41-49

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM

SUPERINTENDENCIA DE PATRIMONIO MINERAL - SUPAMI

PROJETO BT-34

RELATÓRIO DE PESQUISA DE OURO NA BACIA DO RIO TAPAJÓS (PA)

DNPM 850.655/81

rel 3301

MME — DNPM
PROTOCOLIZADO NO.
9º DISTRITO
DATA: 16 / 06 / 1989

Solic Aprov RLA

CPRM
DICTEC

JUNHO/1989

APRESENTAÇÃO

Em cumprimento ao que estabelece o ítem VIIT do Art. 25 e os Art.s 26 e 27 do Regulamento do Código de Mineração, a COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSSOS MTNERAIS - CPRM, detendora do Alvará de Pesquisa nº 576, publicado no D.O.U de 20.06.88, correspondente ao DNPM 850.655/81, vem submeter à apreciação do DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAl - DNPM, o Relatório Final de Pesquisa referente a área outorgada a esta Companhia, situada no Município de Itaituba, no Estado do Pará.

O presente Relatório engloba a metodologia, os resultados dos trabalhos e a conclusão da pesquisa voltada para ouro, já que no processo 850.655/81 o requerimento foi feito para tantalita e, posteriormente, averbado para ouro.

Para a execução dos serviços constantes do presente texto, a CPRM associou-se a Mineração Real S/A - MIRESA, do Grupo Cauê.

Os trabalhos de pesquisa foram executados pela Mineração Real S/A e pela Superintendência Regional de Belém da CPRM, cabendo a responsabilidade técnica, inicialmente, ao geólogo Vitor Hugo Silveira de Castro e, posteriormente, ao geólogo Luiz Bernardo S. Gouveia Lemos, ambos da CPRM.

ÍNDICE

1 — INTRODUÇÃO 1

2 — CARACTERIZAÇÃO GERAL 3

2.1) Localização e Acesso 3

2.2) Aspectos Fisiográficos 3

2.3) Aspectos Sócio-Econômicos 7

3 — GEOLOGIA REGIONAL 8

3.1) Suite Metamórfica Cuiú-Cuiú 8

3.2) Super Grupo Uatumã 10

Grupo Iriri 11

Suite Intrusiva Maloquinha 12

3.3) Grupo Gorotire 12

3.4) Referências Bibliográficas 13

4 — GEOLOGIA DA ÁREA PESQUISADA 15

4.1) Generalidades 15

4.2) Suite Metamórfica Cuiú-Cuiú 15

Quartzo-Dioritos 19

Quartzo Monzoniyos 20

Composição Química 20

4.3) Super Grupo Uatumã 23

Grupo Iriri 23

Suite Intrusiva Maloquinha 25

4.4) Metabasitos-Granitos sem designação formal 42

4.5) Grupo Gorotire 49

4.6) Cobertura Laterítica 49

4.7) Aluviões 50

4.8) Geologia Estrutural e Mineralização Aurífera Primária 52

4.9) Ambiência Geotectônica e Matalogênese 55

4.10) Geologia Econômica 64

4.11) Bibliografia 68

5 — TRABALHOS DE PESQUISA

5.1) Breve Histórico 70

5.2) Estratigrafia e Metodologias adotadas pela CPRM/MIRESA 72

5.3) Trabalhos Executados 75

5.3.1) Fotointerpretação 75

5.3.2) Bases Cartográficas 77

5.3.3) Apoio Logístico 77

5.3.4) Mapeamento Geológico 78

5.3.5) Mapeamento Geoquímico 79

5.3.6) Levantamentos em Escavações Garimpeiras 79

5.3.7) Sondagem Aluvionar 80

5.3.8) Poços de Pesquisa 89

5.3.9) Abertura de Catas 90

5.3.10) Sondagem Rotativa a Diamante 92

5.3.11) Processamento de Amostras e Avaliação dos Teores 95

5.3.12) Ensaios Tecnológicos 96

5.3.13) Cartografia Geológica 99

5.3.14) Bibliografia 99

6 — QUANTIFICAÇÃO DE RESERVAS 101

6.1) Considerações sobre as Metodologias de Avaliação de Jazidas 101

6.2) Avaliação dos Alúvios e Elúvios 111

6.2.1) Avaliação por Métodos Clássicos 111

6.3) Estimação por Krigagem 146

7 — EXEQUIBILIDADE DA LAVRA 160

7.1) Concepção da Futura Mina 160

7.2) Escala de Produção e Faturamento da Empresa 161

7.2.1) Parâmetros de Referência 161

7.2.2) Notas sobre o Mercado e Preço do Ouro 163

7.3) Investimentos e Custos Operacionais 166

7.3.1) Investimentos 166

7.3.2) Custos Operacionais 170

7.4) Cronograma de Implantação 173

7.5) Projeções Financeiras 173

7.5.1) Investimentos Iniciais Necessários 173

7.5.2) Receitas do Projeto 174

7.5.3) Custos de Operação 174

7.5.4) Depreciações e Amortizações 174

7.5.5) ICMS - Imposto Sobre Circulação de Mercadorias e Serviços 175

7.5.6) Pis e Finsocial 175

7.5.7) Quota de Exaustão 175

7.5.8) Imposto Sobre a Renda 176

7.6) Resultados Econômicos 176

8 — CONCLUSÕES FINAIS 184

TABELAS

4.1) Composição Química da Suite Metamórfica Cuiú-Cuiú 21

4.2) Composição Química de granitos da Suite Intrusima Maloquinha 32

4.3) Composição Química de amostras rocha básica alterada em hidrotermalino 38

4.4) Composição Química de Rocha Quartzosa 40

4.5) Composição Química de Rochas da Associação Tipo Pórfiro 48

5.1) Dados Físicos de Produção 76
5.2) Linha de Sondagem do Igarapé Santo Antônio 83
5.3) Linha de Sondagem da Bacia do Igarapé Papagaio 85
5.4) Linha de Sondagem do Igarapé Limão e do Igarapé Suspiro 85
5.5) Linha de Sondagem do Igarapé Água Suja 88
5.6) Linha de Sondagem do Igarapé Curvo e Igarapé Cabeça 88
5.7) Poços de Pesquisa na Área 91
5.8) Resultados de Análises nas Catas 93
5.9) Resultados de Análises por Amalgamação e Contagem de Pintas 97

6.1) Planilha de Cálculo de Reserva 112
6.2) Planilha de Cálculo de Reserva 128
6.3) Planilha de Cálculo de Reserva 136

FIGURAS

2.1) Mapa de Localização 4

3.1) Mapa Geológico Regional 9

4.1.a) Definição do Alvará nº 361 16
4.1.b) Mapa Geológico e Seções Geológicas 17
4.1.c) Mapa Topográfico 18
4.2) Espectros de ETR de Rochas Cuiú-Cuiú 24
4.3) Espectros de ETR de Granitos Maloquinha 34
4.4) Espectros de ETR de Rochas Básicas, um Granito post tectônico e de hidrotermalito 39
4.5) Diagrama de Frequência de Fraturas 53
4.6) Esquema de Normalização 56
4.7) Diagrama de Variação SiO_2 em relação a Rb-Yb, Y e Nb 57
4.8) Diagramas Discriminantes Nb-Y e Rb-(Y + Nb) 58
4.9) Diagrama AFM 59
4.10) Diagrama Discriminante de La Roche 60
4.11) Esquema de Normalização em Relação ao ORG das Rochas Maloquinha 61

4.12) Registro Normalizado para o ORG da Amostra 308 63

7.1) Produção em toneladas cumulativas e Prevista 178
7.2) Inflação do Século XX no Brasil 179
7.3) Preço do Ouro no LME 180
7.4) Premium Médio no Mercado de Ouro 181
7.5) Preço do Ouro no Brasil e em Londres 182
7.6) Demonstrativo de Resultados e Fluxo de Caixa 179

ILUSTRAÇÕES ANEXAS

1) Prospecção Aluvionar
Baixo-Médio Curso do Igarapé Santo Antônio

2) Prospecção Aluvionar
Alto Curso do Igarapé Santo Antônio

3) Prospecção Aluvionar
Igarapés Limão e Suspiro

4) Reserva Aluvionar
Igarapés Santo Antônio, Papagaio, Arará e Açaí

1 — INTRODUÇÃO

Este relatório consolida os resultados obtidos em programa de pesquisa mineral para ouro, numa área de 10.000 ha, definida pelo Alvará 576/88 (que renovou pelo prazo de um ano o Alvará 361/83), no local denominado Região do Igarapé Santo Antônio-Tapajós, distrito e município de Itaituba, Estado do Pará.

Os trabalhos estiveram ao encargo da CPRM - Cia. de Pesquisa de Recursos Minerais e Mineração Real S/A - MIRESA. Além disto, contaram com a consultoria e/ou assessoria de diversos profissionais especialistas como é o caso dos geólogos Prof. Jorge Raggi e João Henrique Grossi Sad (Geologia e Pesquisa Mineral), Eng. de Minas Prof. Antônio Carlos Girodo (Avaliação de Reservas, Geoestatística e Desenvolvimento de Empreendimentos), etc.

Os serviços executados constaram essencialmente de mapeamento geológico, prospecção geoquímica e geofísica, descrição e amostragem de escavações garimpeiras, sondagem aluvionar (banka) e a diamante, abertura de catas e poços de pesquisa, execução de rampa objetivando alcançar a mineralização primária, processamento de amostras e análises químicas, caracterização de minérios e integração dos resultados.

Os resultados obtidos, discutidos adiante, atentam a existência de reservas de ouro de natureza aluvial e elúvio-coluvionar aproveitáveis técnica e economicamente, através dos seguintes procedimentos:

Desmonte hidráulico por monitores (alúvios).

Desmonte mecânico convencional (elúvios/colúvios).

Concentração hidrogravítica em planta móvel.

Extração do ouro por amalgamação do concentrado em barris (inside amalgamation) e recuperação do mercúrio por filtro prensa e retortagem.

Embora já se tenha determinadas importantes mineralizações primárias a partir de sondagens rotativas a diamante, a exata definição destas mineralizações hipógenas não foi ainda possível em virtude da complexidade da geologia do local,

descontinuidades das mineralizações, bem como das dificuldades inerentes a trabalhos na região amazônica (pluviosidade elevada, carência de infraestrutura, dificuldades de mão-de-obra especializada, altos custos operacionais, etc.). Tentou-se atingir as mineralizações primárias, eventualmente filonianas, através de uma rampa para depois desenvolvê-la por sub-níveis. Tal trabalho contudo não logrou êxito face a dificuldades de operação em terrenos profundamente intemperizados e saturados d'água, bem como, as interrupções das mineralizações.

Em que pesem todas as dificuldades de ordem operacional, a qualidade das informações obtidas, sob rigorosos critérios de confiabilidade e representatividade e a ampla cobertura amostral no domínio pesquisado, conduziram a um elevado nível de conhecimento em relação à área epigrafada, conforme atestado no presente Relatório Final de Pesquisa.

2 — CARACTERIZAÇÃO GERAL

2.1) LOCALIZAÇÃO E ACESSO

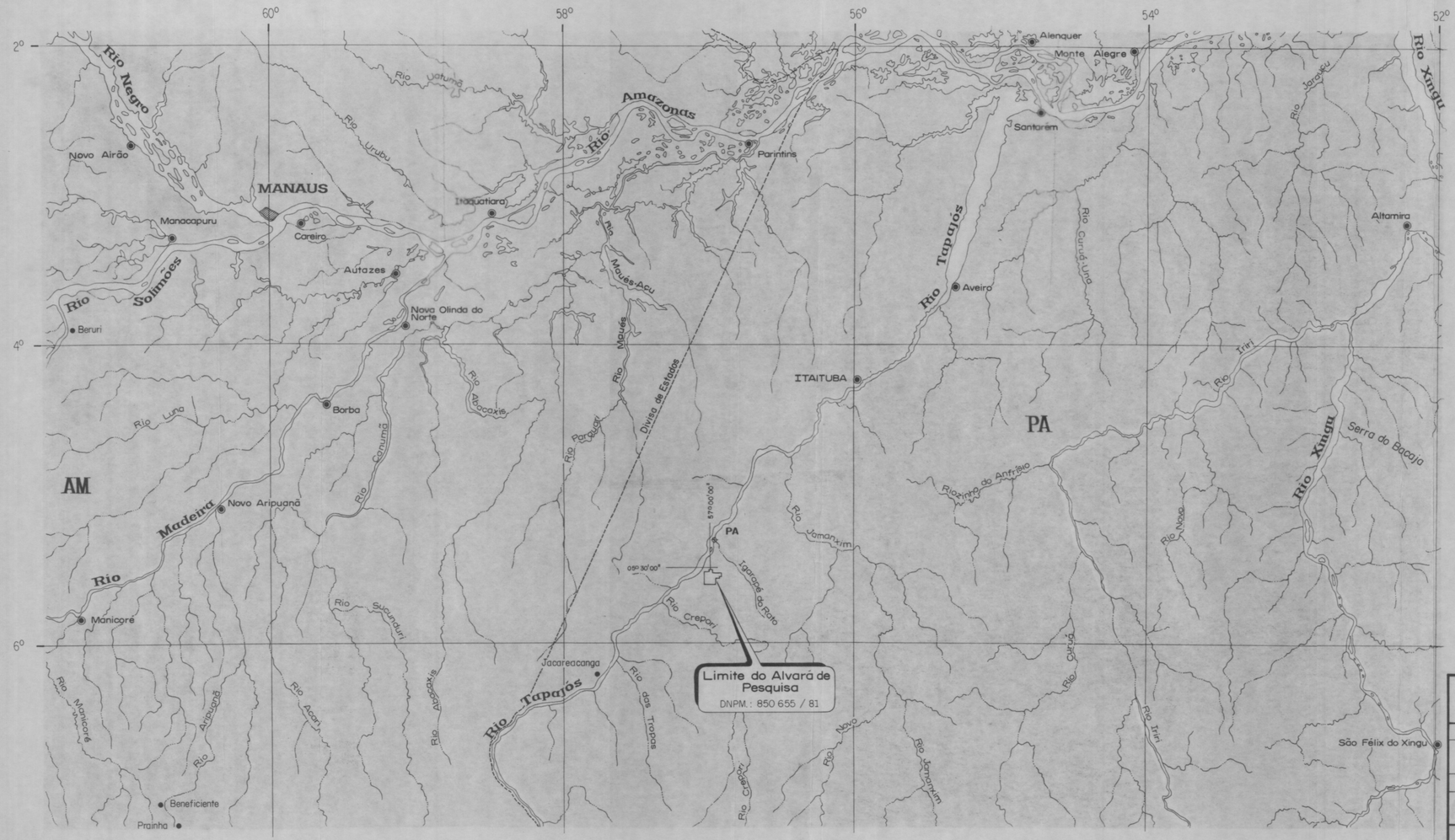
O conjunto de áreas que originou o Projeto BT-34, localiza-se na porção central da Amazônia Legal, Estado do Pará, município de Itaituba, às margens do Rio Tapajós, a meia distância entre Itaituba e Jacareacanga. A área objeto do presente relatório de pesquisa é uma das três áreas do projeto e é denominada Igarapé Santo Antônio. Posiciona-se, em linha reta, a 170 km de Itaituba e 130 km de Jacareacanga.

A área situa-se na bacia hidrográfica do Igarapé Santo Antônio (Fig. 2.1), afluente da margem direita do Rio Tapajós, e posiciona-se entre os igarapés do Rato e Bom Jardim.

O acesso até a cidade de Itaituba, principal polo de abastecimento da região, pode ser feito por via aérea, terrestre e fluvial. Existem linhas aéreas regionais partindo de Belém, Santarém, Manaus e Cuiabá. Por terra Itaituba é atingida por duas rodovias federais não pavimentadas, com tráfego contínuo somente na estação seca. Essas estradas são identificadas como BR-230 (trecho Marabá-Altamira-Itaituba) e BR-163 (Cuiabá-Santarém até entroncamento com a BR-230). Por via fluvial a cidade é acessível pelo Rio Amazonas (a partir de Manaus e Belém) até Santarém e daí pelo Rio Tapajós, até Itaituba. A partir de Itaituba até a área, tem-se as seguintes opções de acesso: a) Itaituba-Porto do Buburé pela Transamazônica (trecho Itaituba-Jacareacanga, 75 km). Do Porto sobe-se o rio de barco ou voadeira; b) por avião monomotor (50 minutos) até uma das três pistas de pouso nos arredores (duas na margem esquerda e uma na direita do Rio Tapajós) e daí usa-se voadeira; c) estrada de terra até o km 280 da BR-230 (Itaituba-Jacareacanga). Usa-se uma estrada vicinal (7 km), chegando-se à margem esquerda do Tapajós e daí usa-se a voadeira, descendo o rio.

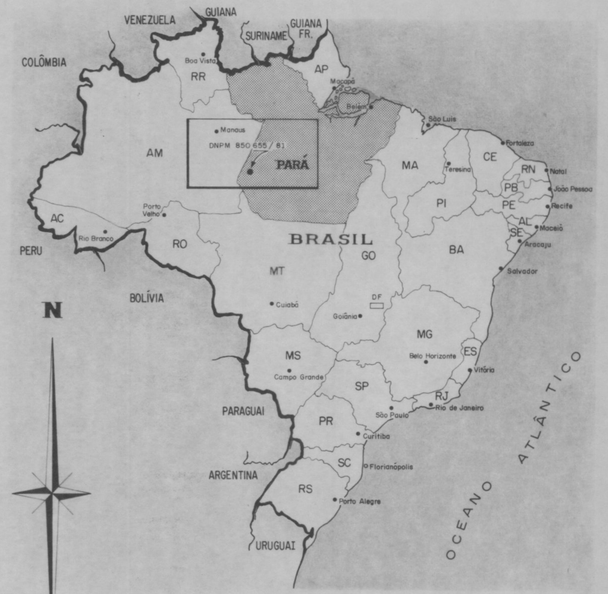
2.2) ASPECTOS FISIOGRÁRICOS

A área de pesquisa está posicionada na região morfo-estrutural chamada Planalto Residual Tapajós. A unidade é representada por um relevo dissecado



Localização no Estado

0 10 30 60 100 150 200 Km
ESCALA GRÁFICA 1 : 2.500.000



Localização no País

DNPM 850 655 / 81

FIGURA : 1-1

Mapa de Localização e Drenagem

LOCAL	DISTRITO	MUNICÍPIO	ESTADO
IGARAPÉ SANTO ANTONIO	ITAITUBA	ITAITUBA	PARÁ
PESQUISA DE	ÁREA EM HECTARES	ESCALA	DATA
OURO	10.000,00	INDICADA	MAIO 89
TITULAR		RESPONSÁVEL TÉCNICO	

CPRM - COMPANHIA DE PESQUISA E RECURSOS MINERAIS

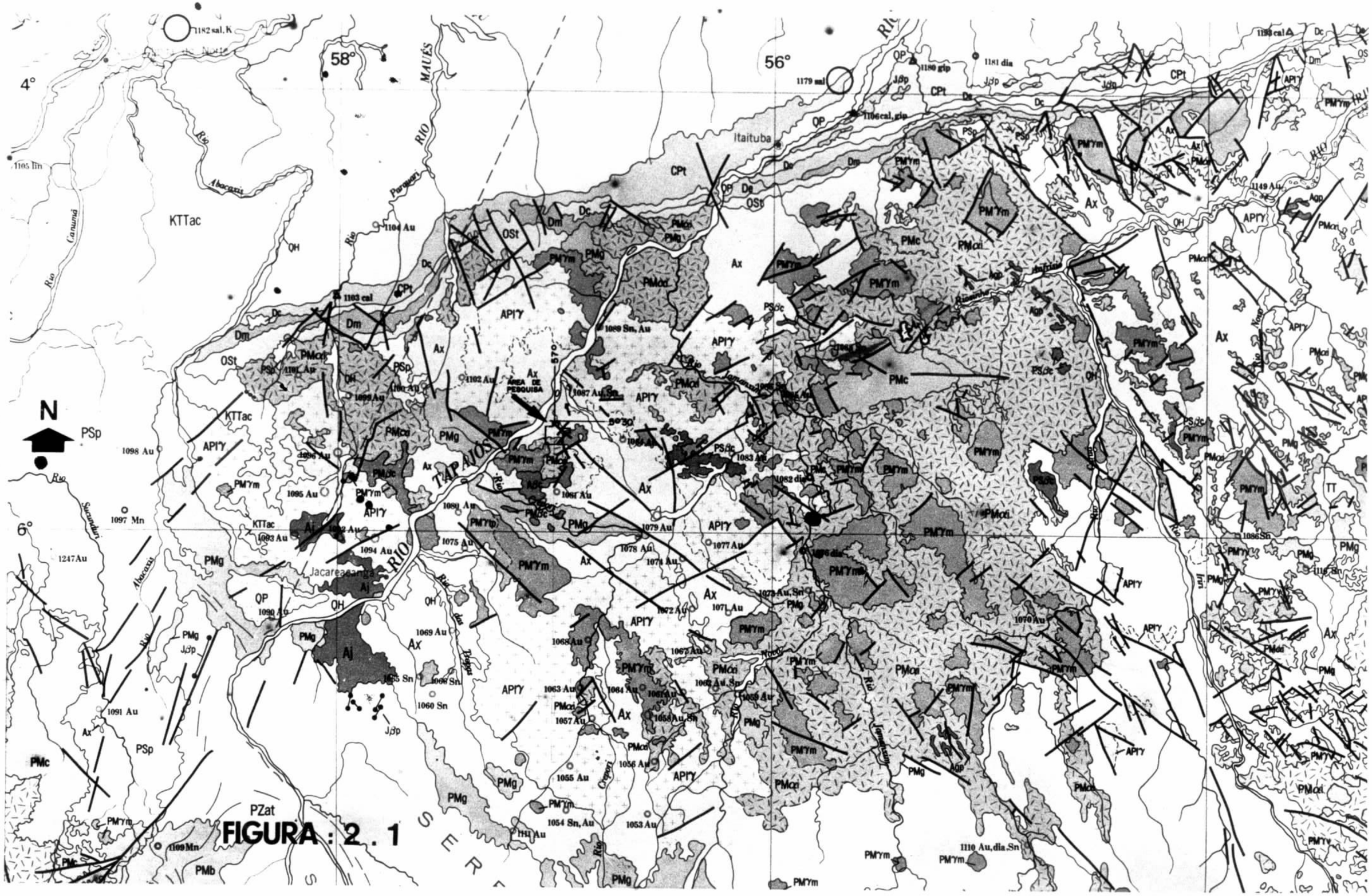

4°
58°
56°
6°
N
RIO MAUÉS
RIO TAPAJÓS
Itaituba
Jacareacanga
ÁREA DE PESQUISA
KTTac
PSp
PZat
Aj
Ax
CPt
PMYm
PMc
PMg
PMb
APIY
OP
OH
OSt
Dc
Dm
Jdp
TT

FIGURA : 2 . 1

com altitudes médias de 300 m, sendo um dos seus compartimentos o divisor das águas dos rios Jamanxim e Tapajós.

O relevo foi modelado em rochas pré-cambrianas intensamente fraturadas e falhadas, resultando formas de dissecação variadas em função do tipo de substrato rochoso, como colinas de topo aplainado, cristas, interflúvios abaulados, interflúvios tabulares e mesas. Nestas formas erosivas há evidências de uma retomada de erosão recente, demonstrada pelos encaixes dos vales e pelos ravinamentos. Durante o processo erosivo foram expostas rochas graníticas, algumas das quais liberaram os minerais formadores de depósitos aluvionares, principalmente, ouro e cassiterita. O evento é recente, como indicado pela imaturidade dos sedimentos originados, de modo que os mais interessantes depósitos posicionam-se em rios de pequena dimensão, diminuindo a importância dos depósitos em função do tamanho dos rios, exceto quando aparecem barreiras naturais que criam condições para acumulação.

Na área de pesquisa, as feições dessa unidade morfoestrutural estão presentes, condicionadas pelo tipo litológico subjacente.

Nas porções mais planas e plano-onduladas, situadas ao sul, identificaram-se vulcânicas Iriri. A morfologia aplainada reflete uma drenagem dendrítica aberta, evidenciando um reentalhamento holocênico dos igarapés de segunda e terceira geração. A drenagem forma vales de fundo chato com a linha d'água centralizada, sem quedas d'água ou represamentos locais.

No domínio das rochas pertencentes à Suite Metamórfica Cuiú-Cuiú, situadas na porção central da área de pesquisa, o padrão de drenagem dentrítico é mais denso e as formas de relevo são mais arredondadas e mais levemente onduladas.
A drenagem forma vales mais profundos e encaixados, embora o pacote aluvionar seja menos espesso.

Na porção norte predomina um relevo ondulado com drenagem densa, refletindo lineamentos circulares. Este padrão de drenagem denuncia a presença de granito tipo Maloquinha cujo relevo é um pouco mais brusco que o anterior.

A área de pesquisa situa-se na região chamada Hiléia Amazônica. Área interiorizada, recoberta de vegetação densa, típica de floresta equatorial, caracterizada por clima quente e úmido, com temperatura média anual sempre superior a 27°C, onde de destacam duas estações, uma chuvosa com elevado índice

de precipitação diário, com média anual superior a 2.500 mm, que vai de dezembro a maio e uma estação mais seca, que se estende de junho a novembro, caracterizada por um índice pluviométrico mais discreto.

Esse clima favorece a existência de luxuriante vegetação que se apresenta sob a forma de vegetação de várzea e de terra firme.

A vegetação de várzeas aparece nas áreas ocupadas pelas planícies de inundação dos principais igarapés. É constituída de plantas típicas de zonas afogadas, destacando-se sobretudo gramíneas e palmáceas como açaí, buriti e paxiuba. É formada ainda por uma infinidade de arbustos e árvores de pequeno porte, cujas raízes aéreas tornam a região de difícil penetração.

Nas áreas de terra firme, a vegetação é de grande porte, e está constituída por uma infinidade de árvores médias coexistindo com árvores de grande porte, como a castanha do Pará, cedro, massaranduba, cuipuba, mógmo, pau amarelo e outras madeiras de lei, típicas da floresta Amazônica.
A vegetação dessas áreas facilita muito o acesso pelo seu interior, quando as picadas são abertas nas zonas de topo das elevações.

O Rio Tapajós comanda a drenagem regional, percorrendo uma extensão de 1.784 km, no sentido de sul para norte, desde sua nascente na Serra dos Parecis, no Mato Grosso, até sua confluência com o Rio Amazonas, no Pará. Antes de juntar-se com o Rio Teles Pires é chamado de Jurena, passando a ser denominado de Tapajós após essa confluência. Sua largura é bastante variável, podendo atingir até 3.000 metros em Fordlândia, no seu baixo curso.

A bacia do Tapajós não é rica de grandes afluentes, mas todos os rios da margem direita são longos e correm na direção noroeste, como o Jamanxim e o Crepori, que atravessam o centro da chamada Província Aurífera do Tapajós.

O sistema hidrográfico na área de pesquisa está controlado pelo Igarapé Santo Antônio, afluente da margem direita do Rio Tapajós que corre no sentido SE para NW e banha sobretudo litologias da Suite Metamórfica Cuiú-Cuiú.

O Igarapé Santo Antônio tem uma largura média em torno de 6 m. Com esta largura, permite navegação por meio de barcos de alumínio, que é difícil no período da estiagem. Na época das chuvas, este igarapé extravasa sua calha normal, inundando todo o aluvião que chega a alcançar em média 100 m de largura.

2.3) ASPECTOS SÓCIO-ECONÔMICOS

A cidade de Itaituba, situada às margens do Rio Tapajós, destaca-se como importante centro regional, assumindo, nos últimos anos, notável papel na ocupação do espaço amazônico. Dentre as facilidades urbanas, conta com diversas agências bancárias, correio, energia elétrica, água encanada e estabelecimento da rede estadual de ensino, além de um ativo comércio.

O município cobre superfície de 165.568 km^2, com cerca de 18.000 habitantes segundo estimativa do IBGE em 1978. Caracteriza-se por ocupação populacional bastante heterogênea, confinada aos garimpos e à sede do município, com vastas áreas despovoadas. Estima-se que a população transitória do município seja da ordem de 100.000 pessoas.

A atividade econômica mais importante é a garimpagem e comércio de ouro, sendo este o município onde presentemente se registra a maior produção de ouro aluvionar no país. O setor agropecuário tem recebido impulso razoável nos últimos anos, com grandes empreendimentos desenvolvendo-se ao longo das rodovias Transamazônica e Cuiabá-Santarém, e em torno da sede municipal.

Itaituba é servida pela rodovia BR-230 (Transamazônica), nas proximidades de seu ponto de interligação com a BR-163 (Cuiabá-Santarém). Por via fluvial, está integrada ao sistema amazônico de navegação por seu porto no Rio Tapajós. Como apoio aéreo, dispõe de um mal serviço diário de transporte promovido pela TABA, interligando-a a Santarém e Manaus, e daí ao resto do país através das rotas regulares de jatos. Merece destaque a intensidade da aviação civil de pequeno porte, que destaca o aeroporto de Itaituba como o mais ativo do país nessa categoria. Atualmente cerca de 100 aviões, predominantemente monomotores, operam diariamente.

O correio funciona regularmente, através de malas postais com apoio de Santarém. O serviço telefônico está integrado ao sistema Embratel.

No setor educacional, a cidade conta com escola do 1º Grau mantida pelo município e uma unidade de ensino secundário da rede estadual. Itaituba é também sede do Campus Avançado da Universidade Federal de Santa Catarina e de um Batalhão de Infantaria da Selva, do Exército.

3 — GEOLOGIA REGIONAL

Os principais trabalhos sistemáticos de mapeamento geológico na bacia do Rio Tapajós somente tiveram início no princípio da década de 70, preliminarmente sob os auspícios da SUDAM. Posteriormente o Projeto Radam-Brasil, já sob a égide do DNPM levantou os recursos naturais da Folha SB-21-Tapajós e finalmente em 1978, através do convênio DNPM/CPRM foi executado o mais complexo e atualizado mapeamento geológico regional denominado Projeto Tapajós-Sucunduri.

Além desses trabalhos, existem outros tantos de caráter localizado sobre geologia, levantamentos de garimpos, etc. Abrangendo especificamente a área do BT-34 tem-se três projetos: Projeto Tapajós-Maués, Projeto Jamanxim e Projeto Tapajós-Sucunduri.

Dentro da geologia regional (Fig. 3.1) merecem destaque as unidades a seguir descritas.

3.1) SUITE METAMÓRFICA CUIÚ-CUIÚ

A denominação Grupo Cuiú-Cuiú, foi criada por Pessoa et al (1977) no Projeto Jamanxim, para nomear rochas representadas por migmatitos, gnaisses a duas micas e anfibolitos relacionados ao Arqueozóico Superior.

Posteriormente, Andrade et al (1978), na primeira etapa do Projeto Tapajós-Sucunduri, redefiniram o Grupo Cuiú-Cuiú e incluíram nessa unidade litologias como talco xistos e muscovita xistos. A seguir, Melo et al (1980), empregaram a designação Suite Metamórfica Cuiú-Cuiú para designar parte das rochas descritas por Andrade et al, pois os anfibolitos, xistos e quartzitos, anteriormente considerados como pertencentes a essa unidade, foram individualizados e englobados na Suite Metamórfica Jacareacanga, considerando como mais antiga que a Suite Metamórfica Cuiú-Cuiú. Dessa maneira a Suite Metamórfica Cuiú-Cuiú abrange gnaisses, migmatitos, granitos, dioritos e granoblastitos.

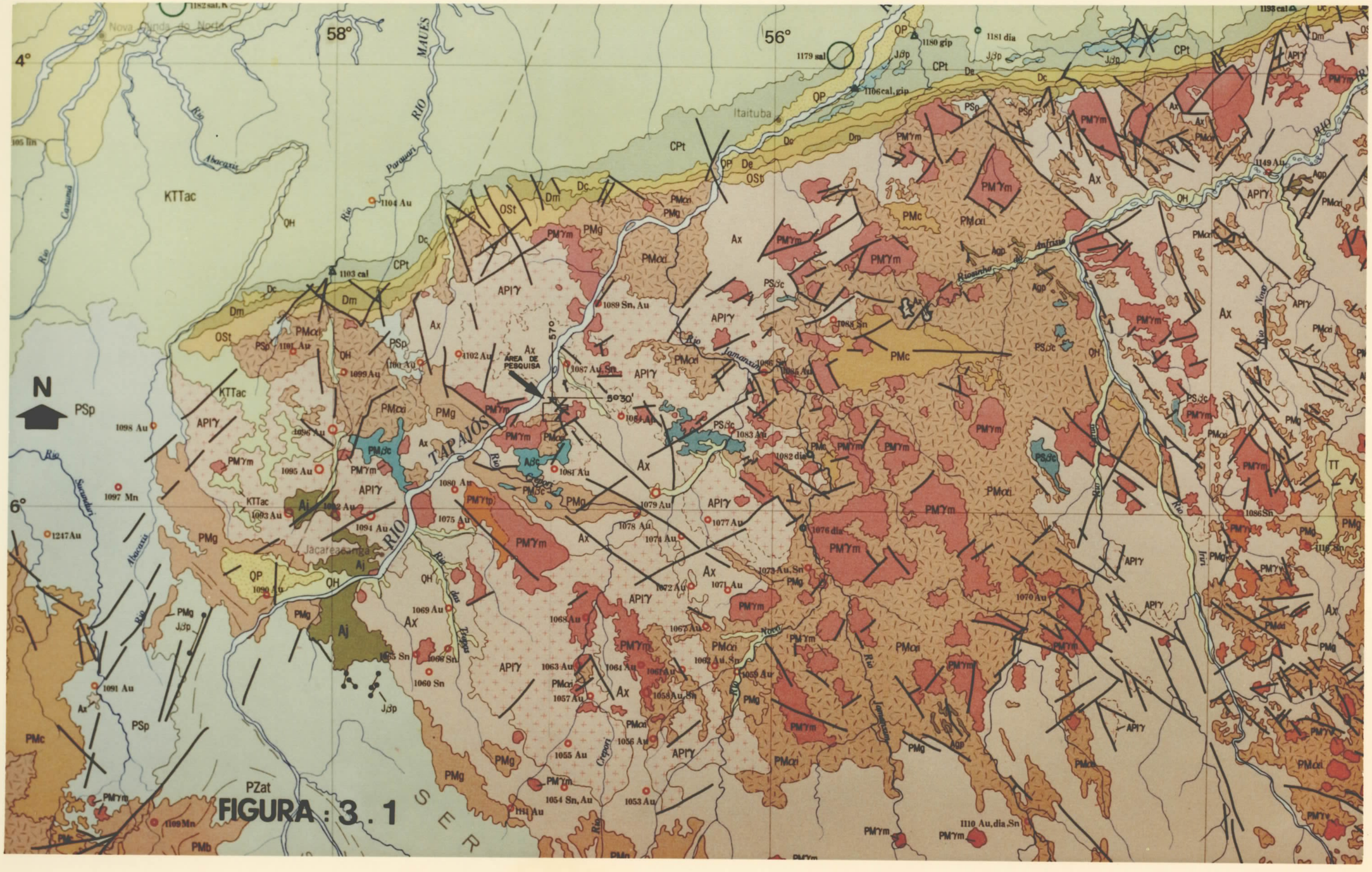

58°
56°
4°
6°
N
RIO MAUÉS
RIO TAPAJÓS
Itaituba
Jacareacanga
Nova Canda do Norte
ÁREA DE PESQUISA
SERRA
KTTac
PSp
PZat
Aj
Ax
CPt
QP
QH
OSt
Dm
Dc
De
Dp
PMγm
PMc
PMαi
PMg
APIγ
PSδc
Aqp
TT
PMb
PMc
1104 Au
1103 cal
1089 Sn, Au
1088 Sn
1087 Au, Sn
1086 Au
1085 Au
1083 Au
1082 dia
1081 Au
1080 Au
1079 Au
1078 Au
1077 Au
1076 dia
1075 Au
1073 Au, Sn
1072 Au
1071 Au
1070 Au
1069 Au
1068 Au
1067 Au
1066 Au, Sn
1065 Au
1064 Au
1063 Au
1062 Au, Sn
1061 Au
1060 Sn
1059 Au
1058 Au, Sn
1057 Au
1056 Au
1055 Au
1054 Sn, Au
1053 Au
1052 Au
1051 Au
1050 Au
1049 Au
1048 Au
1047 Au
1046 Au
1045 Au
1044 Au
1043 Au
1042 Au
1041 Au
1040 Au
1039 Au
1038 Au
1037 Au
1036 Au
1035 Au
1034 Au
1033 Au
1032 Au
1031 Au
1030 Au
1029 Au
1028 Au
1027 Au
1026 Au
1025 Au
1024 Au
1023 Au
1022 Au
1021 Au
1020 Au
1019 Au
1018 Au
1017 Au
1016 Au
1015 Au
1014 Au
1013 Au
1012 Au
1011 Au
1010 Au
1009 Au
1008 Au
1007 Au
1006 Au
1005 Au
1004 Au
1003 Au
1002 Au
1001 Au
1000 Au
999 Au
998 Au
997 Au
996 Au
995 Au
994 Au
993 Au
992 Au
991 Au
990 Au
989 Au
988 Au
987 Au
986 Au
985 Au
984 Au
983 Au
982 Au
981 Au
980 Au
979 Au
978 Au
977 Au
976 Au
975 Au
974 Au
973 Au
972 Au
971 Au
970 Au
969 Au
968 Au
967 Au
966 Au
965 Au
964 Au
963 Au
962 Au
961 Au
960 Au
959 Au
958 Au
957 Au
956 Au
955 Au
954 Au
953 Au
952 Au
951 Au
950 Au
949 Au
948 Au
947 Au
946 Au
945 Au
944 Au
943 Au
942 Au
941 Au
940 Au
939 Au
938 Au
937 Au
936 Au
935 Au
934 Au
933 Au
932 Au
931 Au
930 Au
929 Au
928 Au
927 Au
926 Au
925 Au
924 Au
923 Au
922 Au
921 Au
920 Au
919 Au
918 Au
917 Au
916 Au
915 Au
914 Au
913 Au
912 Au
911 Au
910 Au
909 Au
908 Au
907 Au
906 Au
905 Au
904 Au
903 Au
902 Au
901 Au
900 Au
899 Au
898 Au
897 Au
896 Au
895 Au
894 Au
893 Au
892 Au
891 Au
890 Au
889 Au
888 Au
887 Au
886 Au
885 Au
884 Au
883 Au
882 Au
881 Au
880 Au
879 Au
878 Au
877 Au
876 Au
875 Au
874 Au
873 Au
872 Au
871 Au
870 Au
869 Au
868 Au
867 Au
866 Au
865 Au
864 Au
863 Au
862 Au
861 Au
860 Au
859 Au
858 Au
857 Au
856 Au
855 Au
854 Au
853 Au
852 Au
851 Au
850 Au
849 Au
848 Au
847 Au
846 Au
845 Au
844 Au
843 Au
842 Au
841 Au
840 Au
839 Au
838 Au
837 Au
836 Au
835 Au
834 Au
833 Au
832 Au
831 Au
830 Au
829 Au
828 Au
827 Au
826 Au
825 Au
824 Au
823 Au
822 Au
821 Au
820 Au
819 Au
818 Au
817 Au
816 Au
815 Au
814 Au
813 Au
812 Au
811 Au
810 Au
809 Au
808 Au
807 Au
806 Au
805 Au
804 Au
803 Au
802 Au
801 Au
800 Au
799 Au
798 Au
797 Au
796 Au
795 Au
794 Au
793 Au
792 Au
791 Au
790 Au
789 Au
788 Au
787 Au
786 Au
785 Au
784 Au
783 Au
782 Au
781 Au
780 Au
779 Au
778 Au
777 Au
776 Au
775 Au
774 Au
773 Au
772 Au
771 Au
770 Au
769 Au
768 Au
767 Au
766 Au
765 Au
764 Au
763 Au
762 Au
761 Au
760 Au
759 Au
758 Au
757 Au
756 Au
755 Au
754 Au
753 Au
752 Au
751 Au
750 Au
749 Au
748 Au
747 Au
746 Au
745 Au
744 Au
743 Au
742 Au
741 Au
740 Au
739 Au
738 Au
737 Au
736 Au
735 Au
734 Au
733 Au
732 Au
731 Au
730 Au
729 Au
728 Au
727 Au
726 Au
725 Au
724 Au
723 Au
722 Au
721 Au
720 Au
719 Au
718 Au
717 Au
716 Au
715 Au
714 Au
713 Au
712 Au
711 Au
710 Au
709 Au
708 Au
707 Au
706 Au
705 Au
704 Au
703 Au
702 Au
701 Au
700 Au
699 Au
698 Au
697 Au
696 Au
695 Au
694 Au
693 Au
692 Au
691 Au
690 Au
689 Au
688 Au
687 Au
686 Au
685 Au
684 Au
683 Au
682 Au
681 Au
680 Au
679 Au
678 Au
677 Au
676 Au
675 Au
674 Au
673 Au
672 Au
671 Au
670 Au
669 Au
668 Au
667 Au
666 Au
665 Au
664 Au
663 Au
662 Au
661 Au
660 Au
659 Au
658 Au
657 Au
656 Au
655 Au
654 Au
653 Au
652 Au
651 Au
650 Au
649 Au
648 Au
647 Au
646 Au
645 Au
644 Au
643 Au
642 Au
641 Au
640 Au
639 Au
638 Au
637 Au
636 Au
635 Au
634 Au
633 Au
632 Au
631 Au
630 Au
629 Au
628 Au
627 Au
626 Au
625 Au
624 Au
623 Au
622 Au
621 Au
620 Au
619 Au
618 Au
617 Au
616 Au
615 Au
614 Au
613 Au
612 Au
611 Au
610 Au
609 Au
608 Au
607 Au
606 Au
605 Au
604 Au
603 Au
602 Au
601 Au
600 Au
599 Au
598 Au
597 Au
596 Au
595 Au
594 Au
593 Au
592 Au
591 Au
590 Au
589 Au
588 Au
587 Au
586 Au
585 Au
584 Au
583 Au
582 Au
581 Au
580 Au
579 Au
578 Au
577 Au
576 Au
575 Au
574 Au
573 Au
572 Au
571 Au
570 Au
569 Au
568 Au
567 Au
566 Au
565 Au
564 Au
563 Au
562 Au
561 Au
560 Au
559 Au
558 Au
557 Au
556 Au
555 Au
554 Au
553 Au
552 Au
551 Au
550 Au
549 Au
548 Au
547 Au
546 Au
545 Au
544 Au
543 Au
542 Au
541 Au
540 Au
539 Au
538 Au
537 Au
536 Au
535 Au
534 Au
533 Au
532 Au
531 Au
530 Au
529 Au
528 Au
527 Au
526 Au
525 Au
524 Au
523 Au
522 Au
521 Au
520 Au
519 Au
518 Au
517 Au
516 Au
515 Au
514 Au
513 Au
512 Au
511 Au
510 Au
509 Au
508 Au
507 Au
506 Au
505 Au
504 Au
503 Au
502 Au
501 Au
500 Au
499 Au
498 Au
497 Au
496 Au
495 Au
494 Au
493 Au
492 Au
491 Au
490 Au
489 Au
488 Au
487 Au
486 Au
485 Au
484 Au
483 Au
482 Au
481 Au
480 Au
479 Au
478 Au
477 Au
476 Au
475 Au
474 Au
473 Au
472 Au
471 Au
470 Au
469 Au
468 Au
467 Au
466 Au
465 Au
464 Au
463 Au
462 Au
461 Au
460 Au
459 Au
458 Au
457 Au
456 Au
455 Au
454 Au
453 Au
452 Au
451 Au
450 Au
449 Au
448 Au
447 Au
446 Au
445 Au
444 Au
443 Au
442 Au
441 Au
440 Au
439 Au
438 Au
437 Au
436 Au
435 Au
434 Au
433 Au
432 Au
431 Au
430 Au
429 Au
428 Au
427 Au
426 Au
425 Au
424 Au
423 Au
422 Au
421 Au
420 Au
419 Au
418 Au
417 Au
416 Au
415 Au
414 Au
413 Au
412 Au
411 Au
410 Au
409 Au
408 Au
407 Au
406 Au
405 Au
404 Au
403 Au
402 Au
401 Au
400 Au
399 Au
398 Au
397 Au
396 Au
395 Au
394 Au
393 Au
392 Au
391 Au
390 Au
389 Au
388 Au
387 Au
386 Au
385 Au
384 Au
383 Au
382 Au
381 Au
380 Au
379 Au
378 Au
377 Au
376 Au
375 Au
374 Au
373 Au
372 Au
371 Au
370 Au
369 Au
368 Au
367 Au
366 Au
365 Au
364 Au
363 Au
362 Au
361 Au
360 Au
359 Au
358 Au
357 Au
356 Au
355 Au
354 Au
353 Au
352 Au
351 Au
350 Au
349 Au
348 Au
347 Au
346 Au
345 Au
344 Au
343 Au
342 Au
341 Au
340 Au
339 Au
338 Au
337 Au
336 Au
335 Au
334 Au
333 Au
332 Au
331 Au
330 Au
329 Au
328 Au
327 Au
326 Au
325 Au
324 Au
323 Au
322 Au
321 Au
320 Au
319 Au
318 Au
317 Au
316 Au
315 Au
314 Au
313 Au
312 Au
311 Au
310 Au
309 Au
308 Au
307 Au
306 Au
305 Au
304 Au
303 Au
302 Au
301 Au
300 Au
299 Au
298 Au
297 Au
296 Au
295 Au
294 Au
293 Au
292 Au
291 Au
290 Au
289 Au
288 Au
287 Au
286 Au
285 Au
284 Au
283 Au
282 Au
281 Au
280 Au
279 Au
278 Au
277 Au
276 Au
275 Au
274 Au
273 Au
272 Au
271 Au
270 Au
269 Au
268 Au
267 Au
266 Au
265 Au
264 Au
263 Au
262 Au
261 Au
260 Au
259 Au
258 Au
257 Au
256 Au
255 Au
254 Au
253 Au
252 Au
251 Au
250 Au
249 Au
248 Au
247 Au
246 Au
245 Au
244 Au
243 Au
242 Au
241 Au
240 Au
239 Au
238 Au
237 Au
236 Au
235 Au
234 Au
233 Au
232 Au
231 Au
230 Au
229 Au
228 Au
227 Au
226 Au
225 Au
224 Au
223 Au
222 Au
221 Au
220 Au
219 Au
218 Au
217 Au
216 Au
215 Au
214 Au
213 Au
212 Au
211 Au
210 Au
209 Au
208 Au
207 Au
206 Au
205 Au
204 Au
203 Au
202 Au
201 Au
200 Au
199 Au
198 Au
197 Au
196 Au
195 Au
194 Au
193 Au
192 Au
191 Au
190 Au
189 Au
188 Au
187 Au
186 Au
185 Au
184 Au
183 Au
182 Au
181 Au
180 Au
179 Au
178 Au
177 Au
176 Au
175 Au
174 Au
173 Au
172 Au
171 Au
170 Au
169 Au
168 Au
167 Au
166 Au
165 Au
164 Au
163 Au
162 Au
161 Au
160 Au
159 Au
158 Au
157 Au
156 Au
155 Au
154 Au
153 Au
152 Au
151 Au
150 Au
149 Au
148 Au
147 Au
146 Au
145 Au
144 Au
143 Au
142 Au
141 Au
140 Au
139 Au
138 Au
137 Au
136 Au
135 Au
134 Au
133 Au
132 Au
131 Au
130 Au
129 Au
128 Au
127 Au
126 Au
125 Au
124 Au
123 Au
122 Au
121 Au
120 Au
119 Au
118 Au
117 Au
116 Au
115 Au
114 Au
113 Au
112 Au
111 Au
110 Au
109 Au
108 Au
107 Au
106 Au
105 Au
104 Au
103 Au
102 Au
101 Au
100 Au
99 Au
98 Au
97 Au
96 Au
95 Au
94 Au
93 Au
92 Au
91 Au
90 Au
89 Au
88 Au
87 Au
86 Au
85 Au
84 Au
83 Au
82 Au
81 Au
80 Au
79 Au
78 Au
77 Au
76 Au
75 Au
74 Au
73 Au
72 Au
71 Au
70 Au
69 Au
68 Au
67 Au
66 Au
65 Au
64 Au
63 Au
62 Au
61 Au
60 Au
59 Au
58 Au
57 Au
56 Au
55 Au
54 Au
53 Au
52 Au
51 Au
50 Au
49 Au
48 Au
47 Au
46 Au
45 Au
44 Au
43 Au
42 Au
41 Au
40 Au
39 Au
38 Au
37 Au
36 Au
35 Au
34 Au
33 Au
32 Au
31 Au
30 Au
29 Au
28 Au
27 Au
26 Au
25 Au
24 Au
23 Au
22 Au
21 Au
20 Au
19 Au
18 Au
17 Au
16 Au
15 Au
14 Au
13 Au
12 Au
11 Au
10 Au
9 Au
8 Au
7 Au
6 Au
5 Au
4 Au
3 Au
2 Au
1 Au

FIGURA : 3 . 1

3.2) SUPER GRUPO UATUMÃ

Albuquerque (1922), foi o primeiro a relatar a ocorrência de rochas vulcânicas na Região Amazônica, no Rio Uatumã, onde registrou a presença de rochas duras e fraturadas com aparência de pórfiros.

Oliveira e Leonardos (1940) empregavam pela primeira vez a designação Série Uatumã, incluíndo nesta unidade rochas sedimentares de granulação fina e arenito metamorfoseado por intrusões de pórfiros, félsica, xistos com sílex e sienitos no Rio Trombetas. A denominação Série Uatumã continuou a ser adotada até a publicação do trabalho de Barbosa (1966), quando foi denominado Grupo Uatumã, o conjunto representado por rochas vulcânicas andesíticas, com intercalações arcoseanas, tufos, lavas riodacíticas, diques de riolito e ignimbritos, ocorrentes no médio curso do Rio Tapajós.

Em 1971, Caputo et al, empregavam a designação Grupo Uatumã para referir-se a rochas vulcânicas e frequentes intrusões de natureza ácida e intermediária, abstraindo as rochas sedimentares anteriormente incluídas nesta unidade.

Montalvão (1975), considerou o Grupo Uatumã como uma sequência vulcano-plutônica de composição ácida e intermediária, com intercalações locais (bacias restritas) de arenitos.

Pessoa et al (1977), incluíram no Grupo Uatumã somente as rochas vulcânicas piroclásticas, híbridas e intrusivas, oriundas do magmatismo calcio-alcalino e anorogênico que se distribuiu na Amazônia, durante o início do Proterozóico Médio, excluindo assim a cobertura sedimentar propriamente dita. Estes mesmos autores admitiram, na época a possibilidade futura de elevar à categoria de Supergrupo a citada unidade, fato este que veio a ocorrer no ano seguinte, através do trabalho de Melo et al (1978).

Andrade et al (1978), atribuiram ao Supergrupo Uatumã duas unidades (Supergrupo Iriri, de Pessoa et al, 1977) uma chamada Grupo Iriri, constituída por rochas piroclásticas (Formação Ariri) e vulcânicas ácidas (Formação Salustiano), outra constituída por intrusivas intermediárias, chamada Suite Intrusiva Maloquinha (antigo Subgrupo Carapuça).

Em 1980, Melo **et al**, considerando a impraticabilidade do empilhamento das vulcânicas ácidas e piroclásticas do Supergrupo Uatumã, em virtude de não ter sido possível cartografá-las individualmente nos trabalhos do Projeto Tapajós-Sucunduri, não usaram as denominações Formação Ariri e Formação Salustiano, adotando porém a proposição de Andrade **et al** (1978), com respeito a designação Suite Intrusiva Maloquinha, para os inúmeros plutonitos intrusivos.

GRUPO IRIRI

Diversos trabalhos têm sido realizados na Amazônia reportando a ocorrência de rochas vulcânicas na região. Esses vulcanitos de uma maneira consensual são considerados como representantes do estágio mais antigo do Supergrupo Uatumã.

A denominação Formação Iriri, foi usada primeiramente no Projeto SUDAM/ GEOMITEC (1972), para referir-se a extensa faixa de riolitos e riodacitos associados com ignimbritos, piroclásticas e intrusivas ácidas, aflorantes no Rio Xingu.

Silva **et al** (1974), no relatório das folhas Araguaia e Tocantins, denominaram Formação Iriri os representantes ácidos de vulcanismo. Santos **et al** (1975), individualizaram da Formação Iriri os granitos intrusivos, incluindo-os na fase final do magmatismo, denominando-os Maloquinha.

Pessoa **et al** (1977), elevaram à categoria de subgrupo a Formação Iriri e subdividiram-na em Formação Ariri (piroclásticas), Formação Salustiano (vulcânicas ácidas) e Sequência Híbrida (tufitos).

Andrade **et al** (1978), ao subdividirem o Supergrupo Uatumã referiram-se ao Grupo Iriri como abrangendo uma sequência piroclástica e os vulcanitos ácidos, usando as mesmas denominações propostas por Pessoa **et al** (1977).

Melo **et al** (1980) utilizaram o termo Grupo Iriri para referirem-se às rochas vulcânicas (abrangendo piroclásticas, lavas ácidas e intermediárias), representantes da fase mais antiga do Supergrupo Uatumã.

SUITE INTRUSIVA MALOQUINHA

A associação de rochas vulcânicas e granitos intrusivos, estes últimos representando a fase final do evento, vem sendo estudada desde o século passado, quando Derby (1877), relatou pela primeira vez, na Cachoeira Vira Mundo, no Rio Trombetas, a ocorrência de um corpo sienítico intrusivo em sequência vulcânica. Em 1969, tal rocha foi classificada por Formam como sendo um corpo de granófiro que estaria relacionado à fase tardia do evento que originou as vulcânicas do Grupo Fumaça.

A partir de Formam (1969), muitos autores têm registrado a ocorrência de granitos intrusivos em diversos locais do Craton Amazônico, os quais se apresentam geneticamente relacionados às rochas vulcânicas, constituindo um mesmo evento vulcano-plutônico calcioalcalino, designado Uatumã, cujo paroxismo anorogênico teria ocorrido em torno de 1900-1800 m.a.. Estes granitos têm recebido distintas designações de acordo com sua região de ocorrência, tais como: Suite Intrusiva Maloquinha (Pará, Andrade **et al**, 1977); Suite Intrusiva Saracura (Roraima, Melo **et al**, 1978) e Suite Intrusiva Mapuera (NE do Amazonas e NW do Pará, Veiga J.R. **et al**, 1977).

A designação Granito Maloquinha foi empregada por Santos **et al** (1975), para englobar granitos subvulcânicos com feições cratogênicas e tendências alaskíticas, identificados no posto Maloquinha (Folha SB-21, Tapajós), associados ao vulcanismo ácido Uatumã. Posteriormente Andrade **et al** (1977), usaram o termo Suite Intrusiva Maloquinha em substituição às designações Granito Maloquinha de Santos et al (1975) e Formação Maloquinha de Pessoa **et al** (1977).

Melo **et al** (1980) no relatório do Projeto Tapajós-Sucudunri, adotaram a terminologia de Andrade **et al** (1977), usando a denominação Suite Intrusiva Maloquinha para os corpos graníticos intrusivos, constituídos notadamente por alaskitos, biotita granitos, granodioritos e granodioritos subvulcânicos.

3.3) GRUPO GOROTIRE

Moura (1932) referiu-se às rochas sedimentares que ocorrem no Rio Tapajós, a montante de Jacareacanga, como depósitos cretácios. Barbosa (1966) no médio e parte do alto Rio Tapajós, considerou extensas faixas de sedimentos, inclusive

as do atual Grupo Gorotire, como do Grupo Cubencranquen, do Siluriano Inferior, admitindo para eles um ambiente de sedimentação epinerítica e costeira. Andrade et al (1978), adotaram a hipótese de Barbosa (1966) referente ao Grupo Cubrencranquen, separando no entanto outro conjunto litológico, atribuído à Formação Gorotire.

Melo et al (1980) consideraram a cobertura sedimentar dobrada, Proterozóica, do médio e alto curso do Rio Tapajós decorrente de dois ambientes detríticos: marinho e continental. No primeiro, na margem esquerda do Rio Tapajós, sedimentou-se o Grupo Beneficiente, enquanto que no segundo, originou-se uma sequência caracterizada por arcóseos, conglomerados, grauvacas, cherts e pelitos vermelhos, cujo melhor exemplo constitui o sinclinal Crepori. Esses depósitos continentais, que recobrem o Grupo Iriri em discordância paralela, vêm sendo correlacionados à Formação Gorotire por diversos autores, entre eles Pessoa et al (1977) e Andrade et al (1978).

3.4) REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁRICAS

Albuquerque, O.R. de (1922) - Reconhecimentos Geológicos no Vale do Amazonas. Boletim 3, DGM/DNPM, Rio de Janeiro, 84 p.

Andrade, A.F. de et al (1978) - Projeto Tapajós-Sucunduri, Relatório de Integração Geológica. Brasil, MME-DNPM. Manaus, Convênio DNPM/CRPM. 3 volumes.

Barbosa, O. (1966) - Geologia básica e econômica da área da região do médio Tapajós, Estado do Pará. Boletim 126 DFPM/DNPM, Rio de Janeiro, 55 p.

Bizinella, G.A. et al (1980) - Projeto Tapajós-Sucunduri, Relatório Final, Texto, Manaus, DNPM/CPRM, Vol. 1A e 1B, 679 p.

Melo A.F.F. de, et al (1978) - Projeto Molibdênio em Roraima. Relatório Final. Brasil, MME/DNPM. Manaus, Convênio DNPM/CPRM, 4 volumes.

Melo, A.F.F. de, et al (1980) - Metamorfitos arqueanos e granitóides pré-Uatumã nas regiões dos rios Tapajós (alto curso) e Aripuanã (médio curso). CPRM/SUREG-MA, 98 p.

Montalvão, R.M.G. de, et al (1975) - Geologia da folha NA-20 - Boa Vista e parte das folhas NA-21 - Tumucumaque, NB-20 - Roraima e NB-21. Brasil, DNPM, Projeto Radambrasil. Rio de Janeiro, (Levantamento de Recursos Naturais, 8 V.)

Oliveira, A.I. de & Leonardos, O.H. (1940) - Geologia do Brasil. Rio de Janeiro, Comissão Brasileira do Centenário Portugal, 1940. 472 p.

Pessoa. M.R. et al (1977) - Projeto Jamanxim, Relatório Final. Brasil, MME/ DNPM. Manaus, Convênio DNPM/CPRM, 8 V.

Santos, D.B. dos, et al (1975) - Geologia da Folha SB-21-Tapajós. Brasil, DNPM, Projeto Radam. Rio de Janeiro (Levantamento dos Recursos Naturais, 7 V).

Silva, G.G. de, et al (1974) - Geologia da Folha SB-22 - Araguaia e parte da Folha SC-22 - Tocantins. Brasil, DNPM - Projeto Radam. Rio de Janeiro (Levantamento dos Recursos Naturais, 4 V.).

SUDAM/GEOMITEC (1977) - Pesquisa Mineral no Tapajós - Jamanxim, Relatório Preliminar. Belém, Divisão de Documentação. 172 p.

SUDAM/GEOMITEC (1976) - Projeto Tapajós Maués - Geologia básica, prospecção, geoquímica por concentrados de bateia na região Tapajós-Maués. Belém, 4 V.

4 — GEOLOGIA DA ÁREA PESQUISADA

4.1) GENERALIDADES

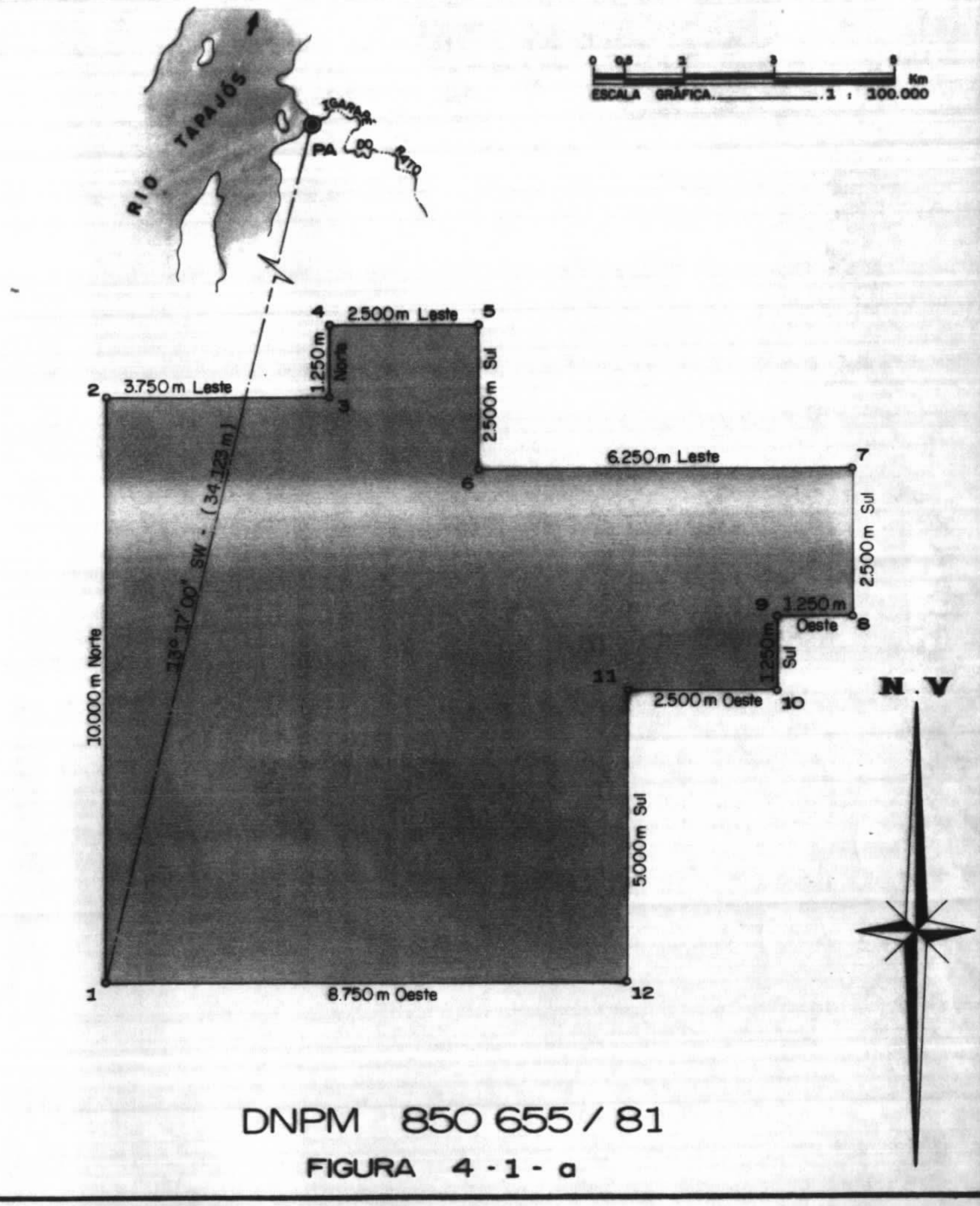
Graças aos trabalhos combinados de fotointerpretação e mapeamento geológico, tornou-se possível diferenciar sete unidades litoestratigráficas, cinco das quais são atribuíveis ao Precambriano e duas outras, ao Cenozóico. As primeiras ocupam a quase totalidade da área mapeada (ver Fig. 4.1) e pertencem a divisões maiores do Precambriano, a saber: Suite Metamórfica Cuiú-Cuiú, Supergrupo Uatumã (Grupo Iriri e Suite Intrusiva Maloquinha), Metabasitos e Granitos sem designação formal e Grupo Gorotire. As unidades cenozóicas incluem Cobertura Laterítica e Colúvio-Alúvio.

A Suite Metamórfica Cuiú-Cuiú inclui todas as rochas granitóides-gnaissóides mais antigas injetadas por granito da Suite Intrusiva Maloquinha, por metabasito e granito (sem designação formal); por outro lado, materiais vulcânicos do Grupo Iriri, em profunda discordância erosiva recobrem as rochas da Suite Metamórfica Cuiú-Cuiú e são recobertos por arenitos do Grupo Gorotire.

4.2) SUITE METAMÓRFICA CUIÚ-CUIÚ

Essa sequência ocupa cerca de 60% da área investigada, correspondente a sua porção menos elevada, drenada pelo Igarapé Santo Antônio e seus tributários da margem esquerda (Igarapés Água Suja, Arara, Papagaio, Açaí e Limão). São raríssimas as exposições **in situ**, posiciomadas próximo dos talvegues dos cursos de água.

Diversos tipos litologicamente distintos foram identificados na suite, predominando rocha quartzo-diorítica a granodiorítica de granulação fina a média, acinzentada, com foliação mal discernível a olho desarmado, à qual se impõe foliação cataclástica que tende a originar tipos miloníticos. Alguns espécimes mostram granulação grosseira. A foliação antiga não teve seu padrão estabelecido, o mesmo acontecendo com a foliação cataclástica, devido às más exposições rochosas. Em poucos locais nota-se uma tendência à uma organização da foliação cataclástica segundo NW, com forte mergulho para NE ou SW.



DNPM 850 655 / 81

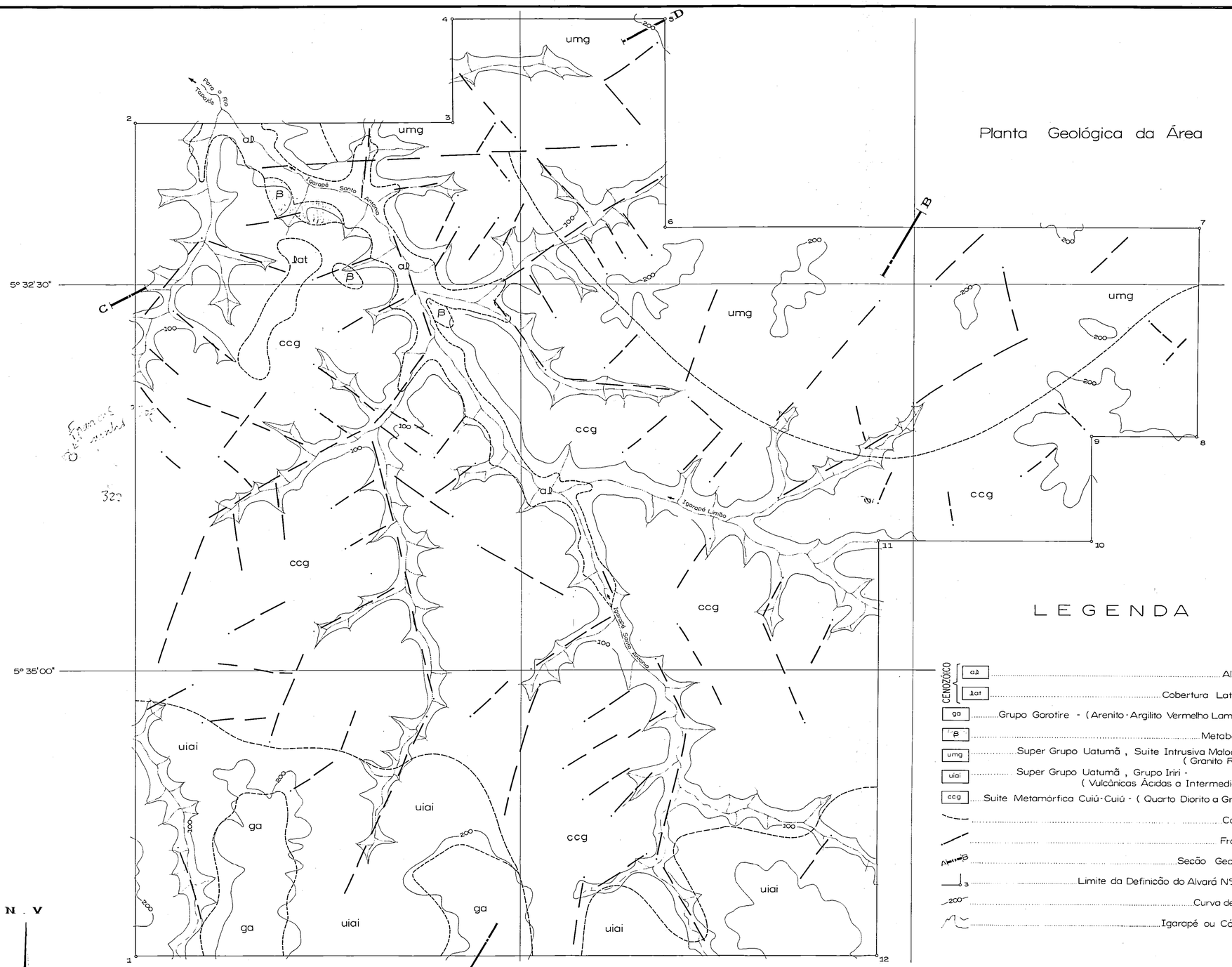
FIGURA 4 - 1 - a

Definição do Alvará Nº 361

LOCAL	DISTRITO	MUNICÍPIO	ESTADO
IGARAPÉ SANTO ANTONIO	ITAITUBA	ITAITUBA	PARÁ
PESQUISA DE	ÁREA EM HECTARES	ESCALA	DATA
OURO	10.000,00	INDICADA	MAIO 89
TITULAR		RESPONSÁVEL TÉCNICO	

CPRM - COMPANHIA DE PESQUISA E RECURSOS MINERAIS

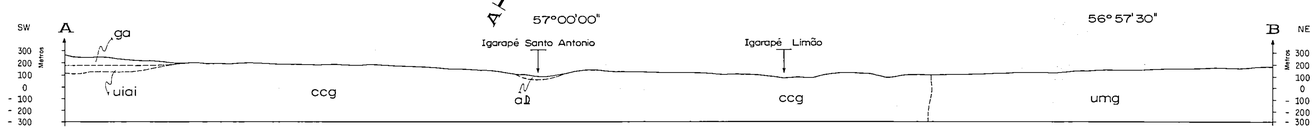
Planta Geológica da Área



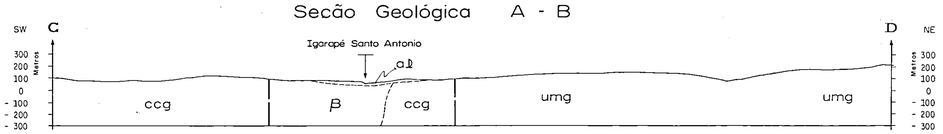
LEGENDA

CENOZÓICO
- al ..... Aluviões
- at ..... Cobertura Laterítica
- ga ..... Grupo Gorotire - (Arenito - Argilito Vermelho Laminado)
- β ..... Metabasitos
- umg ..... Super Grupo Uatumã, Suite Intrusiva Maloquinha (Granito Róseo)
- uiai ..... Super Grupo Uatumã, Grupo Iriri - (Vulcânicas Ácidas a Intermediárias)
- ccg ..... Suite Metamórfica Cuiú-Cuiú - (Quarto Diorito a Granito)
- Contato
- Fraturas
- A B ..... Secção Geológica
- Limite da Definição do Alvará Nº 361
- 200 ..... Curva de Nível
- Igarapé ou Córrego

N . V



Secção Geológica A - B



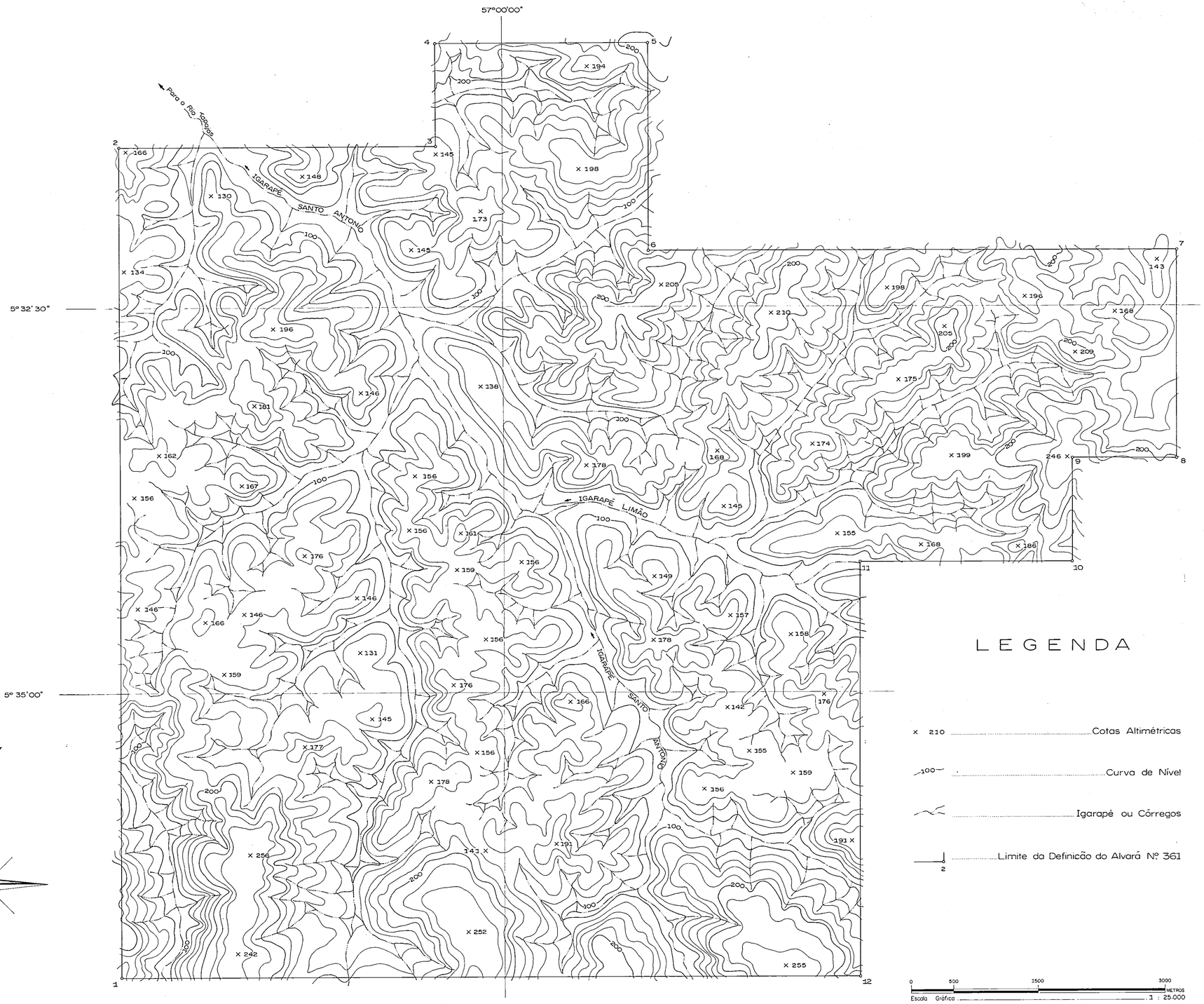
Secção Geológica C - D

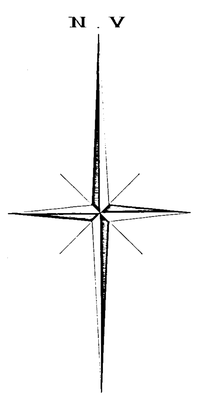
0 500 2500 3000 METROS
Escala Gráfica 1 : 25.000

DNPM 850 655 / 81
FIGURA : 4 - 1 - b

Planta e Secões Geológicas da Área			
LOCAL	DISTRITO	MUNICÍPIO	ESTADO
IGARAPÉ SANTO ANTONIO	ITAITUBA	ITAITUBA	PARÁ
PESQUISA DE	ÁREA EM HECTARES	ESCALA	DATA
OURO	10.000,00	INDICADA	MAIO 89
TITULAR		RESPONSÁVEL TÉCNICO	

CPRM - COMPANHIA DE PESQUISA E RECURSOS MINERAIS





LEGENDA

× 210 ..... Cotas Altimétricas

100 ..... Curva de Nível

..... Igarapé ou Córregos

2 ..... Limite da Definicão do Alvará Nº 361

0 500 1500 3000 METROS

Escala Gráfica ..... 1 : 25.000

DNPM 850 655 / 81

FIGURA : 4 - 1 - c

Planta Topográfica da Área

LOCAL	DISTRITO	MUNICÍPIO	ESTADO
IGARAPÉ SANTO ANTONIO	ITAITUBA	ITAITUBA	PARÁ
PESQUISA DE	ÁREA EM HECTARES	ESCALA	DATA
OURO	10.000,00	INDICADA	MAIO 89
TITULAR		RESPONSÁVEL TÉCNICO	

CPRM - COMPANHIA DE PESQUISA E RECURSOS MINERAIS

Uma breve descrição dos principais tipos litológicos é dada a seguir. O material descrito não permite que se estabeleça a distribuição do mesmo, pela área, devido a pobreza dos afloramentos.

QUARTZO-DIORITOS

São rochas de coloração cinza a cinza escuro, de trama granular a foliada e contêm plagioclásio, biotita cloritizada, quartzo e alguma microclina; como acessórios tem-se allanita, apatita, titanita, opacos oxidados ou não e zircão.

Ao microscópio a rocha exibe textura granular alotriomorfa, com feldspato e quartzo de granulação média-grosseira e máficos de granulação fina-média. Os espécimes examinados denunciam nítido processo deformacional, que reorientou o plagioclásio (em parte) e arredondou alguns cristais, conferindo-lhes aspecto ocelar, enquanto os máficos se concentram entre os feldspatos, ao longo de superfícies de deslizamento.

O plagioclásio (~ 60%) é tabular e intensamente alterado a sericita-moscovita e epidoto (clinozoizita) granular fino. Os máficos (~ 20%) formam porções e faixas irregulares e descontínuas entre os feldspatos ou preenchem fraturas nos mesmos. Predomina a clorita verte (ferrífera) em palhetas tabulares deformadas, pontilhadas por titanita granular fina leucoxenizada e opacos, oxidados ou não; esses minerais podem ainda ocorrer ao longo das linhas de clivagem da clorita ou em seus bordos. Pistacita em cristais finos substitui em parte a clorita, quando essa entra em contato com plagioclásio. Localmente tem-se clorita intercrescida com moscovita. Restos de actinolita fibrosa misturam-se à clorita. O quartzo (~ 10%) mostra-se muito deformado e fraturado e por vezes apresenta-se recristalizado nos bordos dos cristais. A microclina (~ 5%) é pertítica e intersticial.

Allanita, titanita e zircão se associam aos máficos. A apatita aparece como inclusões na clorita e epidoto. Inclusões de opacos ocorrem no plagioclásio.

A classificação petrográfica dessas rochas é problemática, devido à intensa alteração hidrotermal, que modificou os máficos originais, liberando Fe e Ti (opacos e titanita) e saussuritizou o plagioclásio (uns poucos cristais bem preservados apontam para uma composição correspondente a An_{40})

QUARTZO MONZONITOS

Outro tipo litológico comum na sequência constituindo, junto com os quartzo dioritos os termos extremos de uma série que inclui granodiorito, pode ser convenientemente denominado quartzo monzonito. Semelham-se aos quartzo dioritos em aparência macroscópica, sendo compostos por feldspato de granulação fina a média, de hábito tabular a arredondado, presente em agrupamentos contornados por material máfico e exibindo foliação incipiente.

O exame do material ao microscópio indica rocha de textura granular allotriomorfa modificada por deformação rúptil-dúctil, com cristais de plagioclásio localmente ocelares, recristalizados nos bordos. Os máficos adaptam-se a zonas cisalhadas entre os feldspatos e o quartzo; esses minerais mostram forte tensão interna e os feldspatos apresentam lamelas de geminação fraturadas e encurvadas. Alguns cristais mostram-se quebrados, com forma subangular.

O plagioclásio (~46%) é anédrico a sub-euédrico tabular, fortemente sericitizado, epidotizado (clinozoizita) e um tanto alterado a carbonato. Muitos cristais são tipicamente zonados. A microclina (~25%) é anédrica, pertítica, deformada e manchada. O quartzo (~10%) é anédrico, de contorno irregular.

Aglomerados de máficos (25%) são constituídos por clorita verde, de alteração de biotita marrom esverdeada. Ambas são repletas de trilhas de titanita leucoxenizada e opacos. A titanita ainda ocorre em cristais alongados posicionados nas linhas de clivagem da clorita. Pistacita e carbonato se associam à clorita. A apatita ocorre como inclusões na mica. O zircão ocorre como inclusões em outros minerais.

COMPOSIÇÃO QUÍMICA

A composição de duas amostras analisadas vem reportada na Tabela 4.1. Adotou-se como referencial para posicionamento de amostras mencionadas no texto um sistema de coordenadas que têm como origem o vértice inicial da poligonal delimitadora do alvará. A partir desse vértice têm-se distâncias para N e para E, de modo que qualquer estação é prontamente posicionada.

Tabela 4.1 - Composição química de rochas da Suite Metamórfica Cuiú-Cuiú. Óxidos em percentagem, outros elementos em ppm

	321	317
SiO_2	60,70	62,90
TiO_2	0,67	0,64
Al_2O_3	17,80	15,80
Fe_2O_3	0,25	1,40
FeO	5,40	4,20
MnO	0,06	0,09
MgO	2,00	1,80
CaO	3,70	3,90
Na_2O	3,90	3,60
K_2O	3,20	3,30
P_2O_5	0,22	0,21
CO_2	0,52	0,34
H_2O^+	1,39	1,59
TOTAL	99,81	99,77
Ba	716	537
Rb	98	160
Sr	570	630
Ar	176	240
Nb	<20	<20
Y	16	20
Ni	31	24
Cr	20,5	34
Ta	<15	<15
Th	<15	<15
U	<15	<15
Cl	99	27
F	800	500
S	190	160
Cu	11	10
Pb	14	10
Zn	94	54
Mo	<5	<5
Ag	<2	<2
Au	0,05	<0,05
La	115,700	53,160
Ce	192,900	100,300
Nd	74,900	49,330
Sm	7,400	7,850
Eu	1,370	1,307
Gd	4,490	4,991
Dy	2,700	3,040
Ho	0,370	0,710
Er	0,700	1,596
Yb	0,500	0,937
Lu	0,054	0,197

321 - Quartzo diorito. Localização: Igarapé Limão, 5.300 mN/6.750 m E.
317 - Quartzo monzonito. Localização: Afluente da margem esquerda do Igarapé Santo Antônio, 7.700 m N/2.800 m E.

Tabela 4.1 - Composição química de rochas da Suite Metamórfica Cuiú-Cuiú. Óxidos em percentagem, outros elementos em ppm

	321	317
SiO_2	60,70	62,90
TiO_2	0,67	0,64
Al_2O_3	17,80	15,80
Fe_2O_3	0,25	1,40
FeO	5,40	4,20
MnO	0,06	0,09
MgO	2,00	1,80
CaO	3,70	3,90
Na_2O	3,90	3,60
K_2O	3,20	3,30
P_2O_5	0,22	0,21
CO_2	0,52	0,34
H_2O^+	1,39	1,59
TOTAL	99,81	99,77
Ba	716	537
Rb	98	160
Sr	570	630
Ar	176	240
Nb	<20	<20
Y	16	20
Ni	31	24
Cr	20,5	34
Ta	<15	<15
Th	<15	<15
U	<15	<15
Cl	99	27
F	800	500
S	190	160
Cu	11	10
Pb	14	10
Zn	94	54
Mo	<5	<5
Ag	<2	<2
Au	0,05	<0,05
La	115,700	53,160
Ce	192,900	100,300
Nd	74,900	49,330
Sm	7,400	7,850
Eu	1,370	1,307
Gd	4,490	4,991
Dy	2,700	3,040
Ho	0,370	0,710
Er	0,700	1,596
Yb	0,500	0,937
Lu	0,054	0,197

321 - Quartzo diorito. Localização: Igarapé Limão, 5.300 mN/6.750 m E.
317 - Quartzo monzonito. Localização: Afluente da margem esquerda do Igarapé Santo Antônio, 7.700 m N/2.800 m E.

As análises químicas foram executadas na Divisão de Laboratórios (GEOLAB) da GEOSOL - Geologia e Sondagens Ltda e os Boletins de Análise levam os nº's 76806, 76806-A, 78605 e 78605-A. Os elementos maiores foram analisados através de espectrografia de raios-x, volumetria e ion específico; as análises de elementos traço utilizaram espectrografia ótica e absorção atômica e as análises de elementos de terras raras, plasma ICP.

A partir dos dados da Tabela 4.1 as seguintes relações químicas podem ser estabelecidas:

	321	317	Média
$Al_2O_3/Na_2O + K_2O + CaO$	1,65	1,46	1,55
Na_2O/K_2O	1,22	1,01	1,11
$K_2O + Na_2O/Al_2O_3$	0,40	0,43	0,41
$K/K + Na$	0,48	0,50	0,49
$Fe^{3+}/Fe^{2+} + Fe^{3+}$	0,04	0,23	0,13

Na classificação de Shand trata-se de rochas peraluminosas. A tendência evolutiva destas rochas segue a da série calci-alcalina. Sob um ponto de vista petroquímico, nossas rochas semelham-se ao tipo granitóide de transfomação metamórfico-metassomático, de fonte mista, com crosta continental dominante, gerado por transformação de sedimentos geossinclinais afetados por fluidos mantélicos, que exibem as seguintes relações (Grossi Sad & Dutra, 1987):

$Al_2O_3/Na_2O + K_2O + CaO$	> 1
Na_2O/K_2O	0,4-1,27
$K_2O + Na_2O/Al_2O_3$	0,5-0,7
$K/K + Na$	0,22-0,58
$Fe^{3+}/Fe^{2+} + Fe^{3+}$	0,13-0,39

Os principais máficos dessas rochas são a biotita e a hornblenda, com opacos, titanita e apatita. Quimicamente, as rochas de transformação têm conteúdo moderado em SiO_2, alta alumina, CaO e MgO significantes, proporção semelhante de K_2O e Na_2O, Rb moderado e alto Sr, com baixa razão Rb/Sr e moderada relação K/Rb. Nossas rochas exibem tais características, com valores médios: Rb/Sr = 0,21 e K/Rb = 221.

Em termos de elementos traço, as amostras examinadas mostram os seguintes valores médios: Ba (642 ppm), Rb (129 ppm), Sr (660 ppm), Zr (208 ppm), Nb (< 20 ppm), Y (18 ppm), Ni (27,5 ppm), Cr (27 ppm), Cl (63 ppm), F (650 ppm), S (175 ppm), Cu (10,5 ppm), Pb (12 ppm), Zn (74 ppm) e Mo (< 5 ppm), resultados comparáveis com os da crosta superior.

O volátil característico das rochas de transformação é o fluor, com relação F/Cl moderada (nosso valor é 10,3).

Para os elementos de terras raras (ETR) os seguintes parâmetros são obtidos:

	321	317	Média
Σ ETR	401,08	223,42	312,25
ETRL	392,27	211,95	302,11
ETRP	8,81	11,47	10,14
ETRL/ETRP	44,50	18,47	31,48
La/Lu_N	222,41	28,01	125,21
Eu/Eu*	0,67	0,60	0,63

A curva normalizada em relação aos condritos (Fig. 4.2) exibe fracionamento contínuo, com declive moderado, predominância de ETRL, anomalia moderada para o Eu. O padrão é característico de rochas de transformação, que têm alto conteúdo em ETR.

4.3) SUPERGRUPO UATUMÃ

Duas unidades rochosas pertencentes ao Supergrupo Uatumã foram caracterizadas na área pesquisada: Grupo Iriri e Suite Intrusiva Maloquinha.

GRUPO IRIRI

As rochas desse grupo ocupam a porção sul da área, em faixa com cerca de 4 km de largura, que extrapola para leste, oeste e sul os limites da área. Na faixa mencionada o relevo é ondulado.

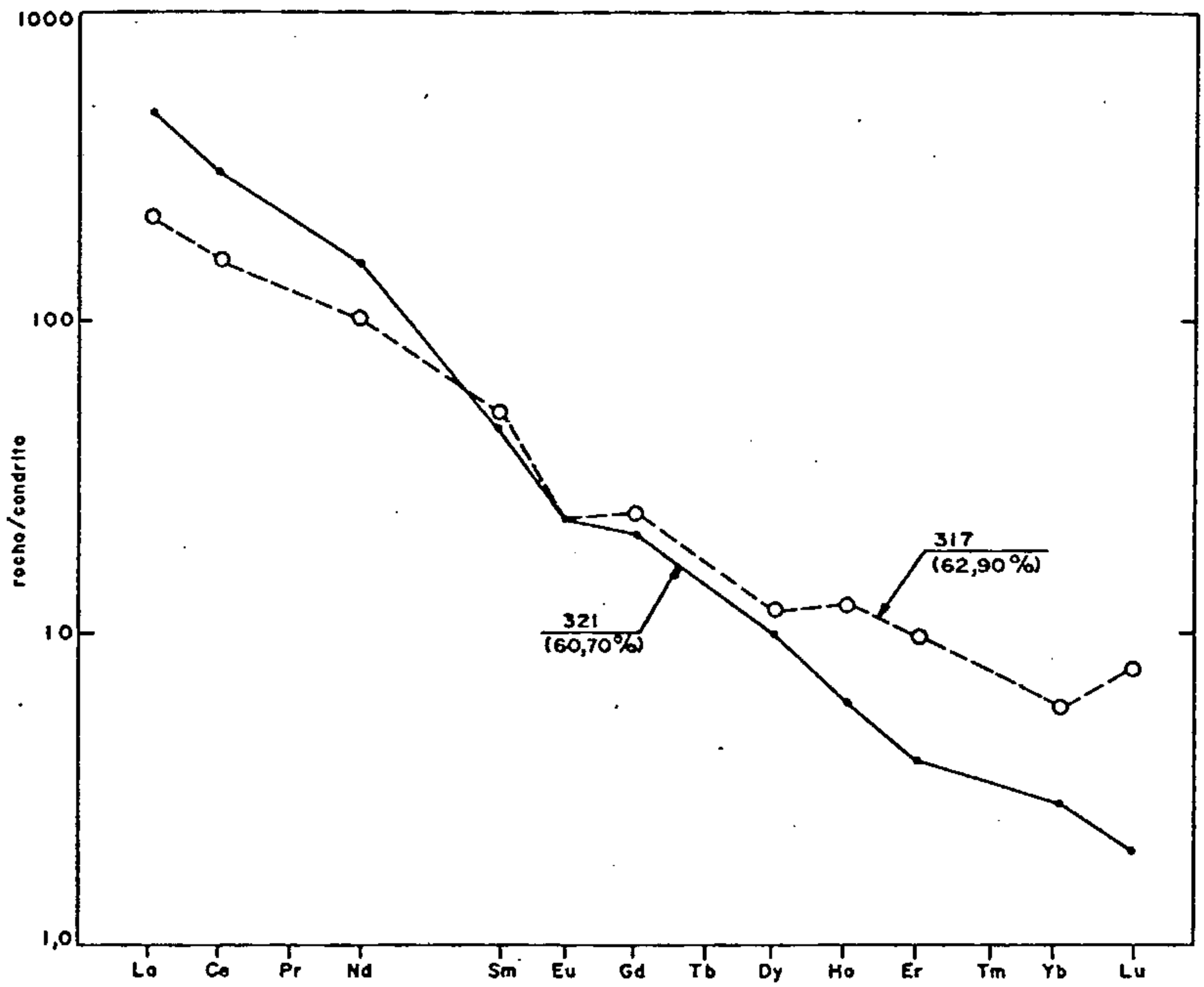


Fig. 4.2 - Espectros de ETR, normalizados para condritos, de rochas Cuiú-Cuiú.

As rochas Iriri recobrem discordantemente a sequência Cuiú-Cuiú e são recobertas discordantemente pelos sedimentos Gorotire. Atingem espessura estimada de 200 m e mergulham suavemente para o sul.

O grupo é constituído por vulcanitos de composição intermediária-ácida (andesito, dacito, riodacito e riolito). São maciças, isótropas, de coloração acinzentada.

Os termos ácidos têm granulometria afanítica e são cristalinas. Ocorrem tipos porfiríticos, onde os fenocristais corroídos são de quartzo, ortoclásio e plagioclásio. A matriz contém os mesmos minerais, além de biotita e clorita. O acessório observado é pirita.

Os termos intermediários são cristalinos, isótropos, afaníticos porfiríticos ou não. Os fenocristais são de plagioclásio. Agregados com quartzo-epidoto-carbonato parecem antigos cristais de feldspato alterados. Pirita é acessória.

SUITE INTRUSIVA MALOQUINHA

Um corpo granítico aparece na porção norte da área, em contato intrusivo com rochas Cuiú-Cuiú. A linha de contato segue a margem direita do Igarapé Santo Antônio e do Igarapé Limão, mantendo-se afastada desses cursos de água à distância próxima de 2 km. O corpo granítico ultrapassa os limites da área pesquisada. A linha de contato tem forma convexa (em relação ao sul) e é, em parte, falhada (ver Fig. 4.1)

O relevo sobre o granito é bem característico, ondulado, com cursos adaptados a arranjo dendrito-subretangular (no interior do corpo) e anelar (nos bordos). Os próprios cursos de Santo Antônio e Limão estão adaptados ao limite do corpo, confeccionando uma seção anelar.

Os afloramentos de rocha granítica são comuns, a meia encosta e nos fundos das grotas. Trata-se de material homófono, de coloração rosada a esbranquiçada, textura porfirítica ou não.

Além do corpo granítico principal, aparecem massas intrusivas menores

(bossas) de granito Maloquinha no seio dos granitóides Cuiú-Cuiú. Os limites dessas massas são difíceis de precisar, mas aparentemente não ultrapassam áreas com 0,5 km de diâmetro.

Nos furos de sonda rotativa a diamante, executados a cerca de 750 m NE do ponto de encontro dos igarapés Cabeça e Santo Antônio foram observadas massas de rocha básica no interior da rocha granítica. É possível que tais massas representem os diques finais da intrusão granítica principal, a julgar pelo quimismo das mesmas (ver adiante).

Um intenso e extenso processo de venulação por quartzo é observado em associação com o granito Maloquinha. O tema será tratado em outro local do relatório.

Selecionamos quatro espécimes de rocha granítica, que serão descritos a seguir:

1) Estação 315 clorita granito (Igarapé Curvo, 10.575 m N/3.850 mE).

Trata-se de rocha de granulação grossa, de aspecto plutônico, rica em feldspato e quartzo, com algum máfico verde. Os feldspatos variam de coloração (branca a avermelhada).

Ao microscópio obtem-se a seguinte moda estimada:

Quartzo ± 45%
Plagioclásio (saussuritizado) ± 25%
K-feldspato ± 21%
Clorita + titanita leucoxenizada + epidoto ± 7%
Opacos ± 2%
Titanita : traços
Fluorita : traços
Zircão : traços
Apatita : traços

A rocha é de textura hipidiomórfica granular, de granulometria predominantemente média a grossa, com cristais finos subordinados.

O quartzo é anédrico e subédrico, de contornos geralmente irregulares, quase sempre fraturado. Cristais finos são raros. Pode ainda ocorrer sob forma lamelar, no contato entre feldspatos.

O plagioclásio é tabular, subédrico a localmente euédrico e anédrico, mostrando muitos cristais de grã fina. Aparece pintalgado por sericita/moscovita e, subordinadamente, por clinozoizita granular muito fina a microcristalina e prismática fina. Alguns cristais exibem geminação Carslbad. Quando fino, pode ocorrer como inclusões em quartzo e K-feldspato. Finas palhetas de clorita desenvolvem-se ao longo da clivagem de alguns cristais. Localmente observam-se cristais com bordos límpidos, provavelmente mais sódicos.

O K-feldspato é pertítico (ortoclásio), em cristais subédricos a anédricos. Aparece fortemente manchado, pontilhado por opacos microcristalinos.

A clorita aparece em massas disformes ou em palhetas tabulares finas a médias, subédricas a anédricas, estas de contornos irregulares. Trata-se de clorita rica em ferro, de cor verde intenso. Suas palhetas acham-se pontilhadas por fina titanita leucoxenizada (ao longo das clivagens) e minúsculos opacos, exibindo, por vezes, oxidação. Alguns epidoto granular a subédrico fino do tipo pistacita, incolor a verde limão claro, mais desenvolvido que aquele associado a plagioclásio, ocorre por vezes nos bordos de clorita; parece tratar-se de reação desta com plagioclásio.

Opacos finos subédricos a anédricos formam geralmente inclusões na clorita ou se alojam em seus bordos. Podem ainda encontrar-se inclusos em feldspato. Trilhas de opacos oxidados preenchem fraturas que atravessam ou bordejam quartzo e feldspato.

Titanita subédrica a anédrica bem desenvolvida, apatita, zircão e fluorita roxa/rosada, em finos cristais, associam-se à clorita.

2) Estação 314, Leucogranito (Igarapé Curvo, 9.950 m N/2.750 m E).

Rocha de cor rosa/avermelhada, isotrópica, de granulação fina, exibindo essencialmente feldspato e quartzo.

Ao microscópio estima-se a seguinte moda:

K-feldspato ~ 44%
Quartzo ~ 29%
Plagioclásio (sericitizado/moscovitizado e raramente epidotizado) ~ 25%
Biotita (cloritizada, moscovitizada) + titanita leucoxenizada ~ 1%
Opacos : traços
Titanita leucoxenizada ~ 1%
Zircão : traços

Rocha de textura alotriomórfica granular fina a média, exibindo domínios de textura micrográfica.

Predomina o K-feldspato pertítico em cristais anedrais finos, mais raramente em cristais médios manchados com finíssimas impurezas. É do tipo ortoclásio, sendo que localmente parece desenvolver geminação típica de microclina.

O plagioclásio é também anedral, intensa a medianamente sericitizado/moscovitizado e mais raramente alterado a clinozoizita granular muito fina. Pode ainda aparecer tabular subedral. Cristais muito finos límpidos bordejam cristais mais desenvolvidos, parecendo tratar-se de albita de neoformação.

O quartzo é anedral (fino a médio) e, ainda, lamelar e intersticial, entre cristais de feldspatos. Ocorre ainda em intercrescimentos micrográficos com K-feldspato.

Restos de biotita cloritizada e, por vezes, moscovitizada formam palhetas irregulares repletas de inclusões de titanita granular muito fina, leucoxenizada. Cristais de titanita leucoxenizada e opacos finos ainda ocorrem distribuídos irregularmente. O zircão forma inclusões nas micas.

3) Estação 230, Granito porfiroclástico hidrotermalizado (Furo FS-03, 63,05-63,15 m, 9.800 mN/3.835 m E)

A rocha apresenta tonalidades variadas em amarelo, cor ferrugem e cinza, recortada por vênulas de quartzo branco. Os minerais da rocha apresentam formas arredondadas de grã fina a média, "cimentados" por uma matriz cinzenta de grã fina.

Ao microscópio estima-se:

Plagioclásio sericitizado : 80%
Microclina e ortoclásio : 15%
Clorita, opacos, apatita, titanita leucoxenizada e zircão : 5%
Matriz ~ 15%
Porfiroclastos ~ 75%
Vênulas de quartzo : 10%

A rocha apresenta uma textura porfiroclástica, com orientação que, embora evidente, acha-se modificada por uma vênula de quartzo. Predomina porfiroclastos de plagioclásio forte a totalmente sericitizados, e menos argilizados, de grã média (até 5 mm) a fina (os menores chegam a ~ 0,5 mm). Exibem formas tabulares e ainda xenoblásticos e ocelares/lenticulares. Estes porfiroclastos parecem fazer parte de uma rocha original ígnea plutônica, hoje fortemente enriquecida por quartzo secundário.

Cristais de microclina e ortoclásio têm formas hipidioblásticas, localmente recristalizados (poligonizados). O ortoclásio é fino e a microclina varia de fina a média (até 5 mm). Palhetas de clorita fina, localmente moscovitizada, com opacos, titanita leucoxenizada, apatita e zircão associados, ocorrem em superfícies de escorregamento entre os porfiroclastos e, devido à sua granulometria, podem ser considerados como parte da matriz.

A matriz é formada essencialmente de quartzo fino, xenoblástico a granoblástico e hipidioblástico (com formas localmente pseudo hexagonais imperfeitas), feldspatos recristalizados finos, alguma sericita, clorita, e quartzo microcristalino (produto de recristalização dinâmica).

Numa porção da sessão, a rocha acha-se atravessada por uma vênula preenchida por cristais de quartzo de fino a médio. Variam de bem formados a hipodioblásticos e granoblásticos. Numa parte desta vênula, uma faixa de matriz de quartzo microcristalino atravessa seus cristais. Este fato, aliado à extinção ondulante destes cristais, sugere que a deformação atingiu a fase de venulação quartzosa.

A porção da rocha, caracteristicamente porfiroclástica e já descrita, apresenta-se modificada do outro lado do contato com a vênula de quartzo.

Os aspectos como fraturamento e quebra de cristais são mais evidentes, e a rocha perde a foliação observada anteriormente.

Não é possível distinguir-se na rocha em questão, quais são os cristais de quartzo da rocha original e quais os cristais oriundos do processo de silicificação por venulação, que face à deformação, passaram a fazer parte da matriz da rocha. Por esta razão, a composição ácida original pode ser questionável sem outros dados geológicos.

4) Estação 305, Granófiro Porfirítico ou Microgranito micrográfico porfirítico (Cabeceiras do Igarapé Água Suja, 6.500 m N/100 m E).

Rocha de cor rosa avermelhada, mostrando matriz de material muito fino, porfirítica, com fenocristais de feldspato e quartzo.

Ao microscópio a rocha exibe textura porfirítica, com matriz micrográfica a fenocristais de K-feldspato, plagioclásio e quartzo. A matriz é de granulação fina, constituída essencialmente de intercrescimentos micrográficos-esferulíticos de K-feldspato e quartzo, muito turvos, devido à forte impregnação por minúsculas impuresas ferruginosas. São ainda presentes na matriz (em ordem decrescente):

i) Cristais euédricos e subeúédricos de plagioclásio, de fraca a fortemente sericitizados e localmente alterados e raro carbonato fino, disforme.

ii) Quartzo subédrico a anédrico, por vezes com sinais de corrosão.

iii) Massas cloríticas, localmente exibindo a presença de restos de biotita, misturadas a palhetas de moscovita. A essas massas cloríticas, associam-se opacos oxidados ou não, titanita leucoxenizada ou não, apatita e zircão.

iv) Opacos oxidados ou não, cristais euédricos de K-feldspato, massas sericíticas, aglomerados de titanita leucoxenizada e palhetas de moscovita.

Os fenocristais variam de tamanho desde finos (0,5 mm) até grossos (6,0 mm), constituindo 50-60% do total da rocha. (o principal tipo de fenocristal é de K-feldspato pertítico) São cristais subédricos a euédricos, extremamente turvos (impregnação de impurezas ferruginosas).

Quartzo e plagioclásio ocorrem em quantidades semelhantes. O quartzo aparece subédrico, euédrico e anédrico, com evidentes sinais de corrosão. O plagioclásio é subédrico a euédrico, fraca a fortemente sericitizado/moscovitizado.

Massas cloríticas e/ou sericíticas disformes e aglomerados de opacos com ou sem clorita são subordinados com fenocristais.

A composição química das rochas Maloquinha é surpreendentemente homogênea. com teor de SiO_2 maior que 73%; CaO e MgO são muito baixos e $K_2O > Na_2O$. Trata-se de rocha tipicamente paraluminosa. Os parâmetros químicos principais com base nos dados da Tabela 4.2 são:

	305	230	315	314	$\bar{x}$	Granito de Refusão
$Al_2O_3/Na_2O + K_2O + CaO$	1,36	1,52	1,22	1,67	1,44	> 1
Na_2O/K_2O	0,31	0,53	0,58	0,49	0,48	0,4-1,27
$K_2O + Na_2O/Al_2O_3$	0,81	0,63	0,75	0,59	0,69	~ 0,8
K/K + Na	0,78	0,68	0,90	0,69	0,76	~ 0,5
$Fe^{3+}/Fe^{3+} + Fe^{2+}$	0,70	0,31	0,12	0,41	0,38	~ 0,3
Rb/Sr	7,43	1,44	1,68	17,50	7,01	5,77
K/Rb	249	88	150	101	147	—
F/Cl	2,44	12,71	3,75	1,02	4,98	36,7

Na última coluna da Tabela 4.2 são apresentados os valores médios (e desvios padrão) para os granitos Maloquinha. Os elementos traço (incluindo elementos de terras raras) têm abundância compatível com a da crosta continental. Mencione-se que os conteúdos de Cr, Ni e Sr, dentre outros, são baixos.

A composição química das rochas Maloquinha é semelhante à dos granitos de transformação com refusão crustal, anorogênicos, formados a partir da intrusão de magma derivado da refusão da crosta continental e que compõem corpos plutônicos (Grossi Sad & Dutra, 1987). Essas rochas não têm vulcanismo comagmático associado. No quadro anterior os parâmetros químicos principais do granito Maloquinha e do Granito de Refusão Crustal são comparados:

Tabela 4.2 - Composição química de granitos da Suite Intrusiva Maloquinha (% em peso para óxidos, ppm para outros elementos)

	305	230	315	314	$\bar{x}$ (s)
SiO_2	73,10	73,90	74,40	77,10	74,62 (1,73)
TiO_2	0,22	0,34	0,23	0,16	0,24 (0,07)
Al_2O_3	12,50	11,90	12,20	12,90	12,37 (0,43)
Fe_2O_3	1,80	0,90	0,23	0,46	0,85 (0,69)
FeO	0,73	1,80	1,50	0,58	1,15 (0,59)
MnO	0,01	0,03	0,03	0,01	0,02 (0,01)
MgO	0,13	1,10	0,43	0,07	0,43 (0,47)
CaO	<0,05	0,33	0,82	0,13	0,33 (0,34)
Na_2O	2,40	2,60	3,40	2,50	2,72 (0,46)
K_2O	7,80	4,90	,580	5,10	5,90 (1,32)
P_2O_5	<0,05	0,17	0,05	<0,05	0,08 (0,06)
CO_2	0,34	0,10	0,34	0,34	0,28 (0,12)
H_2O^+	0,95	1,63	0,51	0,51	0,90 (0,53)
TOTAL	100,08	99,70	99,94	99,91	
Ba	448	1.560	627	895	882,5 (487)
Rb	260	230	320	420	307,5 (84)
Sr	35	160	190	24	102 (85)
Zr	290	118	192	64	166 (98)
Nb	<20	20	27	36	- -
Y	47	22	40	14	31 (15)
Ni	8	41	16	16	29 (14)
Cr	14	19	6	6	11 (6)
Ta	<15	<15	<15	<15	<15 -
Th	<15	<15	<15	<15	<15 -
U	<15	<15	<15	<15	<15 -
Cl	82	90	160	98	102,5 (40)
F	200	890	600	<100	447,5 (366)
S	160	1.300	190	140	447,5 (369)
CU	11	18	6	12	12 (5)
Pb	10	<5	8	11	8,5 (2,6)
Zn	37	31	18	10	24 (12)
Mo	<5	<5	<5	<5	<5 -
Ag	<2	<2	<2	<2	<2 -
Au	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05 -
La	48,08	14,17	42,19	22,75	130,00 -
Ce	74,17	25,41	69,20	46,23	53,76 -
Nd	56,82	17,80	27,07	8,15	27,46 -
Sm	9,00	3,48	3,70	1,02	27,92 -
Eu	1,05	0,64	0,62	0,14	0,61 -
Gd	6,46	3,38	3,80	1,03	16,49 -
Dy	4,75	2,68	4,31	1,18	3,23 -
Ho	0,82	0,66	0,86	0,24	0,64 -
Er	2,43	2,03	2,61	1,15	2,05 -
Yb	3,29	2,44	4,34	2,33	3,10 -
Lu	0,44	0,35	0,64	0,39	17,72 -

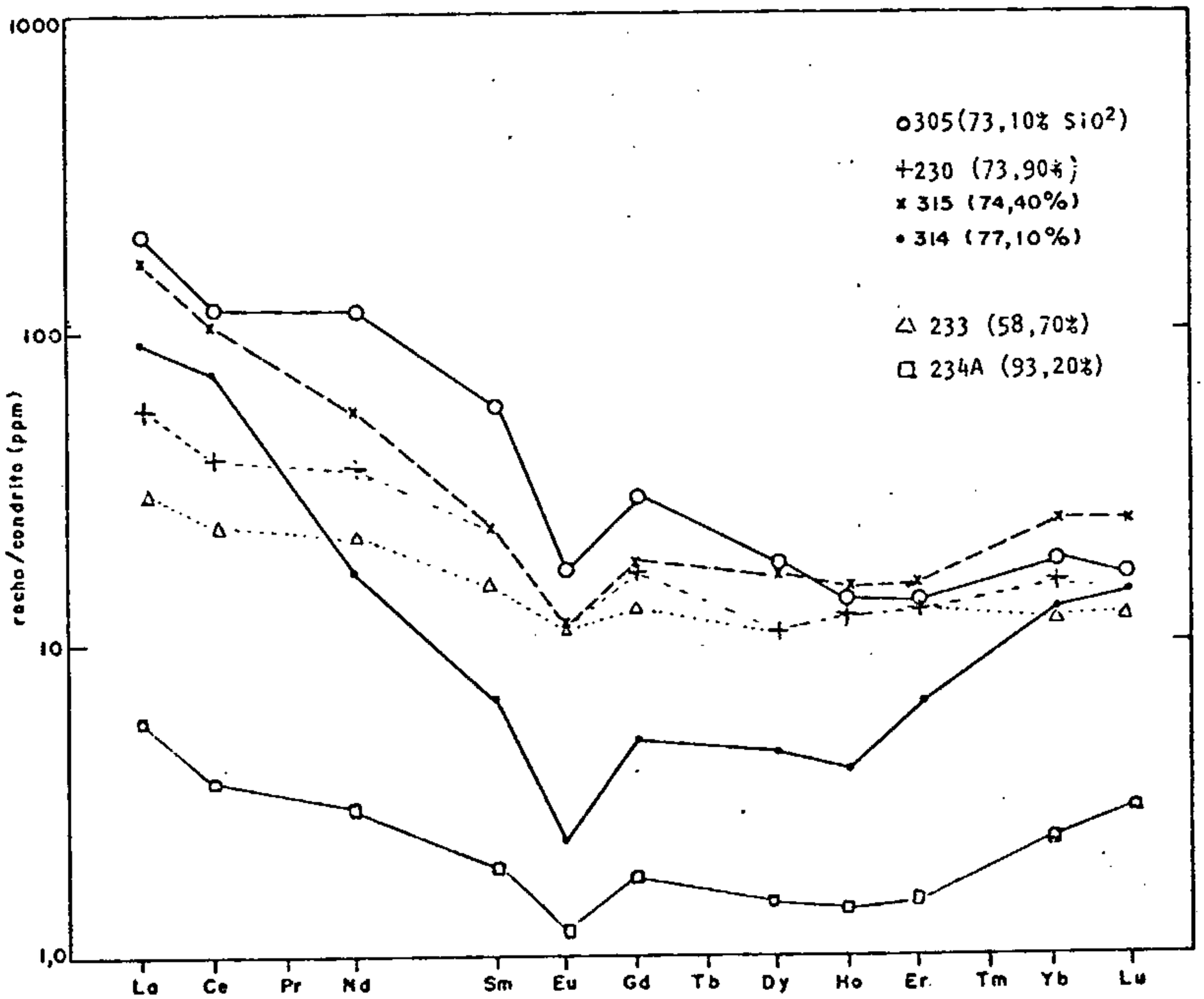


Fig. 4.3 - Espectros de ETR, normalizados para condritos, de granitos Maloquinha, de rocha basáltica alterada inclusa em granito (233) e de metassomatito (234A).

Em relação às rochas máficas presentes como diques no granito Maloquinha foram selecionadas para estudo duas amostras do Furo FS-03 (233, profundidade 66,65-66,75 m; 234, profundidade 66,75-67,00 m), já mencionado anteriormente. O dique tem extensão de 1,5 m e parece ter mergulho muito fraco, e a rocha tem granulação fina, cor verde escuro, e é recortada por massas irregulares de quartzo leitoso a cinza, pintalgadas por sulfeto.

A descrição dessas amostras vem dada a seguir.

a) Amostra 233

Rocha de cor verde médio, máfica, apresentando granulometria fina, recortada por vênulas de quartzo de orientação caótica.

Ao microscópio estima-se que é constituída pela seguinte moda:

Restos de feldspato forte a completamente pesudomorfoseado por sericita Clorita	75-80%
Opacos leucoxenizados ou não Titanita	± 7%
Quartzo em vênulas	± 15-20%

A rocha apresenta uma textura herdada do tipo subofítica, onde massas sericíticas de hábito acicular-prismático (até ~ 0,5 mm) englobam parcialmente aglomerados cloríticos de cor verde clara.

Essas agulhas de sericita sugerem o perfeito pseudomorfismo de antigos cristais de feldspato (provavelmente plagioclásio). As massas cloríticas associam-se cristais disformes e alongados de opacos leucoxenizados ou não, titanita granular, comumente leucoxenizada, e sericita.

Vale ressaltar que no meio das agulhas de sericita, são geralmente observados "pedaços" (restos) disformes de cristais de feldspato ainda não totalmente alterados. Estes apresentam-se muito turvos, pontilhados por opacos a fina poeira ferruginosa.

Essa rocha acha-se intensamente venulada, com vênulas que a cortam em várias direções. Estas acham-se preenchidas por cristais de quartzo variando de ~ 0,04 a 1,4 mm (predomínio na fração fina intermediária de ~ 0,2-0,4 mm), exibindo estrutura em pente. São cristais principalmente alongados, com hábito idiomórfico quase perfeito (bipiramidal) geralmente orientados, mais ou menos perpendicular à direção da vênula (lembrando um aspecto drúsico). O quartzo ainda ocorre disforme e tendendo a granoblástico. São vênulas de espessura variada (~ 0,1 a 1 mm), que ao penetrarem a rocha, carregaram munto, cristais desta última. No contato entre cristais mais desenvolvidos observa-se, por vezes, recristalização, dando lugar à formação de quartzo microcristalino, tendendo à poligonização.

Pela granulometria e característica textural, esta rocha parece-se com diabásio (?) hidrotermalmente alterado, com venulações (introdução) de quartzo que foram provavelmente sincrônicas com a alteração da rocha.

b) Amostra 234

Rocha de cor verde médio, máfica, semelhante à 233. Apresenta granulação fina, sendo recortada por finas vênulas quartzosas em várias direções.

Ao microscópio, estima-se a seguinte moda:

Feldspato forte a completamente pesudomorfoseado por sericita Clorita	55-60%
Opacos leucoxenizados ou não	± 5%
Titanita	± 3%
Quartzo em vênulas e aglomerados	± 30-35%

Na presente amostra, além das vênulas de quartzo, este mineral aparece em aglomerados disformes misturados/incorporados à rocha. É mais nítida, na granulometria mais fina, a recristalização do quartzo, formando porções granoblásticas politonizadas. Opacos bem formados (desde ~ 0,04 mm até 0,7 mm) associam-se às partes quartzosas. Além disso, o quartzo é mais abundante. Vale ainda ressaltar, que o aspecto drúsico, embora menos evidente, é também observado, com a presença de muitos cristais praticamente idiomórficos.

Cristais mais desenvolvidos podem aparecer muito deformados, com nucleação de subgrão.

Trata-se de meta-máfica alterada hidrotermalmente.

A composição química das duas amostras acima descritas vem reproduzida na Tabela 4.3. A intensa alteração (silicificação) a que se submeteram as rochas sob exame fica patente a partir das análises químicas. No caso específico dos ETR, nota-se uma tendência geral para uma manutenção, que fica demonstrada quando se comparam esses elementos nas amostras 230 (de granito) e 233 (de diabásio), conforme Figura 4.3. A curva de normalização para condritos nessas amostras é estritamente semelhante, comprovando que processos de introdução de sílica não modificam o conteúdo geral dos ETR; na realidade, o sistema só se modifica quando ocorre introdução generalizada de sílica, diminuindo fortemente o volume original de plagioclásio no material. Mesmo nesse caso o padrão geral da curva de normalização persiste (ver curva da amostra 234A na Fig. 4.3).

Uma amostra de rocha quartzosa tomada do furo FS-03 (amostra 234A, profundidade 67,00-67,10 m) foi examinada ao microscópio e analisada quimicamente (Tabela 4.4). Trata-se de massa quartzosa substituindo rocha básica. O material tem cor branca leitosa, com puntuações de tonalidade verde clara, composta essencialmente de quartzo, exibindo certa orientação. Compões-se de:

Quartzo ± 90%

Clorita
Sericita
Restos de feldspato sericitizado } ± 10%

Titanita leucoxenizada : traços

Opacos : traços

Carbonato : traços

Esta amostra parece representar um caso de silicificação muito avançada preservado na 233 e, em menor escala, na 234, tendo adquirido uma foliação bastante evidente, além do fato de que o quartzo passa a fazer parte da mineralogia essencial da rocha.

Tabela 4.3 - Composição química de amostras de rocha básica alterada hidrotermalmente (% em peso para óxidos, ppm para elementros traço)

	233	234
SiO_2	58,70	75,40
TiO_2	2,00	1,10
Al_2O_3	13,10	7,50
Fe_2O_3	2,80	7,40
FeO	8,90	
MnO	0,13	0,05
MgO	5,00	1,80
CaO	0,54	0,29
Na_2O	1,10	0,43
K_2O	2,70	1,40
P_2O_5	0,30	0,13
CO_2	0,25	na
H_2O^+	4,14	na
TOTAL	99,66	95,50
Ba	330	na
Rb	180	na
Sr	18	na
Zr	144	82
Nb	<20	<20
Y	24	16
Ni	112	69
Cr	60	32
Ta	<15	na
Th	<15	na
U	<15	na
Cl	<20	na
F	1.500	na
S	1.300	na
Cu	12	390
Pb	134	466
Zn	126	72
Mo	14	80
Ag	2	2
Au	<0,05	<0,05
La	7,88	na
Ce	16,57	na
Nd	10,56	na
Sm	2,26	na
Eu	0,61	na
Gd	2,58	na
Dy	2,50	na
Ho	0,66	na
Er	1,90	na
Yb	1,98	na
Lu	0,29	na

Todo o Fe calculado como Fe O

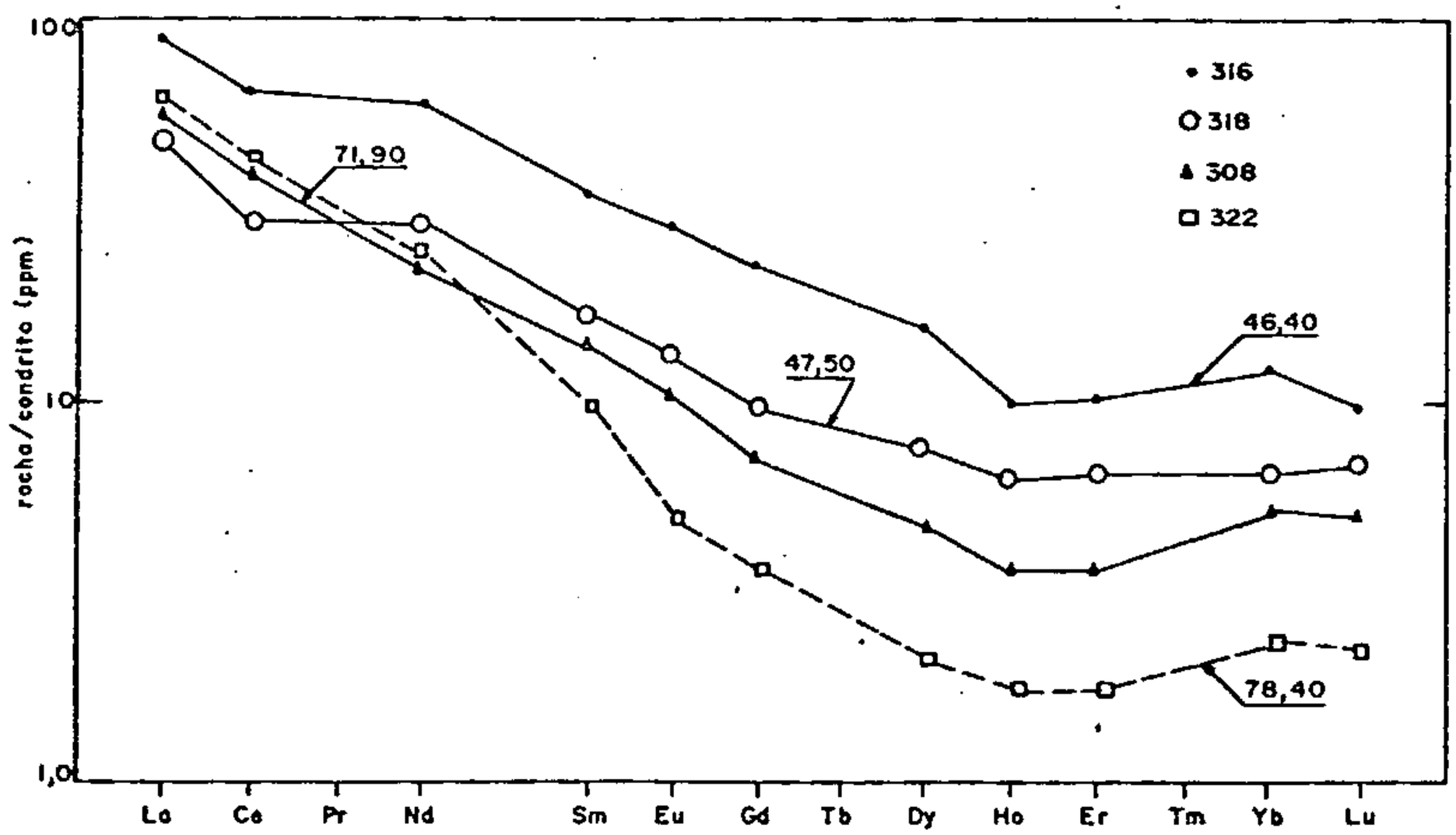


Fig. 4.4 - Espectros de ETR, mormalizados para condritos, de rochas básicas (316 e 318), de um granito post tectônico (308), e de um hidrotermalito a quartzo-moscovita (322).

Tabela 4.4 - Composição química de rocha quartzosa (% em peso para óxidos ppm para elementos traço), Estação 234A.

SiO_2	93,20
TiO_2	0,17
Al_2O_3	2,40
Fe_2O_3	0,10
FeO	0,88
MnO	0,02
MgO	1,30
CaO	0,16
Na_2O	0,03
K_2O	0,52
P_2O_5	<0,05
CO_2	0,45
H_2O^+	0,88
TOTAL	100,11
Ba	83
Rb	44
Sr	23
Zr	28
Nb	<20
Y	<10
Ni	42
Cr	22
Ta	<15
Th	36
U	<15
Cl	<20
F	366
S	740
Cu	75
Pb	154
Zn	21
Mo	39
Ag	2
Au	<0,05
Lu	1.270
Ce	2.120
Nd	1.260
Sm	0,280
Eu	0,065
Gd	0,350
Dy	0,350
Ho	0,075
Er	0,230
Yb	0,370
Lu	0,073

Trata-se basicamente de uma rocha inequigranular, apresentando uma "matriz" granoblástica microcristalina a fina, composta de quartzo misturado heterogeneamente à sericita, opacos, titanita leucoxenizada, clorita e restos disformes de feldspato sericitizado. A relação de material "matriz" versus cristais de quartzo mais desenvolvidos é de ~ 70 x 30%.

Vênulas de quartzo, mais ou menos subparalelas cortam o material mais fino. Nestas, o quartzo varia desde ~ 0,04 a 1,8 mm (predominando por volta de 0,2-0,5 mm), em cristais xenoblásticos em geral fortemente deformados. Também ocorre quartzo hipidioblástico alongado e granoblástico. Os mais desenvolvidos exibem formação de subgrão, extinção ondulante muito forte e cominuição dinâmica, via recristalização; essa recristalização produz finas porções ou faixas microcristalinas, poligonizadas, ao longo de bordos e fraturas intracristalinas. O quartzo ainda ocorre em aglomerados de cristais ou mesmo em faixas ou porções alongadas e disformes, muito irregulares e interrompidas, com as mesmas características já mencionadas. Corrosão de bordos de cristais pela matriz, em consequência da deformação, é comumente observada.

Vale ressaltar ainda, que muitos cristais de quartzo apresentam-se fraturados e quebrados, muito deformados com alguns poucos de formas subangulares. Entretanto, apesar destas características, ainda observam-se, principalmente nas vênulas, cristais quase que perfeitamente idiomórficos.

Carbonato microcristalino aparece localmente pontilhando cristais de quartzo.

Conforme descrito, as amostras 233 e 234, parecem ter sido, originalmente, uma rocha máfica, tipo diabásio (textura e granulometria coerentes). A amostra 234A embora ainda apresente clorita, já se encontra tão enriquecida em quartzo, e recristalizada, que já não é possível observar-se características texturais preservadas.

A venulação de quartzo, nessas amostras, parece ter sido comtemporânea à deformação dúctil/rúptil, já que apresenta efeitos de fraturamento acompanhados de recristalização e até mesmo imposição de foliação milonítica (AMT 230 e 234A). A presença de cristais de quartzo, com bordas fibrosas sugere um processo de venulação fibrosa antitaxial/sintectônica (Ransay e Huber, 1983). Esses mesmos autores sugerem um processo de fraturamento periódico, atravessando as encaixantes, e com preenchimento destas fraturas

segundo o mecanismo de **crack and seal**. Neste mecanismo, o preenchimento de veios se dá pelo desenvolvimento de fraturas sucessivas, seguido por sucessivos períodos de cimentação.

Entretanto, a presença marcante de cristais bem formados (idio a hipidiomórficos) e o aspecto drúsico de muitos veios sugerem que o processo de venulação continua após a fase deformacional mais intensa.

Trata-se, assim, de uma alteração hidrotermal por fluidos ricos em SiO_2, a temperaturas características de condições estáveis para sericita, durante um período de deformação dúctil/rúptil, com continuidade no estágio mais tardio a posterior ao processo deformacional. Pelas características descritas no parágrafo anterior, conclui-se tratar-se de fluidos hidrotermais de origem ígnea.

Seções polidas foram realizadas nos espécimes 230, 233, 234 e 234A, objetivando identificar os sulfetos presentes. Apenas pirita foi encontrada na amostra 230. A amostra 233 contém pirita e galena rara, enquanto 234 contém pirita e rara calcopirita alterada para bornita e galena. A amostra 234A contém pirita e rara galena.

4.4) METABASITOS-GRANITOS SEM DESIGNAÇÃO FORMAL

No mapa geológico da Figura 4.1 foram discriminados metabasitos presentes no Igarapé Santo Antônio, onde os igarapés Curvo e Cabeça lançam águas no mesmo. Em outros locais da área foram identificadas massas graníticas alteradas em maior ou menor escala. Sob um ponto de vista petrográfico e químico, essas rochas *não* pertencem à Suite Metamórfica Cuiú-Cuiú nem à Suite Intrusiva Maloquinha, conforme se demonstrará a seguir. Os materiais alterados ligados a tais rochas são constituídos essencialmente por quartzo e moscovita esverdeada, além de sulfeto e ouro. Oito locais da área contêm anomalias auríferas primárias detectadas através de amostragem geoquímica e serão tratadas em outro local do relatório.

Foram selecionadas para descrição e análise quatro amostras da sequência sem designação formal, que petrográfica e quimicamente se assemelham a rochas do tipo Pórfiro.

a) Estação 316, Gabro hidrotermalizado (encontro dos Igarapés Santo Antônio e Curvo, 9.200 m N/2.175 m E).

Rocha de cor verde escuro, granulação fina a média, maciça, rica em máficos e feldspato. Ao microscópio, verifica-se se tratar de uma rocha bastante alterada, mas que a nível da textura geral, ainda pode-se identificar seu caráter subofítico herdado, e granulação predominantemente média a fina. Ripas de antigos cristais de plagioclásio, hoje fortemente saussuritizados, e subordinadamente alterados a carbonato, envolvem cristais de piroxênio (augita?). Observa-se um fraturamento bem intenso, com desenvolvimento de algum epidoto e carbonato.

Massas cloríticas de cor verde claro, misturadas a pistacita granular fina, carbonato disformes, opacos e titanita leucoxenizada se concentram entre plagioclásio e piroxênio. Actinolita-tremolita fibrosa pode ocorrer associada à essas massas, ou ainda em porções individualizadas. Este anfibólio também pode mostrar associação com opacos, epidoto, carbonato e titanita leucoxenizada. É importante ressaltar que o anfibólio observado pode variar de cor num mesmo cristal, mostrando tons desde levemente castanho, passando a verde claro e quase incolor (nítida variação composicional), sugerindo desequilíbrio químico da alteração.

Apesar da intensa alteração, ainda é possível observar-se que o plagioclásio é subédrico a euédrico, exibindo partes pouco alteradas.

O piroxênio ocorre em cristais anédricos a subédricos, desenvolvendo aspecto muito disforme devido ao seu intercrescimento com plagioclásio, que invade seus bordos, caracterizando um aparente retalhamento destes. Altera-se parcialmente para anfibólio, clorita e algum epidoto nos bordos.

Os opacos constituem cerca de 5% do total. São cristais finos a médios, fraturados, disformes, retalhados por alteração a material leucoxenizado, e invadidos por plagioclásio.

Raros cristais anedrais finos de quartzo foram observados.

As percentagens dos minerais não foram determinadas. O piroxênio, entretanto, parece ocorrer em cerca de 40% do total.

As características texturais e mineralógicas sugerem que esta rocha tenha sido originalmente um *gabro*, hoje intensamente hidrotermalizado.

b) Estação 318, Gabro hidrotermalizado (7.560 m N/2.850 m E).

Rocha afanítica de cor verde escuro, rica em minerais máficos, exibindo uma porção da amostra de grã fina a média, onde predominam feldspato, quartzo e mineral (is) máfico (os).

Ao microscópio tem-se rocha de granulação muito fina (~0,5 mm), composta de aproximadamente 70-80% de hornblenda, em finos prismas, caracterizando uma textura tipo ofítica relicta.

Hornblenda de cor marrom, localmente com tons esverdeados, aparece em prismas que englobam restos de raro plagioclásio, atualmente constituindo massas sericíticas com algum epidoto. Todo esse material é pintalgado por titanita leucoxenizada muito fina, minúsculos opacos e finas porções ricas em clorita incolor a verde muito claro, intercrescida com os outros constituintes.

Observam-se ainda porções da rocha livres de hornblenda, ricas em clorita, algum plagioclásio sericitizado, opacos e, nestas, o anfibólio observado é de composição actinolítica-tremolítica. Essas porções são totalmente disformes, variando de tamanho desde 0,2 a cerca de 3,5 mm. Vale ressaltar que, os prismas de hornblenda que avançam para o interior destas porções, tendem a exibir descoloração em suas extremidades, assumindo tons esverdeados, birrefringência mais alta, sugerindo uma mudança composicional para actinolita-tremolita.

Poucos cristais de quartzo disformes (no máximo 3-5%) aparecem em granulometria desde ~ 0,1 até no máximo 2,5 mm, por vezes em aglomerados. Cristais mais desenvolvidos sugerem aspecto de corrosão em seus bordos.

A granulometria e o aspecto textural desta rocha sugerem uma rocha básica, originalmente, hoje completamente transformada em termos mineralógicos. As porções descritas, que acabam por conferir um aspecto textural tipo porfirítico, podem de fato representar antigos fenocristais de mineral (is) máfico (s), atualmente transformados.

As características texturais e mineralógicas sugerem que esta rocha tenha sido originalmente um *gabro*, hoje intensamente hidrotermalizado.

b) Estação 318, Gabro hidrotermalizado (7.560 m N/2.850 m E).

Rocha afanítica de cor verde escuro, rica em minerais máficos, exibindo uma porção da amostra de grã fina a média, onde predominam feldspato, quartzo e mineral (is) máfico (os).

Ao microscópio tem-se rocha de granulação muito fina (~0,5 mm), composta de aproximadamente 70-80% de hornblenda, em finos prismas, caracterizando uma textura tipo ofítica relicta.

Hornblenda de cor marrom, localmente com tons esverdeados, aparece em prismas que englobam restos de raro plagioclásio, atualmente constituindo massas sericíticas com algum epidoto. Todo esse material é pintalgado por titanita leucoxenizada muito fina, minúsculos opacos e finas porções ricas em clorita incolor a verde muito claro, intercrescida com os outros constituintes.

Observam-se ainda porções da rocha livres de hornblenda, ricas em clorita, algum plagioclásio sericitizado, opacos e, nestas, o anfibólio observado é de composição actinolítica-tremolítica. Essas porções são totalmente disformes, variando de tamanho desde 0,2 a cerca de 3,5 mm. Vale ressaltar que, os prismas de hornblenda que avançam para o interior destas porções, tendem a exibir descoloração em suas extremidades, assumindo tons esverdeados, birrefringência mais alta, sugerindo uma mudança composicional para actinolita-tremolita.

Poucos cristais de quartzo disformes (no máximo 3-5%) aparecem em granulometria desde ~ 0,1 até no máximo 2,5 mm, por vezes em aglomerados. Cristais mais desenvolvidos sugerem aspecto de corrosão em seus bordos.

A granulometria e o aspecto textural desta rocha sugerem uma rocha básica, originalmente, hoje completamente transformada em termos mineralógicos. As porções descritas, que acabam por conferir um aspecto textural tipo porfirítico, podem de fato representar antigos fenocristais de mineral (is) máfico (s), atualmente transformados.

c) Estação 308, Granito cloritizado (cabeceiras do Córrego Francisquinho, 7.400 m N/100 m E).

Rocha de tonalidade amarelo rosada e branca, granulação fina a média, isotrópica, rica em feldspato e quartzo, com pontos mais escuros de máfico fino.

Ao microscópio obtem-se a seguinte moda:

Plagioclásio (sericitizado e menos epidotizado) : 49%

Microclina ± 25%

Quartzo ± 25%

Clorita + titanita leucoxenizada +
opacos + moscovita + epidoto 10%

Moscovita : 1%

Zircão : traços

Allanita : traços

Opacos oxidados ou não : traços

Rocha de textura alotriomórfica granular fina a média, predominando a granulometria média.

O plagioclásio é anedral a subedral fino, mais raramente médio. Acha-se fortemente sericitizado/moscovitizado e, raramente, alterado para epidoto. Bordos límpidos, provavelmente albitizados são observados comumente, em especial quando plagioclásio acha-se em contato com microclina.

Microclina pertítica é anedral a subedral fina a média, fracamente manchada de impurezas.

O quartzo é anedral fino a médio, nos interstícios dos feldspatos, exibindo finas fraturas preenchidas por material de oxidação.

A clorita forma palhetas disformes e irregulares finas, de cor verde intenso, intimamente associadas ou intercrescidas com moscovita, igualmente

irregular. Ao longo de suas clivagens e bordos, encontra-se bastante pontilhada por titanita leucoxenizada, opacos oxidados ou não e epidoto granular, todos muito finos. Cristaïs de epidoto subedral, mais desenvolvidos, do tipo pistacita, ainda são observados nos bordos de clorita, e intercrescidos com estas, parecendo ser resultado de sua reação com plagioclásio. Palhetas isoladas de moscovita são localmente observadas.

Finos bastões de zircão formam inclusões em clorita e feldspatos. Allanita e opacos se distribuem irregularmente.

d) Estação 322, Hidrotermalito a quartzo-moscovita (cabeceira do Igarapé Arara, 5.500 m N/100 m E).

Rocha quartzosa, de grã fina a grossa, exibindo orientação mal definida. Os cristais de quartzo acham-se envoltos ou em contato com porções micáceas, verde claro. É rica em sulfetos.

Ao microscópio estima-se:

Quartzo ± 50%

Moscovita ± 48%

Opacos ± 2%

Titanita leucoxenizada : traços

Zircão : raro

A rocha é composta de cristais finos a grossos de quartzo, arranjados segundo uma orientação mal definida, com distribuição de porções micáceas de forma irregular. Na parte central da secção, observa-se uma vênula de quartzo, disposta paralelamente à orientação principal.

O quartzo varia de disforme médio a grosso; por vezes arredondado ou alongado a subédrico e lamelar. Cristais mais finos são euédricos, observando-se alguns em cortes paralelos e perpendiculares a sessão bipiramidal. Os mais desenvolvidos podem localmente exibir alguma deformação, indicada por extinção ondulante muito forte e, mais raramente, lamelas de deformação; seus bordos podem ocorrer levemente denteados com alguma recristalização. Raramente observa-se quartzo em intercrescimento gráfico com moscovita.

A moscovita ocorre em agregados de cristais fibrorradiados à finos, e subordinadamente, tabulares finos a médios. Esses agregados aparecem geralmente contornando o quartzo ou no interior deste. As porções micáceas são pontilhadas por finos opacos, alguns mostrando forte oxidação, e por alguma titanita leucoxenizada fina.

Opacos subédricos se distribuem irregularmente. Raros cristais de zircão fino aparecem inclusos em quartzo.

A composição química das amostras descritas vem apresentada na Tabela 4.5. O material basáltico da amostra 318 é um típico basalto toleiítico, comparado às séries basálticas de Kuno. A amostra 316 é extraordinariamente semelhante a basalto espilitizado, com $Fe_2O_3 < FeO$, $CaO > MgO$ e elevado conteúdo em Na_2O (3,70%).

O granito representado pela amostra 308 exibe as seguintes relações químicas: $Al_2O_3/Na_2O + K_2O + CaO = 1,55$; $Na_2O/K_2O = 0,52$; $K_2O + Na_2O/Al_2O_3 = 0,61$; $K/K + Na = 0,68$; $Fe^{3+}/Fe^{3+} + Fe^{2+} = 0,24$; $Rb/Sr = 0,59$; $K/Rb = 249$.

Os elementos de terras raras das amostras em epígrafe são sumarizadas a seguir:

	316	318	308	322
Σ ETRP	111,17	53,58	57,40	60,05
ETRL	98,54	46,82	52,89	57,91
ETRP	13,23	6,76	4,51	2,14
ETRL/ETRP	7,45	6,92	11,73	27,06
La/Lu_N	8,63	6,55	11,36	26,60
Eu/Eu^*	1,03	1,00	0,98	0,74

Os ETR não deixam qualquer dúvida quanto à consaguineidade do conjunto de amostras. Na figura 4.4 tem-se as curvas normalizadas para as mesmas. As curvas mostram declive relativamente fortem sem anomalia para Eu. Os ETRL têm forte fracionamento (por exemplo, para a amostra 308 tem-se $La/Sm_N = 4,27$ e $Gd/Lu_N = 1,43$) em relação aos ETRP, mostrando claramente o enriquecimento dos elementos pesados em relação aos leves. O conteúdo global de ETR é moderado.

Tabela 4.5 - Composição química das rochas da associação tipo pórfiro
% em peso para óxidos, ppm para outros elementos

	316	318	308	322
SiO_2	46,40	47,50	71,90	78,40
TiO_2	2,20	1,10	0,17	0,13
Al_2O_3	16,30	12,10	14,20	12,50
Fe_2O_3	3,70	4,20	0,38	0,93
FeO	0,90	7,30	1,10	0,87
MnO	0,21	0,16	0,01	<0,01
MgO	5,10	12,90	0,50	0,57
CaO	7,30	8,10	0,46	<0,05
Na_2O	3,70	1,40	3,00	0,07
K_2O	1,30	0,89	5,70	4,60
P_2O_5	0,33	0,13	0,07	<0,05
CO_2	0,81	0,52	0,34	0,34
H_2O^+	2,51	3,34	2,05	0,97
TOTAL	99,76	99,64	99,88	99,49
Ba	448	269	1.702	358
Rb	58	34	190	240
Sr	480	170	320	10
Zr	260	138	68	76
Nb	<20	32	25	<20
Y	66	46	12	12
Ni	142	473	16	16
Cr	95	1.231	205	6
Ta	<15	<15	<15	<15
Th	<15	<15	<15	<15
U	<15	<15	<15	<15
Cl	120	110	130	<20
F	400	600	<100	800
S	1.200	190	260	190
Cu	55	30	53	656
Pb	12	18	54	95
Zn	63	40	44	22
Mo	<5	<5	<5	<5
Ag	<2	<2	<2	8
Au	<0,05	<0,05	<0,05	11,65 *
La	20,78	11,36	14,23	14,610
Ce	41,76	18,40	25,36	26,900
Nd	28,88	13,68	10,60	11,610
Sm	5,40	2,60	2,10	1,500
Eu	1,72	0,78	0,60	0,290
Gd	4,60	2,03	1,50	0,760
Dy	4,04	1,04	1,20	0,530
Ho	0,56	0,37	0,21	0,100
Er	1,70	1,10	0,60	0,290
Yb	2,08	1,14	0,87	0,400
Lu	0,25	0,18	0,13	0,057

Os conteúdos de CO_2, Cl e S do conjunto de amostras, são elevados e muito característicos.

De grande relevância é a comparação entre a composição do granito 308 e o produto de alteração 322. Assim, a relação $Fe_2O_3/Fe_2O_3 + FeO$ é 0,25 e 0,51, respectivamente. A introdução de SiO_2 no esquema é óbvia, do mesmo modo que ocorre enriquecimento em cobre e ouro.

O material mineralizado pode ser atribuído à zona de alteração hidrotermal fílica. O primeiro estágio de alteração conduz à destruição da paragênese primária do granito e sua substituição por quartzo e sericita-moscovita verde pálida. Durante esse estágio desenvolve-se extensa mineralização de baixo teor, ligada à pirita disseminada e alguma calcopirita. Essa zona é representada por massas de estruturas bandeadas, de fraco mergulho, indicando posicionamento no topo do complexo intrusivo. Processos erosivos não permitem a observação de outras auréolas de alteração.

O exame de distribuição de ETR nas amostras 308 e 322 mostra a resposta dos mesmos em relação ao processo de alteração. Ocorre acentuada exaustão de La até Lu (ver Fig.4.4). Isso indica que a moscovita fixou preferencialmente os elementos de terras raras leves. Ocorre acentuada eliminação dos ETR durante a alteração.

4.5) GRUPO GOROTIRE

Apenas uma pequena porção no limite sul da área pesquisada é recoberta por rochas atribuíveis ao Grupo Gorotire; constituem parte integrante de um serrote que se desenvolve segundo rumo EW, com elevação máxima próxima de 300 m (ver Fig. 4.1). O contanto com os vulcanitos Iriri não se acha exposto.

Trata-se de argilitos vermelhos, laminados, intensamente fraturados, contendo intercalações centimétricas de microconglomerados silicificados.

4.6) COBERTURA LATERÍTICA

O fenômeno de laterização teve um papel importante durante o Terciário Amazônico. Extensos platôs, sustentados por crostas lateríticas, são atribuíveis a tal evento.

Na área pesquisada foram identificadas diversas ocorrências de crostas lateríticas. A mais significativa aparece no interflúvio dos igarapés Papagaio, Maloca e Água Suja, formando um estreito e alongado platô. Cabe ressaltar a inexistência de um condicionamento litológico, isto é, houve formação de coberturas lateríticas sobre todas as unidades geológicas.

Quando em superfície, ocorrem sustentando encostas com vales ravinados, na forma de grandes blocos avermelhados e amarelo escuro. No geral são lateritas nodulares e de natureza concrecionar (pisólitos) com baixa contribuição brechóide. Os núdulos são cimentados frequentemente por uma massa ferruginosa e até argilosa. Laterita silicificada e/ou silexitos completam o conjunto, ocorrendo próximo ao contato granito Maloquinha-Cuiú-Cuiú e rochas recobrindo essas últimas. Tanto os núdulos/pisólitos como a matriz incluem no seu interior fragmentos de rocha (porções micáceas) e grãos de quartzo angulosos dispersos.

São comuns camadas lateríticas (em subsuperfície) formando uma *Linha de Pedra*. Estas camadas se distribuem lateralmente de forma homogênea, constituídas desde oólitos/pisólitos até blocos compactos, envolvidos por uma massa argilosa/ferruginosa friável. A relação concreção/massa argilosa decresce da base para o topo da camada, chegando a zero na parte superior onde se encontra apenas solo.

O posicionamento das camadas lateríticas reflete e molda o paleorelevo em que estavam inseridas. As superfícies topográficas atual e da fase de geração das lateritas, se superpõem e se cortam, sem contudo manterem uma relação direta.

4.7) ALUVIÕES

Ocorrem invariavelmente ao longo de toda a área de pesquisa, isto é, onde existam drenagens que são ou foram ativas.

Os igarapés Santo Antônio e Papagaio são os mais expressivos da área, com relação a valores de largura de **flat**, respectivamente 325 m e 142 m, e profundidade média em torno de 2,0-3,0 m. Dois outros igarapés também expressivos são o Maloca e Abelha.

A coluna e evolução estratigráfica se mantém ao longo destes depósitos

A coluna e evolução estratigráfica se mantém ao longo destes depósitos, com variações apenas locais. Em geral o pacote aluvionar pode ser assim definido, da base para o topo:

a) Cascalho Grosseiro — Apresenta-se como camada descontínua, por vezes lenticular, com predomínio de seixos de quartzo leitoso e rochas diversas (Cuiú-Cuiú) e matriz arenosa, espessura média 0,25-0,30 m. O contato inferior é irregular, com formação de *panelas* de cascalho dentro do **bedrock**. Este nível de cascalho é o mais rico em ouro.

b) Cascalho Médio a Fino — Nos **flats** mais largos são camadas contínuas e, quando não ultrapassam 100 m de largura se restringem aos pontos de atuação no leito (paleoleito). Seus contatos em geral são gradacionais, exceto o superior, que pode ter uma passagem abrupta para o nível arenoso. A matriz varia de arenosa a localmente areno-argilosa, e os seixos são predominantemente de quartzo, milimétricos. Espessura em torno de 0,30 m.

c) Areia — O nível arenoso ocorre invariavelmente ao longo de todos os perfis. Varia desde areia fina a areia grossa com contribuição inconstante de material fino (argila/silte). Constituída basicamente por quartzo e espessura média de 1,0 m. Os níveis arenosos são contemplados com a presença de matéria orgânica (restos de galhos, raízes, etc.), associada ao seus estratos.

d) Argila — É o componente característico das aluviões da área em pesquisa. Recobre toda a sequência deposicional, exceto nas bordas do **flat** e leitos/meandros abandonados. Constitui mais de 1,0 m de espessura média, de argila plástica, compacta, coloração cinza a cinza-amarelada, com associação de matéria orgânica no topo (raízes, galhos, folhas, etc.) e no contato argila/areia. No geral, a transição basal se dá de forma abrupta. No âmbito das argilas, são comuns *manchas* avermelhadas de hidróxido de ferro, proveniente de deposição dos mesmos ao longo de pequenos drenos na massa argilosa.

A maioria dos igarapés são relevantes para apesquisa aurífera. Estudos em concentrados aluvionares apresentam o ouro como elemento principal. Associados a este, ocorrem alguma cassiterita, rutilo e ilmenita.

A esfericidade e arredondamento dos seixos são baixos a medianos, caracterizando um transporte a curta distância. O padrão começa a ser modificado na faixa do baixo igarapé Santo Antônio e na foz do mesmo, onde a influência da sedimentação no Tapajós é marcante, onde os seixos são caracterizados por esfericidade boa e alto arredondamento.

4.8) GEOLOGIA ESTRUTURAL E MINERALIZAÇÃO AURÍFERA PRIMÁRIA

A má qualidade das exposições rochosas, sua descontinuidade e a sua pequena quantidade impedem uma avaliação criteriosa da geologia estrutural da área, no tocante a elementos planares e lineares penetrativos.

O exame das seções delgadas demonstra a existência de uma fase rúptil/dúctil afetando as rochas Cuiú-Cuiú, Maloquinha e aquelas sem designação formal, com geração de material protomilonitizado.

O aspecto mais interessante da estrutura da área diz respeito ao fraturamento. Um cuidadoso traçado de lineamentos nas aerofotos permitiu discriminar conjuntos de fraturas, parcialmente representadas no mapa da Figura 4.1. Um total de 96 lineamentos foi compilado na Figura 4.5 e através dela observa-se:

a) O conjunto mais saliente é um par de fraturas de tensão arranjado segundo as direções N60-70E e N20-30W. Detaca-se que a primeira direção é a mais bem desenvolvida, existindo registro muito discreto para a segunda. Um conjunto de fraturas de cisalhamento associa-se com o primeiro conjunto e é bem desenvolvido; organiza-se segundo N20-30E e N60-70W. Os dois conjuntos, de tensão e cisalhamento são melhor observados sobre a Suite Metamórfica Cuiú-Cuiú, embora aparecem também sobre o granito Maloquinha.

b) Um outro conjunto de fraturas de tensão parece mais bem representado sobre o granito Maloquinha e orienta-se segundo N40-50E e N40-50W. A ele se liga um conjunto de cisalhamento N10-20W e N70-80W.

As fraturas mencionadas controlam os cursos de água da área.

Apenas uma falha comprovada foi verificada na área e tem rumo

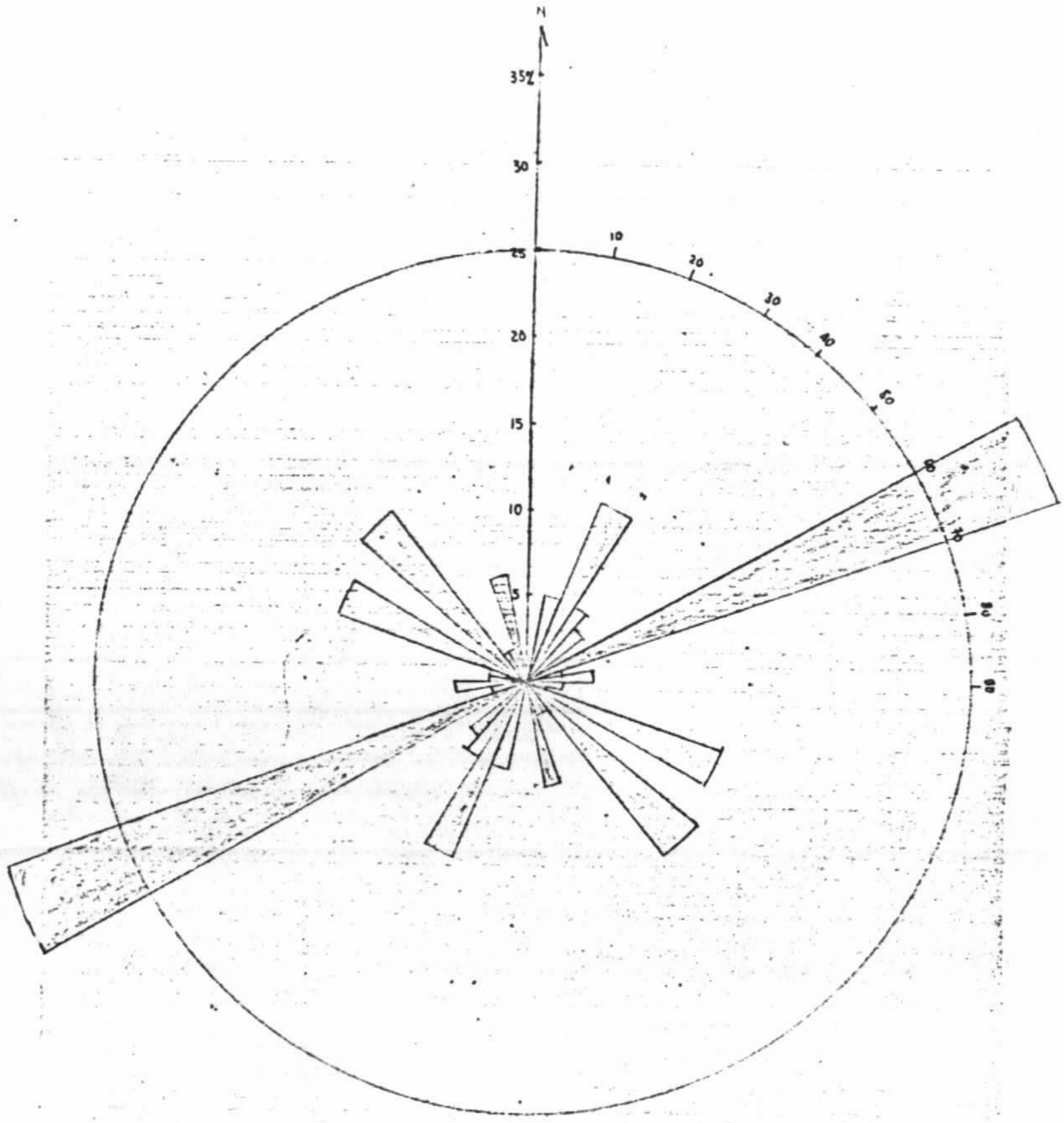


Fig. 4.5 - Diagrama de frequência de fraturas.

praticamente leste-oeste. É possível que o fraturamento de caráter cisalhante N70-80W relacione-se com tal falha, que desloca claramente a linha de contato do granito Maloquinha.

As direções de fraturamento que foram mencionadas parecem condicionar, em seus cruzamentos, o posicionamento de todas as anomalias auríferas de caráter primário presentes na área. Contudo é preciso no presente contexto não confundir desenvolvimento de massas quartzosas ligadas ao granito Maloquinha com os hidrotermalitos ligados à sequência rochosa sem nome, do tipo pórfiro. No primeiro caso trata-se de processo de greisenificação *isento* de ouro, enquanto no segundo caso ocorre alteração fílica, *com* ouro e sulfetos.

No quadro abaixo são listadas anomalias auríferas associadas a hidrotermalização denunciada por intensa venulação quartzosa, com ou sem sericitização-moscovitização visível superficialmente, e esquema de fraturamento associado:

Anomalia	Localização	Fraturas
A1	4.175 m N/ 500 m E	N25E ∧ N60W
A2	4.675 m N/1.250 m E	N10W ∧ N80W ∧ N60E
A3	6.975 m N/2.000 m E	N55W ∧ N60E
A4	4.350 m N/1.950 m E	N60E ∧ N30W
A5	4.700 m N/1.950 m E	N10W ∧ N70W
A6	5.250 m N/3.800 m E	N30W ∧ N60E
A7	9.025 m N/4.450 m E	N30W ∧ N20E
A8	9.500 m N/3.550 m E	N30W ∧ N50E

Nos locais anômalos, denunciados por brusco aumento do número de pintas de ouro no solo residual, em contraste com sua ausência no entorno, observa-se quantidade inusitada de blocos quartzosos, pintalgados ou não por sericita-moscovita esverdeada e manchas oxidadas.

As zonas anômalas têm diâmetros variáveis, desde uma até cinco dezenas de metros e têm tendência à forma circular-ovalada.

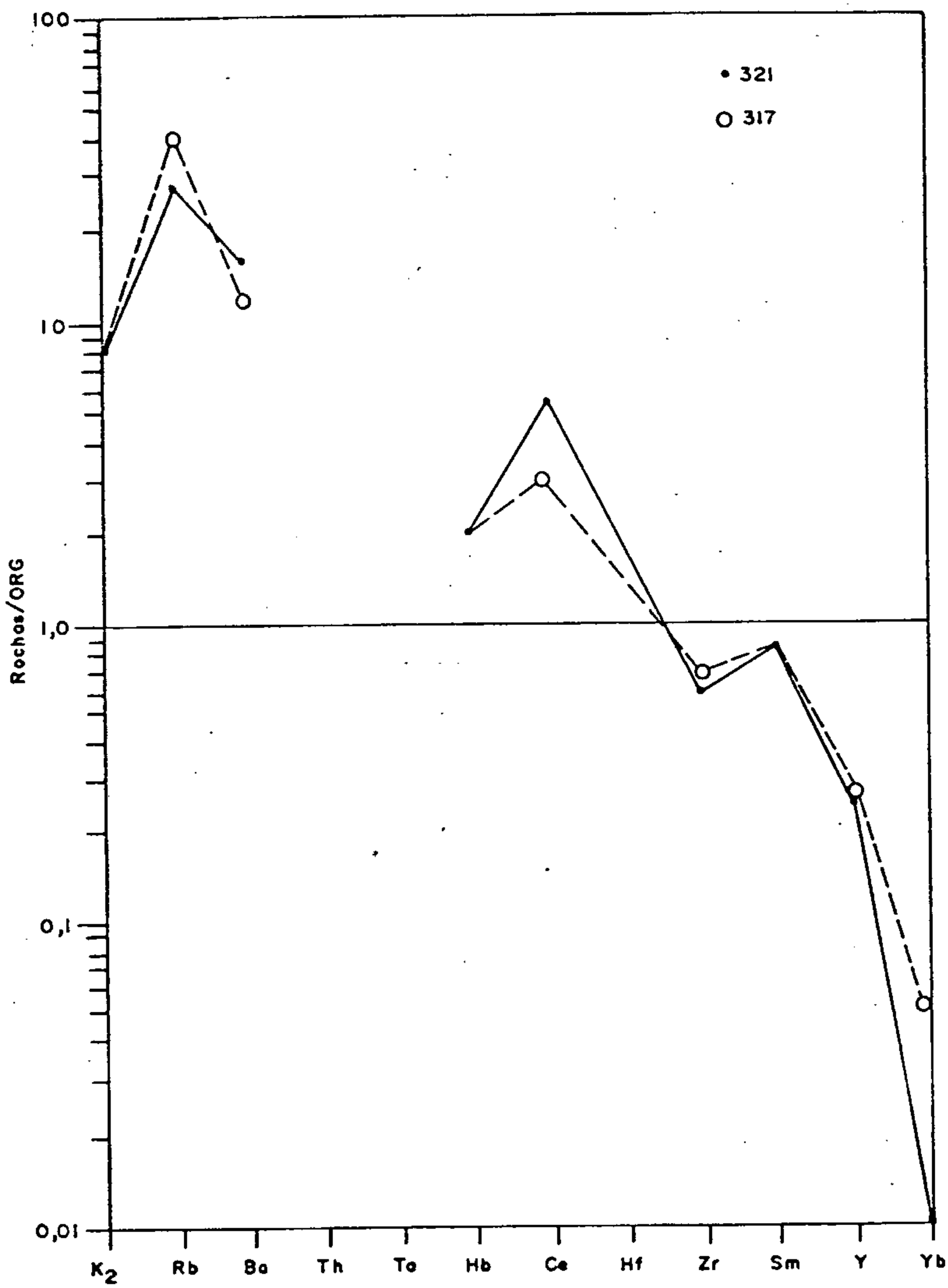
Em princípio acreditamos que tais anomalias correspondam a pequenas intrusões granitóides, alteradas hidrotermalmente. Tais intrusões conteriam materiais como aqueles descritos na seção dedicada às rochas tipo pórfiro. Estariam estrictamente controladas por fraturamento de foco profundo, que permitiu a ascenção de magma granítico carregado de fluidos hidrotermais mineralizantes.

4.9) AMBIÊNCIA GEOTECTÔNICA E METALOGÊNESE

Sob um ponto de vista geotectônico, as amostras 321 e 317, da Suite Cuiú-Cuiú, representam típicos produtos magmáticos de colisão e exibem aspectos petroquímicos que permitem classificá-los como granitóides do tipo S. Os elementos característicos foram normalizados segundo a modelagem indicada por Pearce e colaboradores (1984). Vêm mostrados graficamente na Figura 4.6 onde se destaca o notável conteúdo de Rb. Nos diagramas de variação de SiO em função de U, Yb, Rb e Nb (Fig. 4.7) e nos diagramas discriminantes Nb-Y e (Nb + Y) - Rb (Fig. 4.8) parece clara, também, a colocação dessas rochas como colisionais; contudo, em geral, semelham-se também a granitos de arco vulcânico. O regime tectônico é tipicamente compressional (Fig. 4.9). O registro gráfico no diagrama discriminante R1 = 4Si - 11 (Na + K) - 2 (Fe + Ti) R2=(6Ca + 2Mg + 2Mg + Al) de La Roche (Fig. 4.10) coloca nossas rochas como granitóides postcolisionais.

O esquema normalizado para o ORG dos granitos Maloquinha (Fig. 4.11) indica enriquecimento de Rb em relação a Nb, além de Ce e Sm enriquecidos em relação aos elementos restantes (registrados na parte direita do gráfico), o que sugere envolvimento crustal na geração desses granitos. Por outro lado há grande anomalia negativa para o Ba e não se considerando o Ba, existe um aumento progressivo da abundância normalizada desde Yb até Rb.

As amostras Maloquinha são granitos **stricto sensu** e enquadram-se na definição dos granitos tipo A. Trata-se de rochas classificáveis como granitos intraplaca (Fig. 4.10), classificação claramente confirmada pelo registro nos diagramas das figuras 4.7 e 4.8.



Fitura 4.6 - Esquema de normalização, em relação a granito de dorsal oceânica (ORG), das rochas Cuiú-Cuiú.

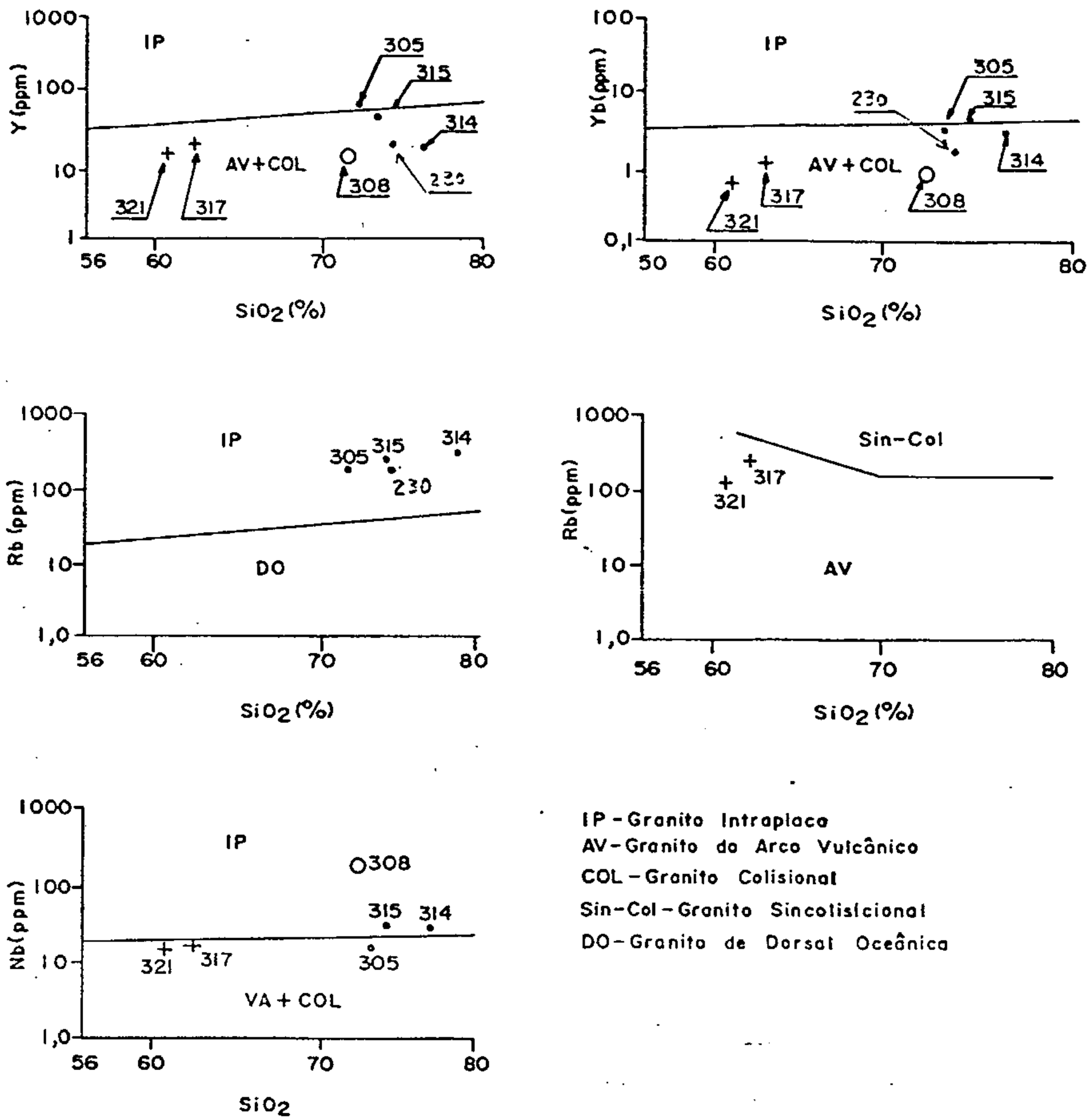


Fig. 4.7 - Diagramas de variação SiO_2 em relação a Rb, Yb, Y e Nb (Segundo Pearce et al, 1984). Registro das rochas do Igarapé Santo Antônio.

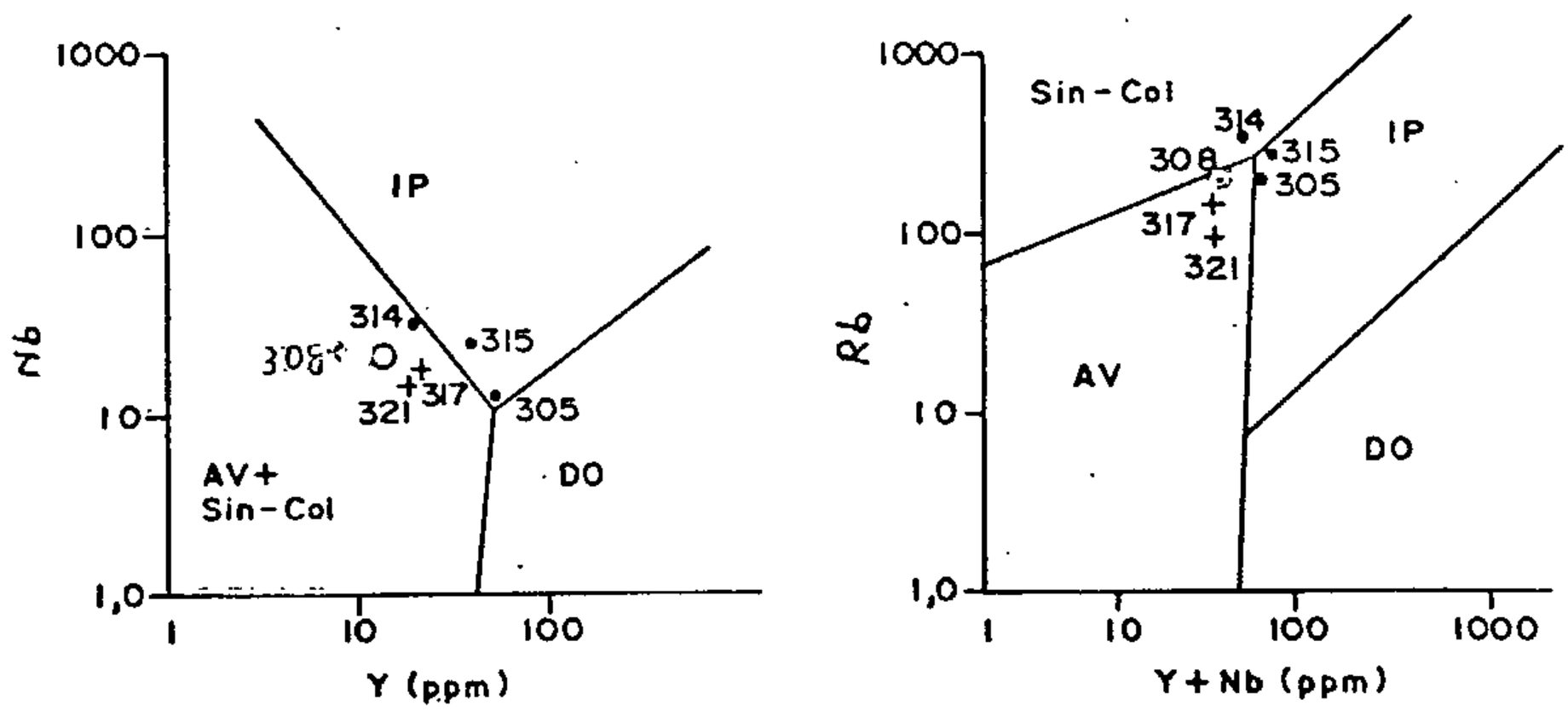


Fig. 4.8 - Diagramas discriminantes Nb-Y e Rb-(Y + Nb)

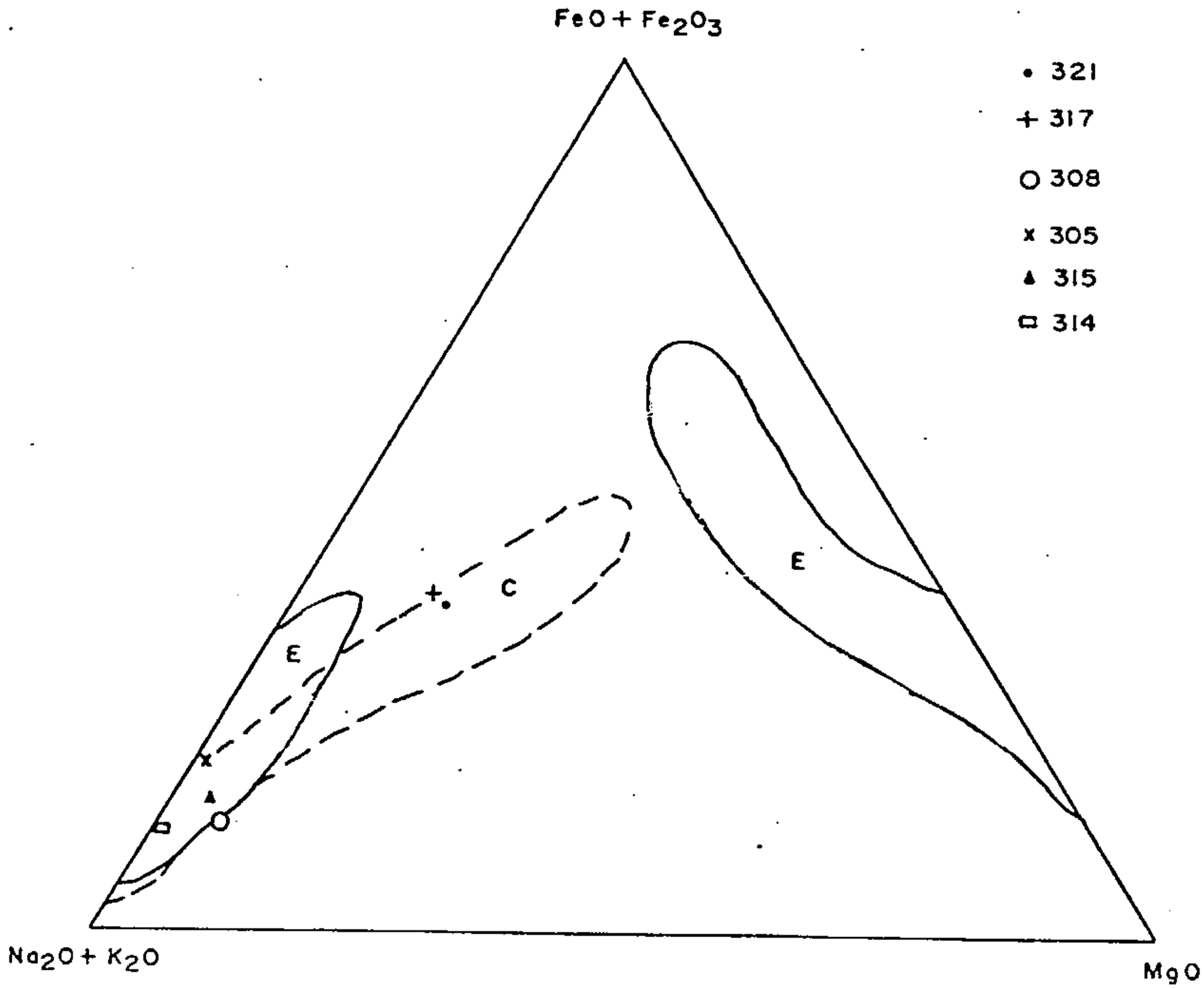


Fig. 4.9 - Diagrama AFM indicando a distribuição das séries graníticas compressionais (C) e extencionais (E).

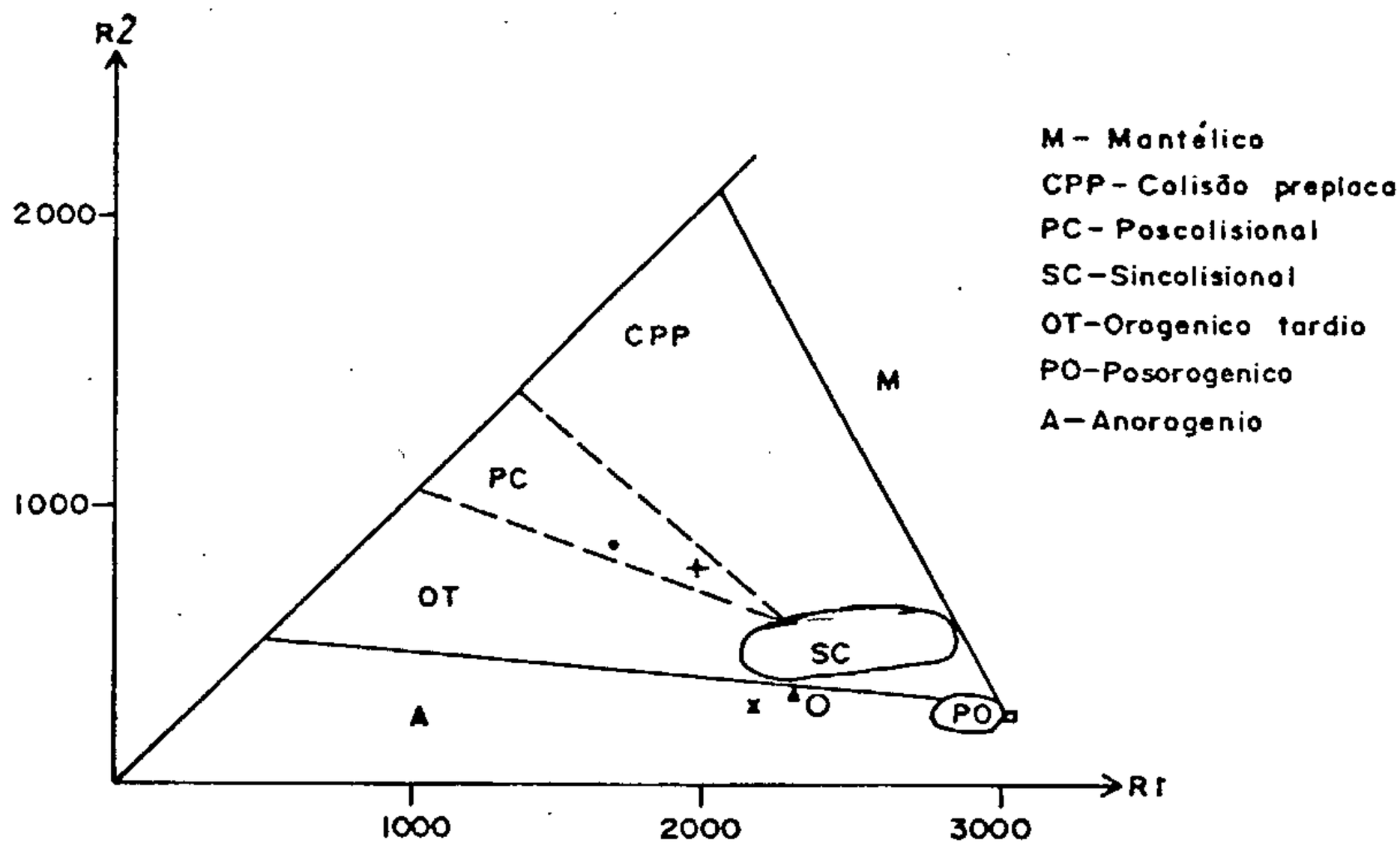


Fig. 4.10 - Diagrama discriminante de La Roche. Os campos de regime tectônico segundo Pitcher e Harris (1984) mesmos símbolos da Figura 4.9.

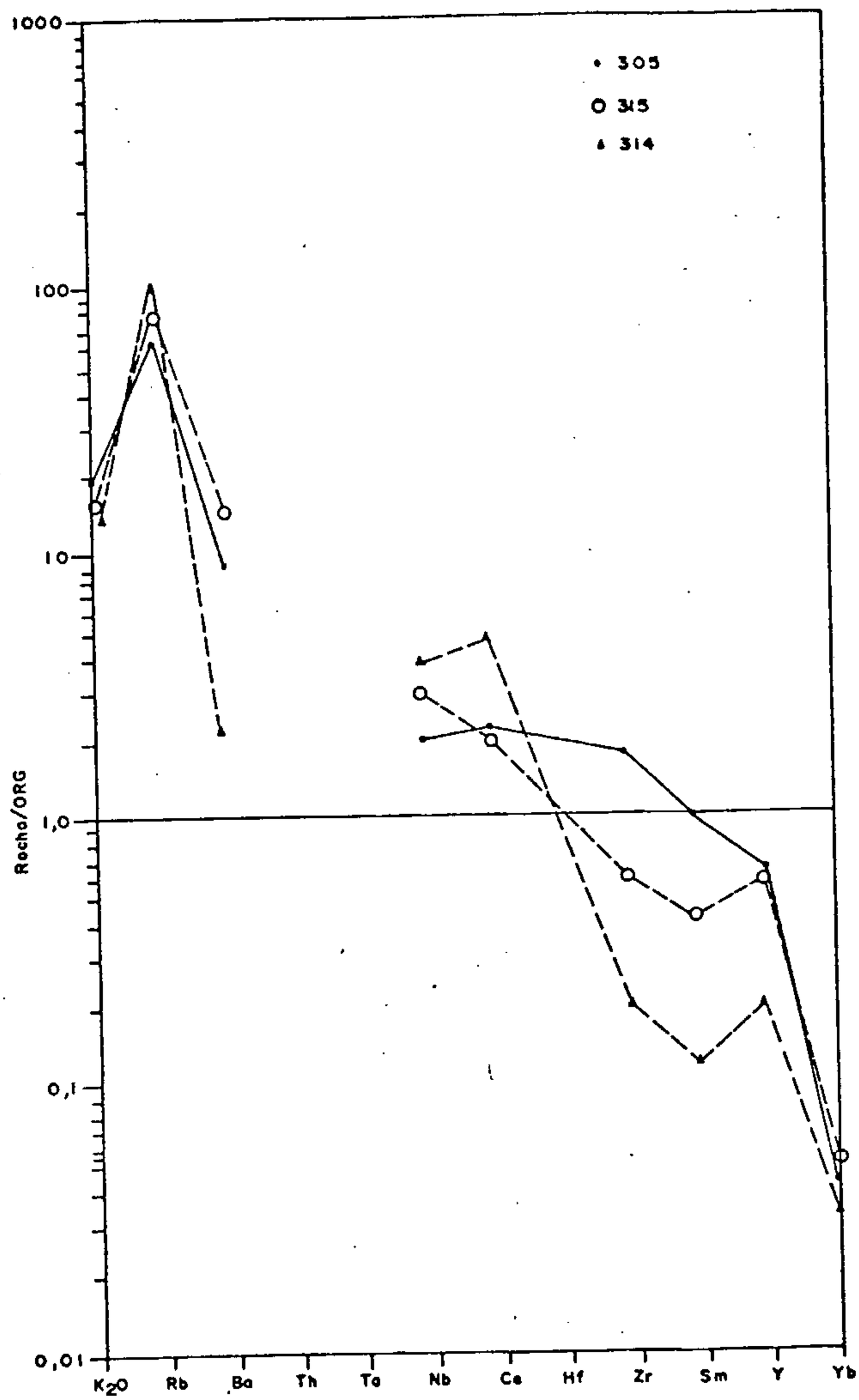


Fig. 4.11 - Esquema de normalização, em relação ao ORG das rochas Maloquinha.

Em termos as funções discriminantes de La Roche (Fig. 4.10) são rochas anorogênicas. O granito representado pela amostra 308 que classificamos como um granito tipo pórfiro semelha-se a granito de arco vulcânico na classificação de Pearce et al (1984), figuras 4.8 e 4.12. Trata-se de material enriquecido em K, Rb, Ba e pobre em Y e Yb. Adicionalmente, registra-se como rocha formada em regime extensional (Fig. 4.9) anorogênico-orogênico tardio (Fig. 4.10).

No momento, nosso interesse deve ser focalizado sobre os possíveis controles de mineralização aurífera primária da área pesquisada. Não se dispõe de dados publicados sobre mineralização aurífera no Vale do Rio Tapajós, associada a granito tipo pórfiro. A literatura especializada menciona mineralização filoneana, sem atribuí-la a um sistema granítico específico. Os resultados obtidos na presente pesquisa indicam claramente a associação da mineralização aurífera com granito tipo pórfiro, comprovando claramente a gênese das ocorrências diretas "filoneanas", atribuíveis a um processo plutônico-subvulcânico associado com um magmatismo de arco de ilha precambriano, desenvolvido sob condições continentais. Mencione-se que existem referências muito vagas a mineralização aurífera associada a gresenificação.

Seria de grande interesse investigar as rochas vulcânicas presentes na área, visando determinar com qual sequência granítica se ligam. Se amarradas realmente ao sistema pórfiro, completar-se-ia o quadro petrogenético. A mineralização aurífera liga-se à massas rochosas das constituídas por granito alterado e, possivelmente, encaixante alterada. A mineralização é endogênica em relação ao desenvolvimento do magmatismo. Esse processo de mineralização se dá nas porções capeantes das intrusões graníticas, durante estágio de atividades ligada a soluções hidrotermais ascendentes.

A formação dos corpos de minério relaciona-se o material fortemente sericitizado-moscovitizado (alteração fílica). O material alterado mostra estruturas de brechamento com preenchimento por massas de quartzo crescidas a partir das paredes.

A questão importante a discutir diz respeito ao método de detectar as possíveis massas mineralizadas. Em princípio, o exame dos resultados químicos sugere que os materiais mineralizados têm alto conteúdo de Cu (a amostra 308 tem 656 ppm de Cu) e baixos conteúdos de ETRL (na mesma amostra indicada tem-se 15 ppm La). Se se optar por prospecção geoquímica, para as mineralizações

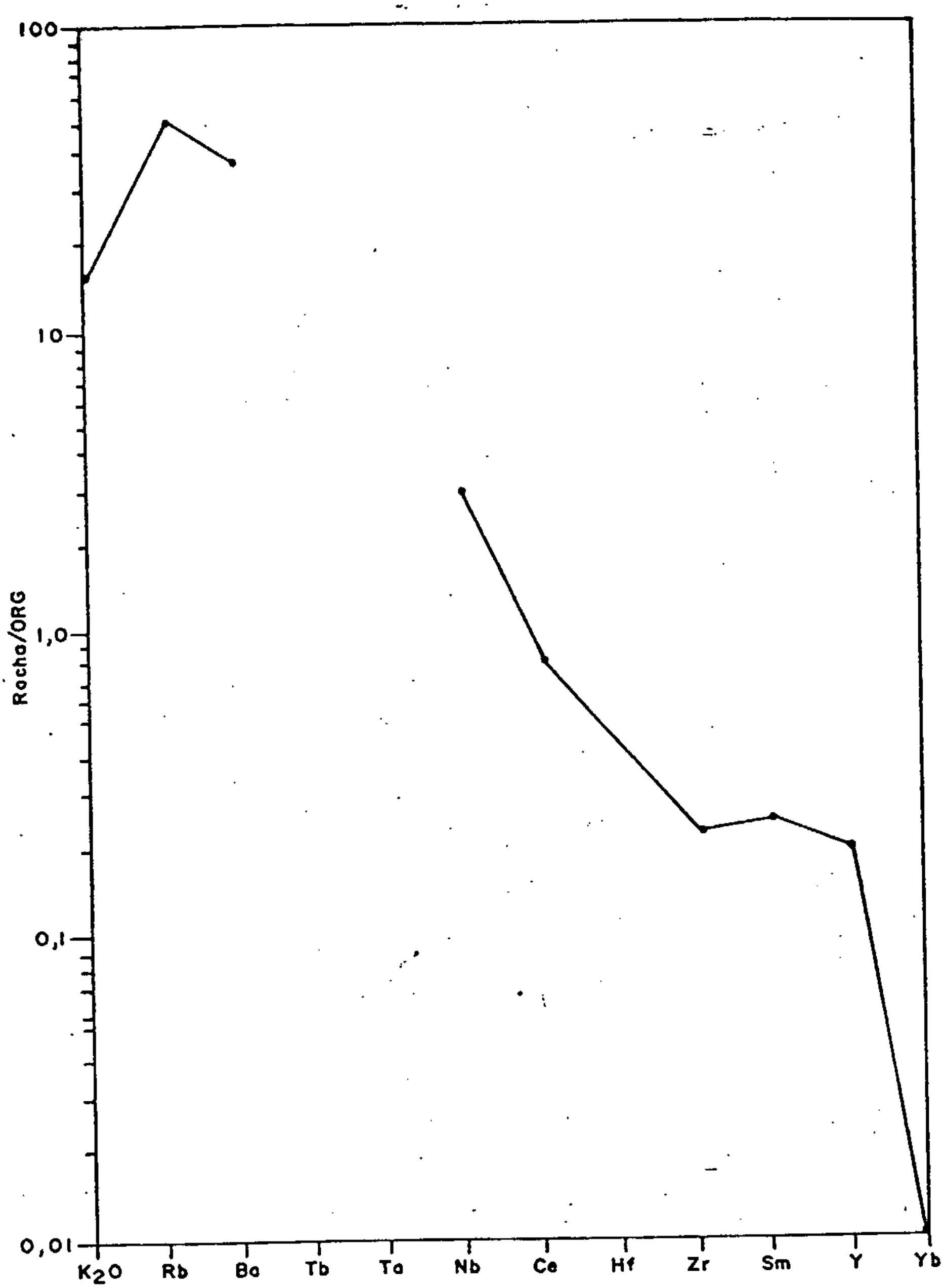


Fig. 4.12 - Registro normalizado para o ORG da amostra 308.

primárias, será necessário um trabalho sistemático para utilizar outros traçadores (por exemplo, Ba). Esse trabalho será executado no material dos furos de sondagem ora em execução em morrote situado na margem direita do Igarapé Santo Antônio (entre os igarapés Curvo e Cabeça), Anomalia 6.

Por outro lado, uma indicação óbvia da mineralização é a presença de moscovita verde e quartzo em íntima associação. Mesmo sob decomposição, tal material é reconhecível.

O tipo de sistema pórfiro não origina jazimentos de teor elevado e sim, de grande volume. Por isso, a requerente, encarando a área sob tal ponto de vista, passará a utilizar ferramental geoquímica adequado em seus trabalhos de detalhamento de mineralização aurífera primária, fornecendo ao DNPM, no transcorrer dos trabalhos, dados para que este órgão efetue acompanhamento adequado dos mesmos.

4.10) GEOLOGIA ECÔNOMICA

Fica patente, da discussão apresentada nas seções 4.8 e 4.9 do presente relatório, que a faixa de exposição de rochas Cuiú-Cuiú tem alto interesse prospectório para mineralizações primárias de ouro, não por si mesma, mas porque nela se posicionam intrusões graníticas tipo pórfiro aurífero. Não há, pois, associação direta mineralização-Suite Cuiú-Cuiú e sim, mineralização-sistema pórfiro.

No presente relatório submete-se ao DNPM o trabalho executado sobre mineralização aurífera secundária, ligada a aluvionamento. Contudo, no transcorrer das investigações, comprovou-se outro tipo de mineralização, primária, não simplesmente filoneana, de conhecimento até mesmo de garimpeiros, mas sim do tipo pórfiro, disseminada. Tal tipo de mineralização incide sobre as porções de cúpola de massas graníticas que são hidrotermalizadas pelos próprios fluidos residuais.

Sob um ponto de vista conceitual, não se pode antever nenhuma potencialidade mineral ligada à atividade granítica Maloquinha, pela ausência de processo de albitização-greisenificação significativo, eventualmente geradora de mineralização a Sn, Nb, etc. O melhor sensor de tal tipo de atividade de

alteração é, sem dúvida, o comportamento dos ETR nesses sistemas, conforme demonstrado por inúmeros autores (p. ex., Taylor & Fryer, 1983). Tal não parece para a área em pauta.

O material mineralizado fresco foi cortado na sondagem FS-04 (Igarapé Cabeça), cujo perfil sintetizado é o seguinte:

0,0-10,00 m - solo argilo-arenoso avermelhado.

10,00-45,00 m - rocha decomposta, esbranquiçada a avermelhada.

45,00-61,80 m - rocha semidecomposta, granítica.

61,80-72,55 m - rocha granítica semidecomposta a fresca, fraturada, com porções ricas em quartzo + sericita + sulfeto.

72,55-76,40 m - rocha granítica compacta, ferruginosa, silicificada, com aspecto pulverulento rica em sulfeto disseminado, com fenocristais de quartzo cinza, contendo 3.02 g/Au.

76,40-81,00 m - idem, fraturado.

81,00-83,55 m - idem intervalo 72,55-76,40 m, com 0,97 g/Au.

83,55-85,25 m - rocha granítica cinza, sulfetada.

85,25-86,25 m - idem, venulada por quartzo e pintalgada de sulfeto, com 0,15 g/Au.

86,25-102,50 m - rocha granítica rosada, com núdulos de quartzo, com sulfeto disseminado.

102,50-105,70 m - idem, com 0,27 g/Au.

105,70-106,85 m - idem, não mineralizada.

O caráter disseminado da mineralização aurífera fica patente na descrição acima. O ouro associa-se à pirita e encontra-se livre ou incluso no sulfeto e é muito fino.

A mineralização secundária tanto se dá em associação com capeamentos lateríticos, quanto sob forma eluvionar e ainda, especialmente, ligada a aluvionamento.

A ocorrência eluvionar mais saliente encontrada até o momento aparece no interflúvio dos igarapés Santo Antônio-Papagaio-Água Suja, onde há o desenvolvimento de um pequeno *platô* recortado por pequenos vales. A topografia é consequência direta da existência de uma camada laterítica em subsuperfície. Sobre esta faixa está situada a Malha Alfa I (Prospecção/Sondagem).

Com o desenvolvimento da Malha Alfa I foi possível a caracterização do depósito como eluvionar/laterítico. Lateralmente apresenta certa homogeneidade, o que já não ocorre em profundidade. Em perfil, a faixa é caracterizada, da superfície para baixo, por uma camada de solo argiloso avermelhado com espessura média de 5,0-6,0 m, onde na parte basal, ocorre uma camada de material laterítico, variando desde solo com concreções até camada laterítica compacta. A transição da camada laterítica para o solo superficial é gradacional, já a transição basal á abrupta. Surge daí uma linha de pedra na passagem camada laterítica-saprolito. O saprolito apresenta vários degraus de alteração, contudo sempre mantendo uma orientação, textura e minerais reliquiares. Trata-se de saprolito quartzo-feldspático e micáceo, com níveis caolínicos e micáceos dispostos paralelamente e com alta intensidade de deformação, bem como porções mais básicas. Ao mesmo tempo se encontram presentes níveis de alteração avermelhado-violáceos, representando porções máficas (biotita/clorita). Associado a esse conjunto saprolítico, surgem pequenas fraturas preenchidas com quartzo, óxido e hidróxido de ferro e sulfetos alterados. As concreções lateríticas englobam fragmentos de rocha e minerais. O quartzo é o elemento predominante, na forma de pequenos cristais. Fragmentos de rocha e moscovita/biotita integram em menor escala o conjunto concrecionário, que é constituído de nódulos e pisólitos cimentados ou não.

Analisando conjuntamente o contexto e a apresentação das formações lateríticas, e a disposição da mineralização associada, se torna possível avaliar a laterização como um processo in situ. Em suma, o transporte lateral mecânico não chega a ser fator relevante.

Os resultados obtidos com o estudo de granulometria, dispersão/concentração lateral e vertical e peso unitário, conduziram a considerações importantes quanto à origem e aos processos atuantes na mineralização.

Com o desenvolvimento da Malha Alfa I a ocorrência aurífera foi caracterizada em dois segmentos; o superior (laterítico-solo) e o inferior (saprolito). A disposição em perfil da anomalia aurífera, integra uma conformação em leque afunilado da parte superior para inferior. A dispersão superficial (superior) é bem mais abrangente que a inferior.

Dentro do contexto disperso a *Linha de Pedra* surge como fator restritivo e preponderante. A base da camada laterítica funciona como um divisor de características. Granulometria, peso, porcentagem de impurezas, teor e dispersão são características que se alteram drasticamente acima e abaixo da *Linha de Pedra*.

É interessante o fato de que os nódulos lateríticos apresentam um conteúdo aurífero bem inferior ao solo envolvente (cimento), exceção feita para a lateritização sobre fraturas em saprolito ou sobre zonas com elevado teor. Isto pode estar relacionado a condições de precipitação localizada.

Ao longo de toda a área as aluviões estão presentes, invariavelmente acompanhando igarapés de portes variados.

A avaliação geológica denotam o caráter faciológico irregular lateral, crescente com o aumento da ordem de grandeza das drenagens. As drenagens de 3ª e 4ª ordem, apresentam níveis de cascalho em forma de lentes deltadas, alongadas e meandrantes ao longo da longitudinal do flat.

A coluna estratigráfica das aluviões é constituída de cascalho grosseiro-fino, areia grossa-fina e argila. Estes componentes granulométricos variam e se associam em diversas proporções em função dos parâmetros e de deposição local. Os níveis grosseiros são os mais importantes para a mineralização aurífera, entretanto, o ouro ocorre em todo o pacote aluvionar.

A presença de ouro ao longo do perfil aluvionar é condicionado principalmente pela fração granulométrica dos sedimentos. A granulometria das partículas auríferas cresce percentualmente em direção à base do pacote (cascalho), chegando a formar pequenas pepitas (até 2 g). O mesmo comportamento é observado em um corte longitudinal ao flat: as partículas crescem de tamanho para montante.

Associado ao ouro, que predomina na forma granular (pó), e também plaquetas, ocorrem nos níveis de cascalho outros minerais pesados como cassiterita, rutilo e ilmenita.

Quando isolada uma pequena drenagem mineralizada, é fato a distribuição irregular da concentração aurífera ao longo do eixo do **flat**. Os pontos de teores mais elevados estão relacionados a determinados locais nesta linha, com preferência para as partes mais a montante e também encontro de grotas e variações topográficas (*barreiras, e gamelas*). No geral, tem-se notado que mais de 50% do ouro gerado em uma pequena grota/igarapé (bacia) não ultrapassa a casa dos 2-3 km de transporte, e quando o faz é representado pela sua fração mais fina (menor que 150-200 mesh).

Cabe ressaltar, como detalhe importante, o fato de que alta concentração aurífera se posta no contato basal do pacote aluvionar. É o chamado ouro da lagrese, que desponta com maior granulometria. Tais concentrações derivam-se possivelmente da ação gravitacional sobre as partículas de minerais pesados em acomodação nos níveis de cascalhos inconsolidados sobrepondo estratos impermeáveis. Tal hipótese é corroborada pela diminuição destas concentrações quando da presença de considerável proporção argilosa cimentando os seixos de cascalho. Por outro lado, a *impermeabilidade relativa do* **bedrock** quando atingido por soluções superficiais auríferas, pode funcionar como um agente precipitador do metal. Em verdade, os dois processos associados congruem maiores possibilidades na formação do *ouro da lagrese*

As drenagens estão condicionadas em grande parte tectonicamente. Três direções principais merecem destaque: os igarapés de 2ª ordem (N30-50W) são considerados como grandes bacias acumuladoras; N10-20E e N60-70E, são direções condicionando, à primeira vista, de igarapés de 3ª ordem e grotas que representam pequenas acumulações e associação próxima com fonte primária (direção de mineralização).

4.11) BIBLIOGRAFIA

Grossi Sad, J.H. & Dutra, C.V. (1987) — Fracionamento dos Elementos de Terras Raras e suas aplicações em Metalogênese. Simpósio, 1º Congresso Brasileiro de Geoquímica, Porto Alegre, 40 p. (em impressão).

Harris, N.B.W., Pearce, J.A. & Tindle, A.G. (1983) — Geochemical characteristics of collision magmatism (*In* Royal Society London Meeting on Collision Tectonics), London.

La Roche, H. de, Leterrier, J., Grand Claude, P. & Marchal, M. (1980) — A classification of vulcanic and plutonic rocks using R1-R2 diagrams and major element analysis. Chem. Geol, 29, p. 183-210.

Pearce, J.A., Harris, N.B.W. & Tindle, A.G. (1984) — Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks. J. Petrol., 25 (4), p. 956-983.

Ramsay, J.G. & Huber, M.I. (1983) — The techniques of Modern Structural Geology, Vol. 1: Strain Analysis. Acad. Press, Inc., New Uork, 307 p.

Taylor, R.P. & Fryer, B.J. (1983) — Rare earth elements lithogeochemistry of franitoid mineral deposits. CIM Bull., 76 (860), p. 74-84.

5 — TRABALHOS DE PESQUISA

5.1) BREVE HISTÓRICO

As primeiras notícias de ouro na calha sul do Rio Amazonas datam do século XVIII quando bandeirantes paulistas, percorrendo longa rota a partir dos sertões de Goiás, após inúmeras peripécias, incluindo lutas com índios e perdas de vidas do pessoal da bandeira em virtude das guerras e doenças tropicais (malária) chegaram ás jazidas de ouro de Martírios. O posicionamento do local é incerto, presumindo (Echwege, 1833) tratar-se de terrenos pertencentes à bacia do Xingu ou eventualmente do Tapajós.

Inúmeros aventureiros, muito mais tarde, na virada do século XIV e início do século XX, tentaram retomar a rota da jazida dos Martírios, porém a extensão territorial daquela região amazônica, bem como as imprecisões das descrições geográficas que chegaram até os dias atuais, tornaram impossível precisar a posição das jazidas, mencionadas como extremamente ricas, Hoje, o ouro dos Martírios não é mais que uma excitante legenda.

O interesse pelo ouro na porção sul do cráton Amazônico voltou à baila ao final da década de 50. Especificamente, garimpeiros maiormente vindos do norte e nordeste do país, alcançaram o Tapajós e assim lavraram os primeiros gramos do nobre metal, apoiados em técnicas rudimentares, dando partida ao ciclo exploratório que tem na década de 80 uma expressiva participação na economia brasileira.

A bacia do Igarapé Santo Antônio em particular, alvo do presente estudo, começou a ser explorada no segundo lustro da década de 60, acelerando-se as atividades a partir de 1975.

Datam das décadas de 50 e 60 as primeiras apreciações geológicas mais organizadas, feitas na região sul da calha amazônica, sob os auspícios do DNPM, como os trabalhos de Andrade Ramos (1954), Parada **et al** (1966) e Barbosa (1966). A criação da CPRM em 1970, aliada ao interesse despertado pelos assuntos amazônicos, proporcionou que fossem feitos importantes estudos geológicos básicos de caráter regional, como os projetos realizados pela empresa retro

mencionada (v.g. Bizinella et al, 1980, Itama, 1975), SUDAM/GEOMITEC (1976), Silva et al (1980), etc. Na década de 80 ocorreu um indesejável desaquecimento dos trabalhos básicos de geologia regional sendo que serviços de caráter mais específico, todavia, continuaram sendo produzidos em virtude de pesquisas de empresas particulares, observações e notícias de diversos profissionais geólogos e engenheiros de minas com respeito a produção garimpeira, além de alguns estudos localizados, feitos por universidades e consultores independentes. É de se ressaltar que as ocorrências minerais (notadamente as auríferas) na região do Tapajós são altamente expressivas e a comunidade geológica é unânime em opinar que os levantamentos geológicos básicos e de exploração regional, merecem ser retomados.

Motivada pela conspícua presença do ouro na região bem como pelo arcabouço geológico favorável (embora relativamente desconhecido), a CPRM cobriu em 1981 a região do Tapajós com diversos pedidos de pesquisa. Tendo em vista a enormidade da área requerida, subdividiu-a em blocos e, em conformidade com os seus estatutos, procurou empresários do setor privado para conduzir os trabalhos de pesquisa em associação.

Tomando conhecimento do Anúncio Público da CPRM, nº 01/84, divulgado pela imprensa em 14 de março de 1984, a CIMENTO CAUÊ S/A, tradicional empresa do ramo mínero-cimenteiro, através de sua coligada TRANSPORTADORA SABARÁ LTDA, habilitou-se a se associar às pesquisas da CPRM, no denominado Bloco de áreas BT-34.

Em 11 de maio de 1984, a CPRM comunicou à Cimento Cauê sua classificação em 1º lugar para a associação de pesquisa do conjunto de áreas supra mencionado e em decorrência deste fato, foi assinado os contratos de associação dos dias 27.07.84 (Contrato nº 045/PR/84) e 13.09.84 (Contrato nº 080/PR/84).

Através destes documentos, a Transportadora Sabará associou-se à CPRM na pesquisa de ouro, tantalita e associados, nas áreas dos Alvarás de Pesquisa nº's 360, 361 e 362, publicados no Diário Oficial da União de 28.01.83 e 01.02.83, relativos aos processos DNPM nº's 850.654/81, 850.655/81 e 850.656/81.
A associação prevê cláusula de cessão de direitos e para assumir ulteriormente estas prerrogativas advindas das pesquisas, bem como, para realizar os trabalhos investigatórios de maneira mais eficiente o Grupo Cauê constituiu a nova empresa MINERAÇÃO REAL S/A - MIRESA, que encaminhou ou vem encaminhando os trabalhos em conjunto com a CPRM.

O presente relato contempla apenas a área do DNPM 850.655/81 que gerou o Alvará 361/83, por sua vez renovado pelo Alvará /87, publicado no D.O.U. de

Em que pesem os direitos minerários das áreas do BT-34 estaram, por lei, assegurados à CPRM/CAUE, tornou-se praticamente impossível estancar os trabalhos dos neo-garimpeiros na região. Assim, as manchas aluvionares mais ricas vêm sendo revolvidas ininterruptamente por um grupo de garimpeiros que chega a atingir cerca de 150 pessoas, no auge do verão. A operação garimpeira é bastante rudimentar, apoiando-se essencialmente em um jato de água de baixa pressão 3"/1" ou 3"/1/2" para desagregar a aluvião e no transporte hidráulico da polpa (chupadeira) por uma bomba de cascalho acoplada a uma tubulação de 3 ou 4". O minério assim produzido é passado em **sluices** rudimentares ou variações destes (v.g. berço ou " cobra fumando").

A recuperação nestes sistemas certamente é muito baixa, principalmente no que tange ao aproveitamento das partículas mais finas. Kalaf (1985) estimou que os teores lavrados economicamente pelos garimpeiros não ultrapassam à média de 1 gAu/m^3. A lavra é geralmente centrífuga, expandindo-se desordenadamente de qualquer local onde foi encontrado um teor mais alto, na base das tentativas e erros. Frequentemente, os garimpeiros voltam exatamente nos locais já lavrados a fim de reaproveitar o metal que deixaram escapar nas passadas anteriores.

Naturalmente a MIRESA irá lavrar um aluvião bastante revolvido e desprovido de suas manchas mais ricas.

5.2) ESTRATIGRAFIA E METODOLOGIAS ADOTADAS PELA CPRM/MIRESA

Os trabalhos de pesquisa executados pelo consórcio CPRM/MIRESA objetivaram avaliar três tipos de jazimento que o contexto geológico mostrou ser possível de existir na área, quais sejam:

Jazidas de ouro aluvionar
Jazidas de ouro elúvio-coluvionares
Jazidas de ouro primário.

Sob um ponto de vista prático da prospecção, o tipo de jazimento mais

fácil de ser investigado, detectado e avaliado indubitavelmente se reporta àquelas de natureza aluvionar. Os indícios de mineralizações em leitos e margens de cursos d'água já eram notórios, mesmo antes de serem iniciados os trabalhos de pesquisa, devido à existência de alguns poucos trabalhos garimpeiros na área bem como o controle destas mineralizações por sobre rochas da Suite Metamórfica Cuiú-Cuiú. Essencialmente, os trabalhos de prospecção e pesquisa voltados a esta classe de depósito consistia em localizar as aluviões passíveis de estarem mineralizadas, testá-las quanto à efetividade das mineralizações, delimitá-las e finalmente quantificar os volumes e teores existentes.

O segundo tipo de jazimento que mereceu a atenção da CPRM/MIRESA reporta-se aos jazimentos de natureza elúvio-coluvionar. A detecção deste tipo de jazimento já é mais difícil uma vez que a execução pura e simples de uma malha aberta de furos pode simplesmente deixar de localizar importantes depósitos supergênicos. Os corpos de minério estatisticamente podem se siturar entre furos de pesquisa e assim suas presenças não são detectadas por este tipo de trabalho. A detecção de corpos mineralizados elúvio-coluvionares é então pesquisada através de trabalhos básicos de geoquímica, inicialmente sedimentos de corrente e em seguida por levantamentos geoquímicos de solos. Todos estes trabalhos deverão ser rigorosamente controlados e interpretados com auxílio de um mapa geológico do local, em escala adequada.

A prospecção e pesquisa de jazimentos primários de ouro, como era de se esperar, trata-se de uma tarefa mais difícil e delicada. A geologia da região amazônica está apenas começando e não se dispõe de muitos dados com respeito a evolução dos terrenos naquela parte do território nacional. Praticamente tudo está para ser feito e não se tem outros depósitos similares nas redondezas de tal forma a estabelecer comparações e se transferir conhecimentos das jazidas existentes para aquelas em prospecção. A pesquisa envolve pois um maior risco, além de enormes somas de dinheiro, maiormente quando se está trabalhando em condições amazônicas, onde há ainda que se desenvolver uma série de serviços investigatórios de geologia básica tais como, detalhamento estratigráfico, petrologia, petroquímica, etc.

A prospecção de corpos de minério primário na área autorizada, que está sendo levada a cabo pela CPRM/MIRESA, apoia-se essencialmente em furos pioneiros de sondagem rotativa a diamante, locados a partir de mapeamentos geológicos de superfície, além de serviços de geoquímica e geofísica. Tais furos lograram a

detectar expressivas mineralizações em sub-superfície e deverão continuar. Em área adjacente de pesquisa, a CPRM/MIRESA, com apoio consultivo da empresa paulista GEOKLOCK que conta com apoio técnico da Mountain States Engineers de Arizona, USA, locou uma rampa objetivando alcançar em sub-superfície um filão primário. Os serviços no entanto redundaram em um fracasso total pois gastou-se muito tempo e dinheiro nesta obra, difícil de ser encaminhada em terrenos inconsistentes e saturados d'água, obrigando-se a fazer inúmeras injeções de cimento para estabilizar o terreno. Quando se chegou ao ponto que se esperava interceptar o filão, este lá não estava. A rigor não existia tal corpo de minério tratando-se tão somente de um "bucho" mineralizado descontínuo em sub-superfície.

Os trabalhos executados pela CPRM/MIRESA na área autorizada seguem de perto o plano da pesquisa inicialmente traçado pela CPRM (e aprovado pelo DNPM) e tiveram seu início com interpretações de imagens de satélite e de fotos aéreas. A partir destes documentos e com auxílio de empresa especializada procedeu-se a restituição fotográficas confeccionando-se mapas de base, plano-altimétricos, que coadjuvados por topografia convencional, levantada a teodolito, servem de apoio a todos os trabalhos de investigação geológica e pesquisa mineral.

Após montado todo apoio logístico que uma pesquisa na região amazônica requer a CPRM/MIRESA procedeu a um reconhecimento geológico da área e inspeção mais detalhada das escavações garimpeiras e testes expeditos das mineralizações. Em sequência partiu-se para a confecção de um mapa geológico do terreno para suportar os serviços de investigação geoquímica e geofísica, bem como, orientar todos os trabalhos de pesquisa propriamente ditos.

Os serviços de prospecção tiveram seu prosseguimento com geoquímica de correntes (stream sediments) cobrindo-se, com amostra de leito ativo, todas as drenagens da área. Os locais mais altos, entre drenagens, foram investigados por geoquímica de solo, objetivando determinar anomalias que conduzissem a depósitos elúvio-coluvionares lateríticos, semelhantes a jazidas já comprovadas em outras partes do território nacional (v.g. Baixada Cuiabana, Minas Gerais, Goiás) e mesmo em outros países (Austrália) ou continentes (África). Estes serviços levaram à CPRM/MIRESA a definir oito áreas anômalas ulteriormente investigadas em malhas mais fechadas, logrando assim definir reservas elúvio lateríticas. Estas regiões anômalas eventualmente representam alvos para investigações de sub-superfície de minério primário, através de furos de sonda.

As primeiras áreas efetivamente cubadas reportam-se aos **flats** aluvionares dos diversos igarapés da região. Tais cursos d'água foram inicialmente pesquisados por perfis equiespaçados de 1.600 m, em linha de furos equidistantes de 20 metros. Logo apercebeu-se que a distância entre perfis era demasiadamente ampla e assim, com lançamentos intermediários, adensou-se os serviços para distâncias de 800, 400, 200 metros, etc.

Os furos de sonda, em geral, foram amostrados de 25 em 25 cm e o volume dos trabalhos feitos bem como a interpretação dos resultados auferidos são bastante seguros o que implica numa elevada confiabilidade em todos os serviços que vierem a ser feitos com base nas pesquisas executadas.

Um resumo dos trabalhos de pesquisa realizados no conjunto das áreas compreendidas pelo BT-34, isto é, incluída nos DNPM's 850.654/81, 850.655/81 e 850.656/81, é dada na tabela 5.1 em apenso.

5.3) TRABALHOS EXECUTADOS

Os principais trabalhos de pesquisa geológica/tecnológica que levaram a definição das reservas de minério de ouro são dados a seguir:

5.3.1) Fotointerpretação

Os primeiros trabalhos de pesquisa geológica constituiram-se em realização de interpretação de fotografias aéreas convencionais, em escala 1:100.000, imagens de radar, em escala 1:250.000, além de imagens de satélite.

Nesta etapa a atenção especial foi voltada para os seguintes parâmetros:

Traçado minucioso da rede de drenagem, até os tributários de quarta ordem.

Identificação e classificação do padrão de drenagem. As drenagens controladas por sistemas de falhas e/ou fraturas serviram de parâmetros para interpretação geológica que possibilitaram delinear as áreas prioritárias para pesquisa.

Delimitação minuciosa dos **flats** aluvionares que são importantes objetivos para a pesquisa de ouro.

TABELA 5.1 - DADOS FÍSICOS DE PRODUÇÃO

NATUREZA DO SERVIÇO		UNIDADE	QUANTIDADE
Fotointerpretação Geológica		ha	29.999,98
Restituição fotogramétrica		ha	29.999,98
MAPEAMENTO GEOLÓGICO	Abertura de picadas	m	47.860
	Afloramentos estudados	un	120
	Amostras coletadas	un	75
	caminhamento geológico	km	47.860
SONDAGEM ALUVIONAR	Abertura de picadas	m	57.960
	Linhas de sondagem	un	44
	Quantidade de furos	un	451
	Metragem perfurada	m	1.285,80
ESCAVAÇÃO POR POÇOS E CATAS	Abertura de picadas	m	8.000
	Quantidade de poços	un	24
	Volume removido nos poços	m³	90,71
	Quantidade de catas	un	8
	Volume removido nas catas	m³	562
PROSPECÇÃO GEOQUÍMICA	Abertura de picadas	m	42.850
	Amostras de sed.corrente	un	128
	Amostras de conc.batéia	un	128
	Amostras de solo	un	2.215
	Sondagem por trado	m	2.084,79
ANÁLISES	Petrográficas	un	19
	Ensaios por fusão	un	11
	Amalgamação	un	302
	Absorção Atômica	un	75

Traçado de contacto entre as diversas unidades litológicas existentes na área.

Localização das vias de acesso já desenvolvidas e a desenvolver na área.

5.3.2) Bases Cartográficas

Com base nas fotos aéreas, foram elaborados por empresas especializadas, restituições nas seguintes escalas:

Mapa plani-altimétrico em escala 1:50.000 com cruvas de nível de 20 metros.

Ampliação da carta anterior para a escala 1:25.000.

Mapas de serviço, na escala 1:5.000, a medida do desenvolvimento dos trabalhos.

5.3.3) Apoio Logístico

Para apoiar os diversos trabalhos de campo realizados ou mesmo a realizar na área foram feitas as seguintes obras:

Abertura de 5 quilômetros de acesso rodoviário desde o porto do Torrão, a margem direita do Rio Tapajós, até o acampamento central da CPRM/MIRESA. Esta estrada permite o tráfego de veículos leves durante todo o correr do ano. Assim, o acampamento pode ser abastecido com bens que vêm, via fluvial, de Itaituba.

Construção de aproximadamente 60 quilômetros de picadas promovendo o acesso aos diversos aluviões, anomalias geoquímicas, bem como, locais de interesse geológico.

Limpesa do Igarapé Santo Antônio, por uma extensão de 8 quilômetros para permitir a sua navegabilidade.

Construção do acampamento central com capacidade de alojar cerca de 60 pessoas, constando de dormitórios, escritórios, almoxarifado, oficina mecânica, enfermaria e cozinha.

Construção do acampamento avançado, à margem esquerda do Igarapé Santo Antônio, capaz de abrigar 20 pessoas. Este acampamento inclui dormitórios, cozinha e um pequeno escritório.

A comunicação do acampamento central com o escritório de apoio em Itaituba é feito por meio de um rádio trans-receptor. Do escritório de Itaituba com o meio exterior a comunicação é feita por telefonia tradicional. Os sistemas DDD e DDI permitem o contacto do escritório instantaneamente com qualquer parte do país ou do mundo.

5.3.4) Mapeamento Geológico

O mapeamento geológico objetivou a identificação e individualização das unidades litoestratigráficas e estruturais que ocorrem nas áreas do Projeto, visando correlacioná-las às mineralizações auríferas e como consequência orientar a pesquisa.

Devido ao espesso manto de intemperismo, que motiva a escassez de afloramentos nos interflúvios, a maioria das estações descritas se localizam nas calhas das drenagens, de primeira, segunda ou terceira ordem.

Para os serviços de mapeamento da área de pesquisa foi necessária a abertura de 20.000 m de picadas, que contou com a facilidade da floresta de ponto alto na maior parte da região, com exceção apenas a floresta marginal do Rio Tapajós.

Foram percorridas a região do alto curso do Igarapé Santo Antônio, Igarapé Limão, Igarapé Água Limpa, Igarapé Água Suja, Igarapé Arara, Igarapé Açaí, Igarapé Papagaio e encostas das serras formadas pelos sedimentos do Grupo Gorotire.

Durante os caminhamentos efetuados foram estudados cerca de 100 afloramentos, havendo sido coletadas 50 amostras de rocha para análise química e petrográfica. Deste trabalho resultou o posicionamento espacial e um relacionamento cronológico entre as unidades mapeadas, apresentadas em mapa geológico na escala 1:50.000.

5.3.5) Mapeamento Geoquímico

Em decorrência de trabalhos de caminhamentos geológicos, serviços de sondagem procedidos ao longo dos igarapés Água Suja e Papagaio, bem como, em virtude de inúmeros trabalhos garimpeiros conspicuamente presentes em grotas situadas no interflúvio dos igarapés mencionados, estabeleceu-se um programa de prospecção geoquímica de solos, objetivando investigar este divisor de águas.

Em vista disto, planejou-se uma malha regular, disposta no sentido NNE-SSW, de dimensões 100 x 50 m^2, cobrindo toda a área passível de suportar importantes mineralizações. Estes serviços possibilitaram a detecção de oito anomalias, nomeadas de 1 a 8. A anomalia de nº 5 foi também denominada Malha Alta. Tal anomalia foi detalhada numa malha de 50 x 25 m, resultando em uma importante reserva elúvio-coluvionar. Todas estas anomalias estão sendo, investigadas em sub-superfície, por furos de sonda rotativa diamantada e, eventualmente, poderão redundar em importantes reservas de minério primário.

5.3.6) Levantamentos em Escavações Garimpeiras

No decorrer dos trabalhos de pesquisa foram identificados, locados em plantas e acompanhados inúmeras frentes de produção de garimpo. Ao todo foram 30 frentes em atividade além de 5 atualmente desativadas.

Os garimpos se distribuem ao longo de várias grotas, circunscritas à Suite Metamórfica Cuiú-Cuiú, sendo que os trabalhos mais intensivos dispõem-se junto aos igarapés Água Suja, Cabaça, Arara, Papagaio, Açaí e Limão. A maior drenagem da área, que corresponde ao Igarapé Santo Antônio, nunca foi garimpada, em virtude da espessura dos sedimentos associada à lâmina de água.

O exame de produção garimpeira nas várias cotas pode ser entendido como uma amostragem de volume (bulk sampling) em manchas mais ricas. Conforme já dito, a MIRESA (Kalaf, op. cit.) estima que as frentes garimpeiras vêm trabalhando material de conteúdo médio, pouco inferior a 1 g/m^3. Teores mais baixos que estes, principalmente sob sedimentos mais espessos e repletos d'água, normalmente são deixados incólumes.

5.3.7) Sondagem Aluvionar

Para atender aos serviços de sondagem aluvionar foram abertas picadas longitudinais aos diversos **flats** dos igarapés a serem prospectados.

Estas picadas retas foram denominadas linhas de base (LB). A intervalos variáveis, perpendiculares às linhas de base, foram abertas linhas de sondagem (LS), cortando portanto toda a largura do **flat**.

O serviço de sondagem aluvionar contou com duas sondas banka, marca Socar de 4 polegadas. A escolha da sonda de 4" decorreu de dois fatores básicos:

a) Facilidade de transporte, movimentação esta feita exclusivamente pelo homem, a distâncias relativamente longas.

b) Facilidades de manuseio, por se tratar de um equipamento relativamente simples, robusto, com peças de reposição disponíveis no almoxarifado da CPRM, em Itaituba.

Neste tipo de sondagem os avanços e as amostragens são feitas a cada 0,25 m. Todos os furos são escerrados ao penetrarem o **bedrock**.

A precisão e a confiabilidade de amostragens por sondagenm banka é um assunto bastante controverso. Os trabalhos foram feitos dentro dos melhores padrões tradicionais, tomando-se todos os cuidados possíveis e assim pode-se dizer que os resultados são satisfatórios.

Na condução dos serviços de sondagem empregou-se os seguintes procedimentos:

Linhas de sondagem equidistantes de 800 ou 400 metros, conforme a condição da mineralização do igarapé pesquisado.

Furos equiespaçados de 20 m em todas as linhas de sondagem e em quaisquer condições de mineralização.

Preenchimento imediato do boletim padrão de sondagem e estimativa do teor do furo através de contagem de pintas.

A identificação dos furos foi feita com números pares quando os mesmos se situavam a margem direita do igarapé e ímpares quando na margem esquerda.

Os trabalhos desenvolveram-se em rítmo acelerado apesar de inúmeros contratempos relativos a dificuldades operacionais que fatalmente são encontradas na região amazônica, tais como:

Condições metereológicas desfavoráveis (excesso de chuvas no inverno).

Grandes volumes d'água nos igarapés resultando em inundações de áreas aluvionares.

Elevada rotatividade de mão-de-obra.

Carência de trabalhadores especializados.

Dificuldades de imediata reposição de peças.

Doenças tropicais endêmicas (malária).

Apesar de todo o quadro de dificuldades, a CPRM/MIRESA realizaram 1.286 metros de sonda, distribuídos em 451 furos, por 47 linhas de sondagem. Esta cifra foi suficiente para avaliar toda a reserva aluvionar na classe das reservas medidas.

Em sequência, resume-se os principais trabalhos de sondagem aluvionar, pelos diversos igarapés da área:

a) Igarapé Santo Antônio

Os trabalhos de sondagem aluvionar iniciaram-se pelo Igarapé Santo Antônio, não só por ser este o curso d'água mais importante da área investigada, como também, por apresentar o maior **flat** aluvionar capaz de conter expressivos depósitos de ouro. Ainda, o igarapé Santo Antônio passa por sobre rochas da Suite Metamórfica Cuiú-Cuiú, unidade geológica que suporta as mineralizações hipógenas de ouro na região do Tapajós.

O plano inicial das pesquisas previa um equiespaçamento de 1.600 m entre as linhas de sondagem. Contudo logo no início da execução dos trabalhos de pesquisa apercebeu-se que este espaçamento era exagerado, diminuindo-se, de plano, para 900 m a distância entre as linhas.

O mapeamento geológico da área permitiu assegurar que este igarapé drena toda a região abrangida pela Suite Metamórfica Cuiú-Cuiú, que corresponde um conjunto de litologias de alta favorabilidade para mineralizações auríferas e em decorrência deste contexto foram localizados bons resultados no médio curso, indo desde a LS 1.350 até a confluência com o Igarapé Papagaio.

Ao longo do **flat** do Igarapé Santo Antônio, foram realizadas treze linhas de sondagem, conforme mostrado na Tabela 5.2.

As linhas de sondagem do Igarapé Santo Antônio, comportam 211 furos que totalizam 634,11 m lineares, incluindo o avanço de 0,50 m no **bedrock** em cada furo.

Os trabalhos de sondagem permitiram calcular uma largura média geral de 325 m para o **flat**, associada a uma profundidade média de 2,97 m.

Os melhores resultados foram obtidos entre as linhas de sondagem 800 e 5.350. As pesquisas deste local foram detalhadas em mapa de serviços em escala 1:5.000 e as reservas foram calculadas utilizando-se os cortes nos teores 0,100 gAu/m^3, 0,200 gAu/m^3 e 0,300 gAu/m^3.

Para o alto curso do Igarapé Santo Antônio, foram feitos trabalhos semelhantes, tendo-se elaborado um mapa, também em escala 1:5.000 englobando as pesquisas realizadas entre as linhas 7.000 a 10.000, as quais, infelizmente, não resultaram em reservas significativas.

Todos os documentos de pesquisa supra nomeados já foram encaminhados ao DNPM através do "Relatório Preliminar de Pesquisa" datado de setembro de 1985 e apenso aos processos DNPM 850.654/81, DNPM 850.655/81 e DNPM 850.656/81 (referentes ao conjunto de áreas do Projeto BT-34).

O cálculo das reservas do Igarapé Santo Antônio, junto com as correspondentes planilhas encontram-se no Capítulo 6 deste relatório.

TABELA 5.2 - LINHA DE SONDAGEM DO IGARAPÉ SANTO ANTONIO

LINHA SONDAGEM	INTERV. ENTRE LINHAS	QUANT. FUROS	METRAGEM INCLUINDO 0,50 m BEDROCK	ESPESSURA MÉDIA DO CASCALHO	TEOR MÉDIO g/m³	BASE DE CÁLCULO
Zero		22	106,18	1,28	0,034	estimado
800	800	19	61,47	1,47	0,058	real
1350	550	11	30,88	1,02	0,115	estimado
1600	250	21	59,87	1,01	0,048	estim+real
2700	1100	10	24,65	0,83	0,085	estim+real
3200	500	25	57,50	1,08	0,064	estim+real
3850	650	12	39,46	1,51	0,060	real
4800	950	18	53,94	0,96	0,104	real
5350	550	21	52,43	0,96	0,098	estimado
7000	1650	18	52,69	1,03	0,044	estimado
8000	1000	9	26,22	0,50	0,034	estimado
9000	1000	8	23,96	0,50	0,038	estimado
10000	1000	17	44,86	0,45	0,027	estimado

b) Bacia do Igarapé Papagaio

A bacia do Igarapé Papagaio, incluindo as aluviões dos igarapés Açaí e Araras (tributários do primeiro pela margem esquerda) constitui-se no principal depósito de ouro aluvionar da área pesquisada, não tanto pelo volume dos sedimentos mas por conter as mineralizações mais expressivas. Estes cursos d'água drenam em toda extensão as rochas da Suite Metamórfica Cuiú-Cuiú.

Os trabalhos de sondagem foram maiormente concentrados ao longo do Igarapé Papagaio, bem como, nos igarapés Açaí e Araras. Os trabalhos desenvolvidos no alto curdo do Igarapé Papagaio, infelizmente, não apresentaram bons resultados em virtude de estarem próximos do contacto com rochas vulcânicas do Grupo Iriri, bem como, das encostas das serras com sedimentos Gorotire.

A explanação dos conteúdos mais elevados de ouro verificados nos aluviões da bacia do Papagaio e seus afluentes da margem esquerda, prende-se não só ao fato destes cursos estarem drenando litologias altamente favoráveis a mineralizações, mas principalmente pela efetiva constatação de anomalias geoquímicas nos terrenos do interflúvio Papagaio-Água Suja.

Os trabalhos de sondagem aluvionar realizados ao longo do **flat** dos igarapés Papagaio e seus afluentes da margem esquerda (Açaí e Araras) contemplam 23 linhas e 163 furos, totalizando 344,25 metros perfurados, excluídos 0,50 m de **bedrock** em cada furo. Uma súmula destes trabalhos encontra-se registrada na Tabela 5.3 em apenso.

Os dados obtidos permitiram calcular a largura média de 142 m para o **flat** aluvionar, bem como, a profundidade média de 2,06 m.

Os melhores resultados foram encontrados entre as linhas 200 e 3.700 do Igarapé Papagaio, bem como, nas linhas lançadas sobre o leito dos igarapés Açaí e Araras.

Os resultados obtidos foram lançados em mapas de serviços em escala 1:5.000 onde foram delimitados os polígonos mineralizados para fins de avaliação reportados por métodos clássicos. As cubagens das reservas encontram-se tratados no Capítulo 6.

TABELA 5.3 - LINHAS DE SONDAGEM DA BACIA DO IGAPÉ PAPAGAIO

LINHA SONDAGEM	INTERVALO ENTRE LINHAS	QUANTIDADE FUROS	METRAGEM ATÉ "BEDROCK"	ESPESSURA MÉDIA CASCALHO (m)	TEOR MÉDIO g/m³	BASE DE CÁLCULO
200		14	36,00	0,91	0,151	estimado
400	200	11	27,25	0,61	0,171	estimado
600	200	8	18,50	0,53	0,140	estimado
850	250	7	15,75	0,78	0,236	real
1050	200	10	21,50	0,45	0,093	estimado
1350	300	7	13,25	0,71	0,085	estimado
1750	400	7	16,00	0,68	0,094	real
2050	300	7	18,50	0,82	0,068	estimado
2400	350	7	16,00	0,68	0,058	real
2700	300	6	10,75	0,42	0,076	estimado
3000	300	6	10,75	0,62	0,060	real
3350	350	11	20,25	0,50	0,054	estimado
3700	350	13	25,00	0,46	0,054	real
4100	400	4	9,25	0,62	0,029	estimado
4500	400	8	17,00	0,53	0,018	estimado
ARARA						
100		5	8,50	0,45	0,170	estimado
300	200	6	11,25	0,50	0,165	estimado
700	400	6	10,00	0,54	0,159	real
1100	400	2	3,25	0,25	0,080	estimado
1500	400	5	9,00	0,55	0,056	estimado
AÇAÍ						
250		4	7,00	0,56	0,115	real
650	400	5	10,75	1,05	0,097	estimado
1050	400	4	8,75	0,50	0,195	estimado

TABELA 5.4 - LINHAS DE SONDAGEM DO IGARAPÉ LIMÃO e IGARAPÉ SUSPIRO

LINHA SONDAGEM	INTERVALO ENTRE LINHAS	QUANTIDADE FUROS	METRAGEM ATÉ "BEDROCK"	ESPESSURA MÉDIA CASCALHO (m)	TEOR MÉDIO (g/m³)	BASE DE CÁLCULO
Ig LIMÃO						
100		8	21,00	1,03	0,051	estimado
800	700	9	27,25	1,16	0,090	estimado
1600	800	8 (12)	26,75	1,34	0,074	estimado
Ig. SUSPIRO						
600		3	6,75	2,08	0,092	estimado
850	250	2	5,50	2,25	0,027	estimado

c) Igarapés Limão e Suspiro

O Igarapé Limão situa-se na porção leste da área de pesquisa. O igarapé Suspiro é tributário do Igarapé Limão. Estes cursos d'água drenam litologias da Suite Intrusiva Maloquinha no contacto com a Suite Metamórfica Cuiú-Cuiú. Por conseguinte, estes igarapés estão estabelecidos em formações geológicas favoráveis a mineralizações auríferas.

Nestes igarapés foram estabelecidos 30 furos de sondagem totalizando 87,25 metros lineares de perfuração, excluindo-se 0,50 m de **bedrock** em cada furo. Estas sondagens encontram-se resumidas na Tabela 5.4.

Os trabalhos de pesquisa permitiram o cálculo da largura média dos aluviões em 193 m para o Igarapé Limão e 50 metros para o Igarapé Suspiro. A profundidade média destes conjuntos de aluviões encontra-se no entorno de 2,80 m.

Os melhores resultados no tocante a teores encontram-se na linha LS 800 do Igarapé Limão, onde foi possível selecionar um bloco de minério acima do teor de corte 0,200 gAu/m^3.

Os mapas destes serviços de pesquisa em escala 1:5.000 já foram encaminhados ao DNPM e as planilhas de cálculo de reservas encontram-se no Capítulo 6.

d) Igarapé Água Suja

Este igarapé drena a porção oeste do interflúvio Papagaio-Água Suja, resultando-se que tal área vem sendo pesquisada através de sondagens a diamante para ouro primário.

Os mapeamentos geológicos mostram que o substrato desta área pertence a Suite Metamórfica Cuiú-Cuiú. No alto curso deste igarapé foram verificados inúmeros garimpos, alguns deles utilizando-se de equipamentos de maior porte.

A semelhança dos outros igarapés, levantou-se topograficamente a área na escala 1:5.000 e avaliou-se os depósitos pelos procedimentos clássicos das iguais áreas de influência.

Os trabalhos de sondagem aluvionar encontram-se sintetizados na Tabela 5.5 e a cubagem das reservas é tratada no Capítulo 6.

As sondagens no Igarapé Água Suja contempla 12 furos de sonda dispostos em duas linhas. Totalizam 21,25 m lineares de furos, excluindo-se o avanço no **bedrock** em cada furo.

e) Igarapé Curvo e Igarapé Cabeça

Os igarapés Curvo e Cabeça são afluentes do Igarapé Santo Antônio pela margem direita e cortam áreas de litologias pertencentes à Suite Metamórfica Cuiú-Cuiú e contacto com rochas graníticas posicionadas na Suite Intrusiva Maloquinha. Parte do contacto entre estas duas suites dá-se por falhamento.

As formações geológicas drenadas são altamente favoráveis a ceder mineralizações auríferas e esta assertiva é atestada pela presença de inúmeros focos garimpeiros, alguns com maquinário de médio porte.

Os trabalhos de pesquisa nesta área foram consolidados em mapas de serviços na escala 1:5.000 (já encaminhados ao DNPM) e Tabela 5.6.

Nota-se que foram realizados 37 furos de sondagem, totalizando 61,50 m lineares de perfuração, excluindo-se o avanço de 0,50 m em cada furo.

Concluindo-se este item pertinente a sondagem banka, deve-se dizer que as aluviões constituem-se, regra geral, depósitos fortemente estruturados ao longo de seu eixo longitudinal (direção dos cursos d'água atual ou eventualmente preterita). As condições de deposição determinam, via de regra, uma maior uniformidade dos teores no sentido da corrente. Em função de estruturação, porte e história geológica de aluvião muitas vezes localizam-se extensos canais de material extremamente rico. Todavia percorrendo-se a aluvião no sentido perpendicular à corrente as variações de teores são mais bruscas.

Esta estruturação dos sedimentos aluvionares é de fundamental importância na implantação da malha de pesquisa objetivando sua avaliação. Assim o plano de pesquisa formulado pela CPRM e realizado em campo pela CPRM/MIRESA preconizou a implantação de linhas de sondagem inicialmente equidistantes de 1.600 m

TABELA 5.5 - LINHAS DE SONDAGEM DO IGARAPÈ ÁGUA SUJA

LINHA SONDAGEM	INTERVALO ENTRE LINHAS	QUANTIDADE FUROS	METRAGEM ATÉ "BED ROCK"	ESPESSURA MÉDIA DO CASCALHO	TEOR MÉDIO g/m³	BASE DE CÁLCULO
100		4	6,25	0,31	0,184	real
700	600	8	15,00	0,37	0,083	real

TABELA 5.6 - LINHAS DE SONDAGEM DO IGARAPÉ CURVO E IGARAPÉ CABEÇA

LINHA SONDAGEM	INTERVALOS ENTRE LINHAS	QUANTIDADE FUROS	METRAGEM ATÉ "BED ROCK"	ESPESSURA MÉDIA DO CASCALHO	TEOR MÉDIO (g/m³)	BASE DE CÁLCULO
Ig.Curvo						
1300		9	13,50	0,75	0,028	estimado
2300	1000	12	18,00	1,06	0,056	estimado
Ig.Curvo II						
70		10	16,50	1,25	0,045	estimado
Ig.Cabeça						
100		6	13,50	1,25	0,046	real

(para delinear a aluvião) adensando-se, em sequência, os trabalhos para linhas equidistantes de 800 m, 400 m, etc.

Este tipo de procedimento e suportado, não só pela enorme experiência mundial no trato de pesquisa aluvionar como também por todos os textos de exploração geológica quer mais antigos (Griffith, 1960) quer mais modernos (Mac Donald, 1973). Estes procedimentos também são avaliados por Salomão e veiga (1989) em recente curso de prospecção e pesquisa de jazidas aluvionares, com ênfase em depósitos amazônicos, ministrado no IBRAM em Belo Horizonte.

A estruturação dos depósitos aluvionares conforme acima descrita deverá ter seu reflexo caso se analise os serviços de pesquisa sob o ponto de vista geoestatístico, levantando-se variogramas na direção das linhas de sondagem e no sentido dos cursos d'água. De fato, tal tipo de estruturação foi detectada pela MIRESA conforme encontra-se descrito no capítulo pertinente a avaliação de reservas. Os variogramas obtidos, como não poderiam deixar de ser, acusam maiores alcances e menores patamares para as direções ao longo dos igarapés. Tendo-se em vista as estruturações muito bem detectadas, as reservas aluvionares podem ser consideradas como medidas.

Por fim convém assinalar que os teores assinalados para os diversos serviços de pesquisa (incluindo-se as sondagens) basearam-se em dois processos de quantificação:

1) Contagem de pintas, de diversos tamanhos e estimativa do teor da amostra em função do conteúdo de partículas auríferas observadas usando-se para o ajuste técnicas estatísticas de regressão/correlação.

2) Análise direta do material geralmente baseado na análise direta do material amalgamado e/ou emprego de absorção atômica.

Estes dois resultados mostraram-se satisfatoriamente compatíveis entre sí, tal forma que ora usou-se um, ora outro, dos procedimentos mencionados.

5.3.8) Poços de Pesquisa

Foram abertos poços de pesquisa com propósitos diversos como o de melhor

delimitar áreas anômalas de dispersão aurífera, de observar a estratigrafia dos sedimentos pouco consolidados, de estabelecer comparações entre os resultados obtidos das sondagens, em amostras de pequeno volume, contra amostras de maior volume retirada dos poços, unificar o posicionamento do lençol freático nas várias estações do ano, bem como, de obter materiais para ensaios tecnológicos.

Com estes propóstios em monta foram abertos 24 poços, correspondendo a remoção de 37,70 m^3 de material.

Os poços com seção retangular 0,80 x 1,20 m e profundidades variáveis, foram abertos menualmente, com auxílio de ferramentas e máquinas simples, tais como barra-minas, picaretas, pás, sarilho, etc. Sua disposição segundo os diversos aluviões deu-se em malha irregular.

A execução da maioria dos poços foi suspensa antes de se atingir o bedrock, devido a desmoronamentos e grande afluência de água no seu interior, que ocasionadas pelas chuvas quer pertencentes ao próprio lençol freático que na região é geralmente bastante alto.

Os perfis estratigráficos dos diversos poços foram prontamente mapeados e o conjunto de informações assim gerado foi em sequência integrado com outros elementos de pesquisa geológica.

A Tabela 7.7 fornece um resumo das principais características destes trabalhos de pesquisa.

Os materiais obtidos dos poços foram desagregados, homogeneizados, enquartados e serviram para estimação de teores e testes de recuperação metalúrgica maiormente apoiados em aparelhos do tipo gold saver canadense, como o ouromatic.

5.3.9) Abertura de Catas

Um dos objetivos da prospecção por poços foi a de aferir com amostragem de grande volume os teores evidenciados por furos de sonda banka de 4 polegadas. A execução dos poços no entanto, mostrou-se bastante trabalhosa e pouco produtiva. Em virtude deste fato decidiu-se executar aberturas ainda maiores denominadas catas.

TABELA 7.7 - POÇOS DE PESQUISA NA ÁREA

NÚMERO POÇOS	IGARAPÉ	PROF.ATÉ BEDROCK (m)	VOL.MATERIAL REMOVIDO (m^3)	ESPESSURA DO CAPEAMENTO (m^3)	ESPESSURA CASCALHO (m)	VOLUME DO CASCALHO BATEADO (m^3)	NÚMERO E TAMANHO PINTAS
01	Água Limpa	1,15	1,104	0,65	0,50	0,02	$2P_4$
02	Água Limpa	1,40	1,344	0,40	1,00	0,02	$2P_4$
03	Água Limpa	1,55	1,488	0,70	0,85	0,02	$5P_4$
2300-1	Curvo	1,25	1,20	0,20	1,05	1,008	
2300-1A	Curvo	1,10	1,056	0,40	0,70	0,672	2.131 P_4
2300-3	Curvo II	1,00	0,96	0,45	0,55	0,528	$25P_3 + 2P_2$
2300-5	Curvo II	1,90	1,824	0,75	1,15	1,104	
2400	Curvo	1,42	1,363	0,45	0,97	0,02	
160-00	Curvo II	2,00	1,92	0,40	1,60	1,536	
160-01	Curvo II	2,20	2,112	1,05	1,15	1,104	
160-02	Curvo II	1,10	1,056	0,40	0,70	0,672	
160-03	Curvo II	1,15	1,104	0,10	1,05	1,008	
4800-3	Sto.Antonio	0,80	0,768	0,30	0,50	0,48	$900P_4 + 8P_3$
4800-7	Sto.Antonio	1,20	1,152	0,55	0,65	0,624	$8.210P_4 + 60P_3 + 14P_2$
4800-11	Sto.Antonio	2,10	2,016	1,60	0,50	0,48	
4800-2	Sto.Antonio		1,613				
4800-6	Sto.Antonio		1,325				
4800-10	Sto.Antonio		1,824				
4800-14	Sto.Antonio		1,536				
4800-18	Sto.Antonio		1,568	1,90		0,081	
4800-22	Sto.Antonio		2,496				
4800-4	Sto.Antonio	2,00	2,470				

Abriu-se portanto oito catas, com todo o cuidado, sendo que as paredes laterais das mesmas foram forradas por pranchas de madeiras, evitando-se o desmoronamento dos materiais da parede e a contaminação das amostras mais profundas.

Retirou-se das catas um volume pouco superior a 300 m^3 de material aluvionar. Todas estas amostras foram processadas com concentradores do tipo ouromatic. Os resultados auferidos por estes serviços encontram-se registrados na Tabela 5.8. As discrepâncias verificadas entre os teores dos furos de sonda e aqueles correspondentes a operação das catas podem ser justificados de duas maneiras:

Diluição dos teores ao se operar com amostras de grandes volumes (material mais pobre sotoposto ou situado lateralmente abaixando o conteúdo aurífero do minério mais rico).

Baixa recuperação do material fino pelo ouromatic, essencialmente um **sluice** modificado voltado apenas a recuperação do ouro mais grosseiro.

5.3.10) Sondagem Rotativa a Diamante.

Sabidamente, a sondagem rotativa a diamante é o método mais fácil, rápido e eficiente de se prospectar mineralizações em sub-superfície bem como de pesquisar, delinear e cubar os eventuais corpos mineralizados. O uso de sondagens a diamante é ainda mais atraente quando se trata de trabalhos em condições amazônicas, região de elevada pluviosidade; solos espessos e muitas vezes encharcados de água, incosolidados, impondo dificuldades muito grandes de se realizar pesquisas por galerias ou aberturas assemelhadas. Nestas condições aberturas subterrâneas (v.g. galerias) devem ser feitas apenas após o corpo já ter sido completamente delinado. Evidentemente estas aberturas devem ser fortemente estruturadas (por concreto) para permanecerem estáveis nas condições vigentes.

Na área de pesquisa está se investigando atualmente a denominada Anomalia 6, situada ao norte da área autorizada, às proximidades da cabeçeira do Igarapé Cabeça. Esta anomalia foi descoberta por trabalhos de geoquímica, onde um furo de trado de 4" chegou a denunciar teores da ordem de 200 pintas. Cortando esta anomalia existe ainda uma linha de afloramentos de veios de quartzo contendo

TABELA 5.8- RESULTADOS DE ANÁLISES DAS CATAS

DRENAGEM	LS/FURO	CATA	TEOR FURO ESTIMADO g/m³	TEOR FURO AMALGAMADO g/m³	TEOR CATA AMALGAMADO
ARARA	300/00	CT-1A	0,310	0,243	0,055
ARARA	300/00	CT-1B	0,310	0,243	0,089
ARARA	300/01	CT-2	0,299	0,236	0,071
PAPAGAIO	850/02	CT-3	-	0,805	0,175
PAPAGAIO	850/01	CT-4	-	0,212	0,419
PAPAGAIO	200/19	CT-5	0,412	0,358	0,121
PAPAGAIO	200/03	CT-6	0,152	0,153	0,091

sulfetos e que se estende ao topo de um morrote adjacente. Notou-se também nesta elevação rochas carbonáticas alteradas por intemperismo. O substrato rochoso da anomalia compreende litologias da Suite Metamórfica Cuiú-Cuiú, formação altamente favorável a comportar mineralizações auríferas.

No contexto geológico supra descrito, na verdade ainda mal compreendido, sob o ponto de vista estrutural e mesmo litológico, lançou-se 5 furos de sonda a profundidades variando de 60 a 120 m. O diâmetro inicial do furo foi NX, na parte alterada até cerca de 60 metros de profundidade, reduzindo-se o diâmetro para BX ao se encontrar rocha sã.

Um perfil genérico das litologias atravessadas pelo furos é o seguinte (descrição de campo):

Solos, saprolitos e rochas alteradas (60 m).

Rocha básica de cor cinza com algum sulfeto disseminado.

Granito esverdeado com algum sulfeto disseminado.

Granito avermelhado sem sulfeto.

Os testemunhos obtidos destes serviços foram convenientemente descritos, serrados ao meio e tomadas amostras para descrições petrográficas, análises petroquímicas e dosagem de ouro nos intervalos de interesse.

Uma descrição pormenorizada dos tipos de rocha detectados por estes serviços é fornecida no capítulo pertinente a Petrografia e Petroquímica.

Esses serviços de prospecção em sub-superfície revertem-se de alto interesse, não só para a CPRM/MIRESA, mas também para a região amazônica e o Estado do Pará, pois trata-se de um serviço investigatório pioneiro onde se está efetivamente detectando mineralizações primárias. A guisa de exemplo, o furo de sonda nº 3 vem apresentando trechos métricos de rochas graníticas portando conteúdos auríferos na faixa de 4,3 e 2 g Au/t. Face aos interessantes resultados obtidos, a CPRM/MIRESA se dispõe a proseeguir com as investigações, na tentativa de elucidar a complexa geologia do local e efetivamente detectar as primeiras ocorrências de ouro primário no Tapajós explotáveis economicamente.

5.3.11) Processamento de Amostras e Avaliação dos Teores

Os teores de ouro das amostras obtidas nos trabalhos de pesquisa foram avaliados por diversos métodos, entre eles:

Contagem de pintas
Amalgamação
Docimasia química (fire assay e absorção atômica)

Empregou-se a contagem de pintas para estimar teores de amostras nos seguintes trabalhos de pesquisa:

Furos de sonda
Poços de pesquisa e catas
Amostras de geoquímica

Nas sondagens banka normalmente tomava-se uma primeira amostra com 1,00 m na superfície do terreno objetivando-se estabilizar a coluna de perfuração. As amostras subsequentes eram tomadas a cada 0,25 m.

As diversas amostras eram deslamadas em uma calha metálica, concentrando-se o material grosseiro em bateia. Todos os produtos intermediários eram pesados tal forma a se estabelecer o volume. Contava-se as pintas nos diferentes tamanhos e por análise de regressão procedia-se à estimativa dos teores.

Para propósito de contagem de pintas estabeleceu-se ao início de campanha os seguintes padrões:

Pinta nº	Tamanho (mesh)	Peso (mg)
P1	9 a 16	31,4167
P2	16 a 32	2,7474
P3	48 a 60	0,2592
P4	100 a 150	0,0370
P5	150 a 200	0,0237

A sistemática para o tratamento de amostra obtida de poços de certa forma assemelhava-se a adotada para a sonda banka.

O material retirado do poço era inicialmente recolhido sobre uma lona plástica, procedendo-se em seguida enquartamentos para reduzir a massa a ser tratada. Tomava-se a amostra enquartada tida como representativa do intervalo e concentrava-se a mesma em bateia cônica de 5 a 8 litros. Procedia-se em sequência a contagem de pintas e cálculo do teor esperado.

Em vista das grandes massas a serem tratadas a avaliação dos teores de cata era feita após severa redução de massas concentradoras ouromatic.

Para o tratamento das amostras de campanha de geoquímica, foi montada uma central de bateamento onde pessoal treinado tratava continuamente amostras de intervalos métricos.

Um número bastante representativo de amostras teve seu teor avaliado não só por contagem de pintas, mas também por amalgamação. O material amalgamado foi analisado quer nos laboratórios da CPRM (LAMIN), na METAGO ou no RESIT.

Embora tenha havido algumas discrepâncias, os resultados anferidos por ambos os métodos são comparáveis, conforme se observa na Tabela 5.9.

Pouco mais que uma dezena de amostras provenientes dos trabalhos de geoquímica da Malha Alfa 1, foram dosadas nos laboratórios da METAGO por absorção atômica e por ensaio ao fogo (fire assay). Regra geral os resultados derivados de absorção atômica acusaram valores superiores àqueles devidos ao fire assay. Infelizmente estes trabalhos de pesquisa analítica básica tiveram que ser interrompidos pretendendo-se retomá-los em futuro próximo.

Em que pesem as conhecidas dificuldades de se amostrar, analisar e quantificar teores em materiais auríferos, as metodologias e os resultados obtidos foram considerados satisfatórios e assim serviram para supor tal a quantificação do metal nobre na área autorizada.

5.3.12) Ensaios Tecnológicos

Foram realizados alguns ensaios objetivando o levantamento de parâmetros tecnológicos para suportar estudos de exequibilidade técnica e econômica.

TABELA 5.9

RESULTADOS DE ANÁLISES POR AMALGAMAÇÃO E CONTAGEM DE PINTAS

RENAGEM	LINHA SONDAGEM	FURO	OURO ESTIMADO POR CONTAGEM DE PINTAS (mg)	PESO DO OURO AMALGAMADO (mg)	DIFERENÇA (%)
S S.ANTONIO	4.800	13	2,738	2,282	- 16,6
	4.800	11	2,886	1,100	- 61,8
	4.800	09	4,292	2,387	- 44,3
	4.800	07	6,771	4,426	- 34,6
	4.800	05	4,255	2,559	- 39,8
	4.800	03	2,257	0,861	- 61,8
	4.800	01	0,777	0,385	- 50,4
	4.800	00	2,072	1,128	- 45,5
	4.800	02	4,079	2,096	- 48,6
	4.800	04	7,030	3,013	- 57,1
	4.800	06	2,220	1,318	- 40,6
	4.800	08	4,070	1,961	- 51,8
	4.800	10	0,555	0,274	- 50,6
	4.800	12	1,480	0,790	- 46,6
	4.800	14	0,407	0,591	+ 45,2
	4.800	16	8,288	5,135	- 38,0
	4.800	18	1,961	0,766	- 60,9
	4.800	20	0,962	1,523	+ 58,3
PAPAGAIO	200	19	4,817	4,200	- 12,8
	200	03	1,998	2,000	+ 0,1
	850	03	1,776	1,290	- 27,3
	850	01	4,403	2,817	- 36,0
	850	00	4,662	4,399	- 5,6
	850	02	8,362	7,505	- 10,2
	850	04	5,402	4,286	- 20,6
	850	06	0,444	0,200	- 54,9
	850	08	0,148	0,275	+ 85,8
ARARA	300	03	2,627	2,00	- 23,8
	300	01	4,958	3,900	- 21,3
	300	00	3,330	2,600	- 21,9
	700	00	2,035	3,730	+ 83,2
DA SUJA	100	02	5,449	4,918	- 9,7

Duas grandes classes de parâmetros foram levantados, aqueles de interesse ligado a operações de lavra e aqueles relacionados ao beneficiamento.

Dentre os parâmetros de interesse voltado a lavra determinou-se no campo:

Densidade do minério in situ (material eluvional): $p_n = 1,96\ t/m^3$ (medida direta-bloco parafinado).

Umidade: 15%

Densidade do minério base seca (calculado pela fórmula conhecida):

$$p_s \frac{1,96}{1 + 0,15} = 1,70\ t/m^3$$

Empolamento: 30%

Fator de empolamento: (100/(100 + 30)) = 0,769

Densidade do material empolado: $1,96 \times 0,769 = 1,51\ t/m^3$

Observação:

O material aluvionar normalmente é gerado de uma unidade muito superior aquela registrada para o material eluvionar, porém suas densidades base seca são aproximadamente equivalentes.

Foram realizados, em campo, inúmeros testes de concentrabilidade do material eluvionar com auxílio do concentrador ouromatic, que desempenha três papéis básicos, quais sejam:

1) Desagregação do minério em um pequeno cilindro rotativo na sua parte superior.

2) Escalpa da fração grosseira neste mesmo cilindro que é perfurado e portanto funciona como um pequeno terminal.

3) Concentração do ouro em película d'água (sluice modificado).

A recuperação do ouro no concentrador ouromatic foi normalmente baixa pois o mesmo em essência desempenha um papel de sluice que aproveita bem apenas o ouro grosso. Tendo-se em vista a elevada proporção de partículas de ouro na faixa de 150 a 200 mesh (pinta P5) e mesmo em fração inferior a esta, difíceis de serem recuperadas por sluices deve-se pensar para o futuro beneficiamento em equipamentos voltados ao aproveitamento do ouro fino tais como cones Reichert, espirais concentradores e especialmente concentradores hidrocentrífugos do tipo Knelson.

Preliminarmente, com uma polpa bem preparada (desagregada, deslamada), e com um sistema bem regulado, pode-se esperar recuperações metalúrgicas globais na concentração apoiada nos aparelhos supra mencionados da ordem de 95%.

5.3.13) Cartografia Geológica

Todos os dados gerados durante a pesquisa foram consolidados em cartas geológicas, em escalas pertinentes v.g. 1:5.000, que por sua vez suportaram serviços de avaliações de reservas. Alguns destes documentos encontram-se em anexo ao presente relato (a maioria deles já foram entregues ao DNPM por ocasião do Relatório Preliminar das Pesquisas).

5.3.14) Bibliografia

Andrade Ramos, J.R. (1954) - Reconhecimento Geológico do Alto Rio Fresco, Estado do Pará. Refl. An. Dir. DGM/DNPM, Rio de Janeiro.

Barbosa, O. (1966) - Geologia Básica e Econômica da Área da Região do Médio Tapajós, Estado do Pará, Bol. 126, DFPM, Rio de Janeiro.

Bizinella, G.A. et al (1980) - Projeto Tapajós-Sucunduri. Relatório Final, DNPM/CPRM, Manaus.

Eschwege, W.L. von (1833) - Pluto Brasiliensis. G. Reiner, Berlin - Traduzido por D. de F. Murta, Itatiaia, Belo Horizonte , 1979.

Griffith. S.V. (1960) - Aluvial Prospecting and Mining, 2nd Ed., Pergamon Pres, London.

KALAF, J.M.K. (1985) - Mineração Real S/A - BT-34. Relatório Interno, Etapa I (vols. I, II).

MAC DONALD, E. (1983) - Alluvial Miing, Chapman and Hall, London.

SALOMÃO, E.P. e VEIGA, A.T.C. (1989) - Prospecção e Pesquisa de Depósitos Aluvionares, IBRAM, Belo Horizonte.

6 — QUANTIFICAÇÃO DE RESERVAS

6.1) CONSIDERAÇÕES SOBRE AS METODOLOGIAS DE AVALIAÇÃO DE JAZIDAS

Constuma-se subdividir os métodos de avaliação de jazida (Rogado, 1976, Valente, 1982, Girodo, 1984 e Guerra, 1988) em três grandes grupos, a saber:

a - Métodos Clássicos;
b - Métodos Estatísticos;
c - Métodos Geoestatísticos.

Os métodos clássicos, também denominados tradicionais ou convencionais, são usados há longa data e baseiam-se em dois princípios (Popoff, 1966), quais sejam:

1º) Princípio das iguais áreas de influência: que postula a "extensão" do teor verificado em um ponto (amostra) para toda uma área (distância ou volume) de influência.

2º) Princípio das variações graduais: que postula o teor entre dois pontos variando de uma forma contínua e gradual.

Estes princípios deram origem a inúmeros métodos de avaliação de jazidas, entre eles os denominados métodos dos polígonos, dos prismas, das isolinhas, etc. amplamente tratados em diversos livros textos de Pesquisa Mineral (v.g. Popoff, 1966, Grossi Sad, 1975).

Tais métodos encaram a natureza de uma forma determinista e até irreal. Acontece que, na verdade, a natureza tem o seu componente francamente probabilista, que deve ser levado em consideração. Assim, embora os métodos convencionais tenham e ainda têm servido para se avaliar jazimentos simples, normalmente não atendem os atuais solicitações e problemas afeitos a um moderno planejamento mineiro.

Os métodos estatísticos surgiram na década de 1950, de forma independente, nos Estados Unidos, na União Soviética e na África do Sul. Interpretam a natureza aleatória das mineralizações à luz dos princípios elementares das

ciências Estatísticas e das Probabilidades. Tiveram enorme êxito na modelação das jazidas de ouro e urânio do distrito de Witwatersrand (Krige, 1962), porém ficaram por aí e hoje estes procedimentos estão praticamente abandonados.

Os métodos geoestatísticos surgiram na França, no início dos anos 60 e interpretaram os depósitos minerais como fenômenos topo-probabilistas (ou regionalizados). Assim Matheron (1962) imaginou as jazidas minerais como se fossem uma realização (sorteio) dos teores nos diversos pontos da jazida. As variações aleatórias representativas dos teores (segundo o modelo Matheroniano) todavia não são completamente independentes. Sua dependência é mais forte quando são mais próximas uma da outra e tal dependência esvanece quando elas estão muito distantes.

O modelo de Matheron enfim considera a jazida como a realização de uma função aleatória de infinitos comoponentes, cada um deles uma variável aleatória, à semelhança dos processos estocásticos descobertos pelos estatísticos russos (Tchebychev, Markov, Kolmogorov) de início do século.

À semelhança de qualquer processo estocástico, as jazidas minerais podem ser modeladas por qualquer função de autocorrelação (covariograma, variograma, correlograma, covariância espacial, etc.). Tradicionalmente, por diversas razões os geoestatísticos preferem empregar o variograma $\gamma(h)$ que é definido por:

$$\gamma(h) = 1/2\ E\left[Z(x) - Z(x + \vec{h})\right]^2 \quad \text{onde:}$$

E é o operador esperança matemática.

$Z(x)$ e $Z(x + \vec{h})$ são os teores ou outras variáveis regionalizadas (espessuras de camadas, acumulações, granulometrias, etc) definidas por pontos x e $x + \vec{h}$ espaçados do vetor $\vec{h}$.

Um dos principais passos dos trabalhos de geoestatísticas consiste em levantar os variogramas, ditos experimentais, a partir das amostras de pesquisa e em seguida ajustar funções teóricas denominadas autorizadas, estabelecendo-se assim o modelo matemático (autocorrelativo) do depósito. Costuma-se designar esta etapa dos trabalhos por Análise Variográfica-Estrutural ou simplesmente Análise Estrutural.

Convém ainda mencionar que normalmente o variograma possui andamentos diferentes para as diferentes direções $\vec{h}$ do depósito. Este fenômeno verificado na prática para a maioria dos depósitos costuma-se denominar anisotropia.

A grande maioria dos depósitos minerais são modeláveis por funções chamadas "esquema esférico" com efeito da pepita, cuja expressão matemática é dada abaixo:

$$\gamma(h) = \begin{cases} Co \quad \text{para} \quad h = o \\ Co + C\left[3/2 \quad h/a \quad + \quad 1/2 \quad h^3/a^3\right] & \text{para} \quad o < h \leq a \\ Co + C \quad \text{para} \quad h > a \end{cases}$$

A função $\gamma(h)$ é então uma função a três parâmetros, quais sejam:

Co — é o denominado "efeito de pepita" refletindo as variações de mineralização em distâncias h muito pequenas (infinitésimas).

a — é a amplitude ou alcance variográfico, correspondendo a noção intuitiva de zona (ou distância) de influência entre amostras.

$\sigma^2 = Co + C$ — corresponde à variância convencional dos teores (ou outra variável em atenção) das amostras.

Levanta-se os variogramas, normalmente, para atender dois propósitos:

1º) Desvendar a estruturação do depósito;

2º) Montar o modelo de autoestruturação dos teores para suportar procedimentos de avaliação.

Existem um número muito grande de procedimentos de avaliação. Em virtude dos trabalhos de Matheron (1962) um dos procedimentos mais usados para a avaliação de jazidas reporta-se à krigagem (nome Matheron deu ao método em homenagem à D.G. Krige, um dos pioneiros da geoestatística).

A krigagem nada mais é que um método de interpolação de teores baseado em regressão generalizada, definido conforme segue:

Primeiramente constroi-se o estimador de krigagem Z^* como uma média ponderada dos teores das amostras $z(x_i)$ adjacentes ao bloco que se deseja estimar:

$$Z^* = \sum_{i=1}^{n} a_i \; z(x_i) \quad , \qquad a_i \in \text{números reais.}$$

Impõe-se em seguida que este estimador não cometa erros sistemáticos de sobre avaliação ou subavaliação, isto é, obriga-se:

$$E\left[Z^*\right] = E\left[Z\right]$$

Desta condição (de não tendenciosidade ou não enviesamento) deduz-se facilmente que $\sum_{i=1}^{n} a_i = 1$, isto é, para que o estimador seja não tendencioso, a somatória dos pesos atribuídos às diversas amostras que entram na avaliação é a unidade.

Em terceiro lugar impõe-se que a avaliação ocorra com o erro (variância de estimação) mínimo, isto é,

$$\sigma_E^2 = E\left[Z^* - Z\right] \text{ mínimo}$$

A minimização de σ_E^2 com a restrição $\sum_{i=1}^{n} a_i = 1$ resulta em um sistema de equações lineares de (n + 1) equações a (n + 1) incógnitas, solúvel, obtendo-se os valores de $a_i \,|\, i=1$, n além de λ multiplicador Lagrangeano. Obtidos os ponderadores pelo método Lagrangeano (extremamente condicionados) chega-se facilmente ao melhor estimador para o teor do bloco considerado e o erro associado. Aplicando-se sucessivamente o procedimento para cada um dos n blocos que subdividem a jazida, chega-se à estimativa de jazida como um todo. Compondo-se os diversos erros de estimação de cada bloco, chega-se ao erro de estimação da jazida.

Normalmente classifica-se as reservas em medidas, indicadas e inferidas em função do erro cometido nesta estimação. As reservas são consideradas medidas de acordo com os critérios das Nações Unidas (ONU) caso o erro cometido seja inferior a 20% (no limiar da probabilidade graussiana de 95%). Considera-se como reservas indicadas aquelas cujo erro encontra-se entre 20% e 50%. Reservas inferidas são aquelas que superam os valores dos erros retro-mencionados.

Convém, por fim, notar que os critérios da ONU consistem numa extensão dos conceitos de reservas medidas, indicadas e inferidas inicialmente propostos pelo USGS e USGM (serviços geológicos e de fomento à produção mineral dos Estados Unidos) em 1943 e incorporados à maioria dos códigos de mineração de vários países do mundo, entre eles o código brasileiro.

A fim de facilitar serviços de planejamento mineiro costuma-se classificar os blocos de minério por classe de teores. Obtém-se assim as denominadas curvas tonelagem-teor ou curvas de parametrização que relacionam os possíveis teores de cortes a serem aplicados nos blocos de minérios e as tonelagens e teores médios de minério assim produzidos.

Apesar da krigagem levar a blocos individuais estimados otimalmente, não atende três importantes preceitos:

1º) O histograma dos teores dos blocos avaliados por krigagem possui dispersão inferior à dispersão real dos blocos mineralizados. Isto significa, principalmente quando se trata de minérios como o ouro, altamente dispersos e dotados de histogramas assimétricos, que ao se aplicar teores de corte acima da média do jazimento, subavalia-se as reservas.

2º) A lavra do ouro costuma ser altamente seletiva. Isto significa que normalmente faz-se seleção de minérios mais ricos mesmo dentro de blocos marginais, cujos teores médios encontram-se abaixo do teor de corte aplicado.

Este problema vem sendo equacionado pelos últimos avanços de geoestatística (não linear) ocorrentes nesta década, entre os quais a krigagem disjuntiva, a krigagem das indicatrizes, a krigagem multigaussiana, etc. Estes métodos têm sido responsáveis pela minimização de riscos nos empreendimentos mineiros em várias partes do mundo, entre as mesmas o desenvolvimento dos depósitos auríferos do "Smoke Valley" em Nevada, USA, depósitos de ouro no Canadá na Austrália, etc.

Eventualmente, pode-se chegar a previsões muito boas de reservas recuperáveis (lavra seletiva) aplicando-se cuidadosamente os conceitos de correção volume/variância, conforme é mencionado em David (1977, 1988) e Journel (1978, 1988). Pelo que se sabe, estes procedimentos foram aplicados pela primeira vez em nosso País na FOSFERTIL (Girodo, 1985) e depois pela CVRD no Projeto Cobre Salobo (Girodo **et alii**, 1988). Neste último caso a correção

volume/variância, denominada lognormal inversa (Journel, **op. cit.**) deu resultados globais muito semelhantes aqueles obtidos por técnicas avançadas de Geoestatística particularmente a krigagem das indicatrizes (Girodo **et alii, op. cit.**).

3º) A krigagem convencional ou linear, conforme proposta por Matheron em 1962 não se conforma muito bem a minérios dotados de histogramas assimétricos (David, 1988). A prática da Geoestatística tem mostrado que a krigagem destes depósitos pode levar a importantes subavaliações de depósitos que chegam a inviabilizar eventuais projetos certamente econômicos. Assim, resultados de krigagem convencional para depósitos de ouro, sem correção da relação volume/ variância são conservadores e devem ser encarados como reserva mínima segura de sustentação do projeto.

Por fim julgamos de interesse proceder alguns comentários sobre o moderno método das krigagens das indicatrizes desenvolvido por Journel e seus colaboradores da Universidade de Stanford.

A krigagem das indicatrizes é, em essência, um procedimento bastante simples. Tal procedimento funciona muito bem em depósitos cujos teores dispersam-se assimetricamente, como os depóistos de ouro. Nos depósitos deste metal é bastante comum encontrar-se teores médios da ordem de 3 gAu/t, coeficientes de variação da ordem de 3 e também assimetrias da ordem de 3. A causa da distribuição representativa dos teores ricos torna-se bastante longa.

O último percentil destas distribuições, ou seja, os 1% das amostras mais ricas (portanto uma proporção muito pequena do total) estando muito afastada da média, impõe ao sistema uma variância enorme. De fato, em distribuições assimétricas como as retro-assinaladas, pode-se calcular que ao último percentil, corresponde cerca de 46% da variância. histográfica.

Tendo-se em vista que, nos esquemas variográficos ditos transitivos, a altura do patamar corresponde à variância à priori, as amostras ricas das distribuições assimétricas "arrebentam" o variograma, causando violentas flutuações (zitterbewegung) aos pontos experimentais. Torna-se pois muito difícil proceder o agente dos modelos teóricos a estes variogramas.

Os procedimentos mais "tradicionais" que os pesquisadores clássicos costumam usar (e ainda usam) são os seguintes:

1º) Simplesmente cortavam fora os teores altos impropriamente denominados "aberrantes" (outliers) ou anômalos.

2º) Não cortavam os teores "aberrantes" porém deslocavam-os para valores atribuíveis, julgados previamente baixos.

Uma análise mais acurada mostra que ambos os procedimentos são incorretos e inconvenientes. Em primeiro lugar não é lícito descontar os teores rotulados de aberrantes. Estes valores, na verdade, não correspondem a erros analíticos ou de amostragem capazes de comprometer a avaliação do conjunto, mas sim reportam-se a valores reais, portanto efetivamente ocorrentes no depósito e que por esta simples razão de lógica não podem ser desprezados. Raciocinando por absurdo, imagina que o "Sr. De Beers" jogasse fora todos os seus maiores diamantes por considerá-los anômalos.

À semelhança do que foi exposto, também não faz sentido abaixar artificialmente os teores altos verificados na natureza. Torna-se necessário desenvolver métodos capazes de lidar com o fenômeno dos teores altos e um destes métodos reporta-se à krigagem das indicatrizes.

A krigagem das indicatrizes preconiza a divisão da população de teores amostrais em duas classes, ricos e pobres, para facilitar a avaliação. Já que os teores ricos de populações assimétricas causam problemas na prática variográfica e por consequência na estimação, porque não proceder à subdivisão?

Ao se classificar as amostras de uma população em ricas e pobres com referência a um determinado teor de corte arbitrário z_c, fica-se com duas subpopulações:

População pobre: $P \equiv \{z(x) \,/\, z(x) \leq z_c\}$

População rica: $R \equiv \{z(x) \,/\, z(x) > z_c\}$

O objetivo de separar as amostras em duas subpopulações, não é outro senão o já comentado, qual seja, o de eliminar a influência nefasta das amostras ricas no restante da população pobre. Separando-se as amostras ricas, a população pobre embora não seja perfeitamente gaussiana comporta-se numa

regressão generalizada como tal. Embora seja difícil modelar perfeitamente a população rica seus efeitos são bastante localizados.

Para saber se um elemento pertence à população pobre ou rica, pode-se usar a função "indicatriz" (que recebe os valores um ou zero) conforme assinalado abaixo:

$$\begin{cases} i\ (x) = 1 & \text{se } z\ (x) \leqslant z_c \\ i\ (x) = 0 & \text{se ocorrer ocontrário} \end{cases}$$

A indicatriz i(x) pode portanto ser considerada como uma transformada do teor amostral z(x). Pode-se demonstrar matematicamente que estando os teores estruturados (na acepção Geoestatística do termo) estarão também estruturadas as transformadas dos teores, isto é, as indicatrizes.

Tendo-se em vista que as indicatrizes são estruturadas, pode-se obter o variograma experimental das indicatrizes, e ajustá-lo por modelo teórico pertinente γ_I (h).

Convém ainda notar o fato de que as indicatrizes assumam sempre os valores i(x) = 0 (com probabilidade q) ou i(x) = 1 (com probabilidade complementar p = 1 - q). Assim o histograma das indicatrizes nada mais é que o histograma da distribuição binomial de média p e variância pq.

A variância da distribuição assinala o patamar do variograma das indicatrizes σ_I^2 = pq, que assume o valor máximo de 0,25 quando p = q = 0,5 (na mediana). Assim, o variograma das indicatrizes é sempre transitivo, com o valor do patamar pq determinado à priori.

Fazendo-se variar o teor de corte z_c (geralmente pelos decis do histograma) obtem-se uma família de variogramas indicatrizes.

$$\mathcal{F} = \{ \gamma_I(h) \ / \ z_c = z_{c1}, z_{c2} \ldots . z_{cn} \}$$

Com o auxílio dos variogramas das indicatrizes pode-se krigar as correspondêntes indicatrizes no domínio que se deseja, geralmente um bloco. Obtem-se assim o valor estimado:

$$i^* = F(z) = F(z = z_c)$$

A este valor corresponde a proporção de minério pobre dentro do bloco considerado, isto é, à fração de amostras de teor $z(x) \leq z_c$ no domínio em referência. Naturalmente a proporção de amostras ricas e avaliadas pelo complemento $(1 - i^*)$

A fim de fixar as idéias supostas que em um depósito de ouro krigou-se a indicatriz $i(x)$ com um $z_c = 1$ gAu/t e obteve-se o valor $i^* = 0,82$. Isto significa que se espera 82% das amostras dentro do bloco com teor superior a 1 gAu/t. Por consequência $(1 - i^*) = 0,18$ ou seja 18% das amostras do bloco terão teores superiores ao corte usado.

Com o artifício das indicatrizes, chega-se facilmente à estimativa das seguintes grandezas:

1º) Teor esperado do bloco:

$$t^* = i^* t_p^* + (1 - i^*) t_r^* \qquad \text{onde:}$$

i^* é a krigagem da indicatriz para um dado z_c.

t_p^* é a krigagem das amostras pobres.

t_r^* é a média aritmética das amostras ricas (geralmente são poucas não havendo número suficiente para krigagem).

2º) Histograma dos teores das amostras dentro do bloco:

Este valor é facilmente obtido, simplesmente derivando a função $i^* = F(z)$ em relação a z, isto é: $dF(z)/dz$.

3º) Proporção e teor do minério rico (acima de um determinado teor de corte):

Proporção de minério rico: $1 - i^*$

Teor do minério rico: $\int_{z_c}^{\infty} z\, f(z)\, dz$

Por fim, convém mencionar que a Geoestatística convencional permite que se faça a previsão da proporção de material de teor rico dentro de um bloco de teor marginal. Esta previsão apoia-se na relação de aditividade de krige e na hipótese da permanência da distribuição dos teores (que contudo pode não ser verificada na prática).

Assim, pela relação de aditividade de Krige, pode se escrever:

$$\sigma^2 (v/V) = \bar{\gamma} (V, V) - \bar{\gamma} (v, v) \qquad \text{onde:}$$

$\sigma^2(v/v)$ é a dispersão de teores de blocos pequenos v (**small mining unit**) dentro do bloco grande V (bloco de planejamento de lavra).

$\bar{\gamma}(V, V)$ e $\bar{\gamma}(v, v)$ são os valores médios dos variogramas nos domínios considerados.

Assumindo-se que a densidade de probabilidade dos teores dos blocos v em V possa ser expressa a dois parâmetros $\sigma^2(v/V)$ e teor médio (krigagem) constrói-se facilmente a distribuição f(z).

Assim a quantidade de material rico, acima do teor de corte pode ser avaliado por:

$$\int_{z_c}^{\infty} f(z)\, dz$$

Por sua vez o teor médio do minério rico pode ser avaliado pela fórmula já vista:

$$\int_{z_c}^{\infty} z \; f(z)\, dz$$

As reservas de ouro da área do Igarapé Santo Antônio, alvo deste relatório de pesquisa foram avaliadas pelos métodos das áreas de influência e serão também avaliadas pela geoestatística convencional. Em suporte ao planejamento mineiro detalhado a jazida esta também sendo estudada pelo método avançado da krigagem das indicatrizes.

A exequibilidade econômica da lavra estará suportada pelos procedimentos das avaliações convencionais.

6.2) AVALIAÇÃO DOS ALÚVIOS E ELÚVIOS

Os depósitos de ouro aluvionares e eluvionares foram avaliados por métodos clássicos e serão em futuro próximo avaliados pelos métodos geoestatísticos. Tece-se ainda considerações sobre as potencialidades dos minérios primários.

6.2.1) Avaliação por Métodos Clássicos

a) Minério Aluvionar

A avaliação das reservas aluvionares da região do Igarapé de Santo Antônio, foi feita pela CPRM em 1985, conforme Relatório Preliminar de Pesquisa apresentado ao DNPM e, em substância, não sofreram alterações mais fundamentais daquela época para os dias de hoje.

O método utilizado no cálculo das reservas de ouro, tendo apoio essencialmente nos furos de sondagem, constou de integração dos blocos geométricos definidos por furos de sonda considerados mineralizados.

Foram elaborados perfis litológicos para todas as seções incluídas ou não no cálculo das reservas. Nestes perfis encontram-se representadas as várias camadas das aluviões bem como os dados obtidos de sondagens e perfis de teores, onde estão representadas em escala, as distribuições verticais das concentrações de ouro.

Os cálculos de reservas para os teores de corte 0,100 gAu/m^3, 0,200 gAu/m^3 e 0,300 gAu/m^3, encontram-se detalhados nas tabelas 6.1 a 6.3 em apenso.

Um resumo dos resultados advindos deste cálculo é dado a seguir:

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM

DIRETORIA DA ÁREA DE OPERAÇÕES - SUREAU

TABELA 6.1

PLANILHA DE CÁLCULO DE RESERVA

Drenagem	Linha Sondagem (LS)	Furo	Prof. (P)	Teor (T)	Área Infl. (A)	PxA	PxTxA	Área do Bloco (m^2)	Volume Bloco (m^3)	Volume Capeamento (m^3)	Conteúdo Metálico (g)
STO.ANTONIO	800	F.5	2,50	0,321	20	50	16,05				
STO.ANTONIO	800	F.3	3,75	0,299	20	75	22,42				
STO.ANTONIO	800	F.1	2,50	0,527	20	50	26,35				
STO.ANTONIO	800	F.0	3,00	0,265	20	60	15,90				
STO.ANTONIO	800	F.2	3,50	0,210	20	70	14,70				
STO.ANTONIO	800	F.4	2,75	0,237	20	55	13,03	153.525	205.723	230.287	59.454
STO.ANTONIO	800	F.6	3,25	0,229	20	65	14,88				
STO.ANTONIO	800	F.8	3,00	0,094	20	60	5,64	103.937	139.275	155.905	40.250
STO.ANTONIO	800	F.10	3,25	0,413	20	65	26,84				
STO.ANTONIO	800	F.12	2,75	0,678	20	55	37,29				
STO.ANTONIO	800	F.14	2,50	0,169	20	50	8,45				
STO.ANTONIO	800	F.16	3,00	0,385	20	60	23,10				
STO.ANTONIO	800	F.18	2,75	0,445	20	55	24,47				
STO.ANTONIO	800	F.20	2,75	0,127	20	55	6,98				
STO.ANTONIO	800	F.22	2,25	0,101	20	45	4,54				
STO.ANTONIO	800	F.24	2,50	0,228	20	50	11,40				
STO.ANTONIO	800	F.26	2,25	0,158	20	45	7,11				
TOTAL			48,25		340	965 PML=2,84	279,15 TML=0,289	257.462	344.998	386.192	99.704

"Cut off" 0,100 g/m^3

Capeamento = 1,50 m

Minério = 1,34 m

Relação esteril/Minério = 1,12

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM

DIRETORIA DA ÁREA DE OPERAÇÕES - SUREAU

PLANILHA DE CÁLCULO DE RESERVA

Drenagem	Linha Sondagem (LS)	Furo	Prof. (P)	Teor (T)	Área Infl. (A)	PxA	PxTxA	Área do Bloco (m^2)	Volume Bloco (m^3)	Volume Capeamento (m^3)	Conteúdo Metálico (g)
STO.ANTONIO	1.600	F.3	2,50	0,166	20	50	8,30				
STO.ANTONIO	1.600	F.5	2,75	0,175	20	55	9,62				
STO.ANTONIO	1.600	F.7	2,75	0,130	20	55	7,15	67.137	73.139	100.705	14.042
STO.ANTONIO	1.600	F.9	2,50	0,087	20	50	4,35				
STO.ANTONIO	1.600	F.11	2,75	0,231	20	55	12,70	86.625	94.421	129.937	18.129
STO.ANTONIO	1.600	F.13	2,75	0,114	20	55	6,27				
STO.ANTONIO	1.600	F.15	2,25	0,411	20	45	18,49				
STO.ANTONIO	1.600	F.17	2,50	0,260	20	50	13,00				
TOTAL			20,75	1,574	160	415 PML=2,59	79,88 TML=0,192	153.762	167.560	230.642	32.171

"Cut off" o,100 g/m^3

Capeamento = 1,50 m

Minério = 1,09 m

Relação Estéril/minério = 1,37

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM

DIRETORIA DA ÁREA DE OPERAÇÕES - SUREAU

PLANILHA DE CÁLCULO DE RESERVA

Drenagem	Linha Sondagem (LS)	Furo	Prof. (P)	Teor (T)	Área Infl. (A)	PxA	PxTxA	Área do Bloco (m²)	Volume Bloco (m³)	Volume Capeamento (m³)	Conteúdo Metálico (g)
STO.ANTONIO	2.700	F.0	2,50	0,273	20	50	13,65				
STO.ANTONIO	2.700	F.1	2,25	0,880	20	45	39,60				
STO.ANTONIO	2.700	F.3	2,50	0,323	20	50	16,15	89.125	83.777	133.687	22.619
STO.ANTONIO	2.700	F.5	2,75	0,112	20	55	6,16				
STO.ANTONIO	2.700	F.7	2,75	0,244	20	55	13,42				
STO.ANTONIO	2.700	F.9	2,50	0,039	20	50	1,95	44.000	41.360	66.000	11.167
STO.ANTONIO	2.700	F.11	2,25	0,050	20	45	2,25				
STO.ANTONIO	2.700	F.13	2,00	0,306	20	40	12,24				
TOTAL			19,50	2,227	160	390 PML=2,44	105,42 TML=0,270	133.125	125.137	199.687	33.786

"Cut off" 0,100 g/m³

Capeamento = 1,50 m

Minério = 0,94 m

Relação estéril/minério = 1,59

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM

DIRETORIA DA ÁREA DE OPERAÇÕES - SUREAU

PLANILHA DE CÁLCULO DE RESERVA

Drenagem	Linha Sondagem (LS)	Furo	Prof. (P)	Teor (T)	Área Infl. (A)	PxA	PxTxA	Área do Bloco (m^2)	Volume Bloco (m^3)	Volume Capeamento (m^3)	Conteúdo Metálico (g)
STO.ANTONIO	3.200	F.8	2,25	0,125	20	45	5,62				
STO.ANTONIO	3.200	F.6	2,25	0,248	20	45	11,16				
STO.ANTONIO	3.200	F.4	2,50	0,173	20	50	8,65				
STO.ANTONIO	3.200	F.2	3,00	0,409	20	60	24,54	44.000	55.000	66.000	12.870
STO.ANTONIO	3.200	F.O	3,75	0,289	20	75	21,67				
STO.ANTONIO	3.200	F.1	2,75	0,130	20	55	7,15	51.150	63.937	76.725	14.961
STO.ANTONIO	3.200	F.3	3,00	0,301	20	60	18,06				
STO.ANTONIO	3.200	F.5	2,50	0,120	20	50	6,00				
TOTAL			22,00	1,795	160	440 PML=2,75	102,85 TML=0,234	95.150	118.937	142.725	27.831

"Cut off" 0,100 g/m^3

Capeamento = 1,50 m Relação esteril/minério 1,20

Minério = 1,25 m

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM

DIRETORIA DA ÁREA DE OPERAÇÕES - SUREAU

PLANILHA DE CÁLCULO DE RESERVA

Drenagem	Linha Sondagem (LS)	Furo	Prof. (P)	Teor (T)	Área Infl. (A)	PxA	PxTxA	Área do Bloco (m^2)	Volume Bloco (m^3)	Volume Capeamento (m^3)	Conteúdo Metálico (g)
STO.ANTONIO	3.850	F.3	3,75	0,115	20	75	8,62				
STO.ANTONIO	3.850	F.5	3,00	0,112	20	60	6,72				
STO.ANTONIO	3.850	F.7	3,75	0,088	20	75	6,60	47.125	48.538	94.250	10.969
STO.ANTONIO	3.850	F.9	3,25	0,604	20	65	39,26				
STO.ANTONIO	3.850	F.11	2,50	0,382	20	50	19,10	47.650	49.079	95.300	11.092
STO.ANTONIO	3.850	F.13	2,50	0,115	20	50	5,75				
STO.ANTONIO	3.850	F.15	2,50	0,199	20	50	9,95				
TOTAL			21,25	1,615	140	425 PML=3,03	96,00 TML=0,226	94.775	97.617	189.550	22.061

"Cut off" 0,100 g/m^3

Capeamento = 2,00 m

Minério = 1,03 m

Relação esteril/minério = 1,94

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM

DIRETORIA DA ÁREA DE OPERAÇÕES - SUREAU

PLANILHA DE CÁLCULO DE RESERVA

Drenagem	Linha Sondagem (LS)	Furo	Prof. (P)	Teor (T)	Área Infl. (A)	PxA	PxTxA	Área do Bloco (m²)	Volume Bloco (m³)	Volume Capeamento (m²)	Conteúdo Metálico (g)
STO.ANTONIO	4.800	F.5	1,50	0,234	20	30.	7,02				
STO.ANTONIO	4.800	F.7	1,75	0,340	20	35	11,90	45.675	93.633		20.693
STO.ANTONIO	4.800	F.9	2,25	0,366	20	45	16,47				
STO.ANTONIO	4.800	F.11	2,25	0,067	20	45	3,01	29.700	60.885		13.455
STO.ANTONIO	4.800	F.13	2,50	0,141	20	50	7,05				
						205	45,45				
			10,25	1,14	100	PML=2,05	TML=0,221	75.375	154.518		34.148
STO.ANTONIO	4.800	F.4	3,00	0,206	20	60	12,36	12,375	37.125		7.647
						60	12,36				
			3,00	0,206	20	PML=3,00	TML=0,206	12.375	37.125		7.647
TOTAL			16,25	1,56	140		TMF=0,213	87.750	191.643		41.795

"Cut off" 0,100 g/m³

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM

DIRETORIA DA ÁREA DE OPERAÇÕES - SUREAU

PLANILHA DE CÁLCULO DE RESERVA

Drenagem	Linha Sondagem (LS)	Furo	Prof. (P)	Teor (T)	Área Infl. (A)	PxA	PxTxA	Área do Bloco (m²)	Volume Bloco (m³)	Volume Capeamento (m³)	Conteúdo Metálico (g)
STO.ANTONIO	5.350	F.1	2,25	0,104	20	45	4.68				
STO.ANTONIO	5 350	F.3	3,25	0,060	20	65	3.90				
STO.ANTONIO	5.350	F.5	3,50	0,375	20	70	26.25	28,875	44,467	43,312	7.782
STO.ANTONIO	5.350	F.7	3,25	0,157	20	65	10.20	112.050	172.557	168.075	30.197
STO.ANTONIO	5.350	F.9	3,00	0,209	20	60	12,54				
STO.ANTONIO	5.350	F.11	3,00	0,107	20	60	6,42				
TOTAL			17.95	1.012	120	365 PML=3,04	63,99 TML=0,175	140.925	217.024	211.387	37.979

"Cut off" 0,100 g/m³

Capeamento = 1,50 m

Minério = 1,54 m

Relação esteril/minério = 0,97

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM

DIRETORIA DA ÁREA DE OPERAÇÕES - SUREAU

PLANILHA DE CÁLCULO DE RESERVA

Drenagem	Linha Sondagem (LS)	Furo	Prof. (P)	Teor (T)	Área Infl. (A)	PxA	PxTxA	Área do Bloco (m^2)	Volume Bloco (m^3)	Volume Capeamento (m^3)	Conteúdo Metálico (g)
STO.ANTONIO	5.350	F.23	1,25	0,421	20	25	10,53				
STO.ANTONIO	5.350	F.25	1,50	0,114	20	30	3,42				
STO.ANTONIO	5.350	F.27	1,50	0,154	20	30	4,62	31.625	49.967		8.045
STO.ANTONIO	5.350	F.29	1,25	0,077	20	25	1,93				
STO.ANTONIO	5.350	F.31	2,00	0,121	20	40	49.800	78.684			12.668
STO.ANTONIO	5.350	F.33	2,00	0,133	20	40	5,32				
TOTAL			9.5	1.02	120	190 PML=1,58	30,65 TML=0,161	81.425	128.651		20.713

"Cut off" 0,100 g/m^3

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM

DIRETORIA DA ÁREA DE OPERAÇÕES - SUREAU

PLANILHA DE CÁLCULO DE RESERVA

Drenagem	Linha Sondagem (LS)	Furo	Prof. (P)	Teor (T)	Área Infl. (A)	PxA	PxTxA	Área do Bloco (m^2)	Volume Bloco (m^3)	Volume Capeamento (m^2)	Conteúdo Metálico (g)
Água Suja	100	F.1	1.75	0,323	20	35	11,30				
Água Suja	100	F.0	1.50	0,096	20	30	2,88	23.437	13.125	23.437	5.066
Água Suja	100	F.2	1.50	0,911	20	30	27,33	22.687	12,705	22.687	4.904
Água Suja	100	F.4	1,50	0,224	20	30	6,72				
TOTAL			6,25	1,554	80	125 PML=1,56	48,23 TML=0,386	46.124	25.829	46.124	9.970

"Cut off" 0,100 g/m³

Capeamento 1,00 m

Minério 0,56 m

Relação estéril/minério = 1,78

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM

DIRETORIA DA ÁREA DE OPERAÇÕES - SUREAU

PLANILHA DE CÁLCULO DE RESERVA

Drenagem	Linha Sondagem (LS)	Furo	Prof. (P)	Teor (T)	Área Infl. (A)	PxA	PxTxA	Área do Bloco (m^2)	Volume Bloco (m^3)	Volume Capeamento (m^3)	Conteúdo Metálico (g)
Água Suja	700	F.1	1,50	0,317	20	30	9,51				
Água Suja	700	F.0	2,00	0,340	20	40	13,60	22,125	16,594	22,125	4.730
Água Suja	700	F.2	1,75	0,027	20	35	0,945	22,500	16,875	22,500	4,809
Água Suja	700	F.4	1,75	0,455	20	35	15,925				
TOTAL			7,00	1,139	80	140 PML=1,75	39,98 TML=0,285	44,625	33,469	44,625	9,539

"cut off" 0,100 g/m³

Capeamento - 1,0 m

Minério - 0,75 m

Relação Esteril/Minério = 1,33

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM

DIRETORIA DA ÁREA DE OPERAÇÕES - SUREAU

PLANILHA DE CÁLCULO DE RESERVA

Drenagem	Linha Sondagem (LS)	Furo	Prof. (P)	Teor (T)	Área Infl. (A)	PxA	PxTxA	Área do Bloco (m^2)	Volume Bloco (m^3)	Volume Capeamento (m^2)	Conteúdo Metálico (g)
PAPAGAIO	3.700	F.3	2,00	0,320	20	40	12,8				
PAPAGAIO	3.700	F.1	1,75	0,536	20	35	18,76	22.000	13.640	22.000	4.365
PAPAGAIO	3.700	F.O	1,50	0,198	20	30	5,94	28.000	17.360	28.000	5.555
PAPAGAIO	3.700	F.2	1,25	0,169	20	25	4,22				
TOTAL			6,50	1,223	80	130 PML=1,63	41,72 TML=0,320	50.000	31.000	50.000	9.920

"Cut off" 0,100 g/m³

Capeamento = 1,00 m

Mineral = 0,62 m

Relação esteril/minério = 1,61

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM

DIRETORIA DA ÁREA DE OPERAÇÕES - SUREAU

PLANILHA DE CÁLCULO DE RESERVA

Drenagem	Linha Sondagem (LS)	Furo	Prof. (P)	Teor (T)	Área Infl. (A)	PxA	PxTxA	Área do Bloco (m²)	Volume Bloco (m³)	Volume Capeamento (m³)	Conteúdo Metálico (g)
PAPAGAIO	3.000	F.5	2,00	0,397	20	40	15,88				
PAPAGAIO	3.000	F.3	2,00	0,218	20	40	8,72	28.000	15.680	42.000	5.896
PAPAGAIO	3.000	F.1	2,25	0,678	20	45	30,51	22.875	12.810	34.312	4.816
PAPAGAIO	3.000	F.0	2,00	0,176	20	40	7,04				
TOTAL			8,25	1,469	80	165 PML=2,06	62,15 TML=0,376	50.875	28.490	76.312	10.712

"Cut off" 0,100 g/m³

Capeamento - 1,50 m

Minério - 0,56 m

Relação Estéril/Minério = 2,67

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM

DIRETORIA DA ÁREA DE OPERAÇÕES - SUREAU

PLANILHA DE CÁLCULO DE RESERVA

Drenagem	Linha Sondagem (LS)	Furo	Prof. (P)	Teor (T)	Área Infl. (A)	PxA	PxTxA	Área do Bloco (m^2)	Volume Bloco (m^3)	Volume Capeamento (m^2)	Conteúdo Metálico (g)
PAPAGAIO	2.400	F.11	2,00	0,105	20	40	4,20				
PAPAGAIO	2.400	F.9	2,25	1,466	20	45	65,97	19.825	24.781	19.825	15.859
PAPAGAIO	2.400	F.7	2,50	0,331	20	50	16,55	24.375	30.468	24.375	19.499
TOTAL			6,75	1,902	60	135 PML=2,25	86,72 TML=0,64	44.200	55.249	44.200	35.358

"Cut off" 0,100 g/m³

Capeamento - 1,00 m

Mineral - 1,25 m

Relação Esteril/Minério - 0,80

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM

DIRETORIA DA ÁREA DE OPERAÇÕES - SUREAU

PLANILHA DE CÁLCULO DE RESERVA

Drenagem	Linha Sondagem (LS)	Furo	Prof. (P)	Teor (T)	Área Infl. (A)	PxA	PxTxA	Área do Bloco (m^2)	Volume Bloco (m^3)	Volume Capeamento (m^3)	Conteúdo Metálico (g)
PAPAGAIO	850	F.3	1,50	0,368	20	30	11,04				
PAPAGAIO	850	F.1	2,50	0,449	20	50	22,45	44,500	109.025		59.309
PAPAGAIO	850	F.O	2,75	0,385	20	55	21,175				
PAPAGAIO	850	F.2	2,50	1,216	20	50	60,8	42.500	104.125		56.644
PAPAGAIO	850	F.4	3,00	0,297	20	60	17,82				
TOTAL			12,25	2,715	100	PML=2,45	245 TML=0,544	133.285 87.000	213.150		115.953

"Cut off" 0,100 g/m³

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM

DIRETORIA DA ÁREA DE OPERAÇÕES - SUREAU

PLANILHA DE CÁLCULO DE RESERVA

Drenagem	Linha Sondagem (LS)	Furo	Prof. (P)	Teor (T)	Área Infl. (A)	PxA	PxTxA	Área do Bloco (m^2)	Volume Bloco (m^3)	Volume Capeamento (m^2)	Conteúdo Metálico (g)
AÇAI	250	F.1	1,25	0,199	20	25	4.975				
AÇAI	250	F.O	2,25	0,347	20	45	15.615	15.750	11.812	15.750	3.685
AÇAI	250	F.2	2,00	0,300	20	40	12,00	18.187	13.640	18.187	4.256
AÇAI	250	F.4	1,50	0,368	20	30	11,04				
TOTAL			7,00	1,214	80	140 PML=1,75	43,63 TML=0,312	33.937	25.452	33.937	7,941

"Cut off" 0,100 g/m³

Capeamento - 1,00 m

Mineral - 0,75 m

Relação Esteril/Minério - 1,33

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM

DIRETORIA DA ÁREA DE OPERAÇÕES - SUREAU

PLANILHA DE CÁLCULO DE RESERVA

Drenagem	Linha Sondagem (LS)	Furo	Prof. (P)	Teor (T)	Área Infl. (A)	PxA	PxTxA	Área do Bloco (m²)	Volume Bloco (m³)	Volume Capeamento (m³)	Conteúdo Metálico (g)
ARARA	700	F.5	1,25	0,103	20	25	2,575				
ARARA	700	F.3	1,50	0,122	20	30	3,660	36,250	61.625		15.714
ARARA	700	F.1	2,00	0,242	20	40	9,680				
ARARA	700	F.O	2,00	0,444	20	40	17,760	67.000	113.900		29.044
ARARA	700	F.2	1,75	0,276	20	35	9.660				
TOTAL			8,50	1.187	100	170 PML=1,70	43,335 TML=0,255	103.250	175.525		44.758

"Cut off" 0,100 g/m³

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM

DIRETORIA DA ÁREA DE OPERAÇÕES - SUREAU

TABELA 6.2

PLANILHA DE CÁLCULO DE RESERVA

Drenagem	Linha Sondagem (LS)	Furo	Prof. (P)	Teor (T)	Área Infl. (A)	PxA	PxTxA	Área do Bloco (m²)	Volume Bloco (m³)	Volume Capeamento (m³)	Conteúdo Metálico (g)
STO.ANTONIO	2.700	F.1	2,25	0,298	20	45	13,45	11.800	26.550		7,912
								6.750	15.187		4.526
			2,25	0,298	20	PML=2,25	TML=0,298	18.550	41.737		12.438
STO.ANTONIO	3.200	F.0	3,75	0,174	20	75	13,05	9.450	31.846		5.987
			3,00	0,205	20	60	12,30	11.462	38.627		7.262
						135	25,35				
			6,75	0,379	40	PML=3,37	TML=0,188	20.912	70.473		13.249
STO.ANTONIO	3.850	F.9	3,25	0,251	20	65	16,31	8.187	26.607		6.678
								10.037	32.620		8.187
			3,25	0,251	20	PML=3,25	TML=0,251	18.224	59.227		14.865
TOTAL							TMF=0,245	57.686	171.437		40.552

"Cut off" 0,200 g/m³

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM

DIRETORIA DA ÁREA DE OPERAÇÕES - SUREAU

PLANILHA DE CÁLCULO DE RESERVA

Drenagem	Linha Sondagem (LS)	Furo	Prof. (P)	Teor (T)	Área Infl. (A)	PxA	PxTxA	Área do Bloco (m²)	Volume Bloco (m³)	Volume Capeamento (m³)	Conteúdo Metálico (g)
STO.ANTONIO	4:800	F.9	2,25	0,366	20	45	16,47				
STO.ANTONIO	4.800	F.7	1,75	0,340	20	35	11,90	32.400	68.688		19.301
STO.ANTONIO	4.800	F.5	1,50	0,234	20	30	7,02	22.000	46.640		13.106
STO.ANTONIO	4.800	F.4	3,00	0,206	20	60	12,56				
						170	47,75				
			8,50	1,146	80	PML=2,12	TML=0,281	54.400	115.328		32.407
STO.ANTONIO	5.350	F.27	1,25	0,341	20	25	8,52				
STO.ANTONIO	5.350	F.25	1,50	0,073	20	30	2,22	16.800	22.344		7.016
STO.ANTONIO	5.350	F.25	1,25	0,577	20	25	14,42	16.200	21.546		6.765
			4,00	0,991	60	PML=1,33	TML=0,314	33.000	43.890		13.781
STO.ANTONIO	1.350	F.6	2,25	0,242	20	45	10,89				
STO.ANTONIO	1.350	F.8	2,25	0,178	20	45	8,01	18.600	55.800		12.220
STO.ANTONIO	1.350	F.10	4,50	0,229	20	90	20,61	9.000	27.000		5.913
			9,00	0,649	60	PML=3,00	TML=0,219	27.600	82.800		18.133
TOTAL							TMF=0,271	115.000	242.018		64.321

"Cut off" 0,200 g/m³

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM

DIRETORIA DA ÁREA DE OPERAÇÕES - SUREAU

PLANILHA DE CÁLCULO DE RESERVA

Drenagem	Linha Sondagem (LS)	Furo	Prof. (P)	Teor (T)	Área Infl. (A)	PxA	PxTxA	Área do Bloco (m²)	Volume Bloco (m³)	Volume Capeamento (m³)	Conteúdo Metálico (g)
PAPAGAIO	200	F.7	2,50	0,209	20	50	10,45				
PAPAGAIO	200	F.19	3,00	0,412	20	60	24,72	7.850	22,215		7.642
PAPAGAIO	200	F.21	3,00	0,390	20	60	23,40	6.600	18,678		6.425
			8,50	1,011	60	170	58,57	14.450	40.893		14.067
						PML=2,83	TML=0,344				
PAPAGAIO	400	F.3	2,50	0,264	20	50	13,20				
PAPAGAIO	400	F.7	2,75	0,450	20	55	24,75	11.300	28.250		8.390
PAPAGAIO	400	F.9	2,75	0,387	20	55	21,28				
PAPAGAIO	400	F.11	2,75	0,117	20	55	6,43	10.150	25.375		7.536
PAPAGAIO	400	F.13	1,75	0,247	20	35	8,64				
			12,50	1,405	100	250	74,30	21.450	53.625		15.926
						PML=2,50	TML=0,297				
PAPAGAIO	600	F.7	2,25	0,233	20	45	10,48				
PAPAGAIO	600	F.9	2,50	0,172	20	50	8,60	9.100	22.022		5.439
	600	F.11	2,50	0,336	20	50	16,80	7.800	18.876		4.662
			7,25	0,741	60	145	35,88	16.900	40.898		10.101
						PML=2,42	TML=0,247				
TOTAL							TMF=0,296	52.800	135.416		40.094

"Cut off" 0,200 g/m³

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM

DIRETORIA DA ÁREA DE OPERAÇÕES - SUREAU

PLANILHA DE CÁLCULO DE RESERVA

Drenagem	Linha Sondagem (LS)	Furo	Prof. (P)	Teor (T)	Área Infl. (A)	PxA	PxTxA	Área do Bloco (m²)	Volume Bloco (m³)	Volume Capeamento (m³)	Conteúdo Metálico (g)
PAPAGAIO	850	F.2	2,50	0,805	20	50	40,25				
PAPAGAIO	850	F.0	2,75	0,268	20	55	14,74	7.475	17.267		6.665
PAPAGAIO	850	F.1	2,50	0,212	20	50	10,60				
PAPAGAIO	850	F.3	1,50	0,197	20	30	5,91	10.500	24.255		9.362
						185	71,50				
			9,25	1,482	80	PML=2,31	TML=0,386	17.975	41.522		16.027
PAPAGAIO	1.050	F.5	2,75	0,308	20	55	16,94	3.000	8.250		2.541
								4.025	11.069		3.409
			2,75	0,308	20	PML=2,75	TML=0,308	7.025	19.319		5.950
PAPAGAIO	1.750	F.4	2,25	0,225	20	45	10,12	3.300	7.425		1.670
								4.600	10.350		2.329
			2,25	0,225	20	PMC= 2,25	TML=0,225	7.900	17.775		3.999
TOTAL							TMF=0,306	32.900	78.616		25.976

"Cut off" 0,200 g/m³

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM

DIRETORIA DA ÁREA DE OPERAÇÕES - SUREAU

PLANILHA DE CÁLCULO DE RESERVA

Drenagem	Linha Sondagem (LS)	Furo	Prof. (P)	Teor (T)	Área Infl. (A)	PxA	PxTxA	Área do Bloco (m²)	Volume Bloco (m³)	Volume Capeamento (m³)	Conteúdo Metálico (g)
PAPAGAIO	2.050	F.0	3,25	0,175	20	65	11,37	3.500	11.375		1.990
								3.300	10.725		1.877
			3,25	0,175	20	PML=3,25	TML=0,175	6.800	22.100		3.867
PAPAGAIO	2.400	F.9	2,25	0,247	20	45	11,11	3.500	7.875		1.945
								3.500	7.875		1.945
			2,25	0,247	20	PML=2,25	TML=0,247	7.000	15.750		3.890
PAPAGAIO	3.700	F.1	1,75	0,222	20	35	7,77	4.300	7.525		1.670
								4.500	7.875		1.748
			1,75	0,222	20	PML=1,75	TML=0,222	8.800	15.400		3.418
TOTAL							TMF=0,215	22.600	53.250		11,175

"Cut off" 0,200 g/m³

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM

DIRETORIA DA ÁREA DE OPERAÇÕES - SUREAU

PLANILHA DE CÁLCULO DE RESERVA

Drenagem	Linha Sondagem (LS)	Furo	Prof. (P)	Teor (T)	Área Infl. (A)	PxA	PxTxA	Área do Bloco (m²)	Volume Bloco (m³)	Volume Capeamento (m³)	Conteúdo Metálico (g)
AÇAI	650	F.1	3,00	0,352	20	60	21,12	4.500	13.500		4.752
								4.500	13.500		4.752
			3,00	0,352	20	PML=3,00	TML=0,352	9.000	17.000		9.504
AÇAI	1.050	F.1	2,25	0,601	20	45	27,04	4.500	10.125		6.085
								4.500	10.125		6.085
			2,25	0,601	20	PML=2,25	TML=0,601	9.000	20.250		12.170
TOTAL							TMF=0,476	18.000	37.250		21.674

Cut off" 0,200 g/m³

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM

DIRETORIA DA ÁREA DE OPERAÇÕES - SUREAU

PLANILHA DE CÁLCULO DE RESERVA

Drenagem	Linha Sondagem (LS)	Furo	Prof. (P)	Teor (T)	Área Infl. (A)	PxA	PxTxA	Área do Bloco (m²)	Volume Bloco (m³)	Volume Capeamento (m³)	Conteúdo Metálico (g)
ARARA	100	F.3	1,75	0,380	20	35	13,30	2.300	4.025		1.529
								2.375	4.156		1.579
			1,75	0,380	20	PML=1,75	TML=0,380	4.675	8.181		3.108
ARARA	300	F.0	1,75	0,310	20	35	10,85	8.050	16.100		4.894
ARARA	300	F.1	2,25	0,299	20	45	13,45	3.325	6.650		2.022
						80	24,30				
			4,00	0,609	40	PML=2,00	TML=0,304	11.375	22.750		6.916
ARARA	700	F.O	2,00	0,600	20	40	24,0	4.700	9.400		5.640
								5.750	11.500		6.900
			2,00	0,600	20	PML=2,00	TML=0,600	10.450	20.900		12.540
TOTAL							TMF=0,428	26.500	51.831		22.564

"Cut off" 0,200 g/m³

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM

DIRETORIA DA ÁREA DE OPERAÇÕES - SUREAU

PLANILHA DE CÁLCULO DE RESERVA

Drenagem	Linha Sondagem (LS)	Furo	Prof. (P)	Teor (T)	Área Infl. (A)	PxA	PxTxA	Área do Bloco (m²)	Volume Bloco (m³)	Volume Capeamento (m³)	Conteúdo Metálico (g)
LIMÃO	800	F.3	2,75	0,273	20	55	15,01	14.000	47.180		11.465
LIMÃO	800	F.5	4,00	0,223	20	80	17,84	16.000	53.920		13.102
						135	32,85				
			6,75	0,496	40	PML=3,37	TML=0,243	30.000	101.100		24.567
ÁGUA SUJA	100	F.1	1,75	0,323	20	35	11,30	12.000	19.440		6.124
ÁGUA SUJA	100	F.2	1,50	0,307	20	30	9,21	12.000	19.440		6.124
						65	20,51				
			3,25	0,630	40	PML=1,65	TML=0,315	24.000	38.880		12.248
TOTAL							TMF=0,279	54.000	139.980		36.815

"Cut off" 0,200 g/m³

TABELA 6.3

PLANILHA DE CÁLCULO DE RESERVA

Drenagem	Linha Sondagem (LS)	Furo	Prof. (P)	Teor (T)	Área Infl. (A)	PxA	PxTxA	Área do Bloco (m²)	Volume Bloco (m³)	Volume Capeamento (m³)	Conteúdo Metálico (g)
AÇAI	1.050	F.1	2,25	0,601	20	45	27,04	4.500 4.500	10.125 10.125		6.085 6.085
			2,25	0,601	20	PML=2,25	TML=0,601	9.000	20.250		12.170
AÇAI	650	F.1	3,00	0,352	20	60	21,12	4.500 4.500	13.500 13.500		4.752 4.752
			3,00	0,352	20	PML=3,00	TML=0,352	9.00	17.000		9.504
TOTAL							TMF.0,476	18.000	37.250		21.674

"Cut off" 0,300 g/m³

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM

DIRETORIA DA ÁREA DE OPERAÇÕES - SUREAU

PLANILHA DE CÁLCULO DE RESERVA

Drenagem	Linha Sondagem (LS)	Furo	Prof. (P)	Teor (T)	Área Infl. (A)	PxA	PxTxA	Área do Bloco (m²)	Volume Bloco (m³)	Volume Capeamento (m³)	Conteúdo Metálico (g)
ARARA	700	F.O	2,00	0,600	20	40	24,00	4.700	9.400		5.640
								5.750	11.500		6.900
			2,00	0,600	20	PML=2,00	TML=0,600	10.450	20.900		12.540
ARARA	300	F.O	1,75	0,310	20	35	10,85	8.050	16.100		4.894
ARARA	300	F.1	2,25	0,299	20	45	13,45	3.325	6.650		2.022
			4,00	0,609	40	PML=2,00	TML 0,304	11.375	22.750		6.916
ARARA	100	F.3	1,75	0,380	20	35	13,30	3.300	5.775		2.194
								2.375	4.156		1.579
			1,75	0,380	20	PML=1,75	TML=0,380	5.675	9.931		3.773
TOTAL							TMF=0,428	27.500	53.581		23.229

"Cut off" 0,300 g/m³

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM

DIRETORIA DA ÁREA DE OPERAÇÕES - SUREAU

PLANILHA DE CÁLCULO DE RESERVA

Drenagem	Linha Sondagem (LS)	Furo	Prof. (P)	Teor (T)	Área Infl. (A)	PxA	PxTxA	Área do Bloco (m²)	Volume Bloco (m³)	Volume Capeamento (m³)	Conteúdo Metálico (g)
PAPAGAIO	1.050	F.5	2,75	0,308	20	55	16,94	2.200	6.050		1.863
								3.000	8.250		2.541
			2,75	0,308	20	PML=2,75	TML=0,308	5.200	14.300		4.404
PAPAGAIO	850	F.2	2,50	0,305	20	50	40,25	2.900	7.250		5.836
								2.200	5.500		4.427
			2,50	0,805	20	PML=2,50	TML=0,805	5.100	12.750		10.263
PAPAGAIO	600	F.11	2,50	0,336	20	50	16,80	3.000	7.500		2.520
								2.900	7.250		2.436
			2,50	0,336	20	PML=2,50	TML=0,336	5.900	14.750		4.956
TOTAL							TME=0,483	16.200	41.800		19.623

"Cut off" 0,300 g/m³

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM

DIRETORIA DA ÁREA DE OPERAÇÕES - SUREAU

PLANILHA DE CÁLCULO DE RESERVA

Drenagem	Linha Sondagem (LS)	Furo	Prof. (P)	Teor (T)	Área Infl. (A)	PxA	PxTxA	Área do Bloco (m²)	Volume Bloco (m³)	Volume Capeamento (m³)	Conteúdo Metálico (g)
PAPAGAIO	400	F.7	2,75	0,450	20	55	24,75	4.600	12.650		5.287
PAPAGAIO	400	F.9	2,75	0,387	20	55	21,28	4.200	11.550		4.828
			5,50	0,837	40	110 PML=2,75	46,03 TML=0,418	8.800	24.200		10.115
PAPAGAIO	200	F.19	3,00	0,412	20	60	24,72	3.750	11.250		4.511
PAPAGAIO	200	F.21	3,00	0,390	20	60	23,40	4.600	13.800		5.534
			6,00	0,802	40	120 PML=3,00	48,12 TML=0,401	8.350	25.050		10.045
TOTAL							TMF=0,4095	17.150	49.250		20.160

"Cut off" 0,300 g/m³

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM

DIRETORIA DA ÁREA DE OPERAÇÕES - SUREAU

PLANILHA DE CÁLCULO DE RESERVA

Drenagem	Linha Sondagem (LS)	Furo	Prof. (P)	Teor (T)	Área Infl. (A)	PxA	PxTxA	Área do Bloco (m²)	Volume Bloco (m³)	Volume Capeamento (m³)	Conteúdo Metálico (g)
STO.ANTONIO	5.350	F.23	1,25	0,577	20	25	14,42				
STO.ANTONIO	5.350	F.25	1,50	0,073	20	30	2,22	16.100	21.413		6.724
STO.ANTONIO	5.350	F.27	1,25	0,341	20	25	8,52	4.075	5.419		1.701
						80	25,16				
			4,00	0,991	60	PML=1,33	TML=0,314	20.175	26.832		8.425
STO.ANTONIO	4.800	F.7	1,75	0,340	20	35	11,90	16.800	33.600		11.894
STO.ANTONIO	4.800	F.9	2,25	0,366	20	45	16,47	13.300	26.600		9.416
			4,00	0,706	40	80 PML=2,00	23,37 TML=0,354	30.100	60.200		21.310
TOTAL							TME=0,334	50.275	87.032		29.735

"Cut off" 0,300 g/m³

Reservas com teor de corte 0,100 gAu/m^3

Reserva medida	—	1.979.703 m^3
Teor médio	—	0,282 gAu/m^3
Capeamento	—	1.645.381 m^3
Relação estéril/minério	—	0,83 m^3/m^3
Conteúdo metálico	—	560,173 kg Au

Reservas com teor de corte 0,200 gAu/m^3

Reserva medida	—	909.798 m^3
Teor médio	—	0,288 gAu/m^3
Capeamento	—	0
Relação estéril/minério	—	0
Conteúdo metálico	—	263,171 kg Au

Reservas com teor de corte 0,300 gAu/m^3

Reserva medida	—	268.913 gAu/m^3
Teor médio	—	0,409 gAu/m^3
Capeamento	—	0
Relação estéril/minério	—	0
Conteúdo metálico	—	109,985 kg Au

b) *Minério Eluvionar*

Os minérios elúvio/coluvionares foram pesquisados por malha regular e avaliados pelo método clássico baseado no princípio das iguais de influência

Malha Alfa 1

Usando-se o teor de corte 0,100 g/m^3, que aplicando-se consistentemente o método clássico supra exposto, chegou-se à seguinte reserva medida:

Volume de minério	—	210.000 m^3
Espessura média	—	5,8 m
Teor médio	—	0,186 g/m^3
Conteúdo metálico	—	39 kg de ouro

Anomalia 1

A anomalia 1 foi investigada apenas por alguns furos de trado de prospecção em uma malha regular aberta de 700 metros de lado. Estes serviços evidenciaram a reserva abaixo nomeada que pode ser classificada com reserva inferida.

Área mineralizada	—	40.000 m^2
Espessura média da camada	—	5,00 m
Volume mineralizado	—	240.000 m^3
Teor médio	—	0,150 gAu/m^3
Conteúdo metálico	—	36 kg de Au

Além das duas anomalias supra mencionadas, a MIRESA detectou 6 outras anomalias, numeradas de 2 a 8 que ora estão sendo investigadas com objetivo de se detectar o número primário.

e) *Minério Primário*

O minério primário do tipo sulfeto em cúpula de granitos está sendo investigado a partir de sondagens rotativas a diamante. Pouco se conhece com respeito às mineralizações primárias ligadas às cúpulas graníticas na região do Tapajós, tal forma que este trabalho trata-se de um estudo pioneiro e envolvendo altos riscos.

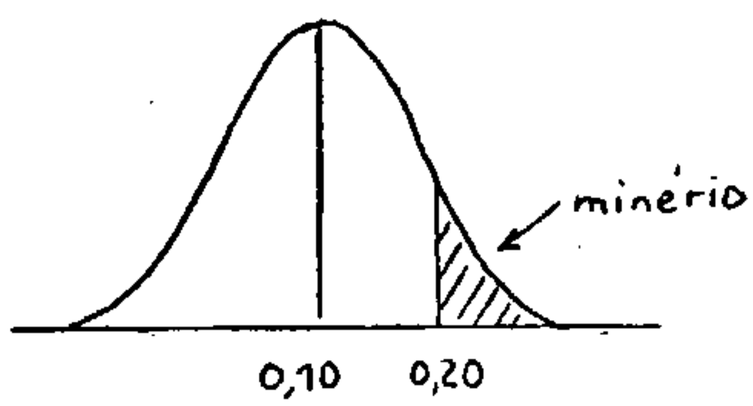
A gênese e a morfologia das mineralizações primárias encontram-se descritas em alto grau de detalhe no capítulo pertinente à geologia. Há grandes espectativas de se encontrar uma jazida de ouro primário na área desta pesquisa como também em áreas adjacentes, porém, é muito cedo para se fazer conjecturas desta ordem.
Na procura de minério primário a MIRESA já executou na área em questão cinco furos de sonda diamantada em profundidades variando entre 60 a 120 metros. Destes furos três lograram a encontrar corpos sulfetados porém com baixos conteúdos de ouro. Tais serviços ainda não são suficientes para delinear reservas subterrâneas

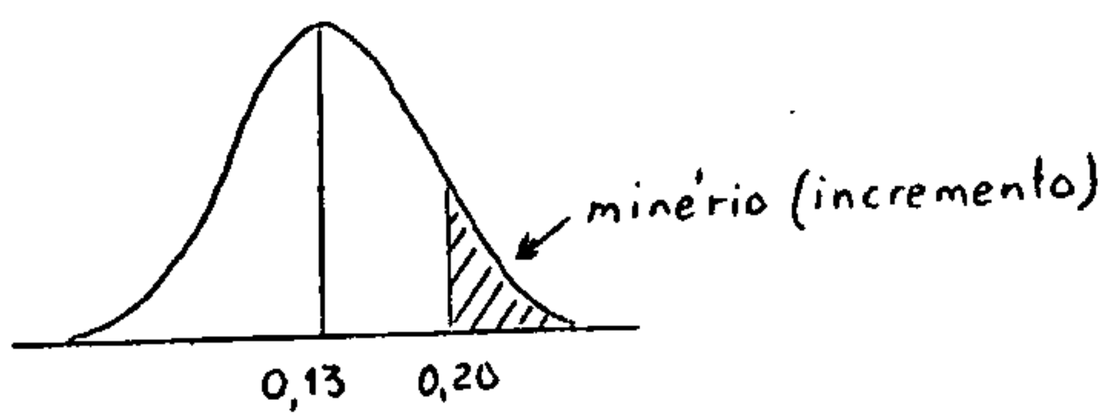
Suponhamos um teor de corte igual a 0,2 g/m^3 e o respectivo teor de corte marginal igual a 0,1 g/m^3. Para simplificar assumiremos a distribuição como sendo normal e que o teor médio dos blocos assumido com o teor de corte marginal 0,1 g/cm^3.

Caso tenha sido o depósito estimado em blocos de 100 x 100 m, assumiremos como sendo de 10 x 10 m o SMU (**small mining unit**), ou seja, a menor unidade de decisão de lavra. Nesta situação calcula-se a variância de dispersão destes SMV dentro dos blocos de estimação:

$$\sigma^2 (v/V) = \bar{\gamma} (V, V) - \bar{\gamma} (v, v)$$

Tomam-se então aqueles blocos de estimação com teores situados entre 0,1 g/m^3 e 0,2 g/m^3, que para fins de exemplo serão assumidos como tendo média igual a 0,13 g/cm^3





Malha Alfa 1

Espessura

Média	=	6,103 m
Variância	=	4.907 m^2
Efeito de pepita ($C_\emptyset$)	=	1.53 m^2
Patamar (C_1)	=	3,37 m^2
Amplitude paral. linhas de sondagem (A1//)	=	170,0 m
Amplitude perp. linhas de sondagem (A1⊥)	=	120,0 m

Acumulação

Média	=	0,4174 t.m
Variância	=	0,2748 $(t.m)^2$
$\rho_{e/a}$	=	0,255254
Efeito de pepita ($C_\emptyset$)	=	ØØ $(t.m)^2$
Patamar 1 (C_1)	=	0,2748 $(t.m)^2$
Amplitude paral. linhas de sondagem (A1//)	=	275,0 m
Amplitude perp. linhas de sondagem (A1⊥)	=	120,0 m

Foi observada apenas a existência de anisotropia geométrica. Os variogramas obtidos encontram-se em anexo.

Foram também procedidas os variografias para as indicatrizes com teores de corte com respectivamente 0,05, 0,10, 0,20 e 0,30 g/m^2. Modelos robustos só foram obtidos para variografia omnidirecional, o que não irá permitir a justa aplicação desta técnica.

Espera-se que a estimação por krigagem venha a diminuir a reserva como um todo, face à atenuação dos teores, porém este resultado deverá ser o mais realista em comparação com os métodos clássicos. A fim de incrementar a reserva, deverá ser usada a técnica de lavra seletiva sobre um teor de corte marginal (abaixo do teor de corte adotado), utilizando-se para tanto a técnica de variância de dispersão como mostrado a seguir.

Anomalia 1

Espessura

Média	=	2,1618 m
Variância	=	0,3450 m^2
Efeito de pepita ($C_\emptyset$)	=	0,09 m^2
Patamar 1 (C_1)	=	0,17 m^2
Amplitude 1 paralela (A1//)	=	550,0 m
Amplitude 1 perpendicular (A1/-)	=	60,0 m
Patamar 2 (C_2)	=	0,08 m^2
Amplitude 2 paralela (A2//)	=	0,0 m
Amplitude 2 perpendicular (A2/-)	=	60,0 m

Acumulação

Média	=	0,2432 t.m
Variância	=	0,08517 $(t.m)^2$
$\rho_{e/a}$	=	0,2602607
Efeito de pepita ($C_\emptyset$)	=	0,02255 $(t.m)^2$
Patamar 1 (C_1)	=	0,04259 $(t.m)^2$
Amplitude 1 paralela (A1//)	=	550,0 m
Amplitude 1 perpendicular (A1/-)	=	60,0 m
Patamar 2 (C_2)	=	0,02004 $(t.m)^2$
Amplitude 2 paralela (A2//)	=	0,0 m
Amplitude 2 perpendicular (A2/-)	=	60,0 m

Observa-se a existência tanto de anisotropia geométrica (diferentes amplitudes) como de anisotropia zonal (diferentes patamares para diferentes direções). Os resultados variográficos para as acumulações não foram satisfatórios, sendo os mesmos obtidos por comparações e proporcionalidades com os da espessura.

porém o conjunto de dados obtidos reduz o prosseguimento das pesquisas. Em vista do exposto, a avaliação de reservas deste tipo de minério fica, pelo momento, prejudicado, porém a MIRESA tem a firme intenção de prosseguir os trabalhos e eventualmente culminar com o encontro da primeira jazida primária de ouro na região do Tajapós. Naturalmente, o DNPM será informado em tempo hábil do resultado destes trabalhos.

6.3) ESTIMAÇÃO POR KRIGAGEM

Partindo-se do pré-suposto que os métodos clássicos não são bons estimadores para depósitos cujos histogramas apresentam-se altamente assimétricos e sabendo-se que depósitos auríferos assim o são, foram iniciados os trabalhos de estimação por krigagem da Malha Alfa 1 e Anomalia 1.

A ferramenta fundamental para aplicação de tal técnica é a função semi-variograma ou simplesmente variograma. O bom modelamento de tal função é essencial para qualquer trabalho de cunho geoestatístico. Desta forma foram procedidos os estudos variográficos das duas variáveis de interesse, quer sejam, a espessura e a acumulação face a não aditividade do teor puro e simplesmente.

Em função de possíveis anisotropias (maior ou menor que continuidade da mineralização em diferentes direções), estes variogramas foram obtidos para as direções paralelas e perpendiculares aos igarapés, para a Anomalia 1, confirmando a já suposta maior continuidade de mineralizações ao longo do curso dos igarapés. Para a Malha Alfa 1, foram também procedidas tais análises paralelas e perpendiculares às linhas de sondagem, sendo também observadas anisotropias, ainda que menor acentuadas em comparação aos igarapés.

Após os respectivos ajustes por modelos transitivos do tipo esférico, obteve-se:

A variância dos SMU's é maior que a variância dos blocos de estimação (relação variância/volume), logo é possível sobre estes SMU's, delimitar um incremento de reserva, com teor maior que 0,2 g/m^3.

Exemplo numérico

Bloco de estimação = 100 x 100 m

SMU = 10 x 10 m

$C_\emptyset$ = 0,2%

C_1 = 0,8%

A -= 150 m

tc = 0,2 g/m ⟶ teor médio — 0,1 g/m

tcm = 0,1 g/m ⟶ teor médio — 0,13 g/m

$\bar{\gamma}$ (V, V) = ,4884 (%)^2

$\bar{\gamma}$ (v, v) = ,2417 (%)^2

σ^2(v/V) = ,4884 (%)^2 - 2427 (%)^2 = 0 σ^2(v/V) = 0,2467 (%)^2

σ (v/V) = ,4967 (%)

$$\int_{0,20}^{\infty} f(x)\,dx = \text{incremento da reserva} = 0,3707$$

Bibliografia

David, M. (1977) - Geostatistical Ore Reserve Estimation, Elsevier, Amesterdan.

David, M. (1988) - Handbook of Applied Advanced Geostatistical Ore Reserve Estimation, Elsevir, Amsterdan.

Girodo, A.C. (1984) - Geostatiscal Mine Pianniny of capper Mines of Canaguã, Brazil, in 4 th IFAC IMN Simp. Helsinku, Pergamon, Pres. London.

Girodo, A.C. ((1985) - Avaliação de Reservas por Métodos Geoestatísticos, notas de circulação restrita, UFMG, Belo Horizonte.

Girodo A.C. (1988) - Notas sobre Geoestatística Avançada e sua Aplicação na Jazida de Cobre do Salobo. Relatório interno, GICOR/CVRD, Rio de Janeiro. inédito.

Grossi Sad, J.H. (1975) - Quantificação de Reservas Minerais - Princípios e Métodos, DNPM/PLANFAP, Brasília.

Guerra, D.A.G. (1988) - Geoestatística Operacional, DNPM, Brasília.

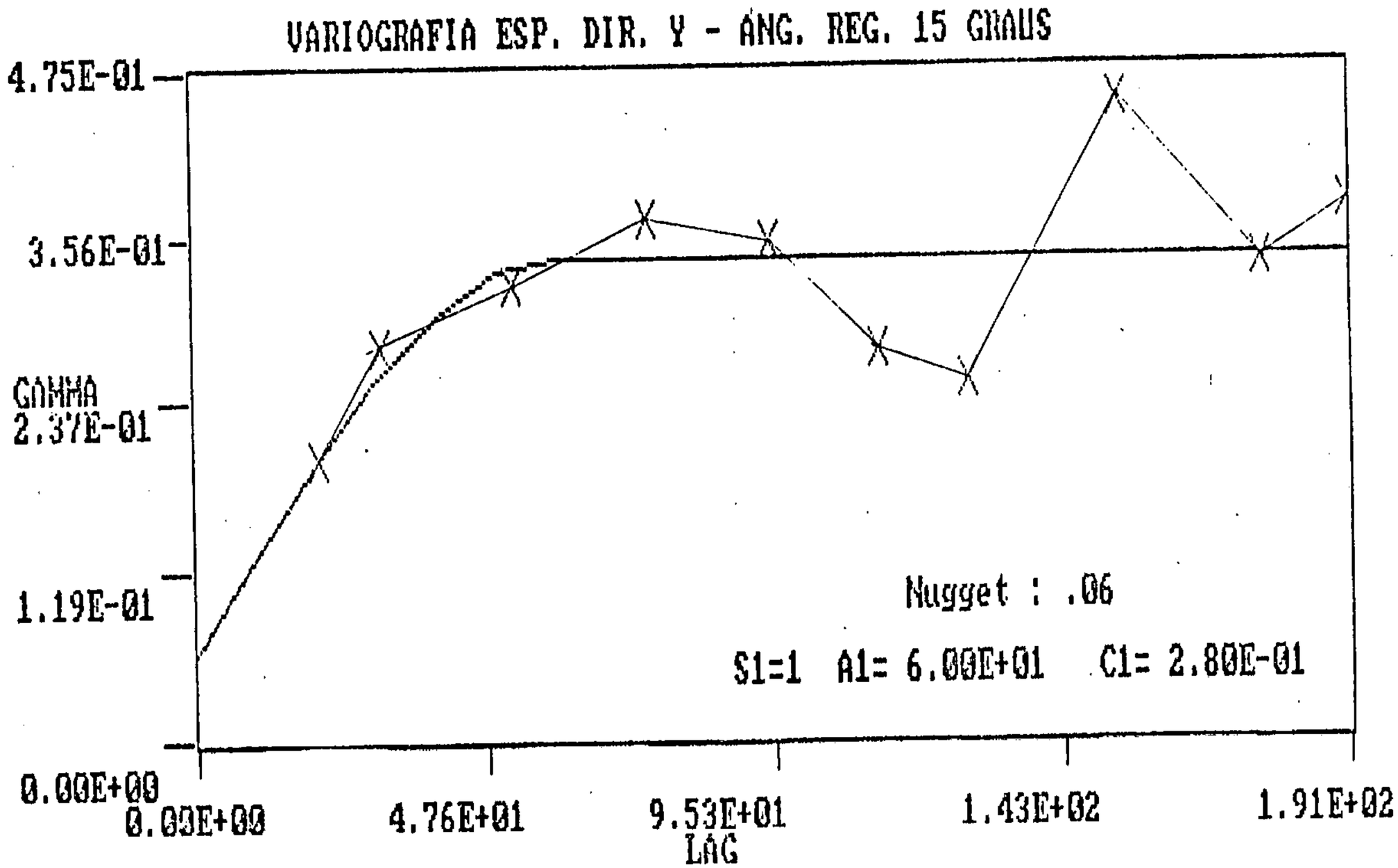
Journel, A. e Huijbregts, C. (1978) - Mining Geostatistics, Academic Press, London.

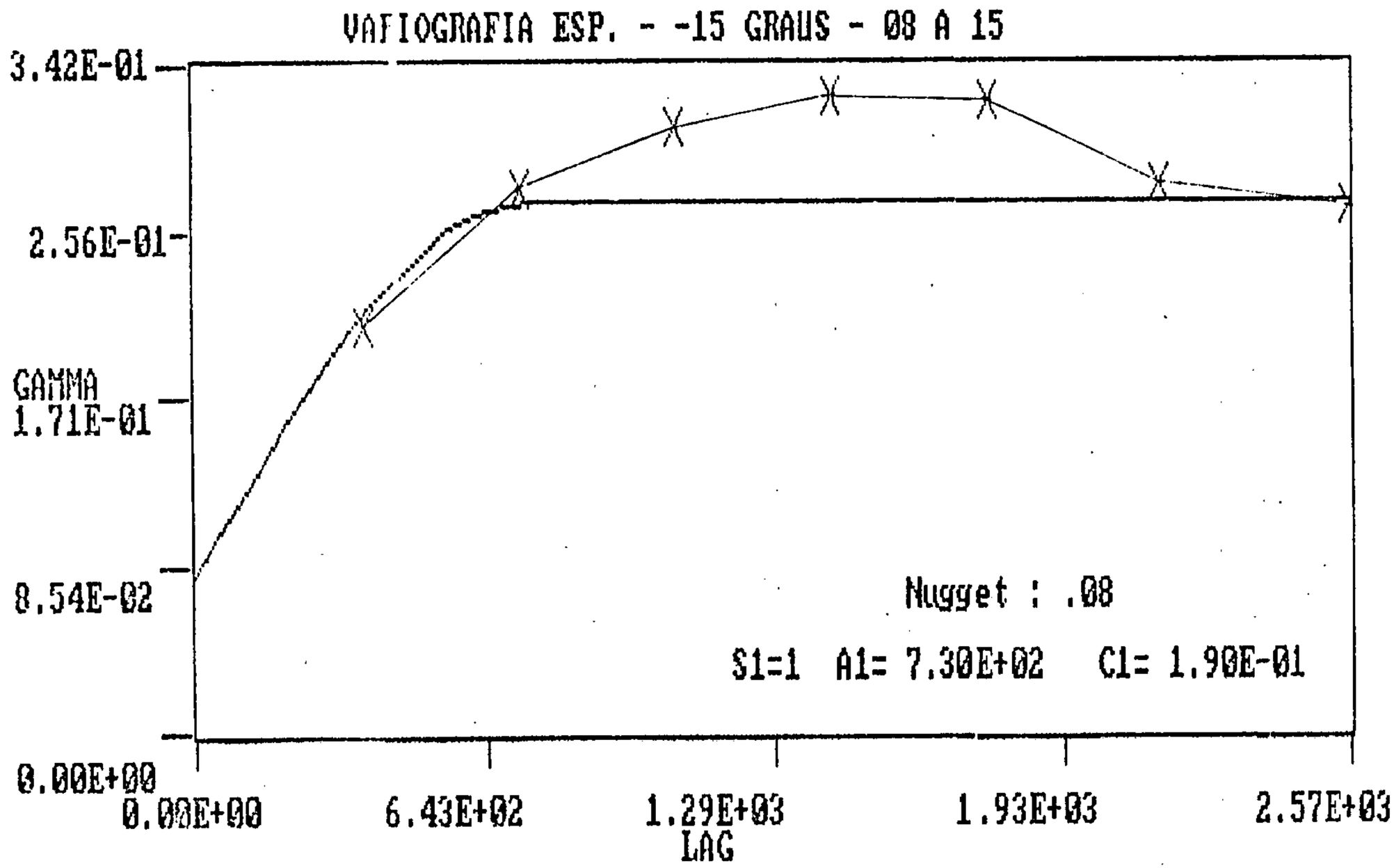
Journel, A. (1988) - Geostatistics for the Enviromental Sciences, Stanford University, Stanford.

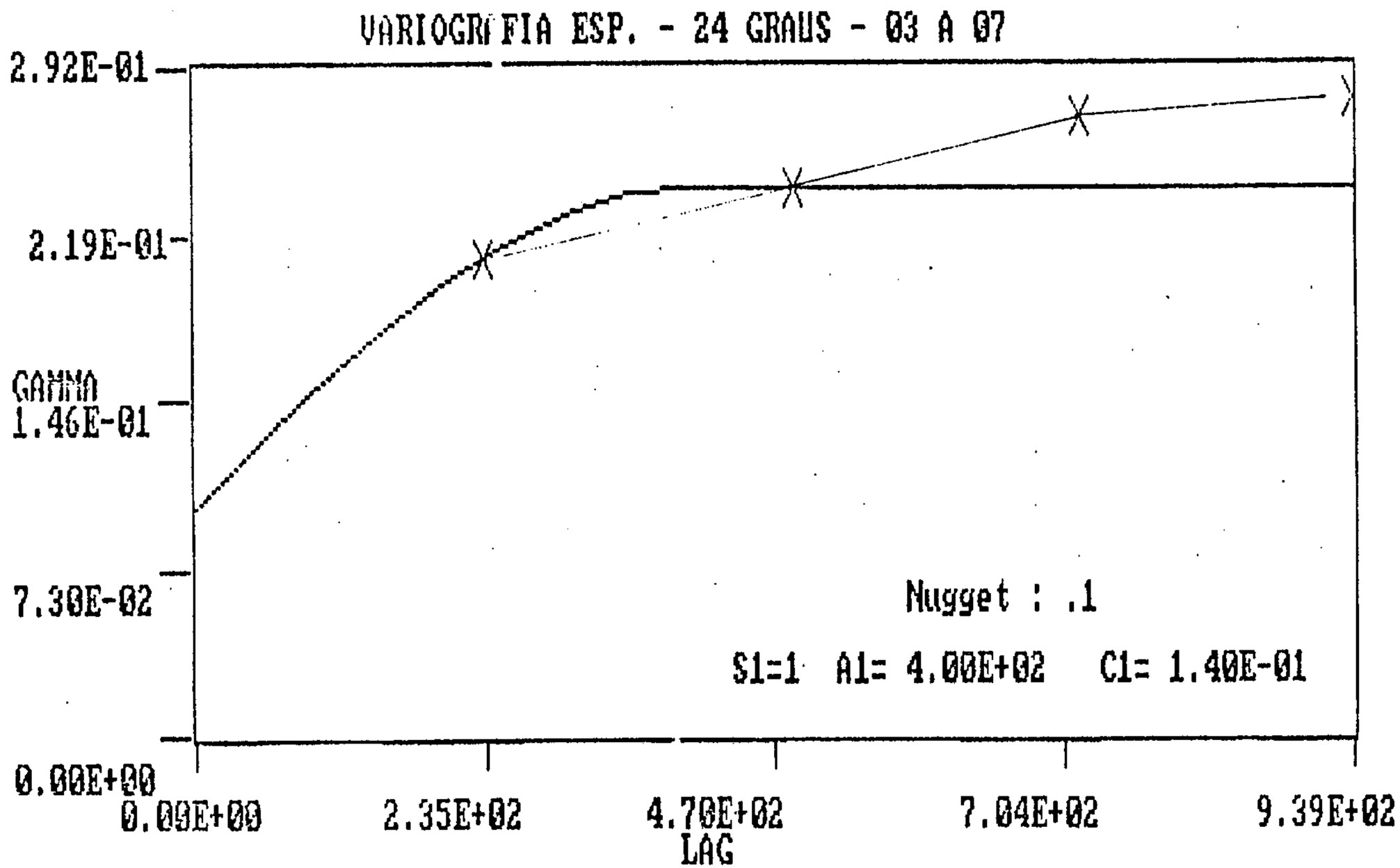
Matheron, G. (1962) - Traité de Géostatistique Appliquée Tome I et II, Technip, Paris.

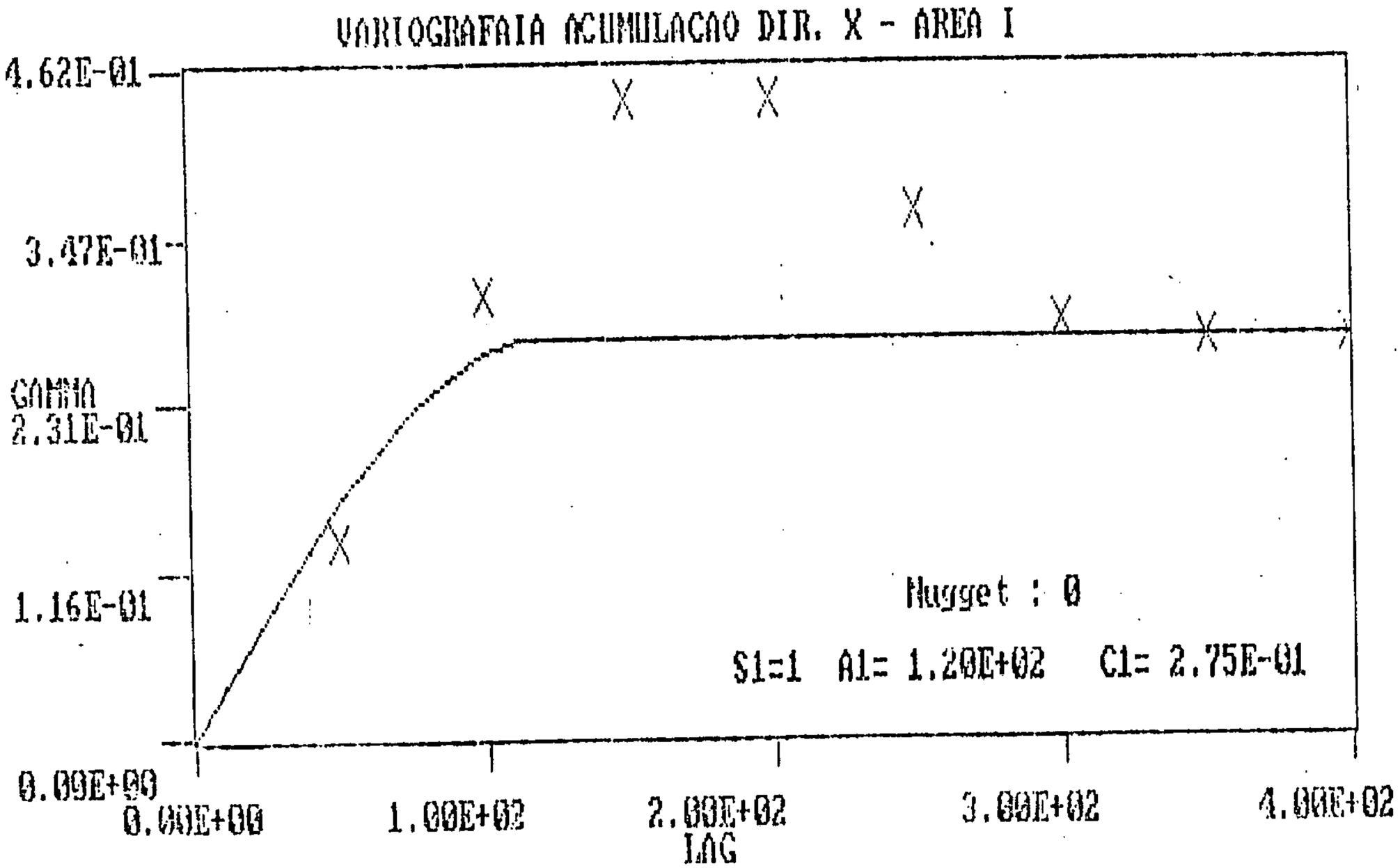
Rogado, J.Q. (1976) - Introdução ao Planejamento Mineiro Geoestatístico. IV ENTM, EPUSP, São Paulo.

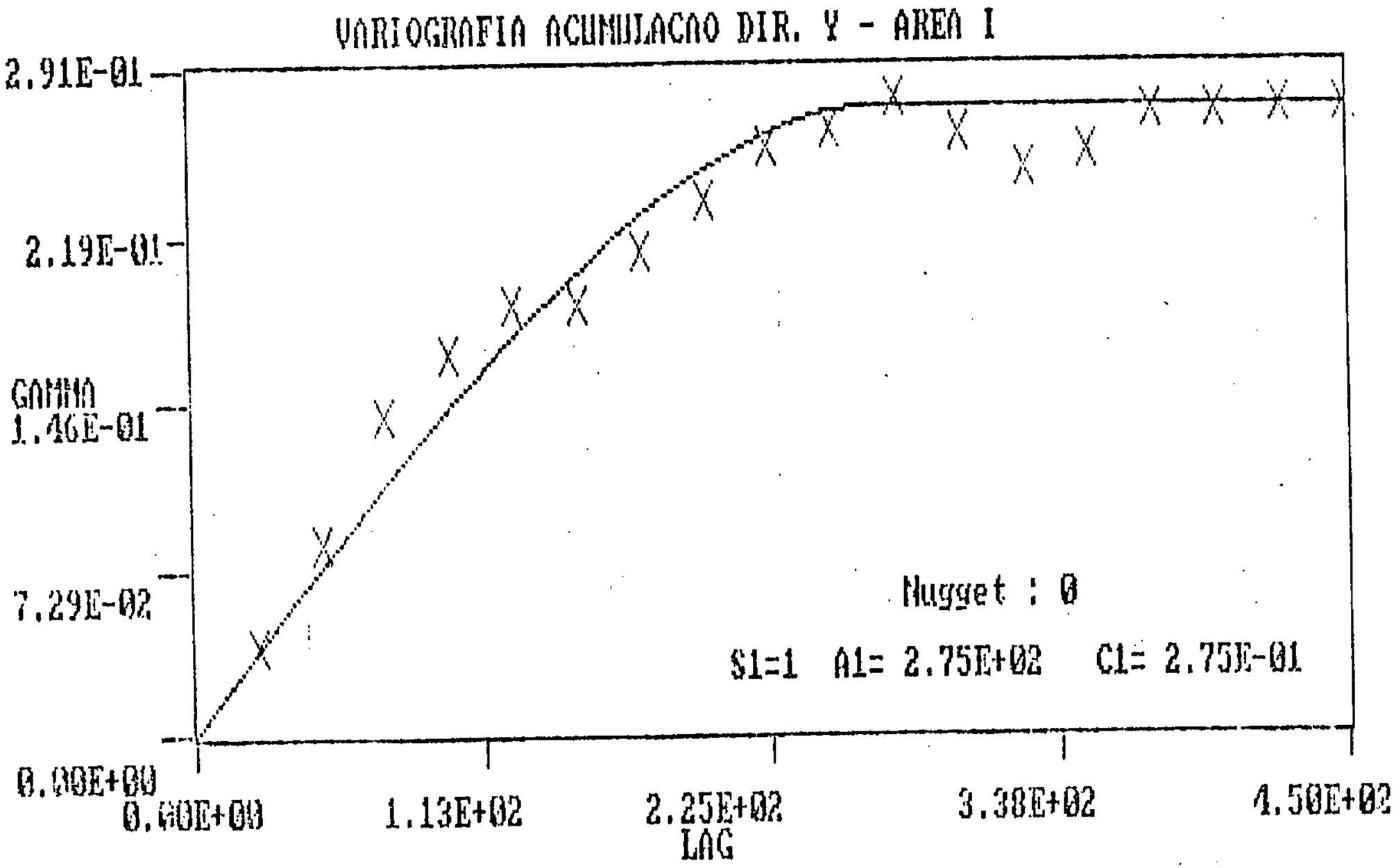
Valente, J. (1982) - Geomatemática. Lições de Geoestatística, Fundação Gorceix, Ouro Preto.

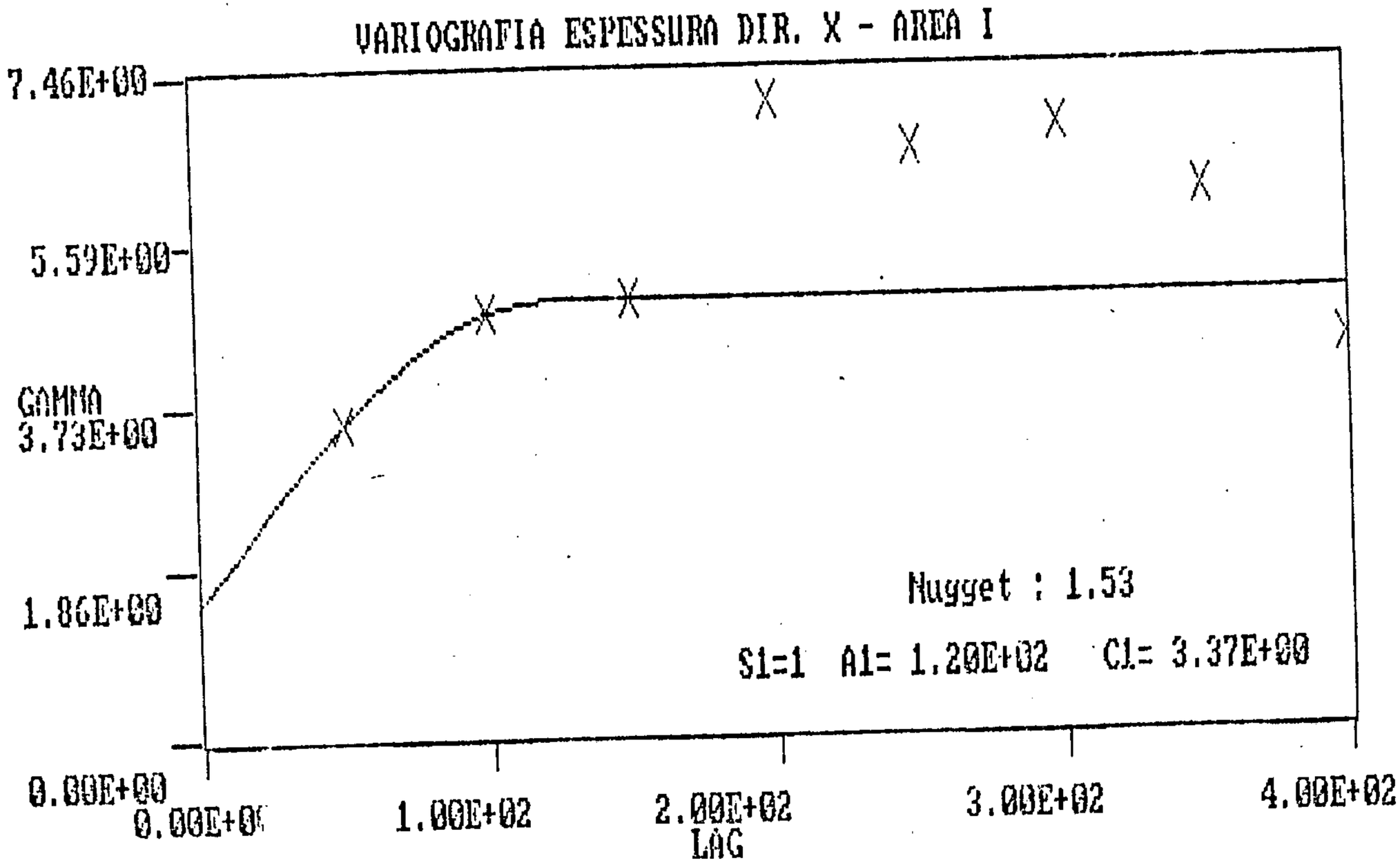

VARIOGRAFIA ESP. DIR. Y - ANG. REG. 15 GRAUS
4.75E-01
3.56E-01
GAMMA
2.37E-01
1.19E-01
0.00E+00
Nugget : .06
S1=1 A1= 6.00E+01 C1= 2.80E-01
0.00E+00
4.76E+01
9.53E+01
1.43E+02
1.91E+02
LAG

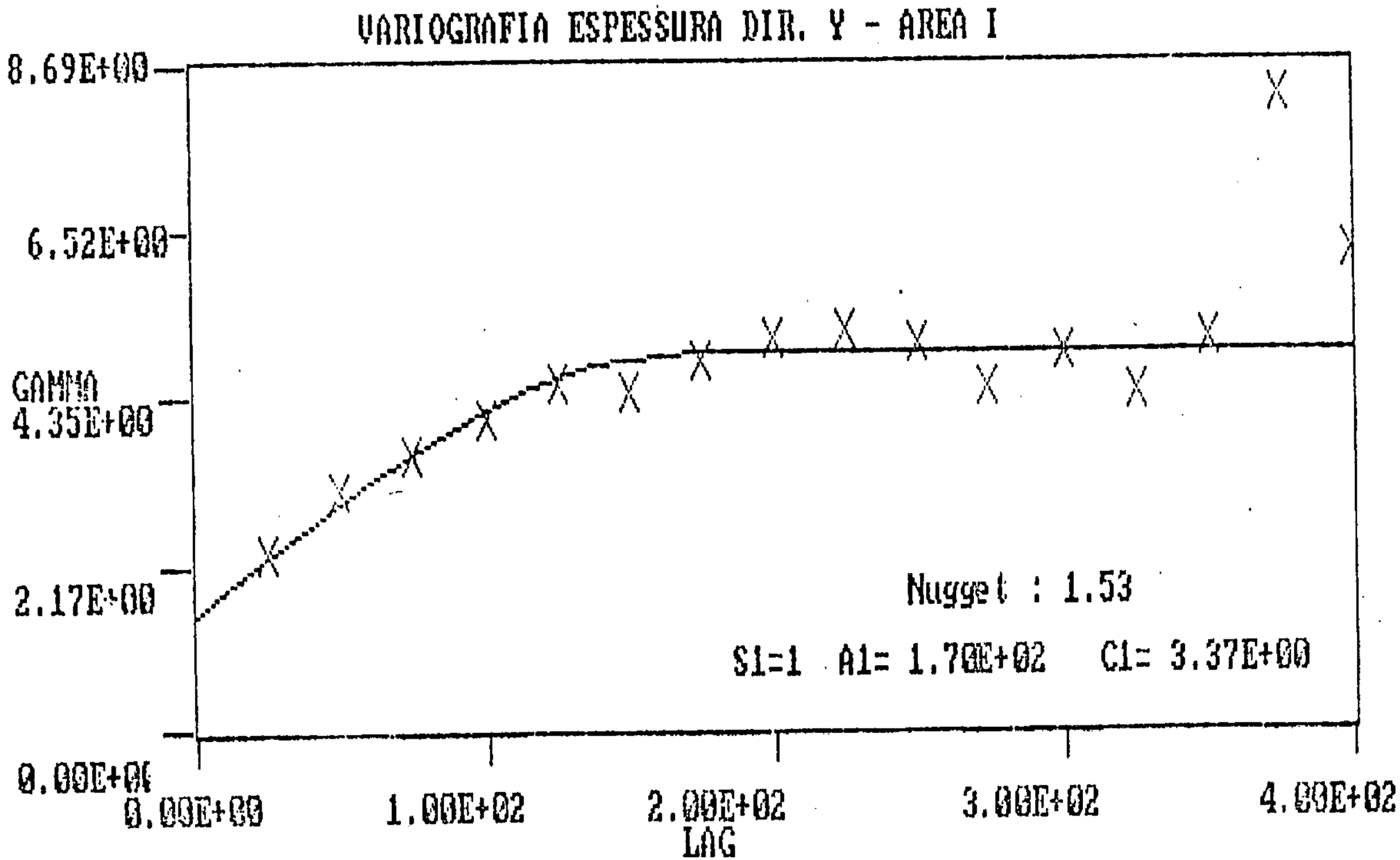

VARIOGRAFIA ESP. - -15 GRAUS - 08 A 15
3.42E-01
2.56E-01
GAMMA
1.71E-01
8.54E-02
0.00E+00
Nugget : .08
S1=1 A1= 7.30E+02 C1= 1.90E-01
0.00E+00
6.43E+02
1.29E+03
1.93E+03
2.57E+03
LAG

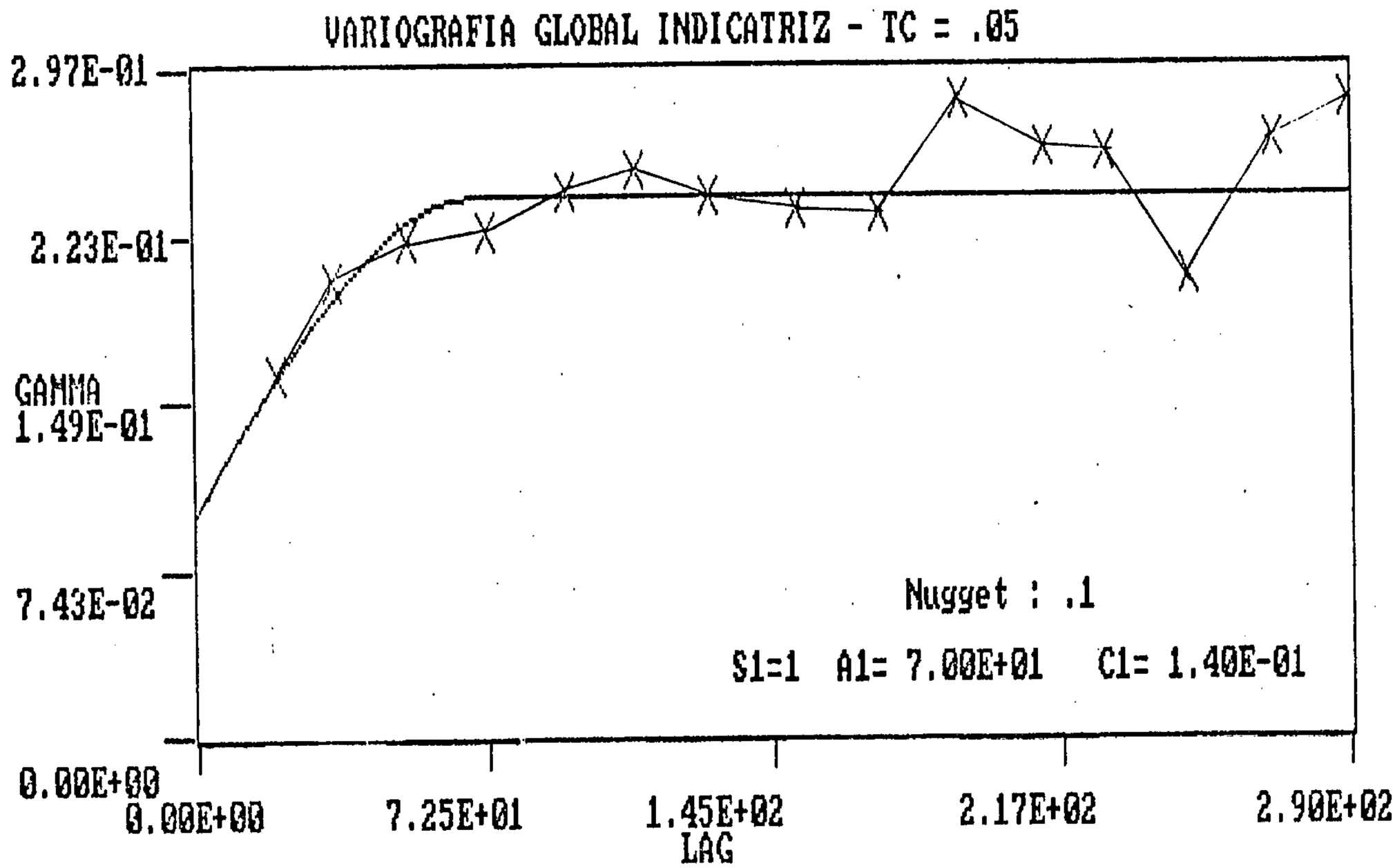

VARIOGRAFIA ESP. - 24 GRAUS - 03 A 07
2.92E-01
2.19E-01
GAMMA
1.46E-01
7.30E-02
0.00E+00
0.00E+00
2.35E+02
4.70E+02
7.04E+02
9.39E+02
LAG
Nugget : .1
S1=1 A1= 4.00E+02 C1= 1.40E-01

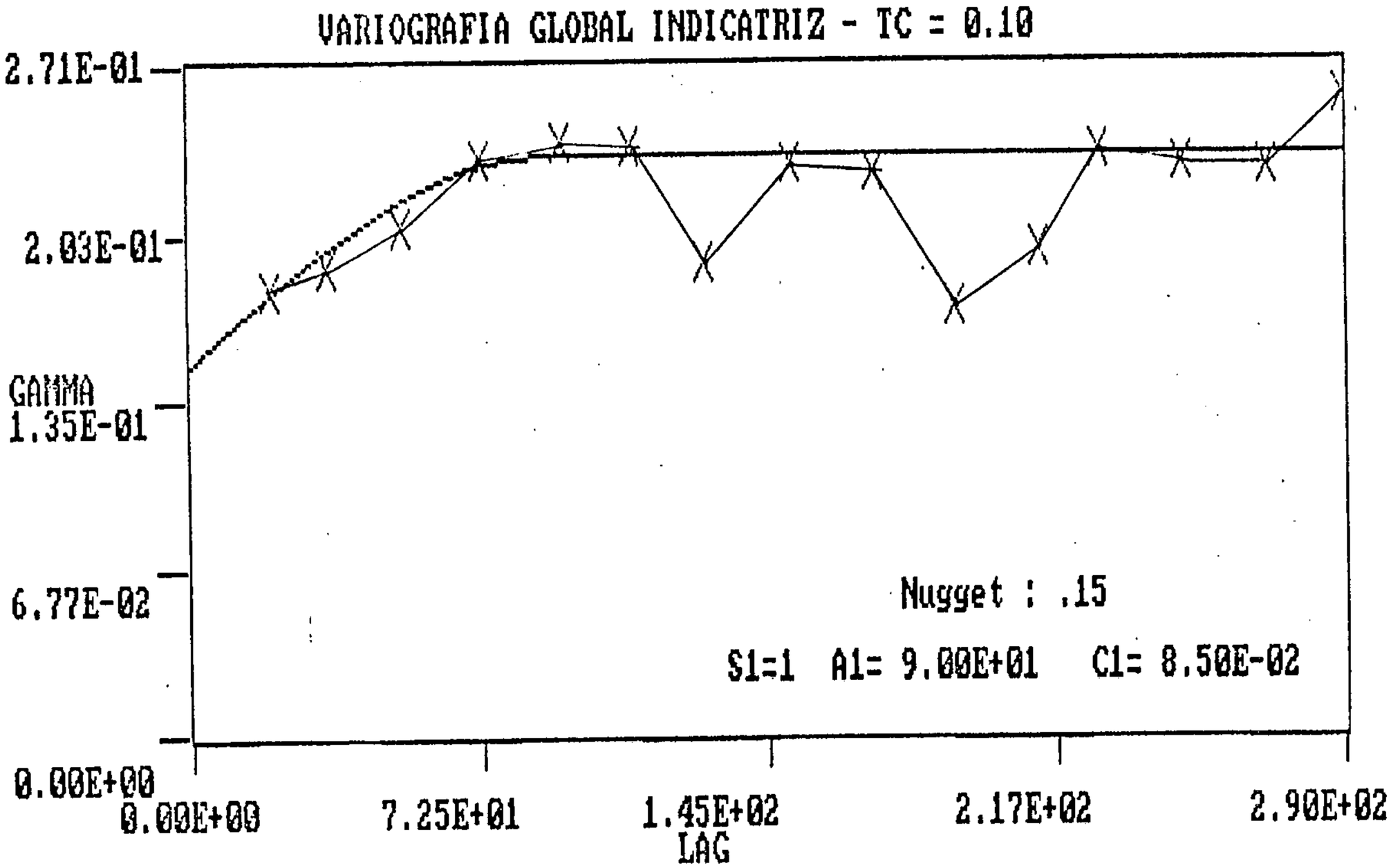

VARIOGRAFAIA ACUMULACAO DIR. X - AREA I
4.62E-01
3.47E-01
GAMMA
2.31E-01
1.16E-01
0.00E+00
0.00E+00
1.00E+02
2.00E+02
3.00E+02
4.00E+02
LAG
Nugget : 0
S1=1 A1= 1.20E+02 C1= 2.75E-01

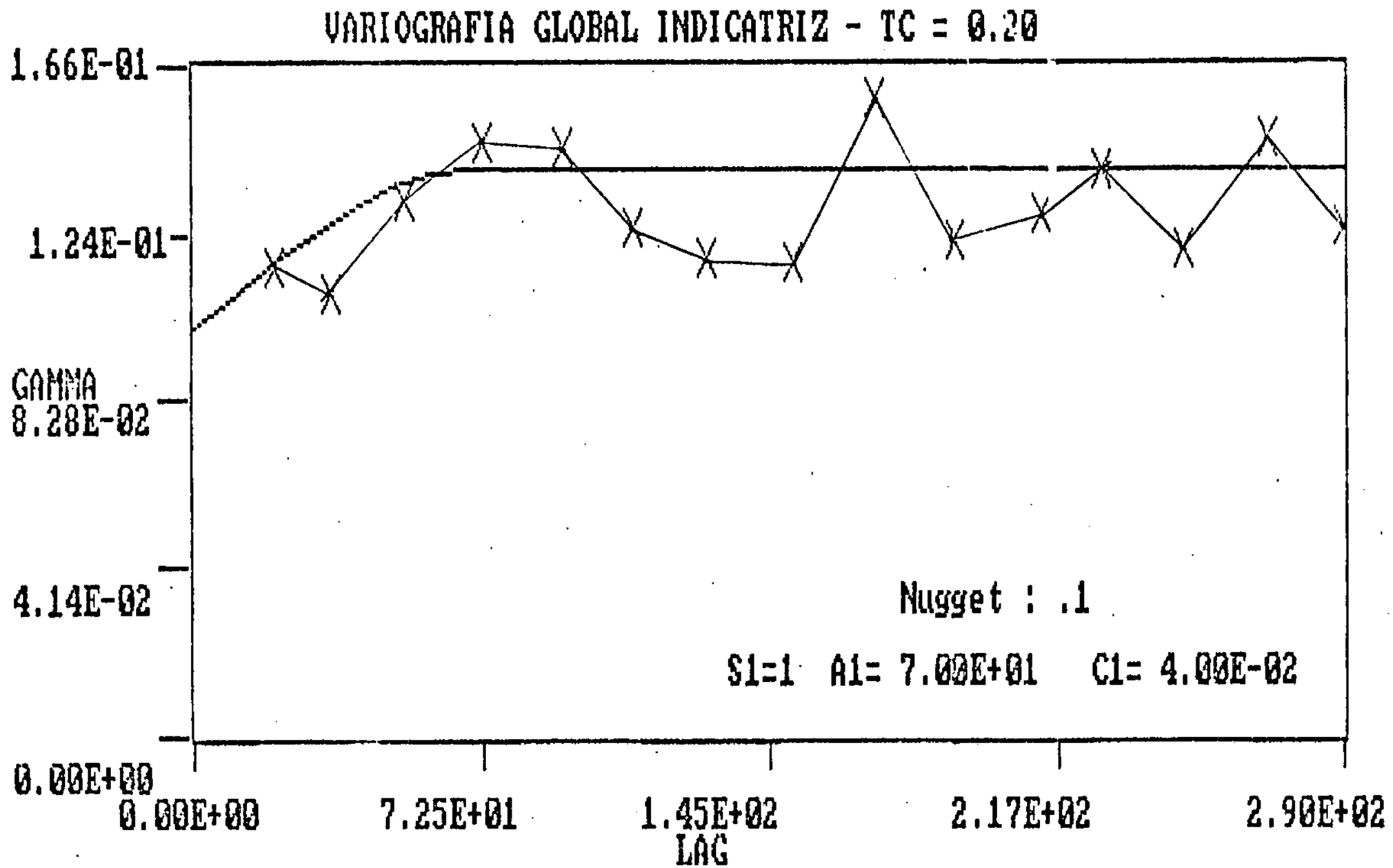

VARIOGRAFIA ACUMULACAO DIR. Y - AREA I
2.91E-01
2.19E-01
GAMMA
1.46E-01
7.29E-02
0.00E+00
Nugget : 0
S1=1 A1= 2.75E+02 C1= 2.75E-01
0.00E+00
1.13E+02
2.25E+02
3.38E+02
4.50E+02
LAG

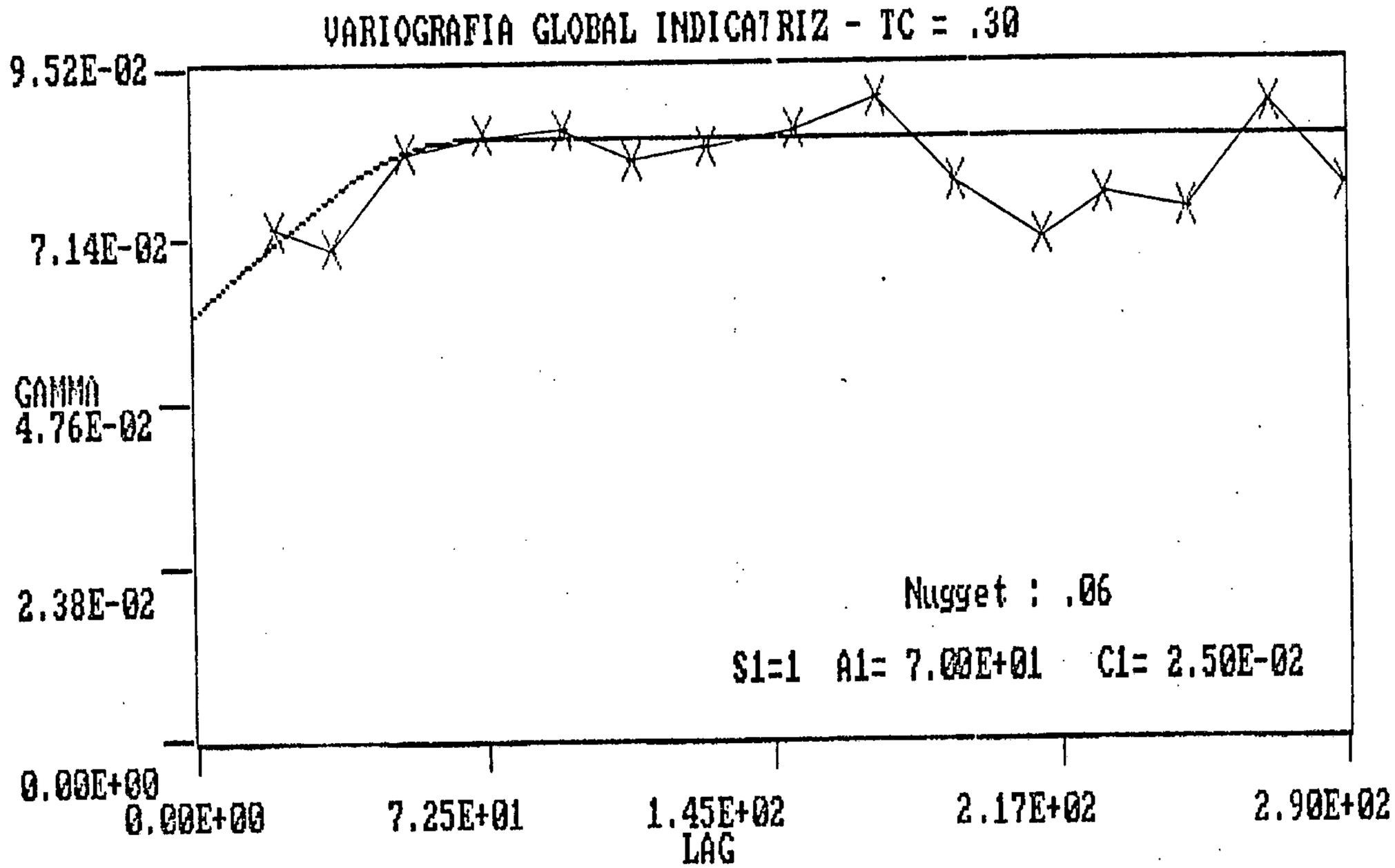

VARIOGRAFIA ESPESSURA DIR. X - AREA I
7.46E+00
5.59E+00
GAMMA
3.73E+00
1.86E+00
0.00E+00
0.00E+00
1.00E+02
2.00E+02
3.00E+02
4.00E+02
LAG
Nugget : 1.53
S1=1 A1= 1.20E+02 C1= 3.37E+00


VARIOGRAFIA ESPESSURA DIR. Y - AREA I
8.69E+00
6.52E+00
GAMMA
4.35E+00
2.17E+00
0.00E+00
0.00E+00
1.00E+02
2.00E+02
3.00E+02
4.00E+02
LAG
Nugget : 1.53
S1=1 A1= 1.70E+02 C1= 3.37E+00


VARIOGRAFIA GLOBAL INDICATRIZ - TC = .05
2.97E-01
2.23E-01
GAMMA
1.49E-01
7.43E-02
0.00E+00
Nugget : .1
S1=1 A1= 7.00E+01 C1= 1.40E-01
0.00E+00
7.25E+01
1.45E+02
2.17E+02
2.90E+02
LAG


VARIOGRAFIA GLOBAL INDICATRIZ - TC = 0.10
2.71E-01
2.03E-01
GAMMA
1.35E-01
6.77E-02
0.00E+00
Nugget : .15
S1=1 A1= 9.00E+01 C1= 8.50E-02
0.00E+00
7.25E+01
1.45E+02
2.17E+02
2.90E+02
LAG


VARIOGRAFIA GLOBAL INDICATRIZ - TC = 0.20
1.66E-01
1.24E-01
GAMMA
8.28E-02
4.14E-02
0.00E+00
Nugget : .1
S1=1 A1= 7.00E+01 C1= 4.00E-02
0.00E+00
7.25E+01
1.45E+02
2.17E+02
2.90E+02
LAG


VARIOGRAFIA GLOBAL INDICATRIZ - TC = .30
9.52E-02
7.14E-02
GAMMA
4.76E-02
2.38E-02
0.00E+00
Nugget : .06
S1=1 A1= 7.00E+01 C1= 2.50E-02
0.00E+00
7.25E+01
1.45E+02
2.17E+02
2.90E+02
LAG

7 — EXEQUIBILIDADE DA LAVRA

Os dados de reservas e características das mineralizações, permitem definir a ordem de grandeza da futura mina e a rota de processo para o beneficiamento do minério. Trata-se de uma concepção preliminar de engenharia de projeto que será adequadamente detalhada, do ponto de vista técnico e econômico, por ocasião da elaboração do "Plano de Aproveitamento Econômico" a ser submetido ao DNPM. Contudo, a concepção aqui esboçada contém todos os elementos necessários a demonstrar a viabilidade econômica do empreendimento.

7.1) CONCEPÇÃO DA FUTURA MINA

O projeto de mineração contempla o aproveitamento de dois tipos de jazidas distintas, quais sejam, as reservas aluvionares e os elúvios-colúvios.

Existem vários procedimentos para se lavrar aluviões. Segundo Apparício da Silva (1985), os principais sistemas de lavra aluvionar em uso na Amazônia são os seguintes:

Desmonte mecânico-hidráulico/Usina fixa.

Desmonte mecânico/Usina fixa.

Desmonte hidráulico/Usina móvel.

Desmonte mecânico/Usina flutuante.

Dragagem/Usina flutuante.

Ainda, em função do porte das reservas, da abundância de água na região, do espalhamento das aluviões, da ausência de capeamento, bem como dos custos envolvidos, optou-se pela adoção do método de lavra hidráulica (desmonte por monitores e bombeamento do produto em bombas de cascalho) associada à uma pequena planta móvel, essencialmente baseada em concentradores hidrocentrífugos do tipo knelson. O concentrado desta planta móvel segue para uma pequena planta fixa, funcionando em regime semi-contínuo (batelada), maiormente baseada em um concentrador hidrocentrífugo, barril de amalgamação, filtro prensa, retorta para recuperação de mercúrio e forno a óleo para fusão do lingote de ouro (produto final).

A lavra do minério elúvio-coluvionar será feita por procedimentos convencionais de terraplenagem. Preconiza-se o desmonte do minério eluvionar com um pequeno trator de esteiras que empilha o material para a ulterior retomada por uma carregadeira sobre pneus. Esta carregadeira conduz o material até a planta móvel de pré-concentração. O concentrado desta planta segue à instalação fixa de reconcentração e amalgamação, já mencionada anteriormente.

A lavra e consequentemente o beneficiamento serão feitos em pequena escala, tal forma a não agredir o meio ambiente. Será dada especial atenção à minimização do impacto ambiental. Na lavra do elúvio, far-se-á a total riabilização dos terrenos. No caso de lavra aluvionar, levada a cabo da jusante para montante dos cursos d'água, será feita a reconformação imediata dos terrenos lavrados, tão logo a área esteja disponível. Tal método é aplicado com grande sucesso na Cornuália, Inglaterra, pela ECC - English China Clay, numa região de elevada densidade populacional. Não vemos por que razão tal não possa ser aplicado mutantis mutandi na Amazônia brasileira.

7.2) ESCALA DE PRODUÇÃO E FATURAMENTO DA EMPRESA

7.2.1) Parâmetros de Referência

Reservas Minerais

As reservas minerais que suportarão o futuro projeto são aquelas avaliadas pelos métodos tradicionais e enquadradas na classe "medida".

Reserva aluvionar (teor de corte 0,200 g Au/m^3)

$909.798\ m^3$ a $0,288\ g\ Au/m^3 \hat{=} 263,171$ kg Au

Reserva eluvionar (teor de corte 0,100 g Au/m^3)

$210.000\ m^3$ a $0,186\ g\ Au/m^3 \hat{=} 39,000$ kg Au

Reserva medida (aluvio + elúvio)

$1.119.798\ m^3$ a $0,269\ g\ Au/m^3 \hat{=} 302,171$ kg Au

Adotando-se a massa específica ou densidade de 1,7 t/m^3 para o alúvio ou elúvio, base seca, **in situ**, tem-se:

Alúvio — 1.546.657 t a 0,170 g Au/t ≙ 263,171 kg Au

Elúvio — 357.000 t a 0,109 g Au/t ≙ 39,000 kg Au

Total — 1.903.657 t a 0,158 g Au/t ≙ 302.171 kg Au

Vida da Mina e Escala de Produção

A vida da mina é estimada, a nível preliminar, pela fórmula de Taylor (Shaap, 1986), cuja expressão é a seguinte:

$$v = 6,5 \sqrt{R}$$ onde:

v — é a vida da mina em anos.

R — é a reserva lavrável em milhões de toneladas.

A estimativa das reservas lavráveis geralmente é feita levando-se em conta a recuperação na lavra e diluição do minério. Estes fatores serão posteriormente avaliados a nível de projeto conceitual. Neste estudo, está se considerando a recuperação da lavra igual a 100% e ausência de diluição.

Desta forma, a vida da mina será:

$$v = 6,5 \sqrt{1,904} = 7,64 \text{ anos} \sim 8 \text{ anos}$$

Número de Dias Trabalhados por Ano

Número de dias no ano — 365 dias
Número de domingos por ano — 52 dias
Número de feriados e dias santificados — 12 dias
Número de dias de chuva excessiva, não incluídos nos dias processados — 10 dias (estimado)

Isto posto, o número de dias trabalhados por ano será:

$$365 - (52 + 12 + 10) = 291 \text{ dias}$$

Em função da nova Constituição, assume-se que a mina e a usina de

pré-concentração trabalharão 2 turnos/dia, 6 horas/turno. A reconcentração, a extração metalúrgica do ouro (amalgamação) e a administração trabalharão um turno diário, 44 horas semanais.

Cálculo da Capacidade Horária da Mina e da Usina

Número de horas trabalhadas pela mina e usina durante o ano:

291 dias/ano x 2 turnos/dia x 6 h x turno = 3.492 horas/ano.

Produção de Minério:

1.903.657 t ÷ 8 anos = 237.957 t/ano
237.957 t/ano ÷ 12 meses/ano = 19.830 t/mês
237.957 t ÷ 3.492 horas = 68,14 t/h

Produção de ouro:

Recuperação na pré-concentração — 95%
Recuperação na reconcentração e metalurgia ≃ 96%
Recuperação total — 0,95 x 0,96 = 0,91 ≃ 91%

Produção anual de ouro:

0,91 x (302 kg Au ÷ 8) = 34,454 kg

7.2.2) Notas sobre o Mercado e Preço do Ouro

Estima-se que desde os primórdios da humanidade até os dias atuais, o ser humano recuperou do subsolo cerca de 93,3 kt (3 milhões de onças) do metal nobre. Aproximadamente metade desta cifra foi produzida nos últimos 35 anos.

Cerca de um terço do total produzido está guardado como reservas de bancos centrais de diversos países. Uma quantia equivalente encontra-se pulverizada pela população da Terra, sob a forma de reservas particulares. O terço restante é encontrado sob forma de jóias e produtos diversos. Uma pequena quantidade do metal encontra-se ligado a sistemas telefônicos e computadores.

O homem lavra atualmente o ouro numa taxa aproximada de 1,4 kt (44 milhões de onças por ano). Esta quantidade corresponde ao acréscimo de 1,5% de ouro novo comparado com o existente. Tal taxa pode ser considerada pequena e, de fato, tem exercido uma diminuta influência no mecanismo do preço do mercado.

No correr de toda a história o ouro tem sido considerado, por praticamente todas as civilizações, como o maior símbolo de riqueza. Assim, o ouro foi acumulado pelos faraós nas antigas pirâmides, é citado na Bíblia, etc. A história ainda registra que as principais moedas de ouro começaram a ser usadas em sistema de trocas de mercadorias há aproximadamente 3.500 anos.

Nos séculos XVIII e XIX, o ouro físico começou a ser guardado por ourives que emitiam recibos relativos às quantidades depositadas. Estes recibos iniciaram então a circular como dinheiro (moeda papel).

A Inglaterra foi em 1816, o primeiro país a fixar o valor de seu papel moeda pelo valor da onça de ouro. Outros países europeus adotaram a mesma medida, e em 1900 também fizeram os Estados Unidos.

Sob o regime base-ouro, o total da moeda em circulação de um país era intimamente ligado ao lastro de ouro que o mesmo possuia. As moedas de ouro circulavam livres de país para país, perfazendo o ajuste de contas.

Mais tarde esta sistemática foi modificada e os pagamentos passaram a ser referidos a moeda de reserva, que na época eram o dólar americano e a libra esterlina, reduzindo-se, na prática, a importância do ouro.

No acordo de Bretton Woods, em 1944, os bancos centrais do mundo fixaram um sistema formal para manter o dólar americano como referencial para as moedas de outros países (sistema monetário internacional), estabelecendo-se o valor do ouro a US$ 35/Oz. Tal sistema contudo teve seu colapso em 1971, quando os Estados Unidos sofreram perdas e recusaram-se a converter os US$ dólares mantidos pelos outros países em ouro, conforme fora acordado. Mais tarde, foram feitas desvalorizações do dólar em relação a outras moedas, bem como estabeleceram a nova regra de fazer o ouro oscilar em relação a todas as moedas, em função apenas da lei da oferta e procura.

Internacionalmente, pode-se dizer que o ouro flutua ao sabor de três

mercados principais: o London Market Exchange - LME (mais tradicional) o Handy e Harman (de Nova York), crescendo a importância do mercado de Tóquio.

Nos países de moeda fraca, como é o caso do Brasil, onde o governo exerce um forte controle sobre as moedas estrangeiras, surge fatalmente o mercado paralelo (para não chamá-lo de negro) e desta forma o ouro é cotado, neste mercado não oficial de moedas extrangeiras. O governo brasileiro reconheceu estas forças de mercado e paga o ouro pelo seu valor internacional (geralmente o do LME), cotando todavia o dólar no mercado paralelo. Não fizesse isto, haveria uma enorme evasão (descaminho) do ouro produzido no Brasil para o exterior.

Ao diferencial entre o dólar no mercado paralelo e oficial, costuma-se chamar ágio ou eufemisticamente premium.

No Brasil, o premium tem variado costumeiramente entre 10 a 100%. Historicamente, para propósitos de projeto seu valor era cotado a 25%. Tendo-se, todavia, em vista a enorme desorganização da economia brasileira nos dias atuais (elevada inflação, a injusta sangria de divisas decorrente da dívida externa, etc.), o valor do premium retro mencionado é considerado conservador. Sem dúvida, o diferencial esperado daqui para frente será bem maior que no passado, e os analistas econômicos têm ultimamente, apontado para a casa dos 35 ou até 50%.

Em resumo, o valor do premium deve ser considerado na análise econômica de qualqeur mina de ouro que se venha a implantar no país.

As figuras 7.3 a 7.5 sintetizam importantes aspectos econômicos ligados a empreendimentos e comercialização de ouro no Brasil.

Para fins de encaminhamento deste estudo tomou-se os seguintes valores de referência:

Data básica de cotação de valores — 05.05.89

Dólar americano no câmbio brasileiro oficial:

Compra - NCz$ 1,048
Venda - NCz$ 1,053

Valor do dólar no câmbio livre:

Rio de Janeiro - NCz$ 2,68
São Paulo - NCz$ 2,66

Ágio ou premium — NCz$ 2,68 ÷ NCz$ 1,053 = 2,545 ≙ 155%

Valor do ouro no Brasil e no Exterior:

Londres (LME) - US$ 375.70/Oz ≙ US$ 12.08/g
Nova York (HH) - US$ 377.70/Oz ≙ US$ 12.14/g
São Paulo (BMF) - NCz$ 31,01/g

Comparando-se o preço do ouro nos mercados londrino e paulista, vem:

$$\frac{\text{US\$ } 375.70/\text{Oz} \times \text{NCz\$ } 1{,}053/\text{US\$}}{31{,}1 \text{ g/Oz}} = \text{NCz\$ } 12{,}72/\text{g}$$

NCz$ 31,01 ÷ NCz$ 12,73 = 2,44

A este índice, corresponde o premium de 144%, expressando a alta procura do ouro na data (05.05.89) considerada:

Salário referência — NCz$ 46,80
Piso salarial — NCz$ 81,40

Valor internacional adotado para o ouro (média dos 6 últimos meses no LME) — US$ 395.64/Oz = US$ 12.72/g

Premium — 40% (a média dos últimos 6 meses é 91,07%)

Faturamento anual:

34.353 g × US$ 12,72/g × NCz$ 1,053/US$ × 1,40 = NCz$ 644.181,41

Faturamento semestral — NCz$ 322.090,71

7.3) INVESTIMENTOS E CUSTOS OPERACIONAIS

7.3.1) Investimentos

A MIRESA já possui, na área, uma pequena infraestrutura voltada a serviços

de pesquisa geológica e serviços gerais. Além de algumas poucas construções civis, encontram-se na área os seguintes equipamentos que poderão servir à futura lavra:

1 trator de esteiras 140 HP

1 trator de pneus 120 HP

1 grupo gerados 35 kVA

2 grupos geradores 12,5 kVA

1 veículo pick-up Toyota

1 Jeep Willys

Oficina mecânica dispondo de máquinas de solda, furadeira de bancada, esmeril, ferramentas diversas, etc.

Para implantar a lavra e o beneficiamento proposto, estima-se a necessidade de proceder os seguintes investimentos adicionais:

a) Equipamentos (inclui motores)

Mina

	NCz$
2 bombas de pressão 100/80	10.000
4 monitores 8"/1 1/4"	6.000
1 bomba de cascalho 10"/8"	8.000
1 carregadeira de frontal	90.000
Tubulações, acessórios e diversos	2.000
Sub-Total	116.000

Planta Móvel

1 peneira vibratória 5'/12'	35.000
12 hidrociclones 8"	30.000
4 concentradores hidrocentrífugos 30"	80.000
Bombas de polpa e transportadores	30.000
Sub-Total	175.000

Reconcentração e Extração Metalúrgica

		NCz$
	Sub-Total	30.000

Geração Diésel-Elétrica (300 kVA), transformadores, equipamentos elétricos

	Sub-Total	50.000

b) Equipamentos devidamente instalados

Mina

		NCz$
Equipamentos		116.000,00
Montagens e preparação		4.000,00
	Sub-Total	120.000,00

Planta Móvel

Equipamentos		175.000,00
Chassis sobre skips		15.000,00
Estruturas e chaparias		17.000,00
Diversos		3.000,00
Montagens		35.000,00
	Sub-Total	245.000,00

Reconcentração e Extração Metalúrgica

Equipamentos		30.000,00
Estruturas e chaparias		5.000,00
Materiais elétricos e acessórios		1.000,00
Diversos		1.000,00
	Sub-Total	37.000,00

Geração Diesel/Elétrica

		NCz$
Equipamentos		50.000,00
Diversos		10.000,00
	Sub-Total	60.000,00

Outros Sistemas 20.000,00

Obras Civis e Diversos 40.000,00

O total de investimentos ligados à área de produção será NCz$ 522.000,00.

c) Utilidades e Facilidades

		NCz$
Oficina Mecância		30.000,00
Serraria		5.000,00
Almoxarifado		7.000,00
Posto de Serviço		3.000,00
Escritórios		12.000,00
Refeitório e Cantina		5.000,00
Diversos		10.000,00
Alojamentos		35.000,00
	TOTAL	107.000,00

d) Resumo dos Investimentos

Indústria (mina, usina, extração)	—	NCz$ 522.000,00
Utilidades e facilidades	—	NCz$ 107.000,00
Capital de giro (peças, combustível, etc.	—	NCz$ 30.000,00
TOTAL	—	NCz$ 659.000,00

7.3.2) Custos Operacionais

Os custos de operação estarão compostos essencialmente de mão-de-obra, combustíveis e lubrificantes, manutenção, peças e materiais de desgaste, outros custos incluindo serviços de terceiros e "over-head".

a) Mão-de-Obra

A unidade industrial em epígrafe, operará em dois turnos de 6 horas (2 x 6 h = 12 h), contando com o seguinte quadro pessoal (aproximado):

Gerência (2 pessoas)

1 gerente geral
1 secretária

Administração (11 pessoas)

1 chefe adiminstrativo
1 secretária
1 almoxarife
1 auxiliar de almoxarifado
3 cozinheiros
2 limpeza
1 segurança
1 enfermeiro

Planejamento e Mineração (22 pessoas)

1 engenheiro de minas
1 geólogo
1 secretária
1 auxiliar técnico
2 supervisores de turno
16 operadores

Concentração, Extração e Laboratório (11 pessoas)

1 engenheiro de processo
1 secretária
1 técnico laboratorista
4 operadores de plantas móveis
1 4 auxiliares

Manutenção (6 pessoas)

1 chefe de manutenção
2 mecânicos
1 eletricista
2 auxiliares

TOTAL DE MÃO-DE-OBRA — 52 pessoas

O valor do salário médio de uma mina deste porte, costuma ser da ordem de NCz$ 200/mês. Assim, o custo anual com a mão-de-obra será:

Salários (12 x 52 x 200)	NCz$ 124.800,00
Encargos Sociais (75%)	NCz$ 93.600,00
Sub-Total	NCz$ 218.400,00
Absenteismo (5%)	NCz$ 10.920,00
TOTAL	NCz$ 299.320,00

b) Combustíveis e Lubrificantes

O consumo de combustível e lubrificantes pode ser avaliado em função da potência instalada, bem como, de solicitação desta potência.

A nível deste estudo, por comparação a projetos semelhantes, estima-se que venha a acontecer um consumo anual de combustível igual a 200.000 litros.

Valor do combustível (200.000 l x NCz$ 0,25/L)	NCz$ 50.000,00
Lubrificantes (20%)	NCz$ 12.500,00
TOTAL	NCz$ 62.500,00

c) Manutenção, Peças e Materiais de Desgaste

Este item pode ser avaliado em 4% do valor dos equipamentos, em uma primeira instância (mão-de-obra excluída).

Valor dos Equipamentos

Mina	NCz$ 116.000,00
Pré-concentração	NCz$ 175.000,00
Reconcentração	NCz$ 30.000,00
Geração Diésel/Elétrica	NCz$ 50.000,00
Outros	NCz$ 4.000,00
TOTAL	NCz$ 375.000,00

Custo Anual

0,04 x NCz$ 375.000,00 = NCz$ 15.000,00

d) Outros Custos

Materiais de consumo e expediente	NCz$ 3.000,00/ano
Alimentação e higiene	NCz$ 7.000,00/ano
Serviços de terceiros	NCz$ 5.000,00/ano
Diversos	NCz$ 5.000,00/ano
TOTAL	NCz$ 20.000,00/ano

e) Resumo dos Custos

Rubrica	Custo Ncz$/ano	%
Mão-de-Obra	229.320	70
Combustíveis e lubrificantes	62.500	19
Manutenção	15.000	5
Outros	20.000	6
TOTAL	326.820	100

7.4) CRONOGRAMA DE IMPLANTAÇÃO

O projeto tal como concebido pode ser implantado num espaço de tempo de meio ano (um semestre). Usar-se-á esta previsão para os estudos econômicos de fluxo de caixa.

7.5) PROJEÇÕES FINANCEIRAS

Tendo-se em vista que o projeto pode ser implantado no prazo de um semestre, usar-se-á este período como unidade de tempo para elaboração do fluxo de caixa do empreendimento.

Relembrando, a vida do projeto foi calculada em 8 anos ou 16 semestres.

Em seguida discorre-se, de uma maneira resumida, sobre os diversos itens que entram na confecção do fluxo de caixa.

7.5.1) Investimentos iniciais necessários

Os investimentos iniciais necessários a arrancar com o projeto foram avaliados em NCz$ 659.000,00, assim subdivididos:

Indústria-mina e extração	NCz$ 522.000,00
Utilidades e facilidades	NCz$ 107.000,00
Capital de giro	NCz$ 30.000,00
TOTAL	NCz$ 659.000,00

7.5.2) Receitas do Projeto

As receitas do projeto serão advindas exclusivamente da venda do ouro, ao longo da vida da mina, uma vez que não existe nenhum outro sub-produto ou co-produto que possa ser valorizado.

O faturamento semestral já foi calculado anteriomente em NCz$ 322.090,00.

7.5.3) Custos de Operação

Os custos de operação do empreendimento referidos no semestre orçam NCz$ 326.820 ÷ 2 = NCz$ 163.410.

7.5.4) Depreciações e Amortizações

A nível deste estudo, o capital investido nas operações produtivas além de utilidades e facilidades será depreciado linearmente pela vida da mina, deixando-se 10% deste investimento como valor residual ao fim do projeto.

Já o capital de giro é colocado ao início do projeto, amortizado no correr da vida do mesmo e retirado integralmente ao fim do empreendimento.

Indústria e instalações de apoio — NCz$ 629.000,00

Valor residual dos investimentos

10% x NCz$ 629.000,00 = NCz$ 62.900,00

Valor a ser amortizado

NCz$ (629.000 - 62.900) = NCz$ 566.100,00

Amortização em 16 semestres

NCz$ 566.100,00 ÷ 16 = NCz$ 35.381,00

Amortização do capital de giro

NCz$ 30.000,00 ÷ 16 = NCz$ 1.875,00/semestre

Total da amortização semestral

NCz$ 37.256,00/semestre

Resíduo total

NCz$ 92.900,00

7.5.5) ICMS - Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços

Este imposto substituiu agora o antigo IUM - Imposto Único Sobre Minerais. O ouro quando é considerado como ativo financeiro e vendido a instituições oficiais (Banco Central do Brasil, Caixa Econômica Federal) é gravado com 1% sobre o valor da receita:

12% x NCz$ 322.090,00 = NCz$ 3.221,00

7.5.6) Pis e Finsocial

De acordo com a legislação em vigor estes impostos correspondem a 1,25% do total das receitas arrecadadas:

1,25% x NCz$ 322.090,00 = NCz$ 4.026,00

7.5.7) Quota de Exaustão

O presente estudo não considerou o incentivo em questão, pois o mesmo foi cortado pelo Decreto-Lei nº 2.397 de 21.12.87. Infelizmente, o Brasil é um dos poucos países do mundo que não mais aplica o incentivo de quota de exaustão, procurando fomentar produção mineral. A maioria dos países avançados em mineração

tais como os Estados Unidos, Canadá, Austrália, África do Sul, etc., possuem esta figura. Convém notar que à quota de exaustão corresponde o **sinking fund** da fórmula de Hoskold, cujo objetivo é acumular uma certa quantia de dinheiro extra de tal forma que o empreendedor possa e venha a adquirir uma nova propriedade mineira quando a jazida mineral em foco estiver esgotada.

7.5.8) Imposto Sobre a Renda :

O imposto sobre a renda corresponde a uma taxação de 35% sobre o lucro tributável até o limite de 40.000 OTN's, somado ao adicional de 10% à parcela que excedeu as 40.000 OTN's, ou seja, perfazendo 45%.

Tendo-se em vista que a OTN foi congelada pelo Governo Federal no seu valor de NCz$ 6,17, a quantia de 40.000 OTN's corresponde ao valor de NCz$ 246.800,00.

O lucro anual antes do IR do projeto não ultrapassa esse valor, de tal forma que prevalece a alíquota de 35%.

Assim o valor recolhido como IR no ano subsequente à realização do lucro é:

$$0,35 \times (2 \times \text{NCz\$ } 114.177) = \text{NCz\$ } 79.924,00$$

7.6) RESULTADOS ECONÔMICOS

O demonstrativo dos resultados expressados e o fluxo de caixa projetado para o empreendimento encontra-se consubstanciado na Figura 7.6. Em função desta planilha avaliou-se a rentabilidade do projeto pelo método da taxa interna de retorno sobre os investimentos efetuados, chegando-se ao valor de 36% ao ano (16,75% ao semestre).

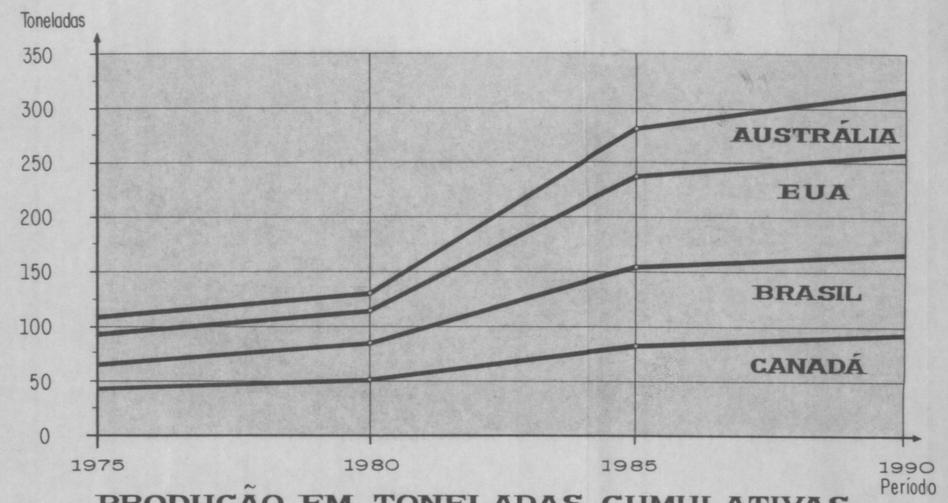
Outro parâmetro de engenharia econômica que pode ser facilmente avaliado a partir do fluxo de caixa projetado, reporta-se ao tempo ou período de retorno dos investimentos (**pay back period**). No empreendimento vislumbrado o tempo de retorno dos investimentos equivale a 2,5 anos.

Levando-se ainda em conta que o projeto pode ainda eventualmente ser alavancado com empréstimos a juros preferenciais, otimizado, etc., os parâmetros econômicos supra referidos são considerados bastante satisfatórios.

Assim sendo, o projeto é viável sob o ponto de vista econômico.

Luiz Fernando G. Lemos

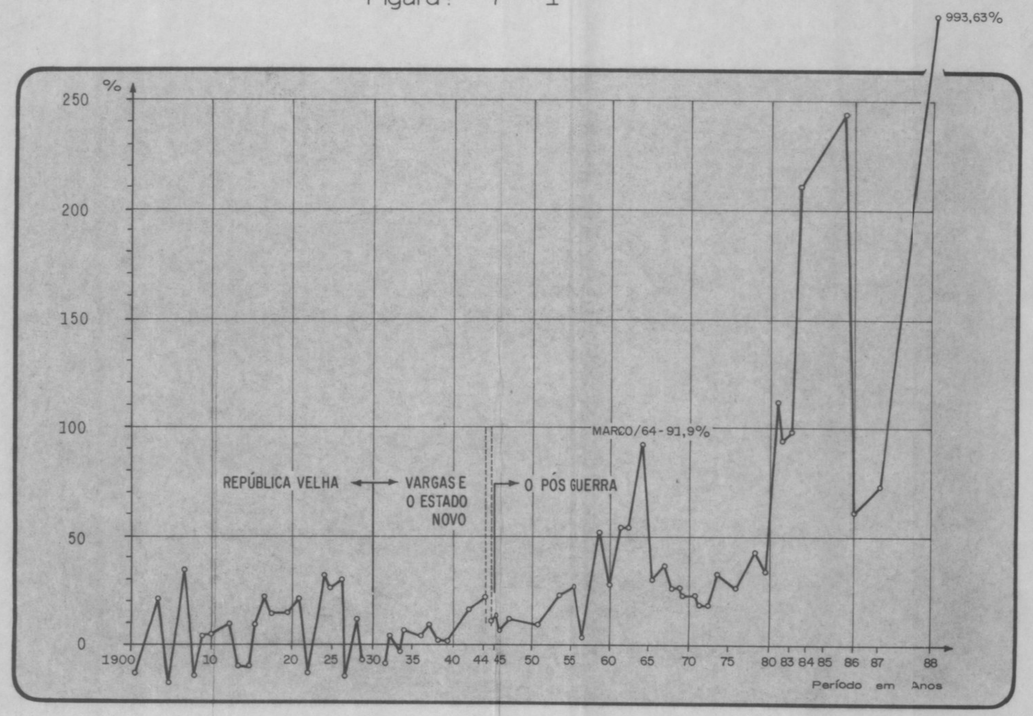
LUIZ FERNANDO G. GOUVEIA LEMOS
Geólogo - CREA n.º 12.470 - D/RJ



PRODUÇÃO EM TONELADAS CUMULATIVAS E PREVISÃO

PERÍODO DE 1975 a 1990

Figura: 7 - 1



A INFLAÇÃO DO SÉCULO XX - BRASIL

PERÍODO DE 1900 a 1988

Figura: 7 - 2

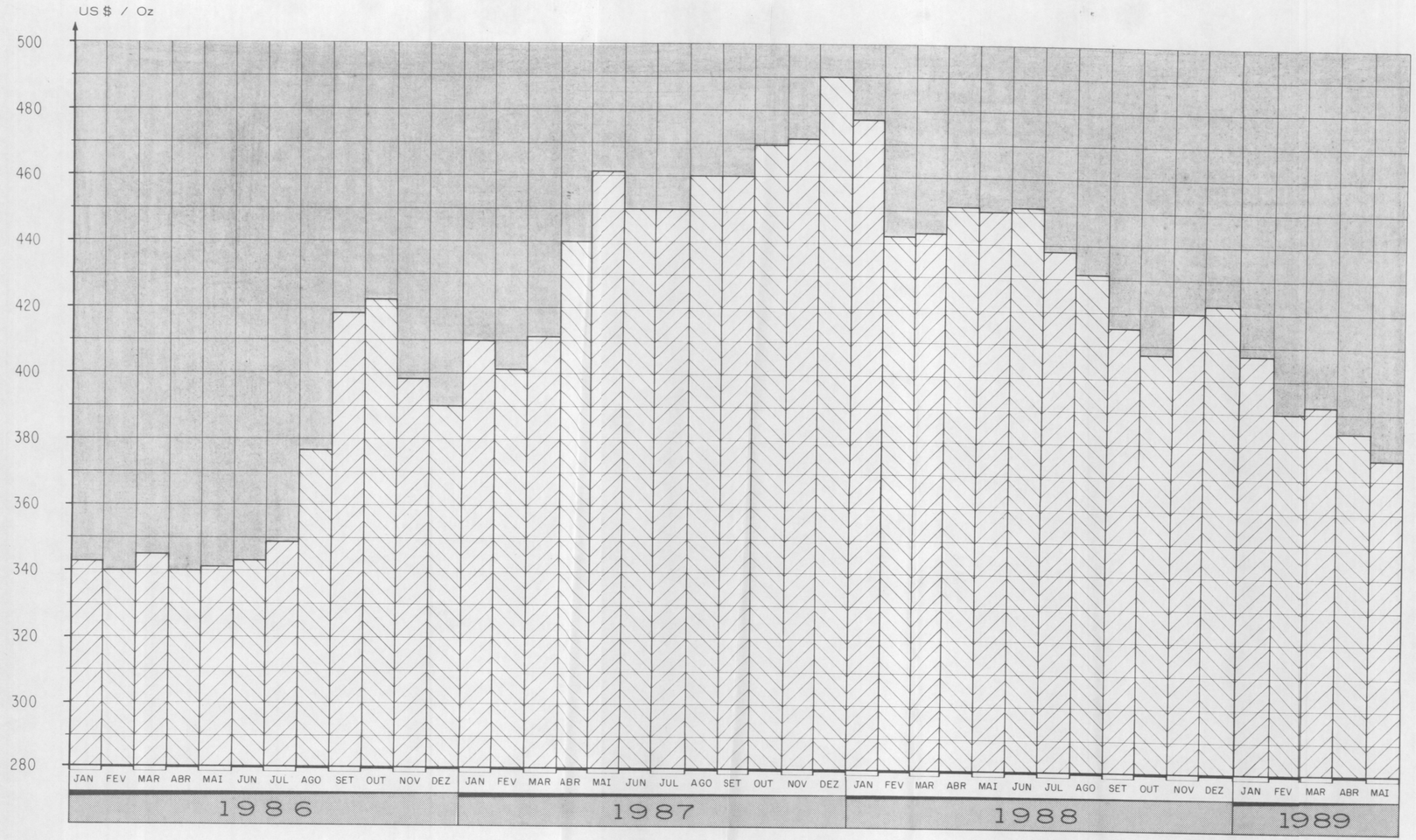
DNPM 850 655 / 81

FIGURAS: 7-1 e 7-2

Produção em ton. Cumulativas e Previsão
A Inflação do Século XX no Brasil

LOCAL	DISTRITO	MUNICÍPIO	ESTADO
IGARAPÉ SANTO ANTONIO	ITAITUBA	ITAITUBA	PARÁ
PESQUISA DE	ÁREA EM HECTARES	ESCALA	DATA
OURO	10.000,00	GRÁFICA	MAIO 89
TITULAR		RESPONSÁVEL TÉCNICO	

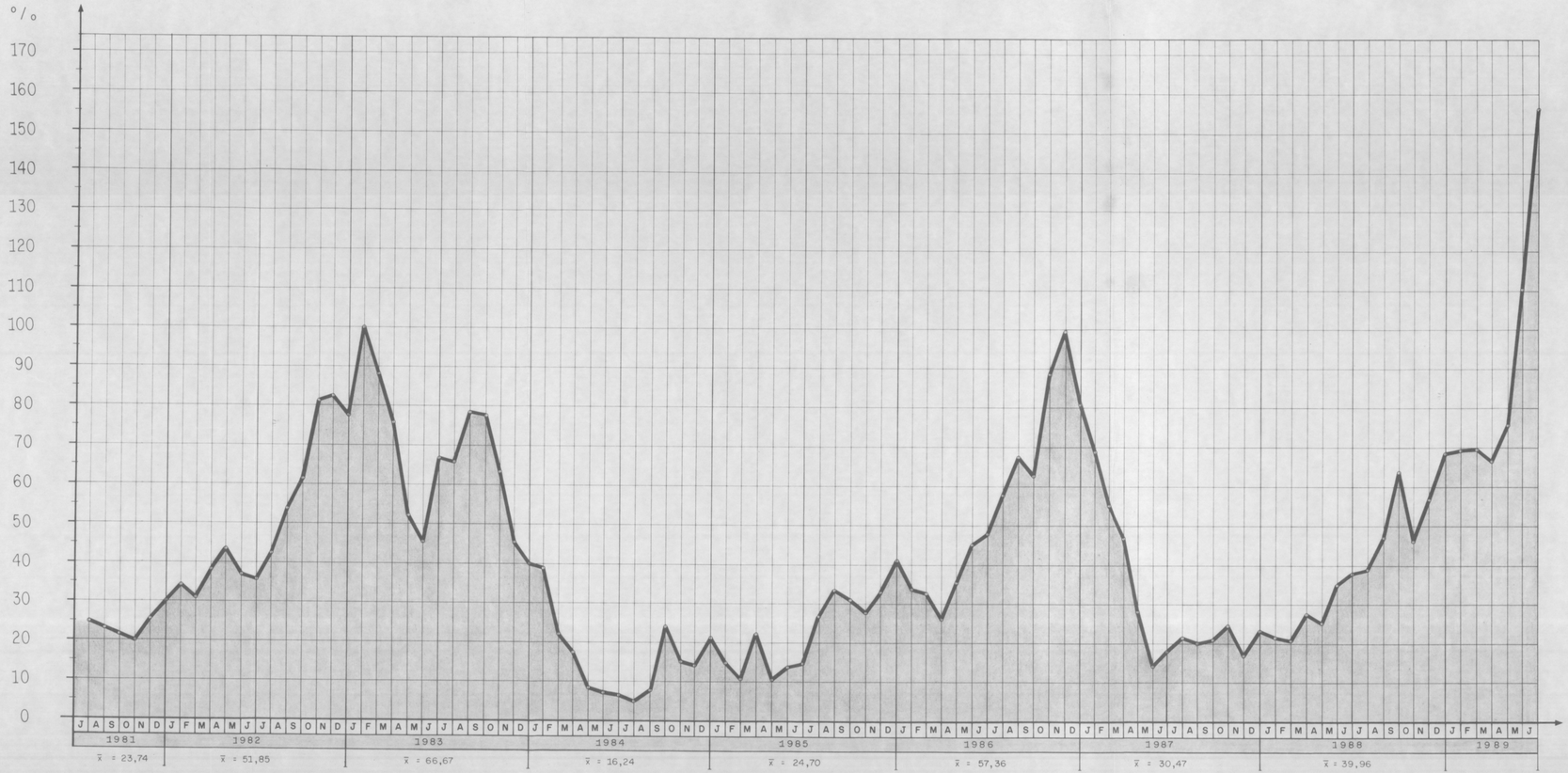
CPRM - COMPANHIA DE PESQUISA E RECURSOS MINERAIS



DNPM 850 655 / 81

FIGURA : 7-3

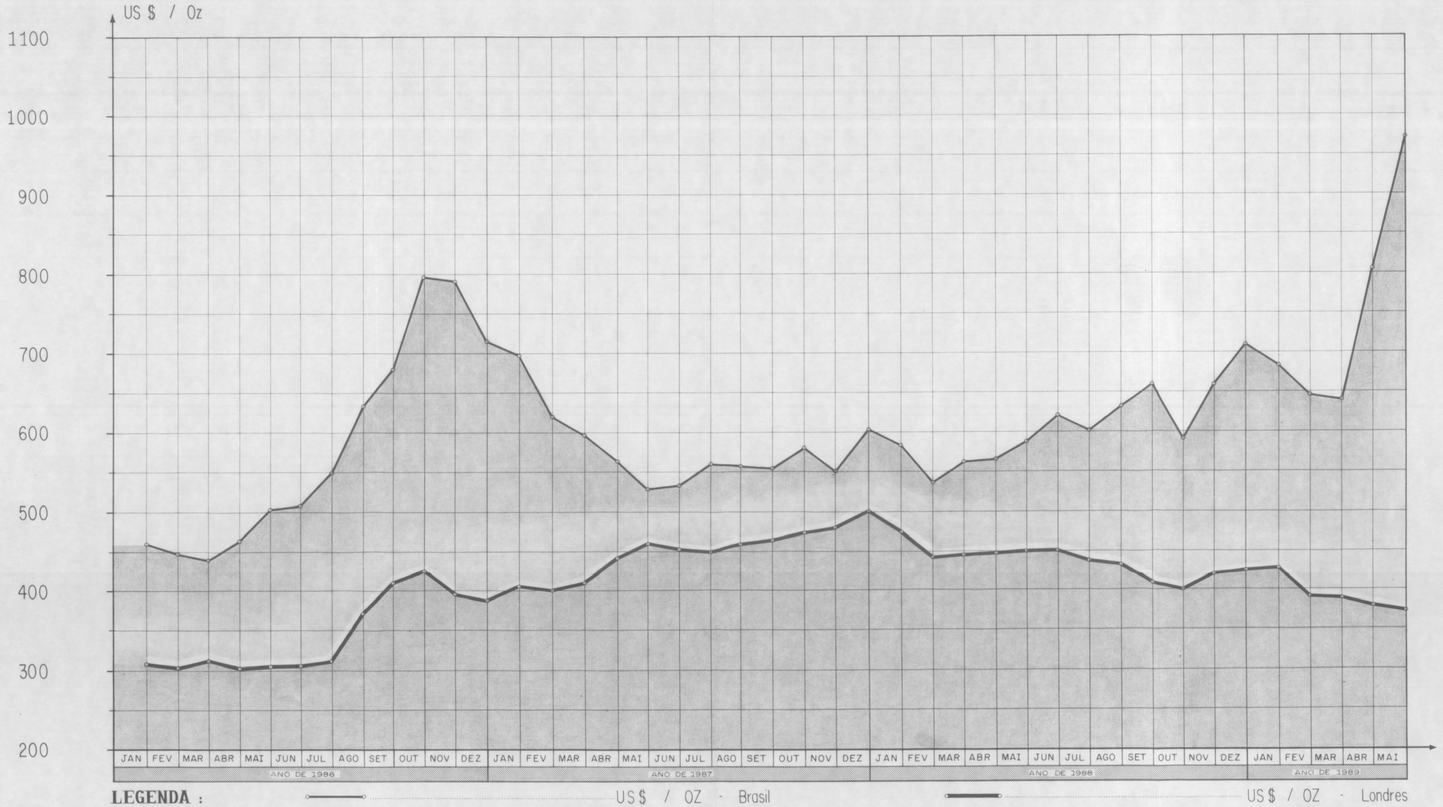
Preco do Ouro no LME - London Market Exchange			
LOCAL	DISTRITO	MUNICÍPIO	ESTADO
IGARAPÉ SANTO ANTONIO	ITAITUBA	ITAITUBA	PARÁ
PESQUISA DE	ÁREA EM HECTARES	ESCALA	DATA
OURO	10.000,00	GRÁFICA	MAIO 89
TITULAR		RESPONSÁVEL TÉCNICO	
CPRM - COMPANHIA DE PESQUISA E RECURSOS MINERAIS			



DNPM 850 655 / 81

FIGURA : 7-4

Premium Médio no Mercado do Ouro			
LOCAL	DISTRITO	MUNICÍPIO	ESTADO
IGARAPÉ SANTO ANTONIO	ITAITUBA	ITAITUBA	PARÁ
PESQUISA DE	ÁREA EM HECTARES	ESCALA	DATA
OURO	10.000,00	GRÁFICA	MAIO 89
TITULAR		RESPONSÁVEL TÉCNICO	
CPRM - COMPANHIA DE PESQUISA E RECURSOS MINERAIS			



DNPM 850 655 / 81

FIGURA : 7 - 5

Preco do Ouro no Brasil e em Londres			
LOCAL	DISTRITO	MUNICÍPIO	ESTADO
IGARAPÉ SANTO ANTONIO	ITAITUBA	ITAITUBA	PARÁ
PESQUISA DE	ÁREA EM HECTARES	ESCALA	DATA
OURO	10.000,00	GRÁFICA	MAIO 89
TITULAR		RESPONSÁVEL TÉCNICO	
CPRM - COMPANHIA DE PESQUISA E RECURSOS MINERAIS			

Demonstrativo de Resultados e Fluxo de Caixa Projetado

NCz $

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	PERÍODO EM SEMESTRES 0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
I	DEMOSTRATIVO DE RESULTADOS																		
	1 • Receitas .		322 090	322 090	322 090	322 090	322 090	322 090	322 090	322 090	322 090	322 090	322 090	322 090	322 090	322 090	322 090	322 090	
	2 • Custos de Operação da Lavra , Metalurgia e Infraestrutura .		163 410	163 410	163 410	163 410	163 410	163 410	163 410	163 410	163 410	163 410	163 410	163 410	163 410	163 410	163 410	163 410	
	3 • Saldo Operacional - (1 — 2) .		158 680	158 680	158 680	158 680	158 680	158 680	158 680	158 680	158 680	158 680	158 680	158 680	158 680	158 680	158 680	158 680	
	4 • Depreciação e Amortização .		37 256	37 256	37 256	37 256	37 256	37 256	37 256	37 256	37 256	37 256	37 256	37 256	37 256	37 256	37 256	37 256	
	5 • ICMS .		3 221	3 221	3 221	3 221	3 221	3 221	3 221	3 221	3 221	3 221	3 221	3 221	3 221	3 221	3 221	3 221	
	6 • PIS e FINSOCIAL .		4 026	4 026	4 026	4 026	4 026	4 026	4 026	4 026	4 026	4 026	4 026	4 026	4 026	4 026	4 026	4 026	
	7 • Quota de Exaustão .		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	8 • Sub - Total - (4 + 5 + 6 + 7) .		44 503	44 503	44 503	44 503	44 503	44 503	44 503	44 503	44 503	44 503	44 503	44 503	44 503	44 503	44 503	44 503	
	9 • Lucro Antes do Imposto de Renda - (3 — 8) .		114 177	114 177	114 177	114 177	114 177	114 177	114 177	114 177	114 177	114 177	114 177	114 177	114 177	114 177	114 177	114 177	
	10 • Imposto Sobre a Renda .		-	-	79 924	-	79 924	-	79 924	-	79 924	-	79 924	-	79 924	-	79 924	-	79 924
	11 • Lucro Após o Imposto de Renda - (9 — 10) .		114 177	114 177	34 253	114 177	34 253	114 177	34 253	114 177	34 253	114 177	34 253	114 177	34 253	114 177	34 253	114 177	(79 924)
II	FLUXO DE CAIXA																		
	A - Entradas :																		
	• Lucro Após o Imposto de Renda		114 177	114 177	34 253	114 177	34 253	114 177	34 253	114 177	34 253	114 177	34 253	114 177	34 253	114 177	34 253	114 177	(79 924)
	• Depreciação e Amortização .		37 256	37 256	37 256	37 256	37 256	37 256	37 256	37 256	37 256	37 256	37 256	37 256	37 256	37 256	37 256	37 256	
	• Quota de Exaustão .		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	• Valor Residual do Projeto .		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	92 900
	B - Saídas :																		
	• Investimentos Iniciais .	659 000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	• Investimentos de Reposição e Ampliação .	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	• Outros .	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
III	SALDO LÍQUIDO DE CAIXA	(659 000)	151 433	151 433	71 509	151 433	71 509	151 433	71 509	151 433	71 509	151 433	71 509	151 433	71 509	151 433	71 509	151 433	12 976

DNPM 850 655 / 81

FIGURA : 7-6

Demonstrativo de Resultados e Fluxo de Caixa

LOCAL	DISTRITO	MUNICÍPIO	ESTADO
IGARAPÉ SANTO ANTONIO	ITAITUBA	ITAITUBA	PARÁ
PESQUISA DE	ÁREA EM HECTARES	ESCALA	DATA
OURO	10.000,00	INDICADA	MAIO 89
TITULAR		RESPONSÁVEL TÉCNICO	

CPRM - COMPANHIA DE PESQUISA E RECURSOS MINERAIS

8 — CONCLUSÕES FINAIS

Os principais resultados alcançados com a execução do extenso programa de pesquisa, pela CPRM/MIRESA, na área do Alvará 576/88 são os seguintes:

a) Descoberta de uma sequência de granitos do tipo pórfiro portadora de mineralizações auríferas injetadas na Suite Cuiú-Cuiú.

b) Os trabalhos de Petroquímica e as observações geológicas na área vêm demonstrar que as probabilidades de mineralização da Suite Intrusiva Maloquinha em minerais de terras raras (Nb, Ta, etc.) bem como em cassiterita é muito remota.

c) Os trabalhos de Geoquímica detectaram na área autorizada oito importantes anomalias mineralizadas de ouro com diâmetro da ordem de 100 a 500 metros. Uma destas anomalias (Malha Alfa) corresponde a um pequeno depósito elúvio/coluvionar contendo 39 kg de ouro.

d) Foram realizados serviços de Geoestatística (Análise Variográfica/Estrutural) sobre depósitos aluvionares que demonstraram estas jazidas estarem bem estruturadas. Tais serviços deverão ter seu prosseguimento em suporte ao planejamento de lavra.

Tendo-se em vista que a malha de pesquisa permitiu determinar com relativa segurança o modelo variográfico do depósito (zona de influência entre amostras) a reserva aluvionar como um todo encontra-se bem pesquisada e pode ser considerada como medida.

e) As pesquisas realizadas concluíram pela existência das seguintes reservas:

Reservas aluviais (medidas):

909.798 m^3 e 0,288 gAu/m^3 = 263,171 kg Au

Reservas eluviais (indicadas):

210.000 m^3 a 0,186 gAu/m^3 = 39,000 kg Au

Reserva total (medida + indicada)

1.119.798 m^3 a 0,269 g/m^3 = 302,171 kg Au

f) As reservas supra referidas são aproveitáveis técnica e economicamente. Sob o ponto de vista técnico, o aproveitamento é possível através de desmonte hidráulico (aluviões) e mecânico (elúvio), seguido de concentração gravimétrica e amalgamação (inside amalgamation). Sob o ponto de vista econômico, o aproveitamento é exequível, exigindo um investimento da ordem de Ncz$ 600 mil, gerando um projeto com taxa interna de retorno da ordem de 36% ao ano.

Assim, a CPRM e a MIRESA, ao submterem à apreciação do Departamento Nacional da Produção Mineral - DNPM, o presente Relatório de Pesquisa solicitama sua aprovação, com base no que preceitua a alínea a do Art. 32 do Regulamento do Código de Mineração.

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA

DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL

DIVISÃO DE FOMENTO DA PRODUÇÃO MINERAL

SÍNTESE DO RELATÓRIO DE PESQUISA

01 ESTE FORMULÁRIO PODE SER REPETIDO ATÉ QUATRO VEZES PARA DEFINIR QUATRO TIPOS DIFERENTES DE MINÉRIOS PESQUISADOS, SENDO QUE O PRIMEIRO FORMULÁRIO DEVE SER APRESENTADO COMPLETO. NOS DEMAIS, ALÉM DOS QUADROS NECESSÁRIOS, SEMPRE DEVEM SER PREENCHIDOS OS QUADROS 01, 02, 47, 48, 49.

ESTE FORMULÁRIO É O Nº 01 DE 01

02 NÚMERO DO PROCESSO NO DNPM

ANO DA PROTOCOLIZAÇÃO: 81 (17 18)

NÚMERO (PROTOCOLO DO DNPM): 850655 (19 20 21 22 23 24)

03 TITULAR É O MESMO QUE REQUEREU A PESQUISA? [X] SIM [ ] NÃO

04 USO EXCLUSIVO DO DNPM: 07TPES (25 26 27 28 29 30 31 32)

05 NOME DO TITULAR DA PESQUISA QUE APRESENTA O RELATÓRIO

CIA. DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS (33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68)

06 USO EXCLUSIVO DO DNPM: $ 1 (69 80)

07 TELEFONE DO TITULAR: (021) 295-0032

08 MUDANÇA DE ENDEREÇO DO TITULAR [X] NÃO [ ] SIM

09 USO EXCLUSIVO DO DNPM: 07 (25 26 27 28)

10 ENDEREÇO OFICIAL PARA CORRESPONDÊNCIA

RUA, AV. OU PÇA, Nº, ANDAR, SALA, OU APTO.

AV. PASTEUR 404 - ANEXO (29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64)

CIDADE: RIO DE JANEIRO

CEP: 22.290

UF: RJ

11 USO EXCLUSIVO DO DNPM: $ 2 (65 66 67 68 69 70 71 80)

12 USO EXCLUSIVO DO DNPM: 07CPF (25 26 27 28 29 30 31 32 33 34) 07CGC (25 26 27 28 29 30 31 32)

13 NÚMERO DE CPF (PESSOA FÍSICA) (35 36 37 38 39 40 41 42 43)

14 NÚMERO DO CGC (PESSOA JURÍDICA)

NÚMERO BÁSICO: 000916 52 (33 34 35 36 37 38 39 40)

NÚMERO DE ORDEM: 002-60

15 USO EXCLUSIVO DO DNPM (41 42 43)

16 ALV. OU DECRETO EMP. MINERAÇÃO

ANO DA ASSINATURA: 69 (44 45)

Nº DO ALV. OU DECRETO: 764 (46 47 48 49 50 51)

17 USO EXCLUSIVO DO DNPM: 3 (80)

18 SUBSTÂNCIAS MINERAIS (REQUERIDAS=R; COMPROVADAS=C)

CLASSE	SUBSTANCIA MINERAL REQUERIDA OU COMPROVADA	R	C
I	TANTALO	X	
I	OURO		X

19 USO EXCLUSIVO DO DNPM

C	SUBS
14	
14	
14	
14	
14	
14	
14	
14	
14	
14	
14	

(25 26 27 28 29 30 31 32 33)

47 REPRESENTANTE LEGAL DO TITULAR

NOME DO REPRESENTANTE: MÁRIO FARINA

REPRESENTAÇÃO: [X] POR PROCURAÇÃO [ ] ESTATUTÁRIA

CPF DO REPRESENTANTE: 000.919.954/34

48 ASSINATURA DO TITULAR OU DE SEU REPRESENTANTE

ASSINATURA:

DATA: / /

49 RESPONSÁVEL TÉCNICO PELA PESQUISA MINERAL

NOME: LUIZ BERNARDO S. GOUVEIA LEMOS

IDENTIDADE: 1.502.446 - IFP

CPF: 043.988.077/72

PROFISSÃO: GEÓLOGO

CREA: 12.475-D/RJ

ASSINATURA:

DATA: / /

PREENCHER A MÁQUINA OU LETRA DE FORMA

DNPM / PROGIN - SRP / 74 - 01

20 ALTERAÇÕES NA DEFINIÇÃO DE LOCALIZAÇÃO POLÍTICA : ☐ SIM NÃO ☒

21 USO EXCLUSIVO DO DNPM

09	25 26 27 28
09	25 26 27 28
09	25 26 27 28
09	25 26 27 28

22 - ATUAL LOCALIZAÇÃO POLÍTICA DA ÁREA (CASO DE ALTERAÇÃO)

1) UF (29 30) — MUNICÍPIO — DISTRITO

2) UF (29 30) — MUNICÍPIO — DISTRITO

3) UF (29 30) — MUNICÍPIO — DISTRITO

4) UF (29 30) — MUNICÍPIO — DISTRITO

23 USO EXCLUSIVO DO DNPM

MUNC (31 32 33 34 35 36 37 38 39) DISTR

24 USO EXCLUSIVO DO DNPM

19TOTL	27 28 29 30 31 32
19SOND	27 28 29 30 31 32
19POCO	27 28 29 30 31 32
19QUIM	27 28 29 30 31 32
19GEOF	27 28 29 30 31 32
19TOPO	27 28 29 30 31 32
19GEOL	27 28 29 30 31 32
19INFR	27 28 29 30 31 32
19GEOQ	27 28 29 30 31 32
19SDFN	27 28 29 30 31 32

25 INVESTIMENTOS REALIZADOS NA PESQUISA EM MILHARES DE CRUZEIROS

TIPO	VALOR (xNCz$ 1000) (33 34 35 36 37 38 39 40)	ANO INÍCIO (41 42)	ANO TÉRMINO (43 44)
TOTAL	22.275	83	89
SONDAGENS	4.325	83	84
TRINCHEIRAS E POÇOS	1.450	83	84
ANÁLISES QUÍMICAS	1.890	83	85
GEOFÍSICA			
DESENHO, TOPOGRAFIA E / OU CARTOGRAFIA	2.250	85	89
GEOLOGIA	5.785	83	89
INFRAESTRUTURA (ESTRADAS, ENERGIA, ETC.)	6.575	83	84
GEOQUÍMICA			
OUTROS (ESPECIFIQUE NO RELATÓRIO)			

26 USO EXCLUSIVO DO DNPM

20	27 28
20	27 28
20	27 28
20	27 28

27 INVESTIMENTOS ANUAIS (TOTAIS) DA PESQUISA EM MILHARES DE CRUZEIROS

VALOR (xNCz$ 1000) (29 30 31 32 33 34 35 36)	ANO DA APLICAÇÃO (37 38)
5.560	83
14.707	84
5.373	85
1.635	89

28 USO EXCLUSIVO DO DNPM — REFX: 15 — SUBS:

29 PRINCIPAL SUBSTÂNCIA DO MINÉRIO:

30 DENOMINAÇÃO DO MINÉRIO CUBADO: ALUVIÃO

31 ANO DA CUBAGEM: 85

32 Nº DE CORPOS OU FILÕES MINERALIZADOS E CONSIDERADOS NESTA CUBAGEM:

33 USO EXCL DO DNPM: 8

34 USO EXCL DO DNPM: 15

35 CUBAGEM OU TONELAGEM DO MINÉRIO

MEDIDA	INDICADA	INFERIDA
909798	210000	

UNIDADE DE CUBAGEM: m^3

TONS

REFX 16 — SUBS

SUBS

SUBS

SUBS

SUBS

SUBS

SUBS

SUBS

SUBS

REFX 17 — CRCT

CRCT

CRCT

CRCT

CRCT

CRCT

36 ANÁLISE DO MINÉRIO

ELEMENTO QUÍMICO, COMPOSTO QUÍMICO, MINERAL OU ROCHA (SOMENTE OS MAIS SIGNIFICATIVOS)	CARACTERIZAÇÃO MINR = PRODUT. PRINC. SBPR = SUBPRODUTO NOCV = SUBST. NOCIVA	TEOR % MÉDIO DA SUBSTÂNCIA NO MINÉRIO	TEOR % LIMITE (CUTOFF) PARA CÁLCULO RESERVA
1) OURO (mg/m^3)	MINR	269	200
2)			
3)			
4)			
5)			
6)			
7)			
8)			
9)			
10)			

37 PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DO MINÉRIO (FRIÁVEL, COMPACTO, PULVERULENTO, MACIÇO, ETC.)

1)

2)

3)

4)

5)

6)

38 USO EXCL. DO DNPM

REFX

2	6

27 28 29 30

39 ANÁLISE GRANULOMÉTRICA DO MINÉRIO

MALHA (MESH)	% RETIDA
31 32 33	34 35 36
31 32 33	34 35 36
31 32 33	34 35 36
31 32 33	34 35 36
31 32 33	34 35 36
31 32 33	34 35 36
31 32 33	34 35 36
31 32 33	34 35 36

OBS: PARA FUNDO DE PENEIRAS USAR MESH = 999

40 VIABILIDADE ECONÔMICA

- 1- OCORRÊNCIA É ECONOMICAMENTE VIÁVEL [X]
- 2- OCORRÊNCIA NÃO É ECONOMICAMENTE VIÁVEL DEVIDO:
  - 2.1. ENERGIA ELETR INSUFICIENTE [ ]
  - 2.2. RESERVAS INSUFICIENTES [ ]
  - 2.3. TEOR INSUFICIENTE [ ]
  - 2.4. TECNOLOGIA MINERAL [ ]
  - 2.5. ÁGUA P/MINERAÇÃO INSUFICIENTE [ ]
  - 2.6. ACESSO PRECÁRIO OU INEXISTENTE [ ]
  - 2.7. TRANSP. MINÉRIO É PROIBITIVO [ ]
  - 2.8. CAPEAMENTO ESTERIL ESPESSO [ ]
  - 2.9. ÁGUA P/BENEFICIAMENTO INSUFIC. [ ]
  - 2.10. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS MINÉRIO [ ]
  - 2.11. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS MINÉRIO [ ]
  - 2.12. PROBLEMAS DE ENG. MINAS [ ]
  - 2.13. OUTROS (RELACIONE ABAIXO.):

41 USO EXCL. DO DNPM

2	8	E	C	Ø	N

27 28 29 30 31 32

2	8	E	N	E	R
2	8	R	S	R	V
2	8	T	E	Ø	R
2	8	T	E	C	N
2	8	A	G	M	N
2	8	A	C	E	S
2	8	T	R	M	N
2	8	C	A	P	A
2	8	A	G	B	N
2	8	C	F	I	S
2	8	Q	U	I	M
2	8	E	M	I	N

27 28 29 30 31 32

2	8
2	8
2	8

27 28 29 30 31 32

42 RESERVAS EM METAL CONTIDO OU SUBSTÂNCIA UTIL (ECONOMICAMENTE VISADA) CONTIDA

A. METAL, ELEMENTO OU COMPOSTO QUÍMICO, MINERAL OU ROCHA

B. CLASSIFICAÇÃO COMERCIAL DA SUBSTÂNCIA DEFINIDA EM A

OBS. PARA CADA SUBSTÂNCIA COMPLETE AS SUBDIVISÕES A a F.

C. ANO DA CUBAGEM.

D. RESERVA MEDIDA = MD INDICADA = IN INFERIDA = IF

E. RESERVA LÍQUIDA ECONOMICAMENTE EXPLORAVEL DA SUBSTÂNCIA DEFINIDA EM A.

F. UNIDADE DE RESERVA:
TONS = TONELADAS
KILO = QUILOS
GRAM = GRAMAS
QLAT = QUILATES
MCUB = METROS CUBICOS
MQUA = METROS QUADRADOS
LITR = LITROS
LHOR = LITROS/HORA

A: OURO

B: OURO

43 USO EXCL. DO DNPM

SUBS	CLSS
2 9	

27 28 29 30 31 32 33 34

C: 8 5 (35 36)

D: [X] → MD; [ ] → IN; [ ] → IF (37 38)

E: 2 6 3 1 7 1 (39 40 41 42 43 44 45 46 47 48)

F:

TONELADAS	[ ]	T	O	N	S
QUILOS	[ ]	K	I	L	O
GRAMAS	[X]	G	R	A	M
QUILATES	[ ]	Q	L	A	T
METROS CUBICOS	[ ]	M	C	U	B
METROS QUADRADOS	[ ]	M	Q	U	A
LITROS	[ ]	L	I	T	R
LITROS/HORA	[ ]	L	H	O	R

49 50 51 52

A:

B:

44 USO EXCL. DO DNPM

2 9	

27 28 29 30 31 32 33 34

C: 8 5 (35 36)

D: [ ] → MD; [X] → IN; [ ] → IF (37 38)

E: 3 9 0 0 0 (39 40 41 42 43 44 45 46 47 48)

F:

TONELADAS	[ ]	T	O	N	S
QUILOS	[ ]	K	I	L	O
GRAMAS	[X]	G	R	A	M
QUILATES	[ ]	Q	L	A	T
METROS CUBICOS	[ ]	M	C	U	B
METROS QUADRADOS	[ ]	M	Q	U	A
LITROS	[ ]	L	I	T	R
LITROS/HORA	[ ]	L	H	O	R

49 50 51 52

A:

B:

45 USO EXCL. DO DNPM

2 9	

27 28 29 30 31 32 33 34

C: (35 36)

D: [ ] → MD; [ ] → IN; [ ] → IF (37 38)

E: (39 40 41 42 43 44 45 46 47 48)

F:

TONELADAS	[ ]	T	O	N	S
QUILOS	[ ]	K	I	L	O
GRAMAS	[ ]	G	R	A	M
QUILATES	[ ]	Q	L	A	T
METROS CUBICOS	[ ]	M	C	U	B
METROS QUADRADOS	[ ]	M	Q	U	A
LITROS	[ ]	L	I	T	R
LITROS/HORA	[ ]	L	H	O	R

49 50 51 52

A:

B:

46 USO EXCL. DO DNPM

2 9	

27 28 29 30 31 32 33 34

C: (35 36)

D: [ ] → MD; [ ] → IN; [ ] → IF (37 38)

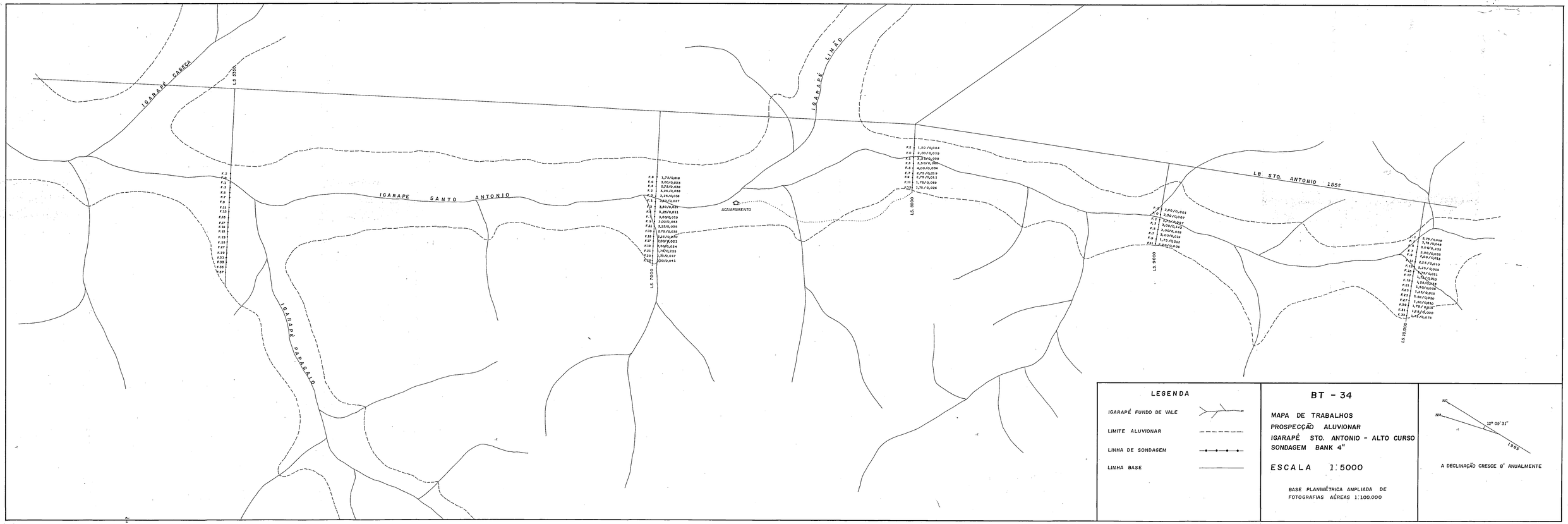
E: (39 40 41 42 43 44 45 46 47 48)

F:

TONELADAS	[ ]	T	O	N	S
QUILOS	[ ]	K	I	L	O
GRAMAS	[ ]	G	R	A	M
QUILATES	[ ]	Q	L	A	T
METROS CUBICOS	[ ]	M	C	U	B
METROS QUADRADOS	[ ]	M	Q	U	A
LITROS	[ ]	L	I	T	R
LITROS/HORA	[ ]	L	H	O	R

49 50 51 52

IGARAPÉ ÁGUA LIMPA
IGARAPÉ CURUÁ
LB SANTO ANTONIO
IGARAPÉ CABEÇA
RIO TAPAJÓS
IGARAPÉ ÁGUA SUJA
ACAMP
CORRUTELA
ÁREA TRABALHADA
IGARAPÉ PARAÍSO
LEGENDA
IGARAPÉ SANTO ANTONIO
IGARAPÉ FUNDO DE VALE
CASA
ACAMPAMENTO
LINHA SONDAGEM
LINHA BASE
A DECLINAÇÃO CRESCE 8' ANUALMENTE
BT - 34
MAPA DE TRABALHOS
PROSPECÇÃO ALUVIONAR
BAIXO/MEDIO CURSO IG SANTO ANTONIO
ESCALA:- 1/5000



LEGENDA

- IGARAPÉ FUNDO DE VALE
- LIMITE ALUVIONAR
- LINHA DE SONDAGEM
- LINHA BASE

BT - 34

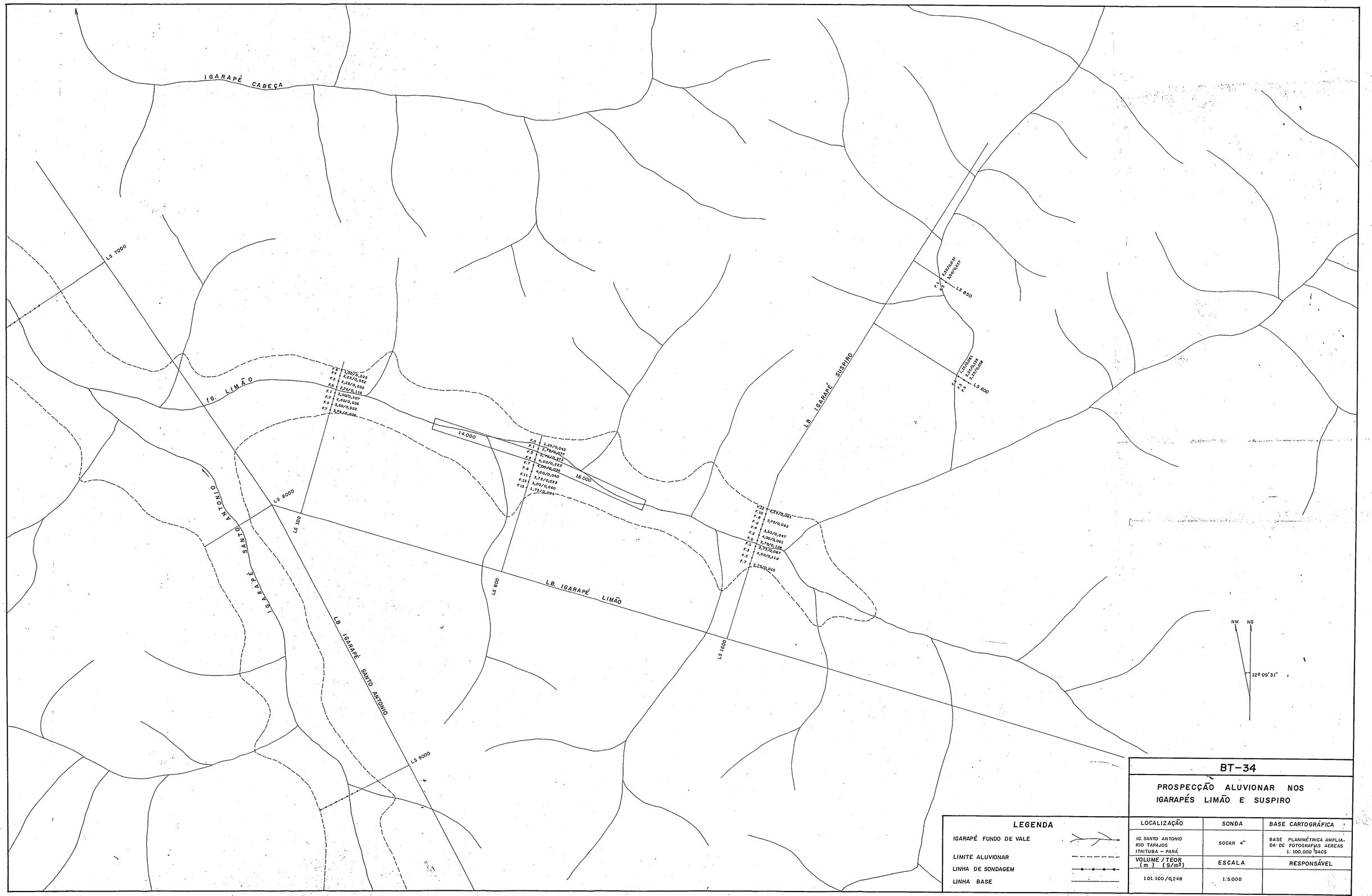
MAPA DE TRABALHOS
PROSPECÇÃO ALUVIONAR
IGARAPÉ STO. ANTONIO - ALTO CURSO
SONDAGEM BANK 4"

ESCALA 1:5000

BASE PLANIMÉTRICA AMPLIADA DE FOTOGRAFIAS AÉREAS 1:100.000

MG
NM
12º 09' 31"
1985

A DECLINAÇÃO CRESCE 8' ANUALMENTE



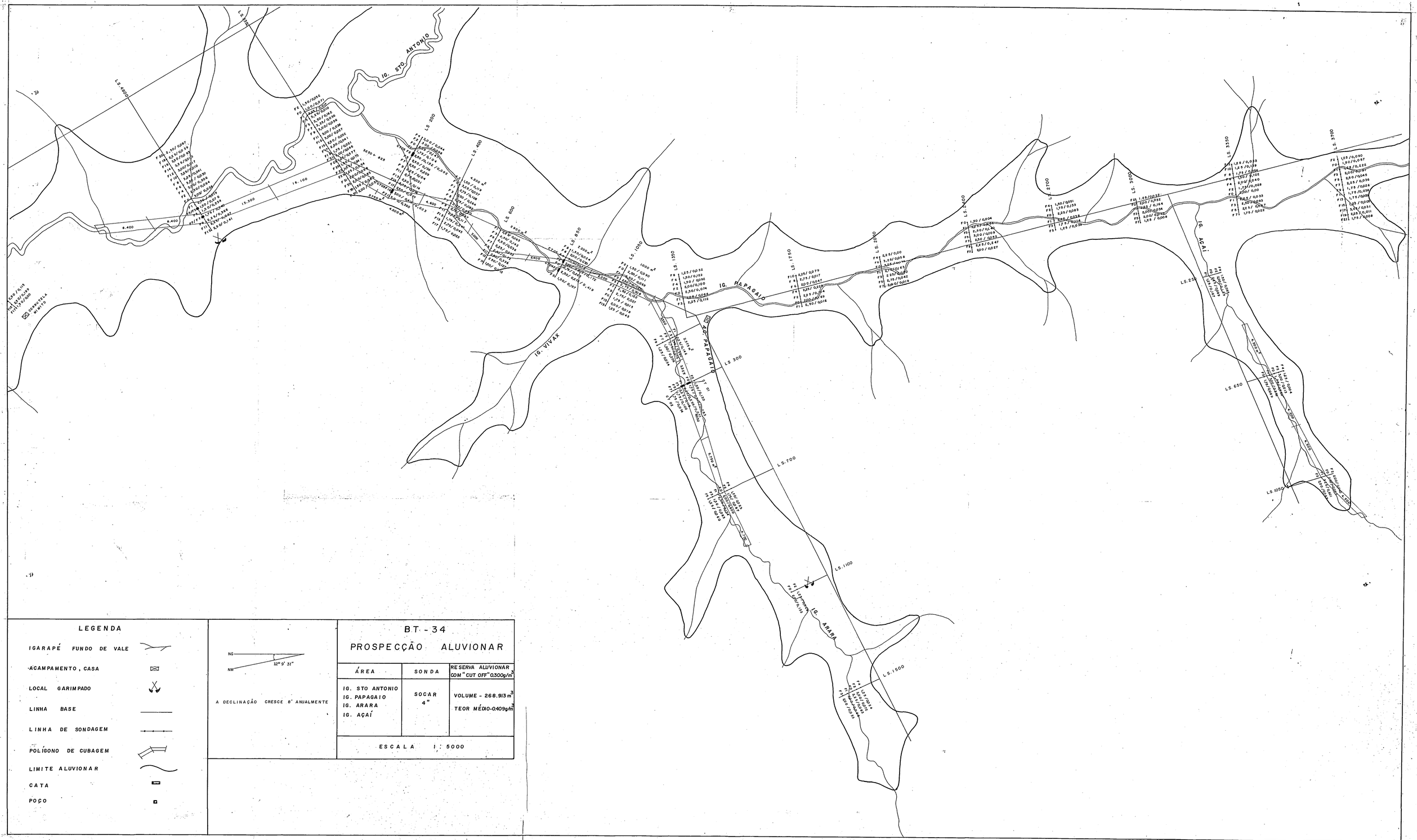
BT-34

PROSPECÇÃO ALUVIONAR NOS IGARAPÉS LIMÃO E SUSPIRO

LEGENDA

- IGARAPÉ FUNDO DE VALE
- LIMITE ALUVIONAR
- LINHA DE SONDAGEM
- LINHA BASE

LOCALIZAÇÃO	SONDA	BASE CARTOGRÁFICA
IG. SANTO ANTONIO RIO TAPAJOS ITAITUBA – PARÁ	SOCAR 4"	BASE PLANIMÉTRICA AMPLIADA DE FOTOGRAFIAS AEREAS 1: 100.000 SACS
VOLUME / TEOR (m) (g/m³)	**ESCALA**	**RESPONSÁVEL**
101.100 / 0,248	1:5.000	



LEGENDA

- IGARAPÉ FUNDO DE VALE
- ACAMPAMENTO, CASA
- LOCAL GARIMPADO
- LINHA BASE
- LINHA DE SONDAGEM
- POLÍGONO DE CUBAGEM
- LIMITE ALUVIONAR
- CATA
- POÇO

NG — NM: 12º 9' 31"

A DECLINAÇÃO CRESCE 8' ANUALMENTE

BT - 34
PROSPECÇÃO ALUVIONAR

ÁREA	SONDA	RESERVA ALUVIONAR COM "CUT OFF" 0,300g/m³
IG. STO ANTONIO IG. PAPAGAIO IG. ARARA IG. AÇAÍ	SOCAR 4"	VOLUME - 268.913 m³ TEOR MÉDIO-0,409g/m³

ESCALA 1 : 5000