540	3.464	72.534
	.242	.358	.759	73.545	4.187
	66.578	42.381	7.094	50.525	31.321
	50.035	18.643	17.023	17.305	70.763
	11.932	63.791	33.422	2.787	4.536
	2.312	.390	247.338	-43.371	167.861
	167.494	2.309	.391	.073	3.920
	.750	.821	-1.219	7.100	4.200
28 JV-R-105 A					
	77.200	11.300	1.000	.670	.035
	.230	.170	2.009	4.800	.170
	.090	50.621	48.937	.441	94.184
	.316	.637	2.400	87.895	1.489
	37.713	71.274	2.173	26.553	79.072
	18.254	2.674	2.593	15.772	83.344
	.884	37.151	62.287	.562	1.747
	1.285	.751	260.221	34.576	48.853
	29.796	1.283	.752	.454	4.831
	2.400	.670	-1.493	1.670	6.800
29 ON-R-01					
	72.500	12.300	1.600	2.700	.060
	1.100	.730	2.000	3.900	.620
	.180	48.736	44.200	7.065	83.188
	.270	.386	1.959	79.639	17.809
	47.200	59.707	12.915	27.377	52.964
	37.162	9.875	9.149	15.894	77.702
	6.404	38.761	52.800	8.439	6.131
	1.324	.611	243.616	.963	58.682
	93.214	1.322	.612	.117	2.500
	1.250	1.688	-.593	4.300	5.900
30 JV-R-180					
	77.400	10.400	1.300	1.200	.035
	.350	.240	4.000	3.100	.250
	.035	43.567	53.619	2.814	94.782
	.700	.542	.775	87.719	2.763
	65.512	45.038	3.001	51.961	72.303
	24.132	3.564	4.079	26.341	71.841
	1.618	63.702	34.488	1.810	2.896
	1.093	.955	232.133	-67.361	.360
	44.998	1.002	.956	.310	4.207
	.775	.923	-1.083	2.500	7.100
31 JV-R-297 D					
	78.100	11.300	.960	.220	.035
	.150	.100	1.700	4.300	.080
	.070	53.815	46.122	.064	94.974
	.563	.886	2.824	88.722	.272
	33.703	74.929	1.344	23.728	84.047
	14.014	1.940	1.329	13.433	86.567
	.000	33.612	66.297	.092	.647
	1.383	.707	275.732	45.593	61.031
	19.843	1.388	.708	.976	6.713

A aa de Pesquisa Mineral - 1978/1979 - mapeou em escala 1:100.000, visando selecionar faixas com potencialidade econômico-mineral - área 6050 Km^2

A escolha da área do Projeto foi baseada nas seguintes justificativas:

- A presença de rete corpos intrusivos de granodiorito
- A existência de corpos básicos portadores de diminutas quantidades de cobre nativo
- Vila Nova, considerados como metatolditos para cobre, níquel, cromo, manganês e ferro (metamorfitos)
- os valores de cobre, cobalto, níquel, chumbo, cromo, prata, titânio e estanho, em amostras de sedimento de corrente do Rio Falsino, relativamente altos, obtidas no Projeto Macapá-Calçoene.
- A presença de uma extensa faixa de granitos básicos e ácidos, com perspectivas econômicas p/ alguns metais base (cobre, níquel e zinco)

A suite Ananaí é posicionada na base, evidenciando uma formação a níveis crustais mais profundos (catazonal e composicional máfica). O quartzito Tracajatuba é considerado como derivado dos piriclasito por diferenciação ou alteração hidrotermal - metassomática sob influência de granitização regional.

O regime de pressão, com base no estudo da associação mineral, é do tipo intermediário atribuído pela presença da paragenese ortoporox + plag + clinoporox.

Piriclasito Mutum - Quartzitito Tracajatuba, juntamente com a unidade Vila Nova, constituiram uma associação primitiva máfica e foram considerados

11.2 -Ocorrências minerais na Área do Projeto

Trabalhos anteriores como os de VALE et alii (1972), COSTA et alii (1974) e LIMA et alii (1974), referem-se a ocorrência de ouro, cassiterita, ferro e bauxita, dentro do domínio do Projeto Falsino, sugerindo áreas com prognósticos favoráveis a mineralizações, como a pesquisa de graisens, pegmatitos, veios de quartzo, "placers" e os "metassedimentos " do então chamado Grupo Vila Nova.

De posse dessas informações, aliadas às ocorrências de corpos intrusivos de granodioritos, na região do rio Falsino, considerados por SCARPELLI (1966) e confirmados por LIMA et alii (op. cit.), os trabalhos foram desenvolvidos no sentido de serem reveladas novas ocorrências minerais e de serem delineadas áreas favoráveis a trabalhos futuros mais detalhados.

As ocorrências minerais anteriormente conhecidas, na área mapeada, eram as de cassiterita e ouro nas cabeceiras do igarapé do Segundo Braço, ouro no igarapé da Triste, ferro no rio Tracajatuba e bauxita (?) na serra do Limão. No decorrer dos trabalhos, foram identificadas as ocorrências de ouro no igarapé das Corocas e ferro no rio Tartarugal Grande (Fig. 37).

11.2.1 - Cassiterita e Ouro do Igarapé Segundo Braço

Em grota da bacia de captação do igarapé Segundo Braço, afluente pela margem esquerda do rio Falsino, há quase uma década, houve garimpagem para cassiterita, sendo obti

NA.22 Y-B-III

51°30'

51°00'

2°00'

FIG. 37

MAPA DE OCORRÊNCIAS MINERAIS

CONVENÇÕES

- Au - OURO
- Sn - CASSITERITA
- Bx - BAUXITA
- Fe - FERRO

CONVENÇÕES GEOLÓGICAS

Tb — FORMAÇÃO BARREIRAS

DIABÁSIO CASSIPORÉ

PEgi — INDIVISO

PEggc — GRANITO CIGANA

PEgtp — TONALITO PAPA-VENTO

"SUITE" METAMÓRFICA GUIANENSE

PEti — INDIVISO

PEtcc — CHARNOCKITO CUATÁ

PEtec — ENDERBITO COBRA

"SUITE" METAMÓRFICA TARTARUGAL GRANDE

PEvmt — MICA-XISTO TARTARUGALZINHO

PEvqfd — QUARTZITO FE' EM DEUS

PEvaa — ANFIBOLITO ANATUM

"SUITE" METAMÓRFICA VILA NOVA

PEaqt — QUARTZITO TRACAJATUBA

PEapm — PIRICLASITO MUTUM

"SUITE" METAMÓRFICA ANANAI'

CONTATO GEOLÓGICO

ESCALA 1:400.000

1°30'

1°00'

51°30'

51°00'

NA 22 - Y - B - VI

da ínfima quantidade de ouro, como subproduto.

Por não ter sido encontrado quem pudesse servir de "guia" e pela ausência de vestígios da antiga picada que levava ao garimpo, o mesmo deixou de ser visitado durante os trabalhos do Projeto. As informações aqui referidas, foram extraídas da caderneta de campo do Projeto Macapá-Calçoene, de VALE et alii (op. cit.).

O acesso ao garimpo era feito a partir da cidade de Macapá, através da rodovia BR-156 (cerca de 250 km) até a vila de Tartarugalzinho, a seguir, pelo rio Tartarugalzinho e igarapé do Gelo (aproximadamente 40 km), daí seguindo-se em picada para o ocidente, em torno de 10 km.

A cassiterita encontrava-se no cascalho aluvionar de uma pequena grota, formado principalmente por seixos angulosos de quartzo leitoso, fraturados, associados a grãos de quartzo de dimensões de areia. Para separação do minério, era usado o aparelho chamado Dala. No interior do aparelho, além da cassiterita, concentrava-se também reduzida quantidade de ouro. A paralização do garimpo foi devido, naturalmente, por ter se tornado antieconômico, seja pela pequena produção, seja pela dificuldade de transporte.

O local do garimpo posiciona-se em rochas granitóides, com a cassiterita resultante de pegmatitos pós-cinemáticos, o que, aliás, é confirmado pelos valores anômalos para nióbio e berílio, em sedimentos de corrente de bacias de captação da região da ocorrência.

11.2.2 - Ouro do Igarapé da Triste

Trata-se de um garimpo cuja duração foi efêmera, paralizado já há alguns anos. Localiza-se nas cabeceiras do Igarapé da Triste, afluente pela margem direita do rio Flexal. O acesso, a partir da cidade de Macapá, é através da rodovia BR-156, (cerca de 280 km), até o rio Flexal, subindo-se em seguida esse rio até o igarapé da Triste. Da foz do igarapé ao local da ocorrência, o trajeto é feito através de picada.

O local garimpado corresponde a um barranco de 6 a 8 metros de altura, onde predomina um solo laterítico. No leito da grota ocorrem blocos rolados de quartzo de vieiro, dos quais era extraído o ouro, após a moagem, tendo sido obtido até três gramas de ouro a partir de uma lata de 20 litros do material triturado, segundo informações de moradores das proximidades. No local, foram efetuados concentrados de bateia do material aluvionar, sem resultado positivo para ouro.

Nas redondezas do garimpo abandonado, foram encontrados blocos soltos de diabásio, com a geologia regional compreendendo rochas graníticas e tonalíticas, apresentando frequentes encraves de anfibolito.

11.2.3 - Ouro do Igarapé das Corocas

O igarapé das Corocas é afluente pela margem esquerda do rio Tartarugalzinho. Pode ser alcançado a partir da cidade de Macapá, pela rodovia BR-156, até a vila de Tartarugalzinho (250 km), subindo-se a seguir o rio de mesmo no

me (aproximadamente 35 km).

A ocorrência foi verificada quando do reconhecimento geoquímico, tendo sido observado pintas de ouro (a olho nu) em dois concentrados de bateia, um efetuado na foz (JM-B-245) e outro a 1000 metros a montante (JM-B-2450C) da foz do igarapé das Corocas.

A bacia de captação desse igarapé compreende uma área em torno de 20 km^2, dos quais mais de 2/3 do curso médio-inferior drena metabasitos da unidade Anatum, enquanto que o alto curso se desenvolve sobre rochas de composição granítica da "Suite" Guianense. A área corresponde a um relevo colinoso, onde as as aluviões são de pequena expressão.

11.2.4 - Ferro do rio Tracajatuba

De há muito conhecida na literatura geológica, a ocorrência de ferro no rio Tracajatuba situa-se na bacia do rio homônimo, podendo ser atingida, a partir da cidade de Macapá, pela rodovia BR-156 (cerca de 180 km) até o rio Tracajatuba. A montante do rio, para oeste, após 500 metros, surgem os primeiros blocos de minério de ferro.

Regionalmente, predominam granolitos charnockíticos com encraves de piriclasitos. Encaixados nos granolitos ácidos, ocorrem, pelo menos, duas faixas aproximadamente paralelas de quartzito ferrífero, contendo leitos de magnetita-hematita, denominado Quartzito Tracajatuba. Inúmeros diques de diabásio, orientados entre N10°-30°W, cortam as rochas arqueanas, as quais mostram foliação variando em torno de N60°-80°E, com mergulhos entre 20°-75°SE.

A interpretação do mapa aeromagnetométrico sugere um prolongamento, possivelmente em subsuperfície, dos corpos de Quartzito Tracajatuba, alongados e algo encurvados em torno da estrutura circular do Higino, como que controlados pela imposição desta. O afloramento de quartzito ferrífero (estação JJ-R-46), situado a mais de 3 km para norte das duas faixas mapeadas de Quartzito Tracajatuba é sugestivo de um outro segmento mineralizado dessa unidade.

O trabalho, a nível de semi-detalhe, sobre os dois corpos mineralizados, executado por CARVALHO & SILVA (1969), estima um reserva da ordem de 18.300.000 toneladas de minério de ferro, com teor médio em ferro de 60,3%. Os autores utilizaram os seguintes valores médios, para o cálculo da reserva: extensão da faixa de 8 km (onde os afloramentos estão mais condensados), desnível de 30 m, espessura de 15 m e densidade do minério de 5,1 ton/m^3.

11.2.5 - Ferro do rio Tartarugal Grande

A ocorrência está situada em uma serra que recebeu à denominação de serra do Ferro, a qual se estende desde às margens do médio curso do rio Tartarugal Grande até às proximidades do igarapé do Braço.

O acesso, a partir da cidade de Macapá, é feito pela rodovia BR-156, até o rio Tartarugal Grande (cerca de 235 km), subindo-se a seguir esse rio (aproximadamente 45 km).

A serra do Ferro, configurada aproximadamente em "Z", apresenta direção NW-SE, com extensão em torno de 7 km e variando de altura entre 60-80 m. Os mergulhos variam for

temente para NW e SW, parecendo formar, no conjunto, um par sinclinal-anticlinal, cujos eixos estariam mergulhando para oeste.

Regionalmente, predominam granolitos charnockíticos - tendo sido identificado um afloramento (estação JM-R-224) de kinzigito, rocha tipicamente de origem sedimentar. O minério de ferro, dominantemente hematita, ocorre associado a quartzito ferrífero, constituindo a unidade Quartzito Tracajatuba. Dos cinco afloramentos encontrados ao longo da serra, um foi de quartzito ferrífero (no topo) e quatro de minério de ferro (nas encostas). A análise de três amostras representativas de seus afloramentos revelou os seguintes teores em Fe_2O_3: JM-R-222a = 95,0%, JM-R-223 = 90,5% e JM-R-226 = 85,7% o que representa, em termos de Fe: 66,4%, 66,3% e 60,0%, respectivamente (ficha de análise:lote 296/BE).

Da interpretação do mapa aeromagnetométrico, sucessivos dipolos magnéticos são observados nas cercanias da serra do Ferro, sugerindo a presença de outros corpos de Quartzito Tracajatuba, aparentemente aflorantes a subaflorantes. Nessa região, verifica-se algumas elevações algo semelhantes, fotograficamente, à serra do Ferro, porém sem confirmação de campo, devido a ausência de afloramentos.

11.2.6 - Bauxita (?) da Serra do Limão

A serra do Limão estende-se desde à margem esquerda do baixo curso do igarapé Papa-Vento até próximo ao médio curso do rio Tartarugalzinho.

A serra é constituída por Anfibolito Anatum (dominantemente) e Quartzito Fé em Deus. Em um platô com cerca

de 1 km^2, localizado próximo à margem do igarapé Papa-Vento, ocorrem grandes blocos de laterita aluminosa.

No topo da serra, encontram-se vestígios de alguns poços para pesquisa, executados por uma companhia de mineração, na década de 60, oom o objetivo de pesquisar bauxita, segundo moradores locais. A análise efetuada pelo Projeto Mácapá-Calçoene (1971), em material extraído de um desses poços, forneceu resultado negativo para bauxita, tratando-se apenas de uma laterita aluminosa.

Esse "depósito" representa um estágio incipiente de diferenciação pedogenética, sobre os metabasitos da unidade Anatum.

11.3 - Áreas de Anomalias Geoquímicas

Várias áreas anômalas, para diversos elementos, foram constatadas através de dados geoquímicos, em sedimentos de corrente, muitas das quais aparentemente promissoras.

Para ouro, cêrca de cinco áreas anômalas foram caracterizadas, com valores variando de < 0,05 a 0,25ppm, em bacias de captação de afluentes da margem esquerda dos rios Tartarugal Grande e Tartarugalzinho e afluentes da margem direita do rio Flexal. Uma das áreas anômalas cobre, quase totalmente, metabasitos da unidade Anfibolito Anatum, com intrusões graníticas em suas bordas. Em três dessas áreas anômalas predominam rochas granitóides, com frequentes encraves de anfibolito. A área anômala ocorrente sobre terrenos granolíticos, por se tratar de um fácies metamórfico incompatível à mineralização aurífera, admite-se que o ouro, oriundo de rochas básicas transformadas em piriclasitos, tenha migrado e se depositado em fraturas, possivelmente associado ao veio de quartzo.

Para cobre, foram detectadas áreas anômalas na região das cabeceiras do rio Tartarugalzinho com igarapé Segundo Braço e em bacias de captação dos igarapés Cuatá, Cobra e Nazário. A primeira, associada a metabasitos Anatum, e a segunda, em terrenos granolíticos, podendo estar relacionada a piriclasitos que são frequentes em encraves.

Para chumbo, foram constatadas áreas anômalas em bacias de captação de afluentes da margem esquerda do rio Falsino e do igarapé Braço do Flexal. A primeira, sobre rochas granolíticas, e a segunda, em granitóides.

Para lantânio, com valores de 100 a 1000 ppm, e ítrio, com valores de 300 a 1500 ppm, foram verificadas áreas anômalas nas bacias de captação dos igarapés Bracinho, Molongó, Tabocal, e Braço do BR-15. Estas anomalias, ocorrentes sobre terrenos granitóides, provavelmente derivam de rochas alcalinas e/ou pegmatitos pós-cinemáticos, não se descartando a possibilidade de um enriquecimento anômalo desses elementos em sedimentos hidrolizados.

Áreas anômalas para estanho, até 100 ppm, ocorrentes em bacias de captação de um afluente da margem direita do igarapé Ariramba e em bacias do igarapé Água Branca, juntamente com anomalias para nióbio, de 20 a 100 ppm, e berílio, 7 ppm, em drenagens do igarapé Segundo Braço (região do garimpo abandonado para cassiterita), confirmam a existência de corpos pegmatíticos pós-cinemáticos, na área mapeada.

11.4 -Considerações Genéticas sobre o Ouro

Por longo tempo prevaleceu amplamente a idéia de que o ouro expresso nas mineralizações auríferas seria o do próprio magma original, qualquer que fosse a natureza da rocha-mãe. Inclusive , para alguns autores, os jazimentos auríferos derivariam, em geral, de magmas dioríticos e granodioríticos.

A relação entre mineralização aurífera com rochas básicas, ou com tendência básica, já de há muito havia sido observada, como por THOUREAU (1935-in: DUONG, 1965). Ultimamente, a hipótese da relação genética da maioria das mineralizações auríferas com rochas ultramáficas e máficas tem sido fortemente solidificada por inúmeros investigadores.

Em relação a terrenos arqueanos, ANHAEUSSER (1976) informa que a mineralização de ouro ocorre em toda a coluna estratigráfica, sendo frequente a associação de ouro com rochas vulcanogênicas máficas e félsicas. Dados comparativos mostram que as mineralizações auríferas estão preferencialmente desenvolvidas nas unidades ricas em vulcânicas,em formação ferrífera, em cherts bandeados, e em menor proporção em quartzitos e argilitos. Algum ouro também ocorre nas rochas graníticas, particularmente adjacentes aos "greenstone belts", ou em seus remanescentes xenolíticos.

Segundo esse autor, embora muitos dos depósitos arqueanos de ouro estejam nitidamente relacionados aos processos hidrotermais, existe clara evidência para sugerir que alguma mineralização de ouro-pirita-arsênio seja de caráter estratiforme. A associação entre ouro e vários tipos de for

mações ferríferas (tanto no fácies óxido, como no sulfeto) e cherts bandeados, recentemente, tem sido interpretada por diversos autores como sendo de origem exalativa. Muitos dos depósitos desse tipo ocorrem em formações ferríferas jaspelíticas, terminando ciclos vulcânicos de lavas máficas e félsicas e de piroclásticas ácidas.

É notada uma tendência para a maioria dos depósitos auríferos se localizarem a poucos quilômetros da periferia dos "greenstone belts", não muito afastado, portanto,dos principais batólitos graníticos, intrudidos nos limites dos cinturões de rochas verdes. Raramente, alguns depósitos de ouro, constituindo excessões, flanqueiam pequenos "stocks" ou cúpulas graníticas e, por vezes, se estendendo para o interior destes. A concentração de ouro nas áreas circundantes aos corpos de granitos, sugere que esteja relacionada a efeitos térmicos, consequentes da intrusão granítica, em vez de refletir um conteúdo inicial elevado de ouro nesses granitos. Nesse sentido, EMMONS (1937 - in: DUONG, op. cit.) já afirmava que a ligação da metalogenia aurífera com rochas intrusivas estava solidamente consolidada.

Para ANHAEUSSER (op. cit.), os efeitos superimpostos pela intrusão granítica, metamorfismo e deformações são responsáveis diretos pela migrção de ouro de sua fonte inicial para zonas de baixa pressão e temperatura, como zonas tensionais, produzidas por dobramento e falhamentos.

Sobre a mobilização hidrotermal do ouro KEAYS & KIRKLAND (1972) adiantam que esse elemento, seja de origem magmática ou retirado da rocha hospedeira, parece ser prontamente dissolvido por vários solventes naturais, como por

exemplo, soluções de sulfetos alcalinos. Para os depósitos auríferos de Yellowknife (Austrália), BOYLE (1959,1961 - in: KEAYS & KIRKLAND, op. cit.) propos que alguma parte da sílica, dióxido de carbono, água e enxofre das rochas vulcânicas, foi mobilizada durante o metamorfismo regional, migrando e carreando ouro, prata e elementos metálicos, para zonas dilatantes dentro dos "greenstones".

Sobre os depósitos de ouro de Yellowknife, BOYLE (1961), explica os veios auríferos por meio de segregação lateral das rochas vulcânicas e sedimentares, durante o metamorfismo dinamotermal.

Referente a implicação dos cinturões de alto grau metamórfico com a metalogenia do ouro, ANHAEUSSER (op.cit.) esclarece que, em virtude da alta mobilidade deste elemento, esses cinturões não somente constituem uma virtual barreira à mineralização aurífera, como também teriam apresentado uma influência principalmente térmica nos "greenstone belts" de suas vizinhanças, daí porque somente pouca quantidade de ouro tem sido localizada em áreas flanqueiadas pelos " mobile belts". Segundo HENLEY (1972 - in: WILSON,1974) a ausência de ouro em terrenos granolíticos deve-se ao fato de que a solubilidade do ouro em sais alcalino-clorídricos é aumentada com o incremento da temperatura, e que a alta concentração em potássio parece facilitar a solubilidade. Como os granolitos e outros terrenos de alto grau metamórfico sofrem, comumente, um fluxo com sais ricos em potássio, cloro, fluor e gás carbônico, haveria uma tendência favoravelmente maior do ouro migrar para as zonas de mais baixa temperatura.

SHCHERBAKOV & PEREZHOGIN (1964 - in: PYKE, 1976)

indicam que as rochas ultramáficas contêm elevados teores em ouro, em comparação a outros tipos litológicos, havendo um decréscimo no conteúdo desse metal das rochas ultramáficas e máficas para as félsicas na relação aproximada de 2:3. Os autores exibem os seguintes resultados médios, em termos de ppb: 5 condritos=160; 1 acondrito=10; 27 ultramáficas=9,4;29 basaltos e andesitos=6,5; 14 riolitos e traquitos=5,4;33 granitos=3,5 e 8 granodioritos=4,0. Os autores atribuem o alto conteúdo de ouro nas rochas ultramáficas ao conceito de eletronegatividade. O ouro, tendo uma eletronegatividade muito alta, tende a se confinar em compostos que apresentam uma quantidade mínima de partículas iônicas, como encontrado nos neso e inossilicatos (olivinas e piroxênios). Em contrapartida, os tectossilicatos apresentam uma quantidade máxima de confinamento iônico. Isto foi corroborado pela determinação da correlação entre conteúdo de ouro e os elementos ferro, magnésio, cobre e vanádio, em um determinado número de rochas, quando o mais alto coeficiente de correlação verificou-se entre Au/Mg, o que reflete a afinidade do ouro com os neso e ionossilicatos. Estes autores, também estabeleceram que as variedades litológicas extrusivas mostram um conteúdo maior em ouro do quē seus equivalentes intrusivos.

A conclusões semelhantes também chegaram GOTTFRED et alii (1972) - in: PYKE, op. cit.), quando apresentam os seguintes resultados dos teores de ouro, em termos de ppb,de amostras representativas de numerosas associações vulcânicas: 269 basaltos=2,5; 26 andesitos=3,0; 9 dacitos e riolitos=0,88; 77 quartzo-latitos=0,7 e 10 traquiandesitos a andesito=0,6 . Os autores também estabelecem que os silicatos máficos e os óxidos de ferro e/ou titânio tendem a ter um conteúdo maior em ouro do que minerais do tipo quartzo e feldspatos. São

também de opinião que a maioria do ouro nas rochas está associada à fração sulfeto, não sendo, contudo, conhecido o modo pelo qual o ouro está associado, seja como inclusão em treliças, em solução sólida ou alguma outra forma.

Sobre as relações entre mineralizações de ouro e rochas vulcânicas ultramáficas, muitos dos depósitos auríferos de Timmins (Canadá) mostram estreita relação com rochas metavulcânicas ultramáficas. Os dados analíticos sugerem que as rochas ultramáficas contêm um conteúdo significantemente mais elevado de ouro que nos outros tipos de rochas. As observações sugerem que a alteração talco-carbonática das rochas ultramáficas liberam quantidades significativas de ouro. Segundo PYKE (op. cit.), as vulcânicas ultramáficas, na área de Timmins, seriam as principais camadas-fonte para a mineralização aurífera, com o ouro sendo subsequentemente mobilizado, possivelmente em imensas áreas durante a carbonatização das ultramáficas e depositado em estruturas favoráveis.

A associação do ouro com rochas carbonáticas parece muito bem exemplificada pela conhecida mina de Morro Velho (Minas Gerais), a qual estaria localizada em segmento do tipo "greenstone belt" (de Nova Lima), onde a principal mineralização aurífera encontra-se associada a um quartzo-ankerita-xisto, talvez relacionada a algum processo de carbonatização de rochas ultramáficas (?).

O alto conteúdo de ouro nas rochas ultramáficas de Barberton (África do Sul), ensejou VILJOEN et alii (1969 - in: PYKE, op. cit.) a considerarem as rochas komatiíticas como sendo o principal agente transportador de ouro do manto para os depósitos encontrados em Sleynsdorp Goldfielch.

Os volumes estravasados de lavas máfico- ultramáficas, em tempos arqueanos, podem ter proporcionado um dos maiores agentes transportadores de ouro do manto, durante os tempos geológicos.

A frequente relação espacial entre as mineralizações auríferas e as rochas máficas hospedeiras das intrusões plutônicas, na Rodésia do Sul, onde os principais jazimentos de ouro aparecem em presença de granitos mais tardios, ensejou MAC GREGOR (1951 - in: DUONG, 1965) a aventar a teoria do "ouro emprestado". Para DUONG, a extração do ouro da rocha mãe se daria pela ação dos "mineralizadores", ou fluidos reativos e mobilizantes, com alto poder de dissolução, que se concentram em certas partes do magma. Estas soluções transportariam o ouro e o depositariam em além das partes finais da cristalização magmática, onde as condições físico- químicas fossem favoráveis.

Também SHCHERBAKOV & PEREZHOGIN (1963 - in: DUONG, op. cit.) observaram, no oeste siberiano, que os magmas graníticos que deram uma mineralização aurífera parecem ter sido formados "in situ" às expensas de rochas preexistentes, relativamente ricas em ouro. Isto seria devido a assimilação de rochas básicas, pelos magmas graníticos. Dessa forma, é possível que os dioritos, frequentemente citados a propósito da mineralização aurífera, apresentem o ouro como resultante de endomorfismo.

Embora, a filiação do ouro com rochas de natureza máfica seja fato comprovadamente seguro, a ionização dos átomos desse elemento, nessas rochas, onde os "mineralizadores" também encontram-se difusos, é extremamente fraca, sem con

dições, portanto, para se obter concentrações desse metal.

No caso de uma diferenciação magmática por cristalização fracionada, na primeira fração, a mais básica, os "mineralizadores", ainda dispersos, não teriam capacidade para proporcionar uma concentração de ouro. Se a esse momento o magma escapasse, o teor médio de ouro nas rochas vulcânicas resultantes deveria ser aproximadamente o mesmo do magma inicial. Porém, desenvolvendo-se o processo de diferenciação, os magmas residuais apresentariam concentrações crescentes em "mineralizadores". O ouro, se escapando das cristalizações finais, ultrapassaria o domínio pegmatítico, ainda dissolvido nos "mineralizadores", sem se depositar,atingindo, então, o estágio pneumatolítico e sobretudo hidrotermal,onde se encontra a maioria dos jazimentos auríferos conhecidos.

Considerando-se a área do Projeto Falsino como caracterizada por um contexto geológiço similar ao observado na área do Projeto Sudoeste do Amapá (JORGE JOÃO et alii 1978), os conceitos evolutivos para ambas as áreas podem ser convincentemente correlacionáveis, gerando, em consequência, uma extensão das considerações metalogenéticas do ouro emitidas por aqueles autores. Nesse sentido, destacam-se as litologias das "suites" metamórficas Vila Nova e Guianense a caracterizar um padrão tipo "granito-greenstone", como ocorrente em diversas áreas de escudos ou de cratons,reconhecidamente favorável à mineralização aurífera.

O relativo conhecimento de relacionamento estratigráfico, dessas unidades favorece a formulação de idéias concernentes à metalogênia aurífera, em compatibilização com idéias genéticas apresentadas por investigadores em outros

terrenos arqueanos, com similaridade no quadro geológico. Salienta-se, assim, o caráter intrusivo sincinemático dos granitóides da unidade Guianense, afetando as rochas máficas da unidade Vila Nova, granito-migmatizando estas em variado grau de assimilação e preservando, localmente, meso e mega encraves de metabasitos.

As ocorrências de ouro conhecidas nas áreas do Projeto estão situadas em áreas de influência das rochas máficas (ocorrência do igarapé das Corocas) e dos granitóides com abundantes mesoencraves anfibolíticos (ocorrência do igarapé da Triste). Referente à área geoquimicamente anômala para ouro (região do igarapé Cuatá) posicionada sobre terrenos granolíticos ácidos, com frequentes mesoencraves de granolitos básicos, como mencionado anteriormente, admite-se que aquele elemento tenha sido remobilizado do material básico que deu origem aos piriclasitos e depositado em zonas de fraturas, possivelmente associado a veios de quartzo.

JORGE JOÃO et alii (op. cit.) atribuem às efusivas máficas, que por metamorfismo regional deram origem ao Anfibolito Anatum, como a fonte primária do ouro. A idéia é corroborada pelo elevado teor apresentado em análise de um talco-tremolita-xisto, em torno de 0,15 ppm de ouro. A granitização e alteração hidrotermal dessas rochas máficas teriam propiciado a reorganização das concentrações auríferas, onde os quartzitos ferríferos agiriam como receptores das soluções hidrotermais, enriquecidas em ouro ao atravessarem tais corpos básicos.

Acrescenta-se a importância da ascenção diapírica dos granitóides Guianense - bem como as intrusões ácidas

pós-cinemáticas, não confirmadas na área do Projeto Falsino, porém sugeridas pelas anomalias geoquímicas de certos elementos, e indubitavelmente constatadas na área do Projeto Sudoeste do Amapá - nas porções basais e nos bordos da sequência de rochas verdes, onde os efeitos térmicos remobilizantes teriam propiciado a solubilização do ouro que, transportado em condições hidrotermais, se depositaria em zonas tectônicas e físico-químicas favoráveis.

É conhecido que, pela afinidade siderófila entre o ouro e o ferro, há implicações na migração e deposição conjunta desses elementos, daí a relativa íntima associação entre mineralização aurífera e "iron formations". Dessa forma, a considerar o aspecto genético do Quartzito Fé em Deus, seria recomendável que a prospecção para ouro deveria se desenvolver principalmente, sobre o fácies ferrífero dessa unidade, integrante da "suite" Vila Nova. Porém, a remobilização e concentração aurífera independe da atividade do ferro. Tanto assim, que a análise de um turmalina-quartzito da área do Projeto Sudoeste do Amapá, revelou 0,15 ppm de ouro. Na região da localidade Carecuru (às proximidades do garimpo do mesmo nome, adjacente à área do Projeto acima referido) foi observado quartzito puro, da unidade Fé em Deus, contendo significativa mineralização aurífera.

Na área do Projeto Falsino não foi constatada a presença do fácies ferrífero do Quartzito Fé em Deus, porém é conhecida a concentração de ouro em quartzito puro dessa unidade, como observado às proximidades da Vila de Tartarugalzinho, adjacente à área do Projeto, onde o ouro era obtido por trituramento do quartzito, demonstrando que se processou uma migração e concentração silico-aurífera, independente

da presença do ferro. Assim, quartzitos ferríferos, quartzitos puros e quartzo de vieiro, desde que produzidos por um processo de "quartzificação" em fácies xisto verde, a partir de rochas máficas e/ou ultramáficas, representam metalotectos ou guias litológicos favoráveis à prospecção de ouro.

12. CONCLUSÕES

Fazendo-se uma avaliação dos resultados obtidos, no decorrer das várias etapas do Projeto, algumas conclusões puderam ser extraídas:

12.1 - Metodologia

Levando-se em consideração as dificuldades inerentes à região Amazônica, em trabalhos dessa natureza, como a ausência de infraestrutura, a densa cobertura vegetal, o elevado grau de intemperismo das rochas, e a restrita quantidade de afloramentos a fornecer informações suficientes para a interpretação geológica, a sistemática adotada para o mapeamento na escala proposta, mostrou-se satisfatória.

A opção pelo mapeamento em termos composicionais das subunidades dos complexos granolíticos e granitóides, parece de melhor aplicabilidade no auxílio à interpretação da evolução geológica, em comparação ao mapeamento por estágio migmático - como adotado pelo Projeto Sudoeste do Amapá para a unidade Guianense. Ademais, optando-se por este último método, corre-se largo risco de se mapear cataclasitos como rochas resultantes de estágio metatexítico.

12.2 - Geomorfologia

Da compartimentação do relevo segundo sua morfologia, ficou evidenciado que existe uma estreita correlação entre as formas de relevo e as unidades maiores, no âm

bito das "suites" metamórficas, dos diques de diabásio e das coberturas terciária e quaternária. Essa correspondência relevo/litologia, dificilmente ocorre a nível das subunidades, sobretudo no âmbito dos granolitos ácidos e entre as rochas granitóides, daí, pela ausência de critérios fotogeológicos marcantes, a qualificação de Indiviso para amplas zonas das "suites" metamórficas Tartarugal Grande e Guianense.

12.3 - Geologia

A área do Projeto Falsino, situada na porção nordeste do megabloco setentrional do Craton Amazônico, compreende uma associação de rochas metamórficas de idade arqueana a proterozóica inferior (Associação Amapá), rochas ígneas de idade permo-triássica (Diabásio Cassiporé), unidades de coberturas terciárias (Formação Barreiras e Cobertura Laterítica) e quaternária (Depósitos Aluvionais).

Na área trabalhada, não foi constatada a presença de corpos anorogênicos de granodiorito (Granodiorito Falsino), como mapeados por alguns trabalhos anteriores, tratando-se os mesmos de rochas de composição granodiorítica sincinemáticas.

Três direções principais de lineamentos estruturais foram verificadas: NW-SE (falhas, eixos de dobras e foliação regional), NE-SW (falhas com foliação cataclástica muito localizada) e grosseiramente N-S (fraturas de tensão preenchidas por diabásio). Os episódios dinâmicos

que provocaram os lineamentos NW-SE e NE-SW, não parecem claramente definidos. Também as fraturas que encaixam os diques de diabásio tanto podem ter sido formados durante esse episódio magmático, como apenas reativadas nessa ocasião.

Estruturas em sinformes e antiformes foram identificadas especialmente nas litologias da "Suite" Metamórfica Vila Nova, constituindo um padrão estrutural característico para essa unidade, onde as dobras mostram-se geralmente apertadas, com frequentes deslocamentos dos limbos. Raros sinformes e antiformes foram discerníveis em quartzitos ferríferos associados a minérios de ferro, correspondentes à unidade Tracajatuba.

Neste trabalho, a faixa de terrenos granolíticos individualizada, é atribuída como parte integrante da região cratônica, resultante de metamorfismo regional à níveis crustais mais inferiores do que a faixa de terreno' "granito-greenstone". Assim, admite-se preferencialmente, um zoneamento de isógrada vertical, em vez de heterogeneidade lateral a similar nível crustal. A sugestão implica, evidentemente, que o terreno granolítico teria sua formação síncrona ou quase simultânea às outras litologias da Associação Amapá, envolvendo um ciclo único metamórfico ou tectonotermal polifásico. A carência de estudos estruturais mais significativos e de dados radiométricos confiáveis, limita uma mais precisa caracterização geotectônica do terreno granolítico, não se excluindo a possibilidade de que esses terrenos representem um retrabalhamento crustal, traduzindo uma parte da crosta afetada por intensa remobilização a resultar em catametamorfitos. A atual justaposição do terreno

granolítico com as rochas granitóides, seria resultante da ascensão do bloco granolítico, por movimentação reversa, ao longo de uma zona de contato interpretada como uma falha de empurrão.

Admite-se que a evolução geológica da área em estudo, tenha se iniciado a partir de uma crosta simática primitiva, representada por manifestações vulcânicas máfico ultramáficas, provenientes das fusões parciais das porções superiores do manto. Essas lavas estariam, em parte, representadas por piriclasitos (catazona) e actinolita-tremolita-xistos e anfibolitos (epi-mesozona). Fusões parciais dessa crosta máfica, deram origem a granolitos de composição enderbítica (catazona) e granitóides sódicos (mesozona).Mantendo a ciclicidade, fusões parciais originaram os granolitos de' composição charnockítica (catazona) e granitóides potássicos (mesozona). Os meso e megaencraves de anfibolitos nos granitóides e piriclasitos nos granolitos ácidos, estruturalmente em perfeita concordância com as encaixantes, corroboram essa idéia. Os quartzitos derivariam de metabasitos (epi-mesozona) e de granolitos básicos (catazona), por um processo de "quartzificação", envolvendo diferenciação metamórfica e alteração hidrotermal-metassomática, sob influência de metamorfismo e granitização regional . Acredita-se que a "Suite" Metamórfica Vila Nova, constituída por uma sequência metavulcânica dominantemente máfica, com quartzitos e mica-xistos (metavulcânicas félsicas ou metassedimentos) subordinados, imersa no seio de rochas granitóides, mais jovens, represente um cinturão de rochas verdes do tipo "greenstone belt".

Uma reativação tectono-magmática da área, ocorrida durante o Permo-Triássico, é registrada pela presença de possantes diques básicos (Diabásio Cassiporé). Completando a evolução geológica da região mapeada, movimentos isostáticos permitiram intensa erosão da parte interior do continente e consequente deposição de sedimentos da Formação Barreiras ao longo da faixa costeira.

A interpretação da evolução geológica, baseia-se nas informações obtidas sobre o terreno, em dados estruturais, petrogenéticos e metalogenéticos, em alguns resultados analíticos e nas informações de regiões cratônicas, relativamente bem conhecidas, de outras partes do mundo.

12.4 - Geologia Econômica

As ocorrências minerais cadastradas foram: Bauxita na serra do Limão (pesquisa abandonada), cassiterita e ouro em aluviões das cabeceiras do igarapé Segundo Braço (garimpo abandonado), ouro em aluviões no igarapé da Triste (garimpo abandonado), ferro no rio Tracajatuba (reserva estimada de 18.300.000 ton de minério, em trabalho anterior), ouro no igarapé das Corocas e ferro no rio Tartarugal Grande (teores em Fe de 60,0% a 66,4%). As duas últimas ocorrências foram identificadas durante os trabalhos de campo do Projeto.

Vários valores geoquímicos anômalos foram caracterizados em sedimentos de corrente. Anomalias para ouro (< 0,05 a 0,25 ppm) foram detectadas nas bacias do rio Tartarugalzinho, do igarapé Cuatá e em afluentes menores dos

rios Flexal e Tartarugal Grande. Anomalias para estanho (100 ppm) foram identificadas em afluente pela margem direita do igarapé Ariramba e nas bacias do igarapé Água Branca. Anomalias para lantânio (100 a 1000 ppm) e ítrio (300 a 1500 ppm) são comuns nas bacias dos igarapés Bracinho, Molongó, Tabocal e Braço do BR-15. Nióbio (20 a 100ppm) e berílio (7 ppm) são anômalos em drenagens situadas no interflúvio do igarapé Segundo Braço com o rio Tartarugalzinho. Valores anômalos para cobre, foram identificados na região das cabeceiras do rio Tartarugalzinho, igarapé Segundo Braço, bem como em bacias dos igarapés Cobra e Nazário. Valores anômalos para chumbo verificaram-se em afluente pela margem esquerda do rio Falsino e em afluente pela margem esquerda do igarapé Braço do Flexal.

A bauxitização ocorrente em pequenos platôs lateríticos na serra do Limão, corresponde a um incipiente enriquecimento supergênico sobre metabasitos da unidade Anfibolito Anatum.

O ouro teria como fonte primária, as rochas máficas, que por metamorfismo e granitização regional, seria solubilizado, migrando em soluções sílico-auríferas, concentrando-se, durante a fase hidrotermal, em zonas tectônicas e físico-químicas favoráveis, sobretudo associado ao Quartzito Fé em Deus, ou em fraturas, associado a quartzo de vieiro.

As camadas de minério de ferro (hematita e magnetita), relacionadas aos quartzitos da unidade Quartzito Tracajatuba, ter-se-iam formadas por um processo de "quartzificação" a partir de rochas máficas, no caso, o Piriclasito Mutum, por diferenciação metamórfica ou alteração hidrotermal metassomática, durante a granitização regional ou sialização

crustal a níveis catazonais. Tal "quartzificação" evoluiria a quartzitos ferríferos e "iron formation" bandeados. A interpretação do mapa aeromagnetométrico sugere o prolongamento ou existência de outros corpos dessa unidade ferrífera, podendo acontecer em subsuperfície.

A identificação de cassiterita em concentrados de bateia (1%) e as anomalias de estanho em sedimentos de corrente, são indícios da presença provável de corpos pegmatíticos pós-cinemáticos, o que é corroborado pelos valores anômalos em nióbio e berílio.

A associação anômala lantânio-ítrio, sugere a provável presença de rochas alcalinas, porém a origem dessas anomalias a partir de pegmatóides pós-cinemáticos, ou mesmo de um enriquecimento anômalo em sedimentos hidrolizados, também deve ser considerada. O aparente controle estrutural (estruturas com foliação e fraturas concêntricas) dessas anomalias, poderia refletir o seu relacionamento com tais intrusões alcalinas. Lembra-se, entretanto, que esse magmatismo anorogênico não foi constatado.

Os valores anômalos para cobre, aparecem relacionados a rochas metabasíticas da unidade Anfibolito Anatum e a terrenos granolíticos, enquanto que as anomalias para chumbo, relacionam-se a terrenos granolíticos e granitóides.

13. RECOMENDAÇÕES

Em função dos dados obtidos e interpretados, bem como das observações efetuadas no transcurso dos trabalhos, salientam-se as seguintes recomendações:

- Para futuros trabalhos dessa natureza, sugere-se adicionar ao cronograma de execução, uma fase de campo com o auxílio de helicóptero, logo após a integração dos dados geológicos de campo e analíticos de laboratório. É comum, a essa altura, surgirem dúvidas na elaboração do mapa geológico, ou mesmo no entendimento de certos aspectos, que somente com a volta ao terreno, através de seções geológicas mais detalhadas e estrategicamente posicionadas, poderiam ser dirimidas..

- Julga-se necessário que as seções geológicas e o reconhecimento geoquímico, concentrem-se mais sobre as unidades litológicas aparentemente mais favoráveis às mineralizações. Em áreas semelhantes, nos cinturões de rochas verdes.

- Recomenda-se um trabalho de mapeamento, em escala adequada, do Território Federal do Amapá, com o objetivo de delimitar os cinturões de rochas verdes, para posteriores' trabalhos mais detalhados, visando, em função das proporções líticas reveladas, a descoberta de minerais de interesse econômico, à semelhança do ocorrente em "green stone belts" situados em cratons melhor conhecidos.

- Análises químicas suficientes se fazem necessárias nas

litologias da unidade Mica-xisto Tartarugalzinho, no intuito de ser conhecida sua origem, se derivadas de vulcânicas félsicas e/ou de sedimentos pelíticos, definindo melhor seu caráter metalotecto.

- Para a prospecção de ouro, a unidade Quartzito Fé em Deus deve ser a mais recomendável, levando-se em conta seu aspecto genético. Após o conhecimento detalhado das estruturas da "Suite" Metamórfica Vila Nova, torna-se altamente viável a pesquisa de ouro em ambientes tectônicos favoráveis, provavelmente associado a quartzo de vieiro, em quaisquer das subunidades dessa "suite" metamórfica. Outro fator importante a ser considerado quanto a distribuição da mineralização aurífera, nos cinturões de rochas verdes, refere-se ao relacionamento das intrusões graníticas, nas bases e nas bordas desses cinturões.

- Para a prospecção de metais como níquel, cobre, cobalto e cromo, recomendam-se os metabasitos das unidades Anfibolito Anatum e Piriclasito Mutum.

- Para a prospecção de metais como chumbo, zinco e cobre, recomendam-se os mica-xistos da unidade Tartarugalzinho, se comprovada sua origem a partir de vulcânicas félsicas.

- Sugerem-se trabalhos de detalhe nas áreas recomendadas pela figura 36, correspondentes às zonas das anomalias geoquímicas, bem como nas porções compreendidas pelas ocorrências minerais de ouro, cassiterita e ferro.

14. BIBLIOGRAFIA

ACKERMANN, F.L. - Laterito e laterização. Engenharia, Mineração e Metalurgia. Rio de Janeiro, 36 (216): 301-306, Dez. 1962.

_____ - Recursos Minerais do Território Federal do Amapá. Rio de Janeiro, Imp. Nacional, 1948. 30p.

AGUERREVERE, S.E. et alii - Exploration de la Gran Sabana. R. Fomento. Caracas, 3 (39): 501-729, 1939.

ALMEIDA, F.F. M. de - Geochronological division of the Precambrian of South America. Revista Brasileira de Geociências, São Paulo, 1 (1): 13-22, Dez. 1971.

_____ - O craton do São Francisco. Salvador, Soc. Bras. de Geologia - Núcleo Bahia, Dez. 1978. p.13-32 , il.,debates (Publicação Especial nº 3).

_____ - Estruturas do Precambriano Brasileiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 29, Ouro Preto. 1976.

_____ - Evolução dos cratons Amazônico e do São Francisco comparada com a de seus homólogos do hemisfério Norte. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 30, Recife, 1978. Anais do... Recife, Sociedade Brasileira de Geologia, Nov. 1978. v.6, p.2393-2407.

ALMEIDA, F.F.M. de et alii - The upper Precambrian of South America. Boletim Informativo do Instituto de Geociências da USP. 7: 45-80, 1976.

AMARAL, G. - Geologia do Pré-cambriano da região Amazônica. Tese de Livre Docência. Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, 1974. 212p. il.

ANHAEUSSER, C.R. - Archean metallogeny in Southern Africa. Economic Geology. Lancaster - Pa, 71 (1): 16-43,Jan/Feb. - 1976.

_____ - A reappraisal of some aspects of precambrian shield geology. Bulletin of the Geological Society of America. Washington, 80: 2175-2200, Nov. 1969.

_____ - Cyclic vulcanicity and sedimentation in the evolutionary development of archean greenstone belts of shield areas. Geological Society Australia Special. 3: 57-70, 1971.

_____ - The evolution of early precambrian crust of southern Africa. Transactions Royal Society London Philosophical . Serie A, 273: 359-388, 1973.

_____ - Precambrian tectonic enviroments. Annual Review of Earth and Planetary Sciences, 3: 31-53, 1975.

BARBOSA, O. - O craton de São Francisco (debates). In: Simpósio sobre o Craton de São Francisco e suas faixas regionais, Salvador, 1977. Anais da Reunião Preparatória da Soc. Brasileira de Geologia. - Núcleo da Bahia. Dez.1978 (Publicação Especial, 3).

BARBOSA, G.V. - Evolução morfoestrutural cenozóica do Craton Guianês no Brasil. In: CONFERÊNCIA GEOLÓGICA INTERGUIANAS, 10, Belém. 1975. Anais da ... Belém, DNPM , Nov, 1975. p. 825-851.

BARKER, F. & PETERMAN, Z.E. - Bimodal tholeiitic-dacite magmation and the early Precambrian crust. Precambrian Research. 1: 1-12, 1974.

BASEI, M.A.S. - O vulcanismo ácido-intermediário na região Amazônica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 30, Recife, 1978. Anais do... Recife, Sociedade Brasileira de Geologia, Nov. 1978. v.6, p. 2408-2422, il.

BELLIZZIA, C.M. - Paleotectônica del Escudo de Guyana. In: CONFERÊNCIA GEOLÓGICA INTERGUIANAS, 9, Puerto Ordaz, 1972. Boletim Geológico, 1972. p. 251-305 (Pub. Especial, 6).

BELOUSSOV, V.V. - Modern concepts of the structure and development of the earth's crust and the upper mantle continents. Quartely Journal of the Geological Society of London. 122: 293-319, 1966.

_____ - On possible forms of relationship between magmatism and tectogenesis. Journal of the Geological Society, 127: 57-68, 1971.

_____ - Problemas básicos de geotectônica. Barcelona, Omega, 1971. 854p. ol. (Tradução de P.S. Cadavid Camiña e M. Gutierrez Elorza).

BERNARD, A. - Cour de metallogenie. École Nac. Supp. de Geologie. Univ. Nancy, 1969.

BERTHELSEN, A. - An exemple of structural approach to the migmatite problem. In: INTERNATIONAL CONGRESS, 21, Copenhagen, 1960. p.149-157 (Rept.Session - Porden, pt.14).

BLAIS, S. et alii - The archaean greenstone belts of Karelia (eastern Finland) and their komatiitic and tholeiitic series. In: B.F. Windley & S.M. Nagvi (Eds). Archaean Geochemistry. Elsevier. 87-108. 1978.

BOAVENTURA, F.M.C. & NARITA, C. - Folha NA/NB.22 Macapá; Geologia, geomorfologia, solos, vegetação e uso potencial da terra. In: BRASIL, DNPM. Projeto RADAM. Rio de Janeiro, 2/3-27, il. (Levantamento de Recursos Naturais, 6).

BOYLE, R.W. - Iron, reduction around gold - quartz, veins, Yellowknife district, northwest territories, Canada - A discussion. Economic Geology, Lancaster-Pa, 73 (1): 110-112, Jan/Feb. 1978 (Discussions).

BRAUN, O.P.G. & BATISTA, M.B. - Considerações sobre a geologia pré-cambriana da região sudeste e parte da região centro-oeste do Brasil. Rio de Janeiro, CPRM/DEGEO, 1977. 136p. il.

BRIDGWATER, D. & COLLERSON, K. - The major petrological and geochemical characters of the 3600 m.y. Uivak gneiss from Labrador. Constribuitions to Mineralogy and Petrology, 54: 43-60, 1976.

BRIGHWATER, D. et alii - A horizontal tectonic regime in the archaean of greenland and its implications for early crustal trickening. Precambrian Research, 1: 179-197.1971.

BURKE, K. et alii - Dominance of horizontal movement, arc and microcontinental collisions drening the later permobile regime. In: B.F. Windley |ed.| the Early History of the Earth, Wiley Interscience, London, 113-129. 1976.

_____ - World distribuition of sutures - the sits of former oceans. Tectonophysics. Amsterdam, 40 (1, 2). 1977.

CANON, R.T. - The basement complex in the Bartic area (British Guiana). In: CONFERENCE GÉOLOGIQUE DES GUYANES, 4, Cayenne, 1959.

CARVALHO, F.P. de & REDENÇÃO E SILVA, M. da - Relatório de reconhecimento geoeconômico da ocorrência de magnetita da região Tracajatuba, município do Amapá, T.F. do Amapá, Belém, DNPM - 5º DN, Relat. Ostensivo, n. 674. 1969.12p , il.

CHOUBERT, B. - Le probléme des structures tectoniques surimposées en Guyanne Française. Bulletin de la Société Geologique de France. 7e sene, Paris, 2: 855-861, 1960.

_____ - Les Guyano - Eburneides de l'Amerique ocidentale; essais de comparaison géologique. Bulletin du BRGM, Paris, section 4: 39-68. 1969.

_____ - Le precambrien de Guyenes. Memoire du BRGM. Paris, 81, 1974. 212p. il.

CONDIE, K.C. - Plate tectonics and crustal evolution. New York, Pergamon Press, 1976. 288p. il.

CONDIE K.C. & LO, H.H. - Trace element geochemistry of Louis lake batholith of early Precambrian age. Geochimica et Cosmochimica Acta, London. 35: 1099-1120, 1971.

CORDANI, U.G. - Evolução geológica precambriana da faixa costeira do Brasil entre Salvador e Vitória. Tese de Livre Docência. Inst. Geociências, Universidade de São Paulo, 1973, 98p. il.

CORDANI, V.G. - O Craton de São Francisco (debates). In: SIMPOSIO SOBRE O CRATON DE SÃO FRANCISCO E SUAS FAIXAS MARGINAIS. Salvador, 1977. Anais da Reunião Preparatória... Soc. Brasileira de Geologia - Núcleo da Bahia. Dez. 1978 (Publicação Especial, 3).

CORDANI, V.G. et alii - Evolução tectônica da Amazônia com base nos dados geocronológicos. In: ACTAS DO CONGRESSO GEOLOGICO CHILENO, 2, Arica. 1979 (Tomo 4).

COSTA, J.L. da et alii - Projeto Norte da Amazônia, domínio Oiapoque Jari; geologia da folha NA.22-V.Belém, DNPM/CPRM, 1974 v.2. il.

COWARD, M.P. et alii - The pre-clevage deformation of the sediments and gneiss of the northern part of the Limpopo Belt. In: B.F. WINDLEY. the Early history of the earth, London, Wiley, p. 323-330. 1976.

DAHLBERG, E.H. - Lithostratigraphical correlation of granulite facies rocks of the Guiana shield. Mededeelingen van de Geologisch - Mijnbouwkundige Dients van Suriname. Paramaribo, 23: 26-33.1975.

DIETZ, R.S. - Earth's original crust - Lost quest? Tecto nophysics. Amsterdam, 2 (6): 515-520, 1965.

DORR, A.L. & LAURIN, A.F. - Alignment of circular structures in mafic and ultramafic rocks; a new prospecting guide in the Grenville. Mineral Deposits Service. Quebec Department of Natural Resources. Quebec, 1971.

DUOUNG, P.K. - Enquête sur l'or dans les roches; origine de l'or des gisements. 1965. (Fonte não identificada).

ENGEL, A.E.J. - The barberton mountain land: clues to the differentiation of the earth. Johannesburg, Univ. Witwatersround, 1966. 15p. (Inf. Circ. nº 17).

ENGEL, A.E.J. & ENGEL, C.G. - Hornblends formed during progressive metamorphism of amphibolites northwest Adiron dack mountains. Bulletin of Geological Society of America, New York, 73: 1944-1514. 1962.

ELIZAR'EV, Yu.Z. - Tipos de padrões estruturais no arqueano do sudoeste da África (tradução) (Fonte não identificada).

ESKOLA, P. - On the granulites of Lapland. American Journal of Science, Bowan, p. 133-172, 1952.

EVANS, B.W. & LEAKE, B.E. - The composition and origin of the striped amphibolites of Connemara, Ireland. Journal of Petrology. London, 1: 337-363, 1960.

FERREIRA, E.O. - Carta tectônica do Brasil; Nota explicativa. Rio de Janeiro, DNPM, 1972. 19p. il. (Boletim, 1).

FRIZZO, S.J. - Projeto Norte da Amazônia, domínio Oiapoque-Jari, reconhecimento geoquímico. In: BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Convênio DNPM/CPRM. Belém, Relat.Ostensivo, 344, 1974. v. 6a, 6b, 6c. il.

_____ - Reconhecimento geoquímico do flanco sudeste do Escudo Guiano. In: CONFERÊNCIA GEOLÓGICA INTERGUIANAS, 10, Belém. 1975. Anais da ... Belém. Departamento Nacional da Produção Mineral, Nov. 1975. p. 537-557.

FYFE, W.S. & TURNER, F.J. - Reappraisal of the metamorphic facies concept. Contributions to mineralogy and petrology. 12: 354-364, 1966.

GILL, J.C. - The origin of continents. Transactions of the Royal Society of Canada. 55: 103-113, 1961.

GLIKSON, A.Y. - Geosynclinal evolution and geochemical affinities of early precambrian systems. Tectonophysics, 9, 397-433, 1970.

GLIKSON, A.Y. & SHERATON, J.W. - Early precambrian trondhjemitic suites in western Australia and norwestern Scotland and the geochimal evolution of shields. Earth and Planetary Science Letters, Amsterdan, 17. 227-242, 1972.

GLIKSON, A.Y. - Stratigraphy and evolution of primary and secondary greenstone: Significance of data from shields of the southern hemisphere. In: B.F. WINDLEY |ed.|. The early history of the earth. London, Wiley, 257-277, 1976.

GOLDSCHMIDT, V.M. - Geochemistry. Oxford, Clarendon, 1970. 730p. il.

GONÇALVES, G.N.D. & VILLAS BOAS, J.M. - Reconhecimento Geoquímico do rio Tartarugal Grande; Território Federal do Amapá. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 26, Belém. 1972. Anais do ... Belém, Sociedade Brasileira de Geologia, 1972. v.1 (p.183-190).

GOODWIN, A.M. - Archean protocontinental growth and early crustal history of the Canadian shield. In: INTERNATIONAL GEOLOGICAL CONGRESS, 23, 1968 (B.1, p. 69-89).

GOODWIN, A.M. & RIDLER, R.H. - The abitibi orogenic belt. Geological Survey Canadian Paper. 67 (2): 3-24, 1968.

GORMAN, B.E. et alii - On the structure greenstone belts. Precambrian Research. Precambrian Research, 6 (1): 23-1978.

GREEN, D.C. & RINGWOOD, A.E. - The genesis of basaltic magmas. Contributions to mineralogy and petrology.15 (1): 103-190, 1967. il.

GREEN, D.C. & BAADSGAARD, H. - Temporal evolution and petrogenesis of an archean crustal segment at Yellowknife, N.W.T. Canadá. Journal of Petrology. London, 12 (12): 177-217, 1971.

GROVES, A.W. - Charnockite series of Uganda. Quarterly. Journal of Geological Society of London. 91: 150-207,1935.

GURICH, G. - Granit and gneiss. Himmel und Erd. Berlin,17: 241-251, 1905.

HIETANEN, A. - On the facies series in various types of metamorphism. Journal of Geology, Chicago, 75: 187-214 , 1967.

HOLMQUIST, P.J. - Typen und nomenklatur der adergesteins. Geologiska Foreningens I Stockholm Forhandlingar. Stockholm, 43: 612-631, 1921.

HOWIE, R.A. - Charnockites. Science in Progress. New Haven, 52 (208): 628-644), 1964.

IL'INA, Z.I. - Dome structures of central Karélia. International Geology Review. Washington, 19 (3): 329-334,1977.

ISLLER, R.S. - Geologia do craton Guianês e suas possibilidades metalogenéticas. In: CONFERÊNCIA GEOLÓGICA INTER - GUIANAS, 10, Belém, Anais da ... Belém, DNPM, Nov. 1975.p. 47-74.

ISLLER, R.S. et alii - Folha SA.22 Belém; Geologia, geomorfologia, solos, vegetação e uso potencial da terra. In: BRASIL. Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto RADAM. Rio de Janeiro, 1974 (Levantamento de Recursos Naturais, 5).

JORGE JOÃO, X. da S. - Projeto Sudoeste do Amapá; Relatório de Viagem. Belém, CPRM, Relat. Inédito |s.ident.|.1977 (Páginas datilografadas).

JORGE JOÃO, X. da S. et alii - Projeto Sudoeste do Amapá. Relatório Final. Belém, DNPM/CPRM, 1978. V.1A, 1B. il.

KALSBEEK, F. & LEAKE, B.E. - The chemistry and origin of some basement amphibolites betweem I.vigtut and Frederiks - haab, South West Greenland. Meddr. Gronland, 190: 1 -36 , 1970.

KALYAYEV, G.I. - Early precambrian tectonics and structural elements. Geotectonics. 3: 153-158, 1974.

KATZ, M.B. - The fabric of the granulites of Mont Tremblant Park, Quebec. Canadian of Earth Sciences, Otawa, 5: 801-811, 1968.

KEAYS, R.R. & KIRKLAND, M.C. - Hydrothermal mobilization of gold from copper - nickel sulfides and ore genesis at the Thomson river copper mine, Victoria, Australia. Economic Geology, Lancaster, Pa, 67 (8): 1263-1275, 1972. il.

KLOOSTERMAN, J.B. - Vulcões gigantes do tipo anelar no Escudo das Guianas. Mineração e Metalurgia, Rio de Janeiro, 36 (341): 52-58. 1973.

KNYAZEV, G.I. et alii - Genesis of ferruginous quartzites. International Geology Review. Washington, 12 (9): 1096-1106. 1969.

KOPPEN, W. - Climatologia. Trad. Pedro Perez. México, Fundo de Cultura Econômica, 1948.

KRONER, A. - Proterozoic crustal evolution in parts of southern Africa and evidence for extensive sialic crust since the end of archean. Philosophical Transactions of the Royal Society of London. A-280: 541-1553, 1976.

_____ - The precambrian geotectonic evolution of Africa: Plate accrestion versus plate destruction. Precambriam Research . 4: 163-213, 1977.

_____ - Precambrian mobile belts of southern and eastern Africa - Ancient sutures or sites of ensialic mobility? A case for crustal evolution towards plate tectonics. Tectonophysics. 40: 101-135, 1977.

KWONG, Y.T.J. & CROCKET, J.H. - Background and anomalous gold in rocks of an archean greenstone assemblage, Kakagi lake area, northwestern Ontário. Economic Geology. Lancaster, Pa, 73 (1); 50-63, Jan/Fev. 1978.

LACROIX, A. - Les enclaves des roches volcaniques. Macon, Protat, 1893. 770p.

LASA - LEVANTAMENTOS AÉREOS FOTOGRAMÈTRICOS S/A. - Reconhecimento fotogeológico do Território Federal do Amapá, Região centro-leste. In: BRASIL. DNPM/5º Distrito. Belém, Relat. Inédito. nº 237. 1962/1963. 4p.

LEAL, J.W.L. & PINHEIRO, M.M. - Cadastramento dos garimpos de ouro e tantalita do rio Cupixi. In: BRASIL. Ministério das Minas e Energia. DNPM. Relat. Ostensivo, 1974. 24p.

LEVINSON, A.A. - Introduction to explication geochemistry. Calgany, Applied Publishing |c.1974|. 612 p.il.

LIDDLE, R.A. - The geology of Venezuela and Trinidad. Texas, Mac Gowan, 1928. 552p.

LIMA, M.I.C. et alii - Folha NA/NB.22 Macapá; Geologia, geomorfologia, solos, vegetação e uso potencial da terra. In: BRASIL. Ministério das Minas e Energia. DNPM. Projeto RADAM. Rio de Janeiro, 1974 (Levantamento de Recursos Naturais, 6).

MACAMBIRA, E.M.B. - Prospecção aluvionar do bordo sudeste do Escudo das Guianas. In: CONFERÊNCIA GEOLÓGICA INTER GUIANAS, 10, Belém. Anais da ... Belém, Departamento Nacional da Produção Mineral, Nov. 1975. p.599-617.

MAROTTA, C.A. et alii - Notas sobre o distrito manganesífero da Serra do Navio, Território Federal do Amapá. Avulso da Divisão de Geologia e Mineralogia. Rio de Janeiro, 41: 57-68, 1966.

MEHNERT, K.R. - Migmatites and the origin of granitic rocks. Amsterdan, London, Elsevier, 1968 e 1971. 405p. il.

MONTALVÃO, R.M.G. de & BEZERRA, P.E.L. - Geologia e tectônica da plataforma (craton) Amazônica; (parte da Amazônia Legal Brasileira. Goiânia, DNPM- Projeto RADAMBRASIL, Set.1979. 38p.il. (Folhas datilografadas).

MOODY, J.D. - Faults tectonics. Geological Society of America. Bulletim. Washington, 67 (9): 1207-1246),1956.

MOORBATH, S. - Ages isotopes and evolution of precambrian continental crust. Chemical Geology, Amsterdan, 20: 151-187, 1977.

MORAES, L.G. de - Índices de bauxita do Território Federal d'Amapá (Brasil). Engenharia, Mineração e Metalurgia. Rio de Janeiro, 26 (155): 293-294, Nov. 1957.

NAGELL, R.H. - Geology of the serra do Navio manganese district, Brasil. Economic Geology, Lancaster, Pa,57 (4): 481-498, Jun/Jul, 1962.

NEVES, A.P. et alii - Projeto Paru-Jari. Belém, DNPM/CPRM, 1972. 5v. il.

NEVES, S.B. & MENEZES, J.A.L. - Reconhecimento geológico da região nordeste do Território Federal do Amapá. |s.l.|. PETROBRÁS/RENOR, Relat. Técnico, 84, 1967. 24p.

NOE-NYGAARD, M.A. - Comparaison entre les roches grenues appartenant à deux orogénis précambriennes voisines au Groenland. Science de la Terre, Nancy, 3. 61-75. 1975.

OLIVEIRA, A.J. & LEONARDOS, O.H. - Geologia do Brasil. 2ed. Rio de Janeiro, Serviço de Informação Agrícola, 1943. 813p. (Série Didática,2).

OVERSTREET, W.C. - A review of regional heavy - mineral reconnaissance and its application in the southeastern, Piedmont. p.133-173, 1960 (fonte não identificada).

PAIVA. G. - Ferro; Território Federal do Amapá. Boletim da Divisão de Fomento da Produção Mineral. Rio de Janeiro, 79: 117-118, 1946.

PEDREIRA, A.J. et alii - Inventário e reavaliação do conhecimento geológico da parte central do craton do São Francisco e suas faixas marginais. Salvador, Sociedade Brasileira de Geologia - Núcleo Bahia, Dez. 1978. p.65-154. Debates (Publicação Especial, nº 3).

PICHAMUTHU, C.S. - The charnockite problem. Bangalore, Misore Geological Association, 1953. 178p.

_____ - Are there rocks older than Dharwars in southern India? Industrial Minerals. 16: 1-12, 1976.

PRETORIUS, D.A. - Gold in the proterozoic sediments of south Africa; paradigms, and models In: WOLF, K.H. Handbook of stratabound and stratiform ore deposits. Amsterdan, Elsevier, 1976. p. 1-27, il.

PYKE, D.R. - On the relationship betweem gold mineralization and ultramafic volcanic rocks in the Timmins area, northeastern, Ontário. CIM Bulletim. 69 (773): 79-87, Sept. 1976.

RAMBERG, H. - Remarks on the average chemical composition of granulite facies and amphibolite - to - epidote amphibolite facies gnaisses in west Greenland. Meddelelser Fra Dansk Geologisck Forening. Copenhague, 12: 27-34, 1951.

RAMBERG, H. - A model for the evolution of continents, oceans and orogens. Tectonophysics, 1 (2): 159-174, 1964.

READ, H.H. - Meditations on granite. Proceedings of the Geologists Association, London, 55 (2): 45-93, 1944.

_____ - The granite controversy. London, Murby, 1957. 430 p.

SALOP, L.I. - Two types of precambrian structures: gnaiss folded ovals and gneiss domes. International Geology Review, Washington, 14 (11): 1209-1228, Nov, 1972.

SALOP, L.I. & SCHEINMANN, Yu, M. - Tectonic history and structures of plataforms and shields. Tectonophysics, Amsterdam, 7,5-6: 565-597. 1969.

SCARPELLI, W. - Aspectos genéticos e metamórficos das rochas do distrito da Serra do Navio. Avulso da Divisão de Geologia e Mineralogia, 41: 37-55, 1966 (Trabalho apresentado na 6ª Conferência Geológica Interguianas).

_____ - Preliminary geological mapping of the Falsino river, Amapá, Brasil. Verhandelinger Van Het Geologisch - Mijnbouwkundig Genootschap voor Nederland en Kolonien. 27, 125-130, 1969.

_____ - Geologia pré-cambriana da serra do Navio. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 26, Belém, 1972. Anais do ... Belém, Soc.Bras.de Geologia, 1972 (p.70-71,v. 2).

SCHEUMANN, K.H. - Zur nomenklatur migmatis cher und verwandter gesteine. Tschermaks mineralogische und Petrographische Mitteilungen, 48: 297-302, 1936.

_____ - Metatexis und metablastesis. Tschermaks Mineralogische und Petrographische Mitteilungen, 48: 402-412, 1937.

_____ - Uber akyrosome. News Jahrbuch fur Mineralogie. Monatshefte, p. 11-24. 1955.

SEDERHOLM, J.J. - On granite and gneiss. Bulletim de la Comission Geol. de Finlande. 23: 1-110, 1907.

_____ - On migmatites and associated precambrian rocks of southwestern Finland. Bulletim de la Comission Geol. de Finlande. 1: 58, 1923; 1:153; 2:77, 1926.

SHAW, D.M. - Development of the earth continental crust; geochemistry of the pre-Archean and proto-Archean stages. The early history of the Earth. Leicester, University Leicester, 1975 (Part 2).

_____ - Development of the earth continental crust;Part 2: pre-Archean, proto-Archean and later eras. In: B.F. Windley - the early history of the earth. Wiley, London, 1976 . p. 33-54.

SHACKLETON, R.M. - Correlation of structures across Precambrian orogenic belts in Africa. In: Implications of Continental drift to the earth sciences (ed. D.H. Rarling & S. K. Runcorn) 2, 1091. London, Academic Press. 1973.

_____ - Shallow and deeps level exposures of archean crust in India and Africa. In: B.F. Windley (ed.) the early history of the earth. London, 1976. p. 317-321.

SHCHEGLOV, A.D. - Principais tipos de áreas de ativação tectonomagmático. 1970 (Fonte não identificada).

SHOL, N.F. - Application for emendment concerning terminology for igneous and high-grade metamorphis rocks; note 45. The American Association of Petroleum Geologists Bulletim. 61 (2): 248-252, Feb. 1977.

STOWE, C.W. - Sumary of the tectonic development of the Rodesian archaean craton. Geological Society Australia, 3: 337-383, 1971.

SUSZCZYNSKI, E.F. - Certas considerações sobre a tectônica da Plataforma Brasileira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 23, Salvador. 1969. Soc. Brasileira de Geologia.1969. (Boletim Especial n. 1. p.75-76).

_____ - La geologie e la tectonique de la Plataforme Amazonienne. Geologische Rundschau, Stuttgart, 59 (3): 1232-1253, 1970.

SUTTON, J. - Some development in the crust. Geological Society of Australia, P.E. 3: 1-10, 1974.

SUTTON, J. & WATSON, J. - Pre-Torridorian metamorphic history of booch Torridorian and scourie areas. Quaterly Journal of Geological Society of London. 106: 241-296, 1950.

TORQUATO, J.R. - O craton de São Francisco (debates). In: SIMPÓSIO SOBRE O CRATON DE SÃO FRANCISCO E SUAS FAIXAS MARGINAIS, Salvador. Anais da Reunião Preparatória ... Sociedade Brasileira de Geologia - Núcleo da Bahia. Dez. 1978 (Publicação especial).

TURNER, O.F. & VERHOOGEN, J. - Igneous and metamorphic petrology. New York, McGraw-Hill, 1951 e 1960, 694p.

TUTTLE, O.F. - Origin of the contrasting mineralogy of extrusive and plutonic rocks. Journal of Geology. Chicago, 60: 107-124. 1952.

TUTTLE, O.F. & BOWEN, N.L. - Origin of granite in the light of experimental studies in the system $NaAlSi_3O_8$- Sio_2 - $KAlSi_3O_8$- H_2O. Memoirs of the geological Society of American. Washington, 74, 1958. 153p.

VALE, A.G. et alii - Projeto Macapá-Calçoene, Belém, DNPM/CPRM, 1972. 8v. il.

VEIGA, JR, J. - Projeto Sulfetos de Uatumã; Capitulo de Geologia Estrutural. Relatório Final. Manaus, DNPM/CPRM, 1979 (p. 365-384).

VENING MEINESZ, F.A. - Convection currents in the earth and the origin of continents. Verhandelingen der Koninkl. Nederlandse Akademi van wetenschappen. Amsterdam, 55: 527-554.

VILJOEN, M.J. & WILJOEN, R.P. - The effects of metamorphism and serpentinization of the volcanic rocks and associated rocks of the Barberton area. Geological Soc. of Africa, Spec. Pub. 2: 29-54, 1969a.

_____ - Evidence for the existence of a mobile extrusive peridotitic magma from the Komati Formation of the Onverwatch Group. Geological Society of South American, Spec. Pub. 2: 87-112. 1969b.

_____ - A reappraisal of granite-greenstone terrains of shield areas based in the Barberton model. Geological Society of South Africa. Special Pub. 2: 245-274, 1969.

WEGMANN, C.E. - Zur dentung der migmatite. Geologische Rundschau. Berlim, 26: 305-350, 1935.

WINDLEY, B.F. - The early history of the earth. London, Wiley, 1976. 619p.

WILSON, A.F. - The mineral potencial of granulite terrains and other highly metamorphosed segments of the earth's crust. Liége, 1974. p.301-321 (Centenaire de la Soc. Geol. de Belgique - Geologie des domaines cristalins.

_____ - The origin of continents and Precambrian history. Transactions of the Royal Soc. of Canada. 43: 157-184. 1959.

_____ - The Rhodesian archean craton - an essay in cratonic evolution. Phil. Trans. R.Soc. London, A-273: 389-411. 1973.

WINDLEY, B.F. - Crustal development in the Precambrian. Phil. Trans. R.Soc. London, A-273: 321-341. 1973.

WINDLEY B.F. & SMITH, J.V. - Archean highgrade complexes and modern continental margins. Nature, London, 260: 671-675. 1976.

WINDLEY, B.F. & BRIDGWATER, D. - The evolution of archaean low and high grade terrains. In: GLOVER, J.E. ed. - The archaean rocks. Geol. Soc. of Australia, Spec.Pub. 3: 33-46. 1971.

WINKLER, H.G.F. - Petrogenesis of metamorphic rocks. New York, Springer-Verlay, 1973. e. 1976.

WINKLER, H.G.F. & SEN, S.K. - Neves Jahrb. Mineral Monatsh. 393-402. 1973.

YOUNG, G.M. - Some aspects of the evolution of the archean crust. Geoscience Man. 5: 140-149, 1978.

ANEXO I - FICHAS DE OCORRÊNCIAS MINERAIS

CADASTRO DE OCORRÊNCIAS MINERAIS

PRINCIPAL MINÉRIO OU ELEMENTO ECONÔMICO: OURO

C/C 1755 A

Nº

Nº ARQUIVO GERAL

LOCALIZAÇÃO (EM MAPAS, FOTOMOSAICO, AEROFOTOS, ETC): Folha NA.22-Y-B-III

Nºs DOS PRINCIPAIS AFLORAMENTOS VISITADOS (V. FICHA DE DESCRIÇÃO DE AFLORAMENTOS): JM-B-245 e 245 C (x= 507 y= 73)

SITUAÇÃO GEOGRÁFICA

EST. TFAp | MUN. MACAPÁ

TOPONÍMIA

ALTIT.

EM LAVRA ☐

EM PESQUISA ☐

PARAL. ☐ ABAND. ☐

EM GARIMPO ☐

DESCOBERTA NESTE PROJ.

PEQUENA [X] GRANDE ☐

VIA DE ACESSO: Macapá/Tartarugalzinho: rodovia BR-156 (250 km). Tartarugalzinho/ig.das Corocas: rio Tartarugalzinho (aprox. 35 km).

RELÊVO: Colinoso, com aluviões de pequena expressão. As rochas da "Suite" Metamórfica Vila Nova posicionam-se topograficamente acima das rochas da "Suite" Metamórfica Guianense.

VEGETAÇÃO: Floresta Fechada

INTEMPERISMO (SOLOS): Laterítico, avermelhado (sobre os metabasitos)

SITUAÇÃO GEOLÓGICA

FORMA DA OCORRÊNCIA

A1 - FILÃO ☐ A2 - "AMAS" ☐ A3-ESTRATIFORME ☐ A4-LENTICULAR ☐ A5-OUTROS [X] MISTOS ☐

B1 - MACIÇO ☐ B2-DISSEMINADO ☐ B3 - PREENCH. ☐ B4 - SUBSTIT. ☐ B5-OUTROS ☐ MISTOS ☐

SÍNTESE DESCRITIVA DO CORPO MINERALIZADO (MEDIDAS, PARAGÊNESE, ETC)

MINERALIZ. PRIM. ☐ SEC. [X]

Em aluvião, através de concentrados de bateia, foram observados, a olho nu, pequenos grãos de ouro (dimensão aproximada de uma ponta de caneta esferográfica).

SÍNTESE DA GEOLOGIA PROVINCIAL

A bacia de captação do ig. Corocas, compreende uma área aprox. de 20 km^2, dos quais mais de 2l3 do médio-baixo curso drena metabasitos da unidade Anfibolito Anatum, integrante de um cinturão de rochas verdes, "Suite" Metamórfica Vila Nova. O alto curso drena rochas graníticas da "Suite" Metamórfica Guianense.

UNIDADE ESTR. "Suite" Metamórfica Vila Nova

MINERAIS DE GANGA

MINERAIS ECONÔMICOS (CLASSIFICAR COM LETRAS A,B,C, ETC)

Ouro

TEORES E RESERVA - MEDIDA	INDICADA	INFERIDA

ANEXOS

FICHAS B ☐ C ☐

CADASTRO DE OCORRÊNCIAS MINERAIS

PRINCIPAL MINÉRIO OU ELEMENTO ECONÔMICO: OURO

C/C 1755 A

Nº

Nº ARQUIVO GERAL

LOCALIZAÇÃO (EM MAPAS, FOTOMOSAICO, AEROFOTOS, ETC): Folha NA. 22-Y-B-III

Nºs DOS PRINCIPAIS AFLORAMENTOS VISITADOS (V. FICHA DE DESCRIÇÃO DE AFLORAMENTOS): LR-184 A (x= 167 y= 460)

SITUAÇÃO GEOGRÁFICA

EST. TFAp | MUN. MACAPÁ - Distrito de Tartarugalzinho

TOPONÍMIA: Igarapé da Triste, afluente da margem direita do rio Flexal.

ALTIT.

EM LAVRA [ ]

EM PESQUISA [ ]

PARAL. [ ] ABAND. [X]

VIA DE ACESSO: Macapá/rio Flexal: rodovia BR-156 (280 km). Subindo-se esse rio até o igarapé da Triste e, daí, em picada.

EM GARIMPO [ ]

DESCOBERTA NÊSTE PROJ.

PEQUENA [ ] GRANDE [ ]

RELÊVO: Colinoso

COND. HIDROLÓGICAS:

VEGETAÇÃO: Floresta fechada

INTEMPERISMO (SOLOS): Laterítico

SITUAÇÃO GEOLÓGICA

FORMA DA OCORRÊNCIA

A1 - FILÃO [ ] A2 - "AMAS" [ ] A3-ESTRATIFORME [ ] A4-LENTICULAR [ ] A5-OUTROS [ ] MISTOS [ ]

B1 - MACIÇO [ ] B2-DISSEMINADO [X] B3 - PREENCH. [ ] B4 - SUBSTIT. [ ] B5-OUTROS [ ] MISTOS [ ]

SÍNTESE DESCRITIVA DO CORPO MINERALIZADO (MEDIDAS, PARAGÊNESE, ETC)

MINERALIZ. PRIM. [X] SEC. [ ]

Em blocos rolados de quartzo de vieiro, dos quais era extraído o ouro, após moagem. O ouro seria proveniente de rochas básicas, que por metamorfismo regional e granitização migrou para zonas de fraturas juntamente com soluções silicosas.

SÍNTESE DA GEOLOGIA PROVINCIAL

Regionalmente, predominam rochas graníticas e tonalíticas da "Suite" Metamórfica Guianense, com frequentes encraves de anfibolito.

UNIDADE ESTR. "SUITE" METAMÓRFICA GUIANENSE

MINERAIS DE GANGA: QUARTZO

MINERAIS ECONÔMICOS (CLASSIFICAR COM LETRAS A, B, C, ETC): Ouro

TEORES E RESERVA - MEDIDA	INDICADA	INFERIDA

ANEXOS

FICHAS B [ ] C [ ]

CADASTRO DE OCORRÊNCIAS MINERAIS

PRINCIPAL MINÉRIO OU ELEMENTO ECONÔMICO: FERRO

C/C 1755 A

Nº

Nº ARQUIVO GERAL

LOCALIZAÇÃO (EM MAPAS, FOTOMOSAICO, AEROFOTOS, ETC): Folha NA.22-Y-B-VI

Nºs DOS PRINCIPAIS AFLORAMENTOS VISITADOS (V. FICHA DE DESCRIÇÃO DE AFLORAMENTOS): JM-R-222A, 223, 226, 221, 220 (x= 437 y= 450)

SITUAÇÃO GEOGRÁFICA

EST. TFAp | MUN. MACAPÁ

TOPONÍMIA: Margem esquerda do rio Tartarugal Grande, médio curso. Em serra denominada serra do Ferro. ALTIT.

EM LAVRA ☐

EM PESQUISA ☐

PARAL. ☐ ABAND. ☐

VIA DE ACESSO: Macapá/Tartarugal Grande: Rodovia BR-156(235 km). Tartarugal/ocorrência: Rio Tartarugal Grande (aprox. 45 km).

EM GARIMPO ☐

DESCOBERTA NÊSTE PROJ.

PEQUENA ☐ GRANDE [X]

RELÊVO: Ocorrência em serra. Regionalmente, Colinoso.

COND. HIDROLÓGICAS:

VEGETAÇÃO: Floresta fechada

INTEMPERISMO (SOLOS): Laterítico, avermelhado

SITUAÇÃO GEOLÓGICA

FORMA DA OCORRÊNCIA

A1 - FILÃO ☐ A2 - "AMAS" ☐ A3 - ESTRATIFORME ☐ A4 - LENTICULAR ☐ A5 - OUTROS ☐ MISTOS ☐

B1 - MACIÇO [X] B2 - DISSEMINADO ☐ B3 - PREENCH. ☐ B4 - SUBSTIT. ☐ B5 - OUTROS ☐ MISTOS ☐

SÍNTESE DESCRITIVA DO CORPO MINERALIZADO (MEDIDAS, PARAGÊNESE, ETC)

MINERALIZ. PRIM. [X] SEC. ☐

Minério de ferro (dominante hematita) associado a quartzito ferrífero teria derivado, por processo de exudação de soluções sílico-ferríferas, a partir de rochas básicas que se transformaram em granolitos básicos, por metamorfismo regional.

SÍNTESE DA GEOLOGIA PROVINCIAL

Minério de ferro e quartzito ferrífero ocorrem em serra, com direção geral NW-SE, comp. aproximado 8 km, larg. média 500 m e altura de 60-80 m. Mergulhos fortes para SW a NW, parecendo formar por sinclinal-anticlinal. Constituem a unidade Quartzito Tracajatuba, que juntamente com a unidade Piriclasito Mutum, integram a "Suite" Metamórfica Ananaí, de fácies granolito. Regionalmente, predominam granolitos charnockíticos.

UNIDADE ESTR. QUARTZITO TRACAJATUBA

MINERAIS DE GANGA: QUARTZO

MINERAIS ECONÔMICOS (CLASSIFICAR COM LETRAS A,B,C, ETC): Hematita-magnetita

TEORES E RESERVA - MEDIDA	INDICADA	INFERIDA
Fe: 66,4%; 63,3% e 60,0% respectiv.		

ANEXOS

FICHAS B ☐ C ☐

NE 7530.9920.0194

CADASTRO DE OCORRÊNCIAS MINERAIS

PRINCIPAL MINÉRIO OU ELEMENTO ECONÔMICO: FERRO

C/C 1755 A

Nº

Nº ARQUIVO GERAL

LOCALIZAÇÃO (EM MAPAS, FOTOMOSAICO, AEROFOTOS, ETC): Folha NA. 22-Y-B-VI

Nºs DOS PRINCIPAIS AFLORAMENTOS VISITADOS (V. FICHA DE DESCRIÇÃO DE AFLORAMENTOS): JJ-R-44 e 46 (x= 421 y= 18)

SITUAÇÃO GEOGRÁFICA

EST. TFAp | MUN. MACAPÁ

TOPONÍMIA: Bacia do rio Tracajatuba, a montante da ponte da BR-156.

ALTIT.

EM LAVRA ☐

EM PESQUISA ☐

PARAL. ☐ ABAND. ☐

VIA DE ACESSO: Macapá/rio Tracajatuba, rodovia BR-156 (180 km).

EM GARIMPO ☐

DESCOBERTA NÊSTE PROJ.

PEQUENA ☐ GRANDE ☐

RELÊVO: Colinoso

COND. HIDROLÓGICAS:

VEGETAÇÃO: Campo

INTEMPERISMO (SOLOS): Laterítico

SITUAÇÃO GEOLÓGICA

FORMA DA OCORRÊNCIA

A1 - FILÃO ☐ A2 - "AMAS" ☐ A3-ESTRATIFORME ☐ A4 - LENTICULAR ☐ A5 - OUTROS ☐ MISTOS ☐

B1 - MACIÇO [X] B2-DISSEMINADO ☐ B3 - PREENCH. ☐ B4 - SUBSTIT. ☐ B5 - OUTROS ☐ MISTOS ☐

SÍNTESE DESCRITIVA DO CORPO MINERALIZADO (MEDIDAS, PARAGÊNESE, ETC)

MINERALIZ. PRIM. [X] SEC. ☐

A ocorrência é de há muito conhecida. Minério de ferro associado a quartzito ferrífero teriam derivado, por processo de exudação de soluções sílico-ferríferas, a partir de rochas básicas que se transformaram em granolitos básicos, por metamorfismo regional.

SÍNTESE DA GEOLOGIA PROVINCIAL

Regionalmente, predominam granolitos charnockíticos, com frequentes encraves de piriclasitos. Encaixadas nos granolitos ácidos, ocorrem duas faixas de quartzito ferrífero e minério de ferro, constituindo a unidade Quartzito Tracajatuba, que juntamente com o Piriclasito Mutum, integram a "Suite" Metamórfica Ananaí.

UNIDADE ESTR. QUARTZITO TRACAJATUBA

MINERAIS DE GANGA: QUARTZO

MINERAIS ECONÔMICOS (CLASSIFICAR COM LETRAS A, B, C, ETC): Magnetita-hematita

TEORES E RESERVA - MEDIDA: Fe: 60,3%

INDICADA

INFERIDA

ANEXOS

FICHAS B ☐ C ☐

NE 7530.9920.0194

CADASTRO DE OCORRÊNCIAS MINERAIS

PRINCIPAL MINÉRIO OU ELEMENTO ECONÔMICO: CASSITERITA

C/C 1755 A

Nº

Nº ARQUIVO GERAL

LOCALIZAÇÃO (EM MAPAS, FOTOMOSAICO, AEROFOTOS, ETC): Folha NA. 22-Y-B-III

Nºs DOS PRINCIPAIS AFLORAMENTOS VISITADOS (V. FICHA DE DESCRIÇÃO DE AFLORAMENTOS): 1104-AV-R-140 (x= 266 y=120)

SITUAÇÃO GEOGRÁFICA

EST. TFAp | MUN. MACAPÁ

TOPONÍMIA: Em grota da região das cabeceiras do igarapé Segundo Braço.

ALTIT.

EM LAVRA ☐

EM PESQUISA ☐

PARAL. ☐ ABAND. ☒

EM GARIMPO ☐

DESCOBERTA NÊSTE PROJ.

PEQUENA ☐ GRANDE ☐

VIA DE ACESSO: Macapá/Tartarugalzinho: Rodovia BR-156(250km) A seguir, pelo rio Tartarugalzinho e ig. do Gelo (40 km). Daí, em picada para o ocidente.

RELÊVO: Ondulado

COND. HIDROLÓGICAS:

VEGETAÇÃO:

INTEMPERISMO (SOLOS):

SITUAÇÃO GEOLÓGICA

FORMA DA OCORRÊNCIA

A1 - FILÃO ☐ A2 - "AMAS" ☐ A3 - ESTRATIFORME ☐ A4 - LENTICULAR ☐ A5 - OUTROS ☐ MISTOS ☐

B1 - MACIÇO ☐ B2 - DISSEMINADO ☐ B3 - PREENCH. ☐ B4 - SUBSTIT. ☐ B5 - OUTROS ☐ MISTOS ☐

SÍNTESE DESCRITIVA DO CORPO MINERALIZADO (MEDIDAS, PARAGÊNESE, ETC)

MINERALIZ. PRIM. ☐ SEC. ☒

A cassiterita era extraída do cascalho aluvionar. Ouro era obtido como subproduto, em ínfima quantidade. A cassiterita seria resultante de pegmatitos pós-cinemáticos. O ouro deveria provir de rochas básicas, durante o metamorfismo regional e granitização, instalando-se em fraturas associado a veios de quartzo.

SÍNTESE DA GEOLOGIA PROVINCIAL

O local do garimpo abandonado situa-se em rochas da "Suite" Metamórfica Guianense.

UNIDADE ESTR. "SUITE" METAMÓRFICA GUIANENSE

MINERAIS DE GANGA

MINERAIS ECONÔMICOS (CLASSIFICAR COM LETRAS A, B, C, ETC)

A: Cassiterita

B: Ouro

TEORES E RESERVA - MEDIDA	INDICADA	INFERIDA

ANEXOS

FICHAS. B ☐ C ☐

CADASTRO DE OCORRÊNCIAS MINERAIS

PRINCIPAL MINÉRIO OU ELEMENTO ECONÔMICO: BAUXITA

C/C 1755 A

Nº

Nº ARQUIVO GERAL

LOCALIZAÇÃO (EM MAPAS, FOTOMOSAICO, AEROFOTOS, ETC)

Folha NA. 22-Y-B-III.

Nºs DOS PRINCIPAIS AFLORAMENTOS VISITADOS (V. FICHA DE DESCRIÇÃO DE AFLORAMENTOS)

AV-L-102 (x= 530 y=12)

SITUAÇÃO GEOGRÁFICA

EST. TFAp | MUN. MACAPÁ

TOPONÍMIA Serra do Limão, margem esquerda do igarapé Papa-vento.

ALTIT.

EM LAVRA ☐

EM PESQUISA ☐

PARAL. ☐ ABAND. ☐

VIA DE ACESSO Via BR-156 até a vila de Tartarugalzinho (250 km) e desta por um ramal até o igarapé Papa-vento (21 km).

EM GARIMPO ☐

DESCOBERTA NÊSTE PROJ.

PEQUENA ☐ GRANDE ☐

RELÊVO Sub-montanhoso

COND. HIDROLÓGICAS

VEGETAÇÃO Campo em transição para floresta fechada

INTEMPERISMO (SOLOS) Laterítico

SITUAÇÃO GEOLÓGICA

FORMA DA OCORRÊNCIA

A1 - FILÃO ☐ A2 - "AMAS" ☐ A3-ESTRATIFORME ☐ A4 - LENTICULAR ☐ A5 - OUTROS ☐ MISTOS ☐

B1 - MACIÇO ☐ B2-DISSEMINADO ☐ B3 - PREENCH. ☐ B4 - SUBSTIT. ☐ B5 - OUTROS ☐ MISTOS ☐

SÍNTESE DESCRITIVA DO CORPO MINERALIZADO (MEDIDAS, PARAGÊNESE, ETC)

MINERALIZ. PRIM. ☐ SEC. X

A ocorrência representa um estágio incipiente de diferenciação pedogenética, sobre metabasitos. Análise efetuada pelo Projeto Macapá-Calçoene (1971) revelou tratar-se de laterita aluminosa.

SÍNTESE DA GEOLOGIA PROVINCIAL

A serra do Limão é predominantemente constituída de metabasitos da unidade Anfibolito Anatum, que constitui a base da "Suite" Metamórfica Vila Nova. A ocorrência situa-se em um platô de aproximadamente 1 km^2, onde ocorrem grandes blocos de laterita aluminosa. No platô, encontram-se vestígios de alguns poços para pesquisa, executados por uma Companhia de mineração na década de 60.

UNIDADE ESTR. ANFIBOLITO ANATUM

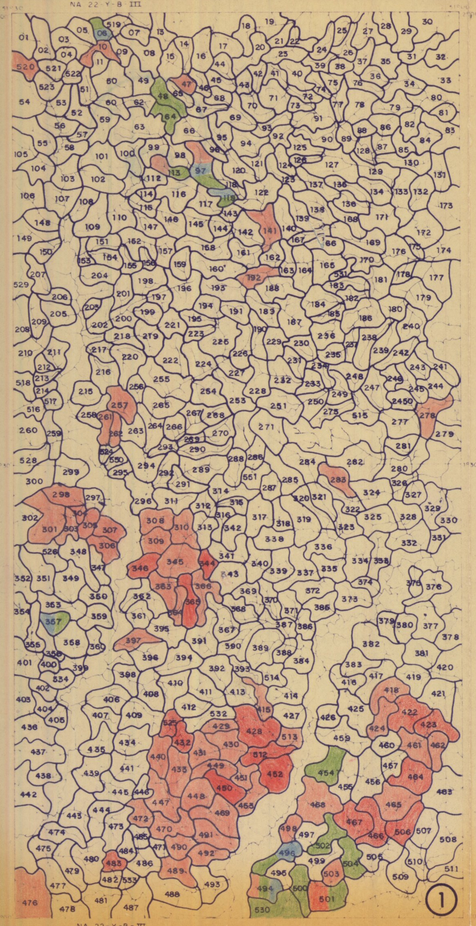
MINERAIS DE GANGA

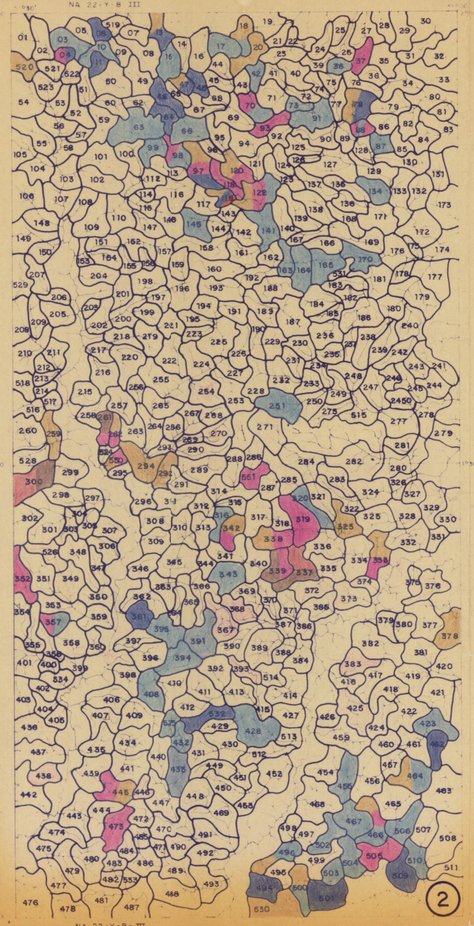
MINERAIS ECONÔMICOS (CLASSIFICAR COM LETRAS A, B, C, ETC)

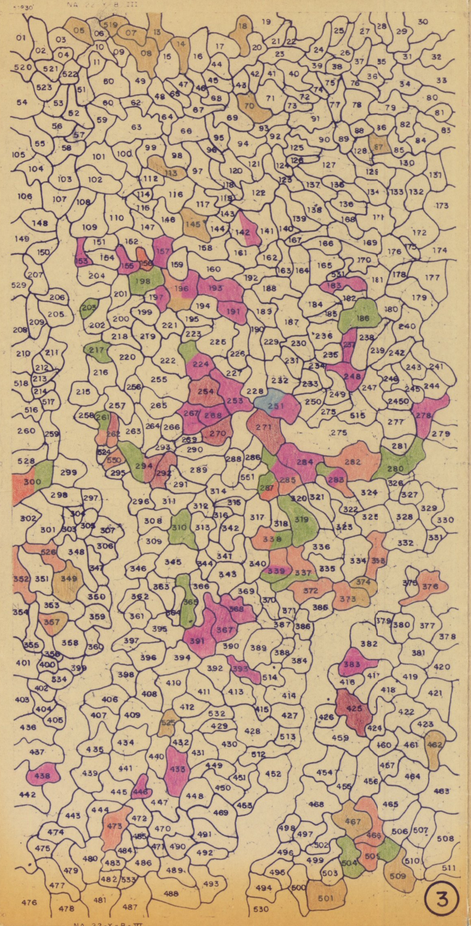
TEORES E RESERVA - MEDIDA	INDICADA	INFERIDA

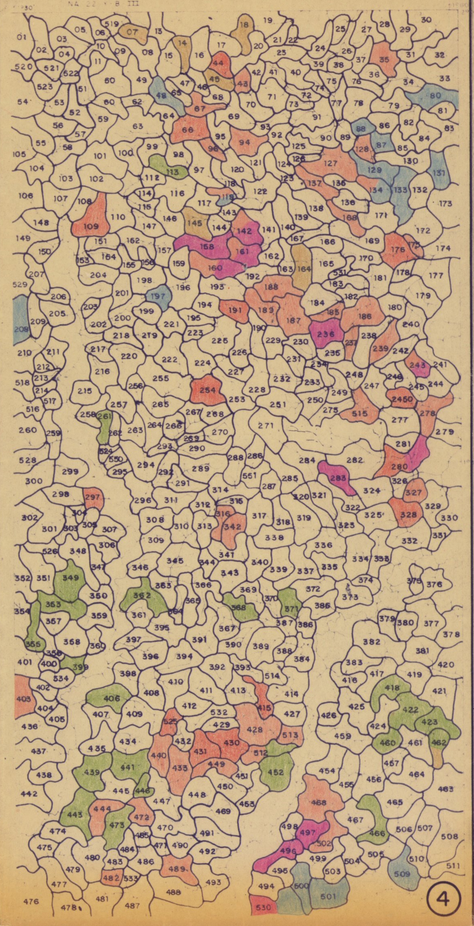
ANEXOS

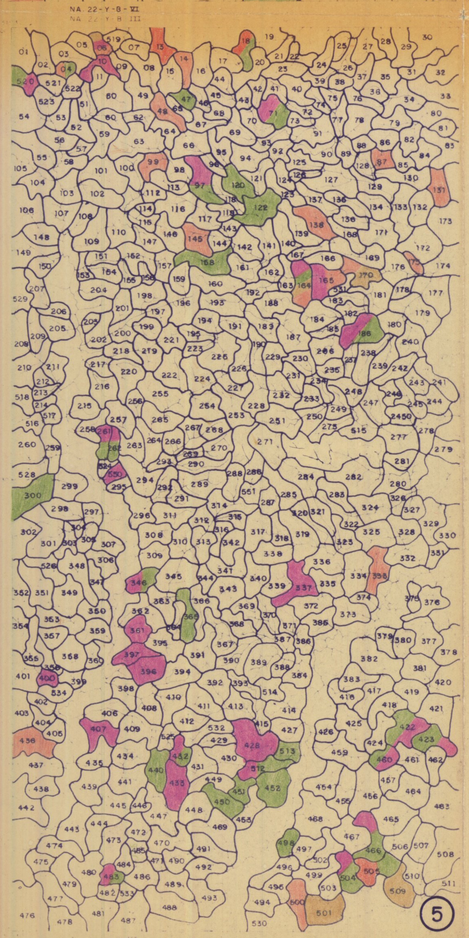
FICHAS B ☐ C ☐

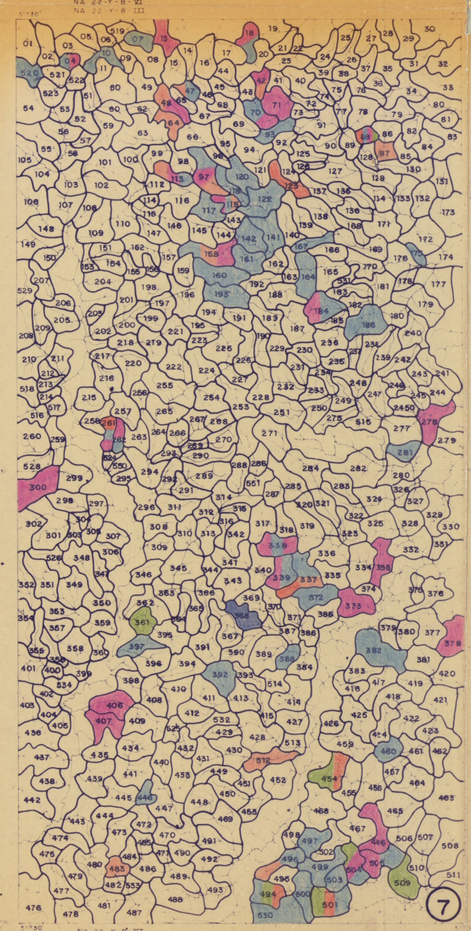










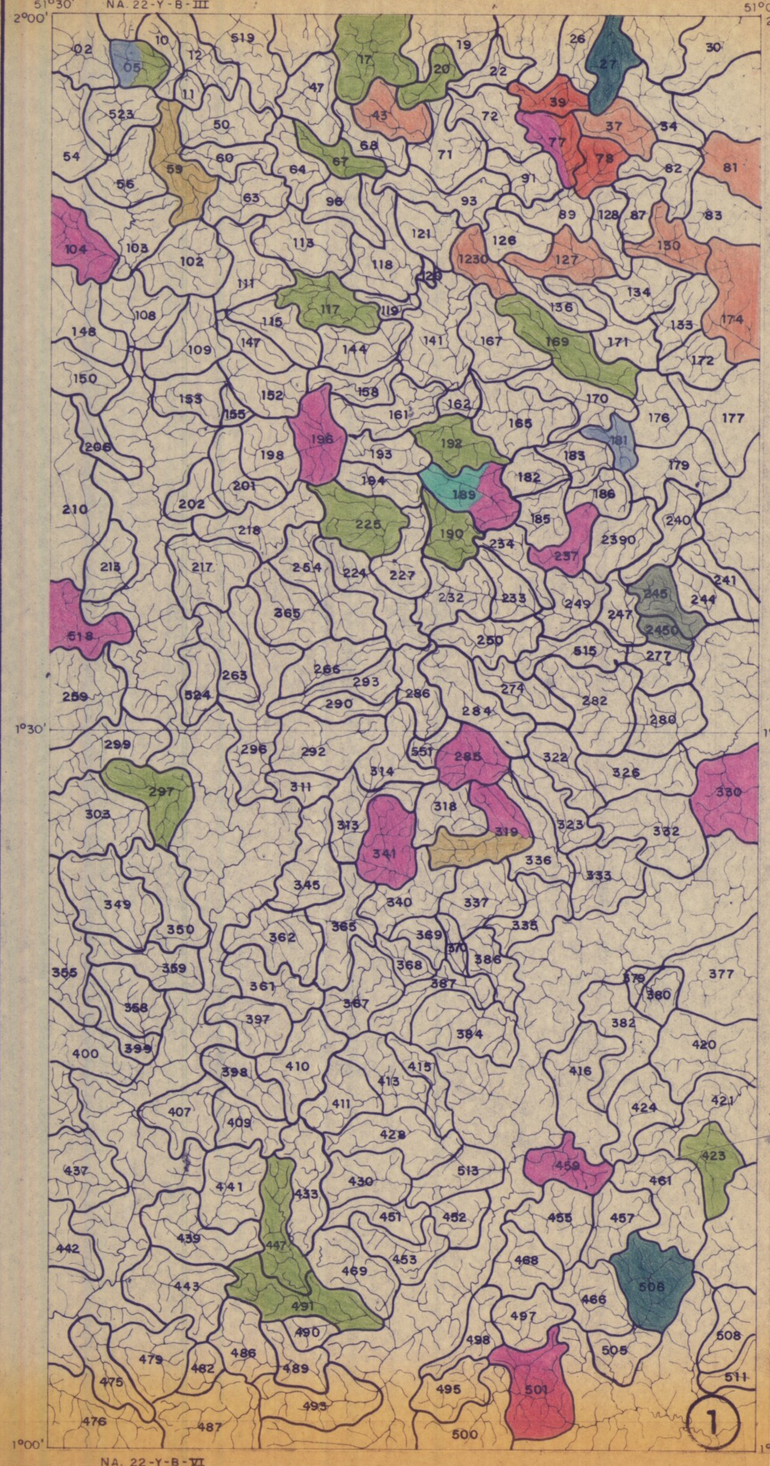


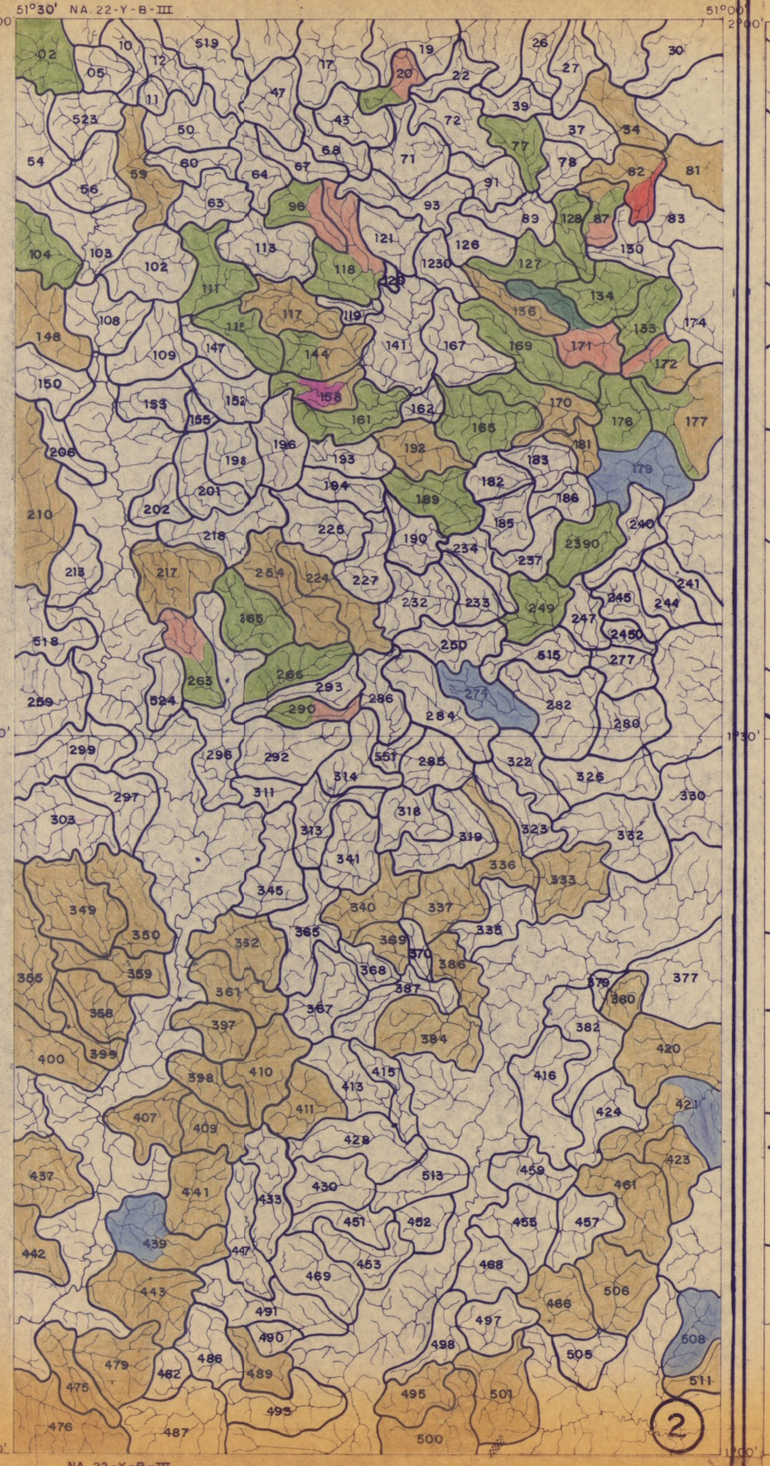
DISTRIBUIÇÃO ANÔMALA DE ELEMENTOS NOS SEDIMENTOS DE CORRENTE

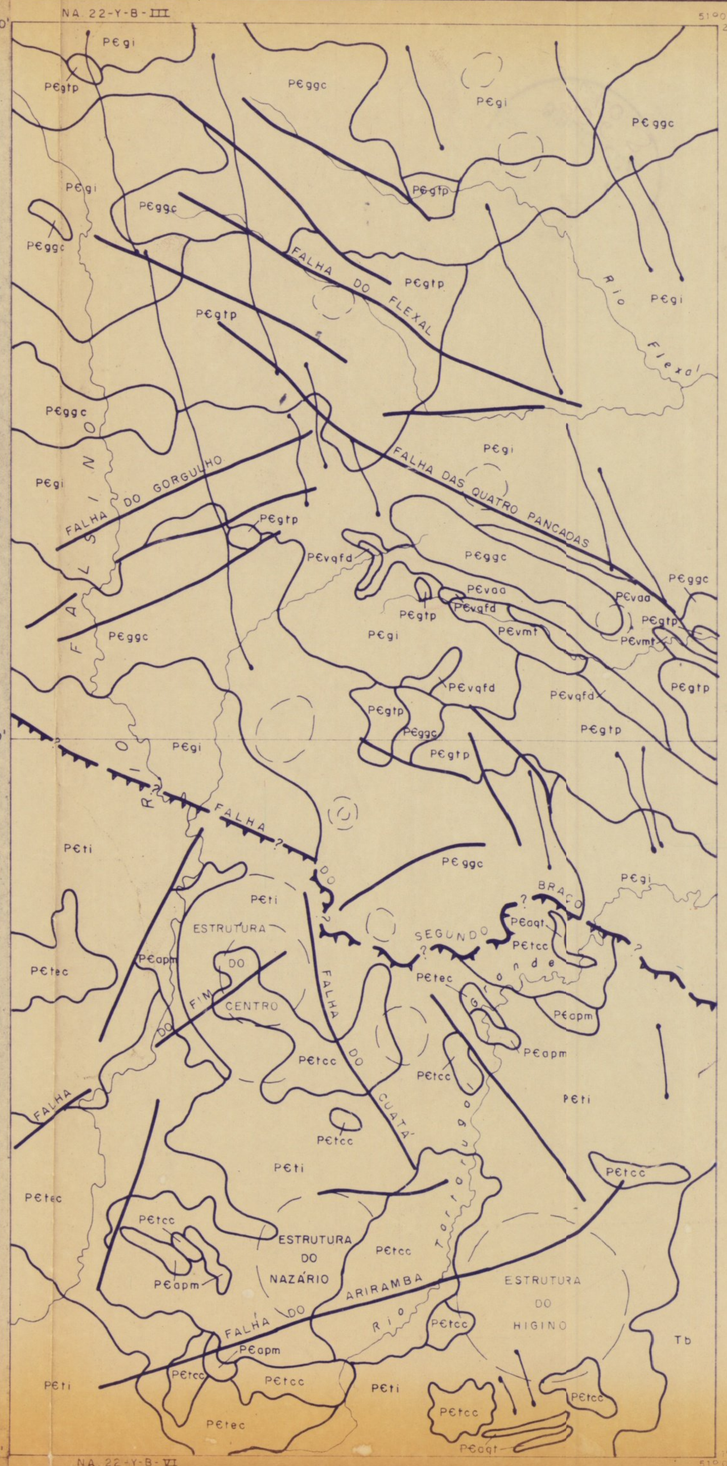
ANEXO VIII

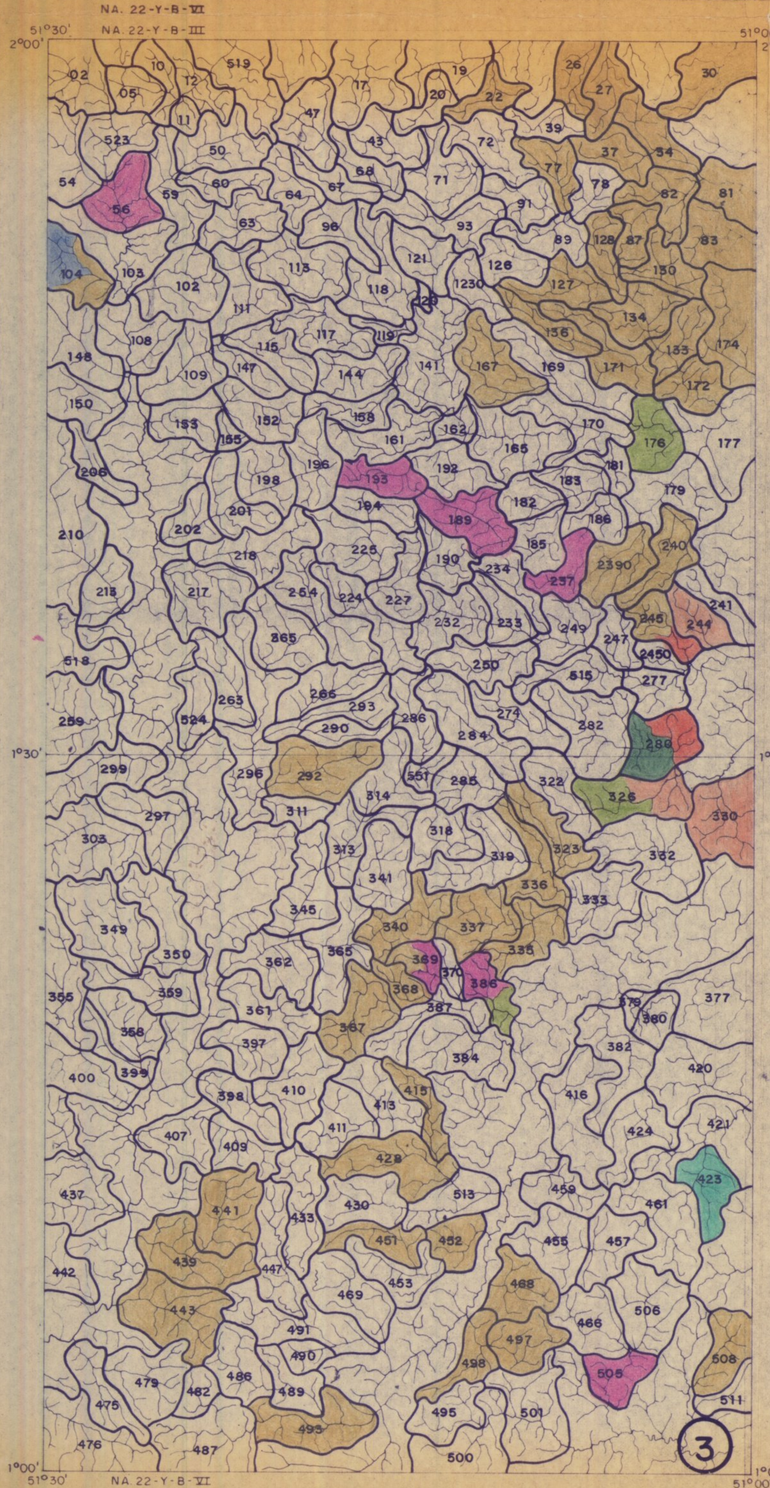
MAPAS	POPULAÇÕES AMOSTRADAS	LIMIARES GEOQUÍMICOS	PIRICLASITO MUTUM POSITIVE	PIRICLASITO MUTUM PROVÁVEL	MICA XISTO QUARTZITO ANFIBOLITO POSITIVE	MICA XISTO QUARTZITO ANFIBOLITO PROVÁVEL	INDIFERENCIADO TARTARUGAL GRANDE POSITIVE	INDIFERENCIADO TARTARUGAL GRANDE PROVÁVEL	ENDERBITO COBRA POSITIVE	ENDERBITO COBRA PROVÁVEL	CHARNOCKITO CUATÁ POSITIVE	CHARNOCKITO CUATÁ PROVÁVEL	GUIANENSE INDIFERENCIADO POSITIVE	GUIANENSE INDIFERENCIADO PROVÁVEL	TONALITO PAPA-VENTO POSITIVE	TONALITO PAPA-VENTO PROVÁVEL	GRANITO CIGANA POSITIVE	GRANITO CIGANA PROVÁVEL
1	Cu S				30	50	70	20	70				70		70		70	
	Cu AA					10		13			8		10		8		6	
	Cx Cu					5		10			6		3		4			
2	Pb S	300				100					150		20	50	30		30	70
	Pb AA	90				60		75			60		10	25	6	15	26	74
	Zn AA					8	16	8			16		8	15	8	16	6	12
3	Lo S			150		300		500			700		100	300	150	300	300	
	Y S					300					100		100	300	150		300	1000
	Nb S				15	50	70	50			30		20	50	20	30	20	50
	Ba S			200		200		200			200		500		700		1000	
	Be S												3					
4	Au AA				0,025	0,025	0,05				0,025		0,025	0,05	0,025	0,05	0,025	0,05
	Sn S					15	50	15			15		10		10			
	B S			150							15		100		50		30	
	Sr S					100							100		150		200	
	F I E					100					90		50		70		80	
5	Mg%S							0,07			0,1		0,1		0,2		0,1	0,2
	Sc S					70		30			50		15	30	15		30	
	Co S					30		30			30	70	7		15		15	
	Co AA					4							3					
6	Fe%S							15			20		5	30	5		7	
	Cx Fe							700					700				700	
	Mn S			1500									1500	3000	1500		2000	
	Mn AA					100		100			85		90					
	Co%S												0,1	0,2	0,3	0,5	0,2	
7	Ni S					20	50	15			50		10	15	15		10	
	Ni AA					5					10		3					
	Cr S			70		300		300			500		70	150	70		70	200
	V S					300		200			150	200	100		70	150	150	

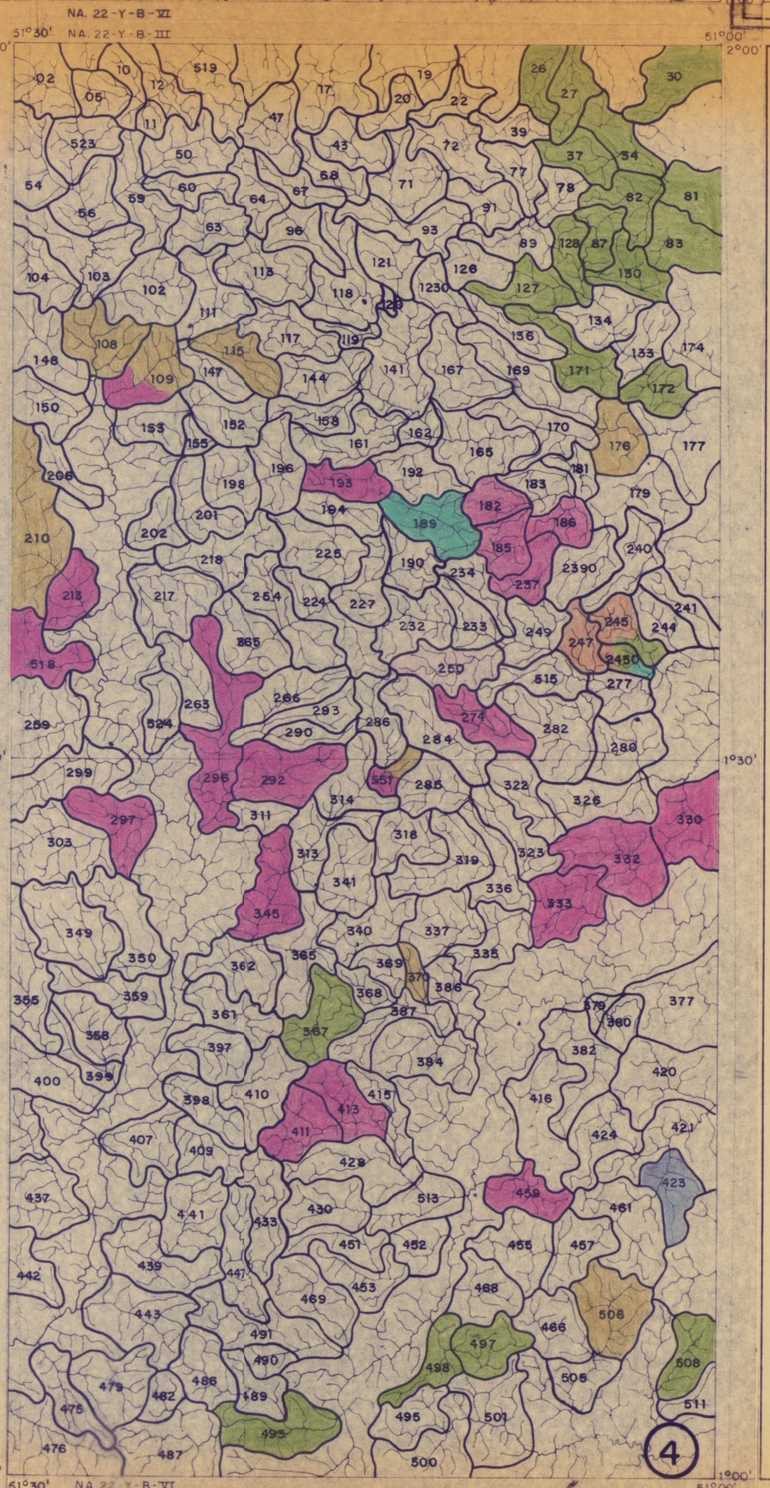
Valores em ppm exceto quando indicado











MAIOR ABUNDÂNCIA EM MINERAIS PESADOS

RESISTATOS COMUNS EM ALUVIÕES — MAPA (1)	ZIRCÃO	60 %	85 %
	APATITA	1 %	
	MONAZITA	3 %	
	MAGNETITA	15 %	
	XENOTIMIO	3 %	
	LEUCOXENIO	3 %	
	ESPINÉLIO	3 %	
	TITANITA	1 %	
	ILMENITA (157 bacias com 85 %)		

ACESSÓRIOS NORMAIS EM ROCHAS — MAPA (2)	ANFIBOLIOS	3 %	15 %
	EPIDOTO	3 %	15 %
	TURMALINA	3 %	
	MICAS	1 %	
	PIROXENOS	1 %	
	ANATASIO (154 bacias com 1 %)		
	RUTILO (209 bacias com 1 %)		

MINERAIS TÍPICOS DE METAMORFISMO — MAPA (3)	ESTAUROLITA	3 %	15 %
	ANDALUZITA	3 %	15 %
	GRANADAS	3 %	
	SILLIMANITA	3 %	
	CORINDON	1 %	
	CIANITA	1 %	

MINERAIS DE MINÉRIO E OUTROS — MAPA (4)	OURO	1 %
	CASSITERITA	1 %
	GAHNITA	1 %
	TOPÁZIO	1 %
	FOSFATO	1 %
	ÓXIDOS DE FERRO	3 %

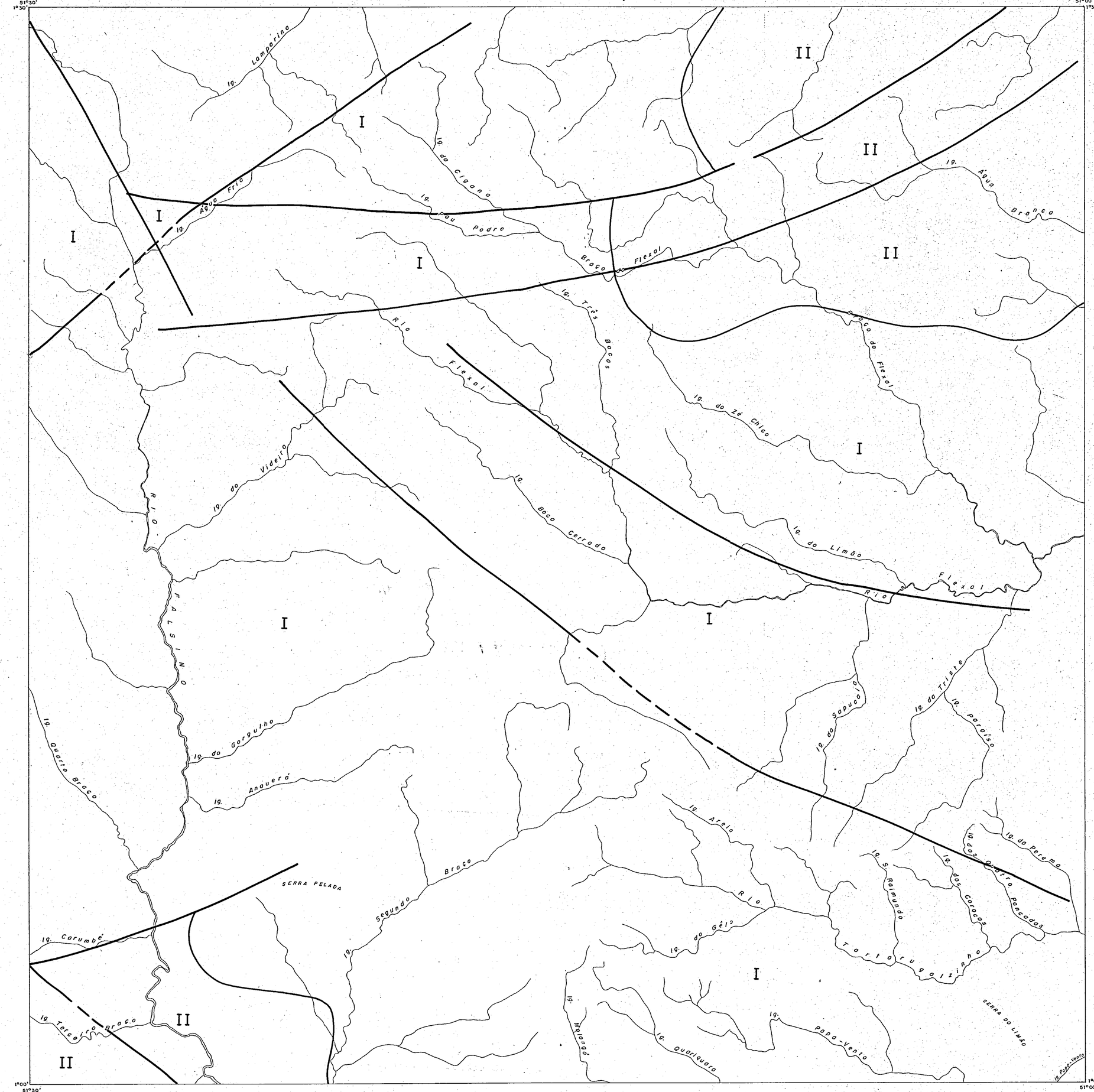
ANEXO IX

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA

DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL

FOLHA NA.22-Y-B-III

51°30' 1°30' — 51°00' 1°30'



CONVENÇÕES

ZONAS MAGNÉTICAS

I

Compreende áreas caracterizadas por relevo suave a ligeiramente ondulado, fracamente magnetizadas.

II

Compreende áreas caracterizadas por relevo bastante agitado, gradientes moderados a fortes, com anomalias de até 200 gamas de amplitude.

Limite interzonal magnético

Falha ou fratura definida

Falha ou fratura inferida

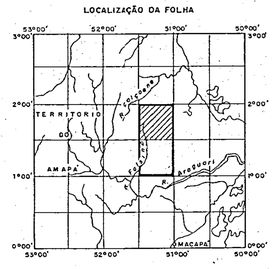
GEOGRÁFICAS

Drenagem principal

Drenagem secundária

Base planimétrica obtida a partir de fotografias aéreas na escala 1/70.000, executados pela Prospec S.A. em 1976 para DNPM/CPRM. Projeto Amapá.

LOCALIZAÇÃO DA FOLHA



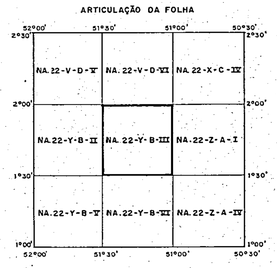
PROJETO FALSINO

MAPA DE INTERPRETAÇÃO MAGNÉTICA

ESCALA 1:100.000

2Km. 0 2 4 6 Km.

ARTICULAÇÃO DA FOLHA



Convênio DNPM-CPRM

Mapa de interpretação magnética obtido a partir dos dados do levantamento aerogeofísico (magnetometria) executado pela PROSPEC S.A. em 1977 para o Projeto Jari-Rio Negro (Leste). Interpretação feita pelo CPRM-SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE BELÉM através do Projeto Falsino, 1979.

DECLINAÇÃO MAGNÉTICA EM JANEIRO DE 1978

NM NG

15°36'

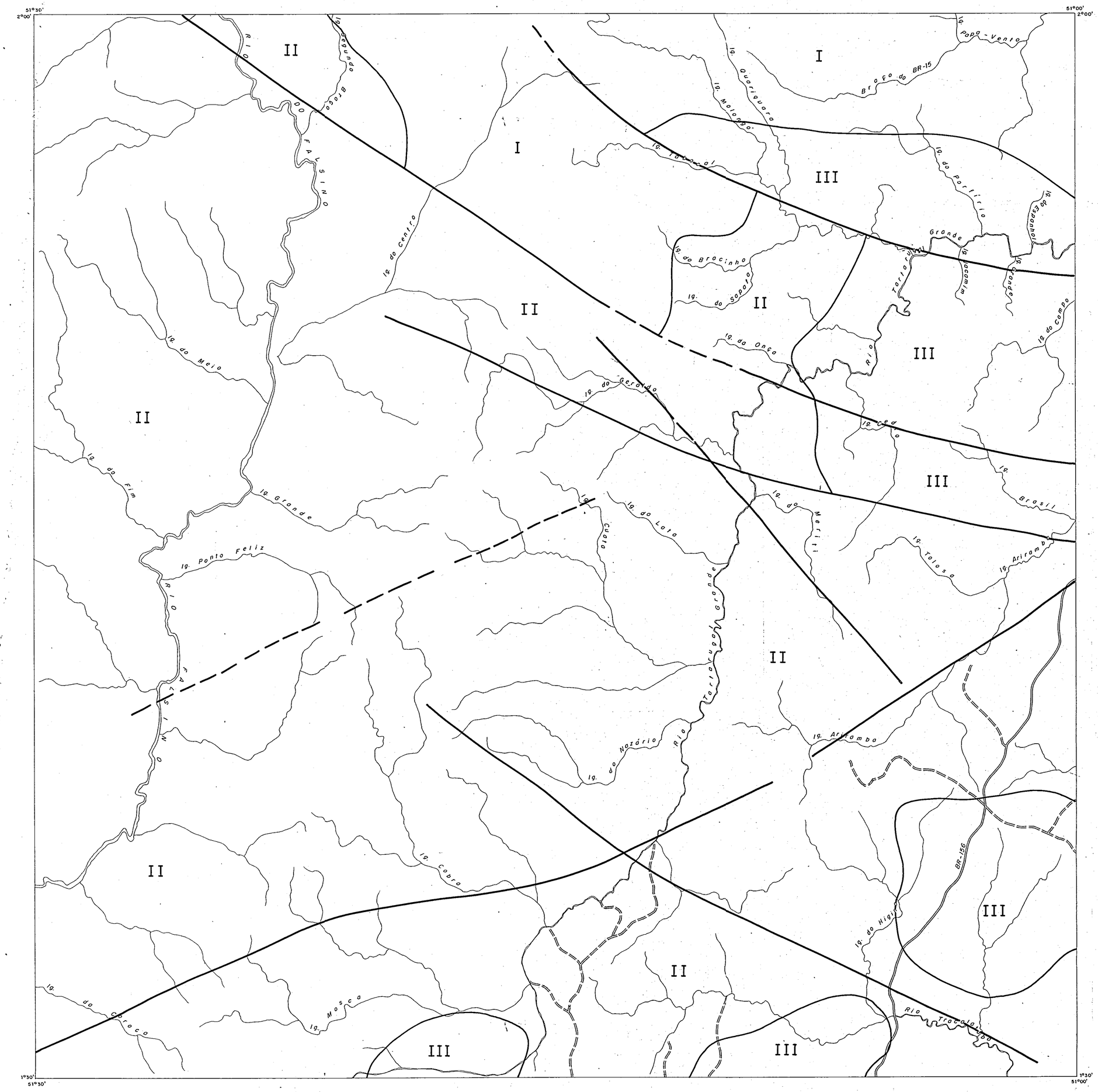
VARIAÇÃO ANUAL 7'W

PROJETO FALSINO
RELATÓRIO FINAL
MAPA DE INTERPRETAÇÃO MAGNÉTICA
NA.22-Y-B-III
ESCALA 1/100.000
ANEXO X

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA

DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL

FOLHA NA.22-Y-B-VI



CONVENÇÕES

ZONAS MAGNÉTICAS

I

Compreende áreas caracterizadas por relevo suave a ligeiramente ondulado, fracamente magnetizados.

II

Compreende áreas caracterizadas por relevo bastante agitado, gradientes moderados a fortes, com anomalias de até 200 gamas de amplitude.

III

Compreende áreas exclusivamente formadas por anomalias, com amplitudes superiores a 250 gamas.

Limite interzonal magnético

Falha ou fratura definido

Falha ou fratura inferida

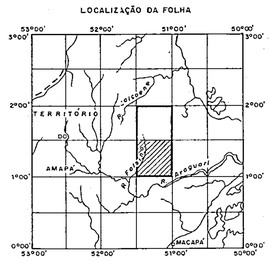
GEOGRÁFICAS

Drenagem principal — Estrada federal

Drenagem secundária — Estrada carroçável

Base planimétrico obtido a partir de fotografias aéreas na escala 1/70.000, executados pela Prospec S.A. em 1976 para DNPM/CPRM. Projeto Amapá.

LOCALIZAÇÃO DA FOLHA



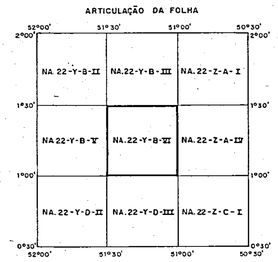
PROJETO FALSINO

MAPA DE INTERPRETAÇÃO MAGNÉTICA

ESCALA 1:100.000

2Km. 0 2 4 6Km.

ARTICULAÇÃO DA FOLHA



Convênio DNPM - CPRM

Mapa de interpretação magnética obtido a partir dos dados do levantamento aerogeofísico (magnetometria) executado pela PROSPEC S.A. em 1977 para o Projeto Jari-Rio Negro (Leste). Interpretação feita pela CPRM - SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE BELÉM através do Projeto Falsino, 1979.

DECLINAÇÃO MAGNÉTICA EM JANEIRO DE 1978

VARIAÇÃO ANUAL 7'W

PROJETO FALSINO
RELATÓRIO FINAL
MAPA DE INTERPRETAÇÃO MAGNÉTICA
NA. 22-Y-B-VI
ESCALA 1/100.000
ANEXO XI

ESTUDO SOBRE A DISTRIBUIÇÃO DE ESTANHO EM SEDIMENTOS DE CORRENTE E EM CONCENTRADOS DE BATÉIA NA REGIÃO DO RIO FALSINO - AP

Autores(*):

Valter José Marques
Malvina Pomerancblum
Gilberto José Machado

RESUMO - Foi feito um estudo comparativo da distribuição do estanho em amostras de sedimentos de corrente e cassiterita em concentrados de batéia, no Projeto Falsino (CPRM, 1979) na região do rio Falsino, Folhas NA.22.Y-B-III e NA.22.Y-B-VI, no nordeste do Estado do Amapá. As bacias de captação variaram de 15 Km2 para os sedimentos de corrente a 30 km2 para os concentrados de batéia. O estanho; em sedimentos de corrente, foi detectado quase que somente na folha meridional - NA.22.Y.B-VI, em concentrações (10 - 100 ppm; mesmo aí, não há uma completa correspondência entre o estanho (sedimentos de corrente) e a cassiterita (batéias). À ocorrência de cassiterita no nordeste da folha setentrional - NA.22.Y.B-III, não corresponde, salvo uma excessão (< 10ppm), a presenca de estanho nos sedimentos de corrente.

Uma interpretação preliminar dos fatos acima citados permite levantar uma série de possibilidades a serem investigadas: inadequação da metodologia analítica, face aos baixos teores de estanho nos sedimentos de corrente; granulometria analisada (-80 mesh), regime hidráulico, alíquota analisada (10mg) e natureza da amostra de sedimento de corrente (in natura). Outrossim, há que se considerar a possibilidade da oclusão do estanho na rede cristalina de minerais, como ilmenita e magnetita, entre outros, sem oportunidade de formação de cassiterita.

ABSTRACT -

INTRODUÇÃO - A pesquisa foi desenvolvida com a finalidade de estudar o comportamento da distribuição de estanho, como indicador de mineralização do metal, na região do rio Falsino, Estado do Amapá (fig.01). Foram utilizados os resultados analíticos de estanho em sedimentos de corrente (-80 mesh, por espectrografia de emissão) e de cassiterita (mineralogia ótica) em 574 e 231 amostras, respectivamente, (Projeto Falsino, João et alii, 1979).

(*) - Geólogos do Departamento de Ciências Geológicas da CPRM.

GEOLOGIA - A região é parte integrante do Cráton Amazônico, abrangendo diversas suites de rochas metamórficas Pré-Cambrianas (João et alii, op cit.): Suite Ananai, representada por granulitos básicos e metaquartzitos ferríferos; Suite Vila Nova, representada por metassedimentos e vulcanitos básicos (anfibolitos, micaxistos e quartzitos); Suite Tartarugal Grande, constituída por enderbitos a charnockitos; Suite Guianense, formada por corpos tonaliticos a graníticos. Ocorrem, ainda, diabásios Permo-Triássicos e, coberturas Terciárias e Quaternárias.

Do ponto de vista da tectônica a feição mais marcante, na área em tela, é a falha do Segundo Braço, que coloca um domínio de rochas plutônicas e metamórficas de baixo grau, ao norte, em contato de empurrão, sobre rochas da infra-estrutura crustal, granulíticas.

ESTANHO - CONSIDERAÇÕES - Boyle (1974) informa que a presença de estanho em solos e sedimentos de corrente é um indicador de seus depósitos. De acordo com Ottemann (1941) in Rankama & Sahama (1950), o estanho tem a capacidade de entrar em estruturas silicáticas apenas a um grau limitado, o excesso sendo separado como cassiterita. Os principais carreadores do estanho em rochas graníticas são biotita, anfibólio, titanita, ilmenita e magnetita. A substituição preferencial dos cátions maiores Ti+4, Fe+3 por Sn+4 é compreensível pelos parâmetros cristaloquímicos similares destes componentes cujos raios iônicos são: Ti-0,61, Fe-0,55/0,65 e Sn-0,69. O estanho ocorre, também, no quartzo e no feldspato na ordem de alguns ppm.

CASSITERITA - CONSIDERAÇÕES - Na Amazônia a associação típica encontrada é quartzo + cassiterita, acompanhados de F e Be (depósitos hidrotermais e pneumatolíticos).

Lehmuspelto (1976) in Taylor (1979), sugere que o teor do estanho de minerais pesados seja o melhor guia para prospecção de cassiterita.

As características físico-químicas da cassiterita - dureza relativamente alta (6 - 7), clivagem imperfeita, resistência à abrasão, densidade elevada (6,8 - 7,1) e grande resistência ao ataque químico - asseguram sua estabilidade no ambiente secundário.

DISTRIBUIÇÃO GEOQUÍMICA DO ESTANHO EM SEDIMENTO DE CORRENTE - O estanho foi detectado em 18,5% das amostras, com valores máximos de 20ppm, excetuando-se um valor de 100 ppm (fig.02).

Este elemento ocorre, principalmente, ao sul da falha do Segundo Braço, área das rochas da Suite Metamórfica Tartarugal Grande; há uma localização preferencial do estanho em tributários dos rios Falsino e Tartarugal Grande, nas proximidades das estruturas circulares Centro, Higino e Nazário.

é notável a não detecção do estanho ao norte da mencionada falha, exceto em sete drenagens, das quais quatro com valores abaixo do limite de detecção, e duas ocorre acompanhado de cassiterita (nordeste da folha NA.22.Y-B-III).

A análise estatística multivariada, a partir do conjunto de elementos analisados nas amostras de sedimento de corrente (Mn. B, Ba, Be, Co, Cr, Cu, La, Nb, Ni, Pb, Sc, Sn, Sr, V, Y, Zr) bem como os dados geofísicos e petrográficos mostraram que a falha do Segundo Braço separa dois domínios geológicos geoqímicamente bastante diversos.

DISTRIBUIÇÃO DA CASSITERITA - Foi registrada a ocorrência de cassiterita em 9,1% das amostras , sempre em concentraçõ̃es inferiores a 1% (fig. 3), principalmente, a nordeste da folha NA.22.YB-III (6,1% das amostras) em bacias de captação que drenam rochas graníticas (Suite Cigana) e outras não individualizadas. A cassiterita restante é esporádica, ocorrendo principalmente próximo ao limite das duas folhas, no lado oriental. Na folha NA.22.Y-B-VI tem-se ocorrência superposta à *estrutura do Centro* e um conjunto de ocorrências E-NE/W-SW balizadas pela falha do Ariramba, onde estão cartografadas rochas granulíticas e a *estrutura do Higino*.

DISCUSSÃO DOS RESULTADOS - A distribuição de cassiterita em concentrados de batéia, sem ocorrência de estanho em sedimentos de corrente, pode, teoricamente, ser creditada à:

- muito baixa concentração de cassiterita nos sedimentos de corrente;

- granulometria analisada de <80 mesh;

- método analítico empregado (EE) para os sedimentos de corrente, com limite de detecção de 10 ppm;

- densidade relativamente elevada e hábito cristalográfico da cassiterita que, por equivalência hidráulica, se depositaria junto aos sedimentos mais grosseiros; e

- divergência de método de coleta e análise das amostras: 10 mg de sedimento de corrente(não concentrados no campo ou no laboratório) e, os concentrados de batéia, equivalentes a 10l de amostra, reconcentrados densimetricamente no laboratório.

A granulometria, equivalência hidráulica, assim como metódos de coleta e análise, não devem ser, individualmente, critérios discriminadores, uma vez que no sul foi detectado estanho em sedimentos de corrente . No que diz respeito à granulometria de cassiterita, Grazia (1990) e Pomerancblum (inédito) encontraram cassiterita em granulometria inferior a 80 mesh em sedimentos de corrente e concentrados de batéia. Por outro lado, em todas as situaçõ̃es os concentrados de batéias apresentaram menos do que 1% de cassiterita e, consequentemente, os teores nos sedimentos de corrente devem ser bastante baixos. Grazia (op.cit) em estudo comparativo entre metodos analíticos para detecção de estanho, concluiu que o estanho só era detectado por EE em sedimentos de corrente quando havia um minimo de 5% de cassiterita nos concentrados de batéia.

Finalmente, quanto a possibilidade do estanho detectado (sedimentos de corrente ao sul) estar ocluso nas estruturas de minerais, tais como micas, anfibólios, titanitas, ilmenitas e magnetitas, a tabela abaixo, indicando suas respectivas frequências de concentração (em batéia) leva-nos a crer que a ilmenita, com 90,4% de amostras apresentando concentração superior a 50% e 66,5% superior a 75%, seria o mineral mais provável de conter o estanho.

M I N E R A L	CONCENTRAÇÃO DE MINERAIS PESADOS (peso - %)					
	<1%	1-5%	5-25%	25-50%	50-75%	>75%
ILMENITA	0.4	-	1.2	8.0	23.9	66.5
MAGNETITA	72.3	12.6	1.3	-	-	-
ANFIBOLIO	40.6	2.1	0.4	-	-	-
MICA	2.1	-	-	-	-	-
TITANITA	0,8	-	-	-	-	-

A presença de cassiterita na Folha NA.22.Y-B-VI, junto às feições circulares em imagens de radar, satélite e na magnetometria, propugnam pela existência de granitos mineralizados (cúpula), não individualizados nos levantamentos geológicos disponíveis.

CONCLUSÕES:

1 - Embora ainda não explicada definitivamente, a não superposição de ocorrências de estanho (sedimentos de corrente) com cassiterita (batéias) é importante do ponto de vista prospectivo, indicando ambientes geológicos favoráveis à mineralização.

2 - As ocorrências de cassiterita e estanho na folha NA.22.Y-B-VI merecem ser pesquisadas, porquanto se superpõem a outras evidências geológicas que indicam estruturas favoráveis à mineralização.

OBSERVAÇÕES FINAIS:

A presente investigação se insere no contexto de um trabalho de integração mutidisciplinar, levado a efeito na Fronteira Norte do País, pelo Departamento de Ciências Geológicas, da CPRM. As próximas etapas desse estudo incluem:

- interpretação computadorizada de imagens de satélite e radar;

- processamento computadorizado de aerolevantamentos geofísicos (gamaespectrometria e magnetometria);

- recompilação dos dados petrográficos;

- estudos petroquímicos diversos, incluindo análises de rochas e minerais; e

- reanálise dos sedimentos de corrente em que se detectou estanho.

BIBLIOGRAFIA
- BOYLE, R. W (1974) - Geol. Surv. Canada Paper, 40 p.
- DANA, J. D. and DANA, E. (1944) John Wiley & Sons,Inc., 834 p.
- GOLDSCHMIDT, V. M. (1958) Oxford Univ. Press, 730 p.
- GRAZIA, C., A. (1190) Anais S.B.G. v.2 920-930
- JOÃO, X. S. J. et alii (1979) - Relatório Final CPRM, 6v.
- KUKHARENKO, A. A. (1961) B.R.G.M. 4.453, 5.149, 1.119 p.
- LEHMANN, B (1990) Springer-Verlag, 211p.
- LEVINSON, A. A. (1974, 1980) Applied Publishing Ltd., 612, 924 p.
- RANKAMA, K. & SAHAMA, TH. G. (1950) The Univ. of Chicago Press., 912 p.
- TAYLOR; R. G. (1979) Elsevier Scient. Pub. Co.,543p
- THOMSON, I. (1986) Soc. Econ. Geol. Reviews in Econ. Geol., v.3 93-96
- WERNICK, E. (1986) Anais SBG 5 v. 3 1.353-1.362

References and Notes

1. H. A. Pohn and R. L. Wildey, *U.S. Geol. Surv. Prof. Pap. 599-E* (1970).
2. D. E. Wilhelms and J. F. McCauley, geologic map of the near side of the moon, *U.S. Geol. Surv. Map I-703* (1971); F. El-Baz, in *NASA Spec. Publ. 289* (1972), p. 25-66; M. H. Carr, in *ibid.*, p. 25-63.
3. T. N. V. Karlstrom, J. F. McCauley, G. A. Swann, U.S. Geological Survey open-file report (1968); J. F. McCauley, *Trans. Amer. Geophys. Union* **50**, 229 (1969); D. H. Scott and N. J. Trask, *U.S. Geol. Surv. Prof. Pap. 599-I* (1971).
4. F. El-Baz and A. M. Worden, *NASA Spec. Publ. 289* (1972), p. 25-1.
5. T. R. McGetchin, M. Settle, B. Chouet, *Trans. Amer. Geophys. Union* 53, 533 (1972); *J. Geophys. Res.*, in press.
6. S. S. C. Wu, F. J. Schafer, R. Jordan, G. Nakata, J. Derick, in *NASA Spec. Publ. 289* (1972), p. 25-36; U.S. Army Topographic Command, preliminary topographic map of the Apollo 17 landing area (1 : 50,000; zone 36) (July 1972).

7. Research supported by NASA grants NGR-22-009-522 and NGR-22-009-637, by the U.S. Geological Survey under NASA contract T5874A (T.R.M.), and by Bell Telephone Laboratories under NASA contract NASW-2377 (J.W.H.). Publication authorized by the director, U.S. Geological Survey.

10 November 1972; revised 3 January 1973

Mechanisms of Trace Metal Transport in Rivers

Abstract. *Trace metals transported by the Amazon and Yukon rivers were analytically partitioned among the transport phases: in solutions, ion exchange, organic materials, metallic coatings, and crystalline solids. The distribution for both rivers is similarly proportioned, with copper and chromium transported mainly in the crystalline solids, manganese in coatings, and iron, nickel, and cobalt distributed equally between precipitated metallic coatings and crystalline solids.*

It is necessary to know the mechanisms of the transport of trace metals in rivers in order to be able to understand their chemical cycles in nature. This knowledge is indispensable in evaluating the fate of trace metals that man, as a polluter, superimposes on the natural system. From the public health viewpoint it is important whether the trace metals are (i) in solution or adsorbed on solids, where they are readily available; (ii) in organic materials or metallic hydroxides, where chemical changes are required before they are released, so that they are less available; or (iii) in the crystal structures of suspended materials, where they are nearly unavailable in nature.

Numerous workers (*1*) have studied trace elements in sea water, especially in the cores of bottom sediments and in manganese nodules. Jenne (*2*) reviewed the status as of 1968 of the chemistry of trace metals in soils, sediments, and freshwaters, pointing out the need for studies of the relative affinity of organic matter compared with iron and manganese oxides for trace elements in stream sediments. Since then, Turekian and co-workers (*3*) have studied the dissolved Ag, Sb, Cr, Co, Rb, Cs, Se, and Mo in several streams, and have conducted adsorption experiments with American Petroleum Institute clay minerals standards in order to calculate the amounts of the metals adsorbed and released in seawater. They also filtered the suspended material (with a filter of pore size 0.45 μm) and analyzed the bulk samples for Cr, Ag, Mo, Ni, Co, and Mn.

In the present study I attempted to evaluate the amounts of Fe, Ni, Cu, Cr, Co, and Mn actually transported by rivers (i) in solution, (ii) by adsorption, (iii) in solid organic material, (iv) as metallic coatings, and (v) in detrital crystalline material.

All the samples of water and suspended sediments obtained for the study reported here were taken from the Amazon and Yukon rivers, at 60 percent of the depth in the main channel, upstream of any influence from salt water; this ensured that the samples were indicative of river transport. The samples from the Amazon River were taken off Macapá, Brazil; those from the Yukon River were taken upstream from Alakanuk, Alaska. All the samples were filtered under pressure within 2 hours after sampling; the filters (pore size, 0.45 μm) had been washed with filtered river water (*4*). The filtered water samples were acidified with redistilled HCl to *p*H 1.5 and stored in polyethylene bottles previously washed with redistilled HCl. The filtered residue was stored on the filter, preserved with a volatile organic solution (*5*).

The trace metals in solution in the filtered water samples were concentrated by complexing with ammonium pyrrolidine dithiocarbamate, followed by solvent extraction with methyl isobutyl ketone (*6*). The adsorbed cations were removed from the suspended material by using a 1*N* $MgCl_2$ solution (*p*H 7). To ensure that none of the suspen-

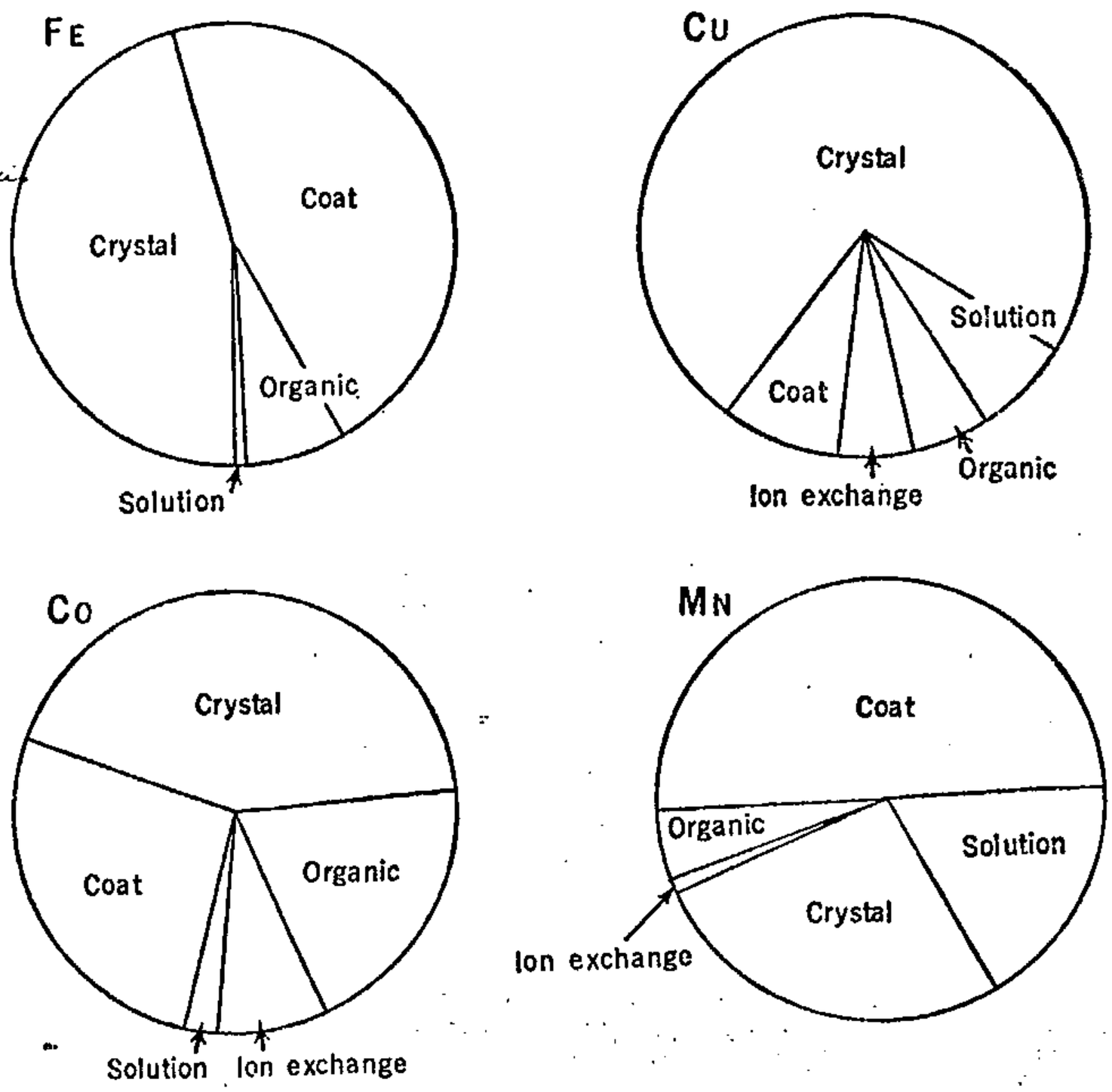


Fig. 1. Relative contributions of five mechanisms involved in transporting Fe, Cu, Co, and Mn in the Amazon River.

Table 1. Percentages of the total amounts of Fe, Ni Co, Cr, Cu, and Mn transported by five mechanisms in the Yukon and Amazon rivers.

Mechanism	Fe	Ni	Co	Cr	Cu	Mn
	Amazon River					
1) In solution and organic complexes	0.7	2.7	1.6	10.4	6.9	17.3
2) Adsorbed	0.02	2.7	8.0	3.5	4.9	0.7
3) Precipitated and coprecipitated	47.2	44.1	27.3	2.9	8.1	50
4) In organic solids	6.5	12.7	19.3	7.6	5.8	4.7
5) In crystalline sediments	45.5	37.7	43.9	75.6	74.3	27.2
	Yukon River					
1) In solution and organic complexes	0.05	2.2	1.7	12.6	3.3	10.1
2) Adsorbed	0.01	3.1	4.7	2.3	2.3	0.5
3) Precipitated and coprecipitated	40.6	47.8	29.2	7.2	3.8	45.7
4) In organic solids	11.0	16.0	12.9	13.2	3.3	6.6
5) In crystalline sediments	48.2	31.0	51.4	64.5	87.3	37.1

sion was lost or would contaminate the absorbed extract, dialyzing tubes were used to remove the solute. The adsorbed ions were released in the first few minutes, after which the rate of release became negligible. Tests to determine whether the metallic coatings would be dissolved showed that the coatings were not affected by the extracting solution. Ammonium acetate, the standard adsorption extractor, was tested as an extracting solution and was found unsatisfactory because it dissolved or complexed the metallic coatings of the sediment particles. The metallic coatings on the suspended material were removed by reducing the metals with sodium dithionite and complexing them with citrate; the complexed metals were then separated from the suspended material by dialysis. The solid organic material was oxidized by sodium hypochlorite (*p*H 8.5); the liberated metals were then reduced, complexed, and separated by dialysis. The remaining crystalline detritus of the suspended material was fluxed with lithium metaborate at 1000°C and dissolved in HNO_3. All extracted solutions were analyzed with an atomic absorption spectrophotometer (Instrumentation Laboratory, model 153) (*7*).

The chemical mechanisms that must be considered in studying the transport of trace metals in rivers involve:

1a) Dissolving of ionic species and inorganic associations.

1b) Complexing with organic molecules in solution.

2) Adsorption on solids.

3) Precipitation and coprecipitation on solids (metallic coatings).

4) Incorporation in solid biological materials.

5) Incorporation in crystalline structures.

This study was designed to specifically determine the amounts of the trace metals transported in rivers by each of these mechanisms. The first two mechanisms are considered as a combined factor in this report because they have not yet been distinguished analytically. The analysis involves differentiating the material passing through the molecular filter into fractions of various molecular weights and then analyzing each fraction for trace elements.

The results of the analysis are compiled in Table 1, which shows the percentages of total Fe, Ni, Co, Cr, Cu, and Mn transported by the five mechanisms. Figure 1 shows the relative contributions of the five mechanisms in transporting four of the trace metals in the Amazon River. Similar results were obtained for all the trace metals in both the Amazon and the Yukon. This similarity is particularly interesting since the two rivers are in extremely different climates and since both are large unpolluted rivers.

A detailed examination of the mechanisms responsible for transporting each of the metals analyzed reveals several interesting relationships. Precipitated metallic coatings transport 40.6 percent of the total Fe transported in the Yukon River and 47.2 percent of the total Fe transported in the Amazon River. The crystalline particles of the sediments transport 45.5 and 48.2 percent of the total Fe carried by the Amazon and Yukon rivers, respectively. These two mechanisms—involving metallic coatings and crystalline particles—therefore account for 92.7 percent (Amazon) and 88.8 percent (Yukon) of the total Fe transported. Incorporation of the iron into the solid biological material carried by the rivers, which accounts for 6.5 percent (Amazon) and 11 percent (Yukon) of the total Fe transported, is of secondary importance. The remaining chemical mechanisms of transport—in solutions and by adsorption—are of almost no significance in the transport of Fe by the two rivers.

The mechanisms important in the transport of nickel are the same as those important for Fe. Precipitated and coprecipitated metallic coatings and the crystalline particles of the sediments together account for 82 percent of the total Ni transported by the Amazon River and 79 percent of the total Ni transported by the Yukon River. The third most important mechanism for Ni is incorporation into the solid biological material, which transports 13 and 16 percent of the total Ni carried by the Amazon and Yukon rivers, respectively. The remaining 5 percent of the Ni transported by each of the rivers is distributed equally between solution and adsorption on solids.

Most of the Cu and Cr transported in the Amazon and the Yukon is carried in the crystalline particles of the sediments (Table 1 and Fig. 1). The distribution of Co between the transport mechanisms appears to be intermediate between the distribution of the Cu-Cr pair and that of the Fe-Ni pair, with the crystalline sedimentary material carrying about half of the total Co transported. Precipitation and coprecipitation in metallic coatings and incorporation into solid biological material are the second and third major transport mechanisms for Co. The remaining mechanisms are responsible for transporting less than 10 percent of the total Co carried by the two rivers.

The transport mechanisms for Mn differ slightly from those for the other five metals. Metallic coatings account for most of the Mn transported in the Amazon and the Yukon (Table 1 and Fig. 1). Incorporation in the crystalline particles and transport in solution are second and third in importance.

The first conclusion that can be drawn from the data reported here is that no sweeping generalization can be made regarding the transport mechanisms for trace metals in rivers. The mechanisms responsible for transporting the metallic elements varied for the six metals studied in the samples from two unpolluted large rivers, the Amazon and the Yukon.

Incorporation into the crystalline structures of the sediments is the major transport mechanism for Cu, Co, and Cr carried in the two rivers and is second most important for Fe, Mn, and Ni. This mechanism is controlled by the composition of the crystalline material carried by the river; in turn, the composition of the crystalline material is dictated by the composition of the rocks of the river's drainage basin.

The second most important mechanism is precipitation and coprecipitation of the metals in the metallic coating on the particles. For Fe, Mn, and Ni this is the major mechanism of transport, and for Co it is second most important. It is probable that the Ni, Co, and Mn are coprecipitated with the much larger amounts of Fe found in the coatings.

Transportation of trace metals in solution accounts for a significant percentage (up to 17 percent) of the total carried only in the case of Mn. Theoretically, the stable form of Mn in the normal oxidizing conditions and *p*H (5 to 7) of the rivers is solid MnO_2 and should not be the soluble form, Mn^{2+} (*8*). It is possible that the Mn analyzed in solution may have been in very small solid particles; however, this is unlikely since filtering water through 0.1-μm filters resulted in the same retention and concentration of Mn as filtering it through 0.45-μm filters. Also, it would seem fortuitous that only the Mn was fine enough to pass through the filters while none of the other five trace metals did. Other possibilities are that the Mn was complexed with organic molecules or was associated with inorganic molecules.

RONALD J. GIBBS
Department of Geological Sciences, Northwestern University, Evanston, Illinois 60201

References and Notes

1. D. C. Lynn and E. Bonatti, *Mar. Geol.* **3**, 457 (1965); B. J. Presley, R. R. Brooks, I. R. Kaplan, *Science* **158**, 906 (1967); D. E. Robertson, *Geochim. Cosmochim. Acta* **34**, 553 (1970); J. F. Slowey and D. W. Hood, *ibid.* **35**, 121 (1971); K. K. Turekian, *ibid.* **32**, 603 (1968); R. R. Turner and R. C. Harriss, *Deep Sea Res.* **17**, 633 (1970).
2. E. A. Jenne, in *Trace Inorganics in Water* (American Chemical Society, Washington, D.C., 1968), pp. 337–387.
3. K. K. Turekian and M. R. Scott, *Environ. Sci. Technol.* **1**, 940 (1967); K. K. Turekian, R. C. Harriss, D. G. Johnson, *Limnol. Oceanogr.* **12**, 702 (1967); D. P. Kharkar, K. K. Turekian, K. K. Bertine, *Geochim. Cosmochim. Acta* **32**, 285 (1968).
4. After the filtration at 0.45 μm, several samples from each river were filtered at 0.1 μm in order to determine whether any finer material was passing through the coarser filter. The first 10 percent of the water sample was filtered before a portion was taken for analysis. By this procedure the filtering device and filter were washed and the filter became partially clogged, materially reducing the effective pore size. The analytical results on the filtered water showed no significant difference between water filtered with 0.1-μm pore size and water filtered with 0.45-μm pore size.
5. S. H. Hutner and C. A. Bjerknes, *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.* **67**, 393 (1948).
6. S. Sprague and W. Slavin, *At. Absorp. Newslett.* **20**, 11 (1964).
7. *Procedure Manual for Atomic Absorption Spectrophotometry and Instruction Manual* (Instrumentation Laboratory, Inc., Lexington, Mass., 1969).
8. J. J. Morgan and W. Stumm, *Proc. 2nd Int. Water Pollut. Conf. Tokyo* (1964), p. 103.

15 November 1972; revised 27 December 1972

Kilauea Volcano, Hawaii: A Search for the Volcanomagnetic Effect

Abstract. *Brief excursions of magnetic field differences between a base station and two satellite station magnetometers show only slight correlation with ground tilt at Kilauea Volcano. This result suggests that only transient, localized stresses occur during prolonged periods of deformation and that the volcano can support no large-scale pattern of shear stresses.*

For many years investigators, particularly in Japan, have surmised the existence of a volcanomagnetic effect in the form of transient magnetic anomalies associated with eruptions (*1*). Measurements made with a pair of interconnected proton magnetometers on Ruapehu and Ngauruhoe volcanoes in New Zealand (*2*) encouraged the hope that magnetometry might provide a tool for predicting eruptions. Kilauea Volcano, Hawaii, appeared to offer a particularly favorable area for observations of this kind because of its frequent eruptions, the highly magnetic, basaltic rocks found in the area, and the proximity of the Hawaiian Volcano Observatory as a logistic basis for the operation of an instrumental array. We therefore planned a collaborative program using a network of three total-field magnetometers, with a base station linked by radio to two satellite stations. We now have 12 months of records, which, although broken, lead us to the tentative conclusion that stress-strain effects accompanying eruptions of Kilauea are different from those of the New Zealand volcanoes.

Except for a 3-month period, the base station sensor has been located at the Uwekahuna Vault, close to the observatory; during July through September 1971 it was at the Outlet Vault, which was engulfed by lava during the September 1971 eruption. The satellite sensors are located near Pauahi Crater and Puu Honuaula, 10 and 43 km, respectively, along Kilauea's east rift zone from Uwekahuna (Fig. 1). The total field at the base station is recorded every minute, and differences in field strength between the base station and each satellite are recorded on alternate minutes. The difference field readings are obtained by applying a 1-Mhz signal to the "up" and "down" inputs of reversible counters, with inputs gated by 1024 cycles of the two simultaneous proton frequencies to be compared. The readings are obtained as printed paper tape for immediate examination and magnetic tape for computer processing. The instrumental resolution is 0.05 gamma, but trials with closely spaced sensors gave difference field readings having a standard deviation of 0.2 gamma, and this has been achieved also for hourly periods during magnetically quiet times over the Hawaii network. Although we discriminate against magnetic disturbances of remote origin by taking differences, because of the proximity of seawater in which electric currents are induced by geomagnetic variations, a diurnal variation of 10-gamma amplitude appears in the record of Puu Honuaula minus the base station but there is only a 1-gamma amplitude variation in the record of Pauahi minus the base station. However, the standard deviations of daily averages are less than 1 gamma in both cases.

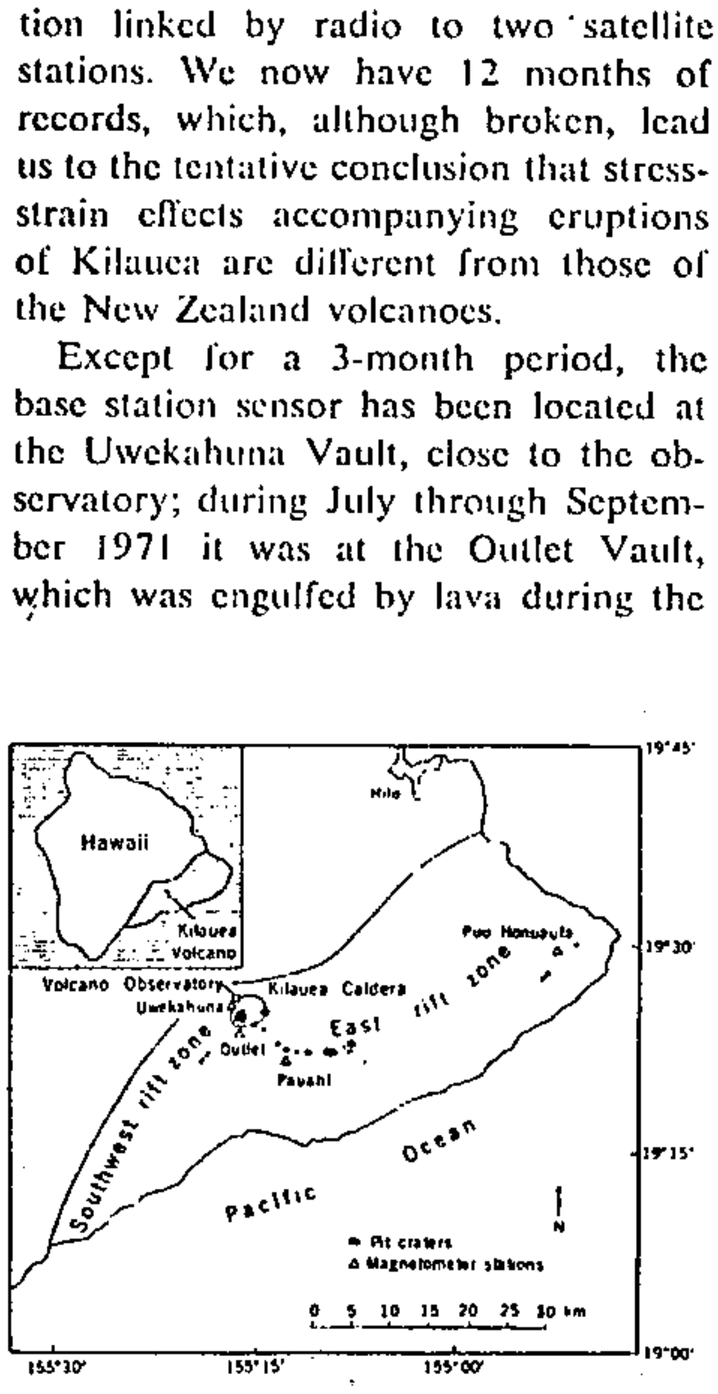


Fig. 1. Location map showing major structural and eruptive features of Kilauea Volcano with sites of the magnetometer sensors.

A program of tilt and strain measurements on Kilauea is well developed (*3*) and shows pronounced inflation of the summit region before eruptions and deflation during flank eruptions. We supplemented the tiltmeter network by installing in the Outlet Vault a continuously recording mercury level tiltmeter (*4*), and a commercial instrument of the same design (*5*) was added by J. M. W. Rynn of the Lamont-Doherty Geological Observatory. Both tiltmeters were destroyed during the September 1971 eruption. The presumption upon which our experiment was based is that the strains indicated by