PROJETO SERRA DE JACOBINA

RECONHECIMENTO GEOQUÍMICO REGIONAL

RELATÓRIO DO ESTUDO ORIENTATIVO

CPRM
SUREMI
SEDOTE
I 96
ARQUIVO TÉCNICO
Relatório n.º 553-S
N.º de Volumes: V.:
OSTENSIVO
PHh. 011445

CONVENIO
DNPM-CPRM
SUREG/SA

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA

DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL

CONVÊNIO DNPM - CPRM

PROJETO SERRA DE JACOBINA

RECONHECIMENTO GEOQUÍMICO REGIONAL

ESTUDO ORIENTATIVO

(RELATÓRIO)

Dorival Correia Bruni

Luis Antonio Alves de Toledo

José Erasmo de Oliveira

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS

SUPERINTÊNDENCIA REGIONAL DE SALVADOR

SEÇÃO DE GEOQUÍMICA

1 9 7 6

SUMÁRIO

1. Resumo..... 1
2. INTRODUÇÃO..... 2
3. FEIÇÕES GEOLÓGICAS..... 3
   3.1 Generalidades Regionais..... 3
   3.2 Mina de Carnaiba..... 4
   3.3 Distrito Cromitífero de Saude..... 5
   3.4 Ouro e Urânio na Mina de Canavieiras... 6
4. TÉCNICAS DE AMOSTRAGEM..... 7
   4.1 Generalidades..... 7
   4.2 Sedimento e Concentrado de Batéia..... 7
   4.3 Solo..... 8
   4.4 Rocha..... 9
5. TÉCNICAS DE PREPARAÇÃO E ANÁLISE DAS AMOSTRAS 10
   5.1 Preparação das Amostras..... 10
   5.2 Técnicas Analíticas..... 10
      5.2.1 Espectrografia de Emissão..... 10
      5.2.2 Espectrofotometria de Absorção Atômica..... 11
      5.2.3 Análises Mineralógicas..... 12
6. CARACTERIZAÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO E ASSOCIAÇÃO. GEOQUIMICA DOS ELEMENTOS..... 12
   6.1 Sedimento de Corrente..... 12
      6.1.1 Associação Cu-Ni-Co- (Fe-Mn)..... 13
      6.1.2 Associação Be-Bi-Mo-Mg..... 15
   6.2 Concentrado de Batéia..... 18
      6.2.1 Associação Cu-Ni-Co-Cr..... 19
      6.2.2 Associação Be-Bi-Mo-Mg..... 20
      6.2.3 Associação Au-Ni- (V-Sc-B) 20
      6.2.4 Comentário Sobre as Análises Mineralométricas..... 21

6.3 Solo Residual..... 24
6.4 Rocha..... 27
6.5 Generalidades Sobre a Exploração Geoquímica para Ouro..... 30

7. SELEÇÃO DA FRAÇÃO GRANULOMÉTRICA IDEAL..... 34

7.1 Sedimento de Corrente..... 35
7.2 Solo Residual..... 37

8. AVALIAÇÃO DOS MÉTODOS ANALÍTICOS..... 38

8.1 Generalidades..... 38
8.2 Comparação da Eficácia dos Métodos..... 39
8.3 Estabelecimento de Novos Critérios..... 42

9. REGRESSÃO LINEAR MÚLTIPLA SEQUENCIAL..... 44

10. ANÁLISE DE VARIÂNCIA..... 47

11. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES..... 49

12. BIBLIOGRAFIA..... 54

CPRM

RELAÇÃO DAS FIGURAS INSERIDAS NO TEXTO

1 - Mapa de localização da Área do Projeto

2 - Mapa de Pontos de Amostragem - Alvo de Carnaiba

3 - Idem - Alvo de Saude

4 - Idem - Alvo de Canavieiras

5 - Mapa de Distribuição Geoquímica para Cr-Ni-Co (espectrografia) em sedimento - Alvo de Carnaiba

6 - Idem - Alvo de Saude

7 - Idem - Alvo de Canavieiras

8 - Mapa de Distribuição Geoquímica para Cu-Co-Ni-Mn (absorção atômica) em sedimento - Alvo de Carnaiba

9 - Idem - Alvo de Canavieiras

10 - Idem, para Nb-Bc-Bi-Mo (Espectrografia) em sedimento - Alvo de Carnaiba

11 - Idem, para Fe-Mn-Ba (Espectrografia) Alvo de Carnaiba

12 - Idem, Alvo de Saude

13 - Idem, Alvo de Canavieiras

14 - Mapa de Distribuição Geoquímica para Ti-V-Sc (espectrografia) em sedimento - Alvo de Carnaiba

15 - Idem, Alvo de Saude

16 - Idem, Alvo de Canavieiras

17 - Perfil geoquímico em sedimento na bacia de captação da mina de Carnaiba.

18 - Perfil geoquímico em sedimento de corrente na bacia de captação da mina Canavieiras

19 - Perfil geoquímico para sedimento em três frações granulométricas. Amostras selecionadas aleatoriamente nos 3 alvos-teste.

20 - Mapa de distribuição geoquímica para Cr-Ni-Co-Cu (espectrografia) em concentrado de batéia - Alvo de Carnaiba.

21 - Idem - Alvo de Saude

22 - Idem - Alvo Canavieiras

23 - Idem, para Au (AA)-Be-Bi-Mo (Espectrografia) - Alvo de Carnaiba

24 - Idem, para Au (A. Atômica) - Alvo de Canavieiras.

25 - Perfis geoquímicos comparativos para Cu-Ni-Co-Mn em sedimento (espectrografia e absorção atômica) e concentrado de batéia (espectrografia) em amostras aleatoriamente selecionadas.

26 - Perfil geoquímico vertical para Cu-Ni-Co-Cr em solo na mina de Saude.

27 - Perfis geoquímicos para solo e rocha sobre a mina da Carnaiba.

28 - Perfil geoquímico para Cu-Ni-Co-Mn em solo (espectrografia e absorção atômica) na mina do Bode.

29 - Perfil geoquímico para solo em três frações sobre a mina de Carnaiba.

30 - Perfis geoquímicos para testes de diversos elementos em três frações granulométricas de sedimento. Amostras aleatoriamente selecionadas.

31 - Perfil geoquímico para Cu-Ni-Co-Mn em rocha. Testes por Absorção atômica e espectrografia. Amostras aleatoriamente selecionadas.

RELAÇÃO DAS TABELAS INSERIDAS NO TEXTO

1 - Sumário das estatísticas para os três alvos-teste.

2 - Sumário das matrizes de correlação para sedimento nos três alvos-teste.

3 - Idem, para concentrado de batéia

4 - Idem, para solo

5 - Idem, para rocha

6 - Idem, para três frações granulométricas de sedimento e solo.

7 - Limites de sensibilidade dos métodos analíticos.

8 - Sumário da regressão linear múltipla sequencial.

9 - Sumário das análises de variancia combinada.

CPRM

1. RESUMO

O estudo orientativo referente à prospecção geoquímica do Projeto Serra de Jacobina objetivou a definição dos parâmetros geoquímicos necessários à caracterização do comportamento e distribuição dos elementos, tanto no âmbito regional como em nível de detalhe, no distrito metalogenético abrangido pela Serra de Jacobina e áreas contíguas, numa região reconhecidamente mineralizada do Estado da Bahia.

Neste estágio foram selecionados três alvos-teste vinculados a zonas portadoras de diferentes mineralizações e variados controles geológicos: a)mina de Carnaíba, de esmeralda e molibdenita, b) mina de Canavieiras, de ouro e urânio c) ocorrência da Fazenda Passagem, de cromo. No total foram coletadas 142 amostras de sedimento de corrente, 42 de concentrado de batéia, 82 de solo e 34 de rocha. As amostras foram submetidas a análise por espectrografia de emissão para o padrão de 30 elementos e por absorção atômica, para Cu, Ni, Co e Mn, utilizando aberturas em ácido nítrico concentrado e água régia. Em concentrado de batéia o ouro foi analisado por absorção atômica e foram feitos análises mineralógicos semiquantitativos para determinação de minerais pesados.

A avaliação e interpretação se basearam, fundamentalmente, no processamento eletrônico dos dados com o emprego de diversos programas de aplicação, sendo os mesmos complementados com algumas apresentações gráficas.

Visando uma melhor apresentação dos resultados obtidos, foram elaborados mapas de distribuição geoquímica e perfis geológicos - geoquímicos para diversas associações de elementos, os quais serviram de subsídios aos comentários apresentados.

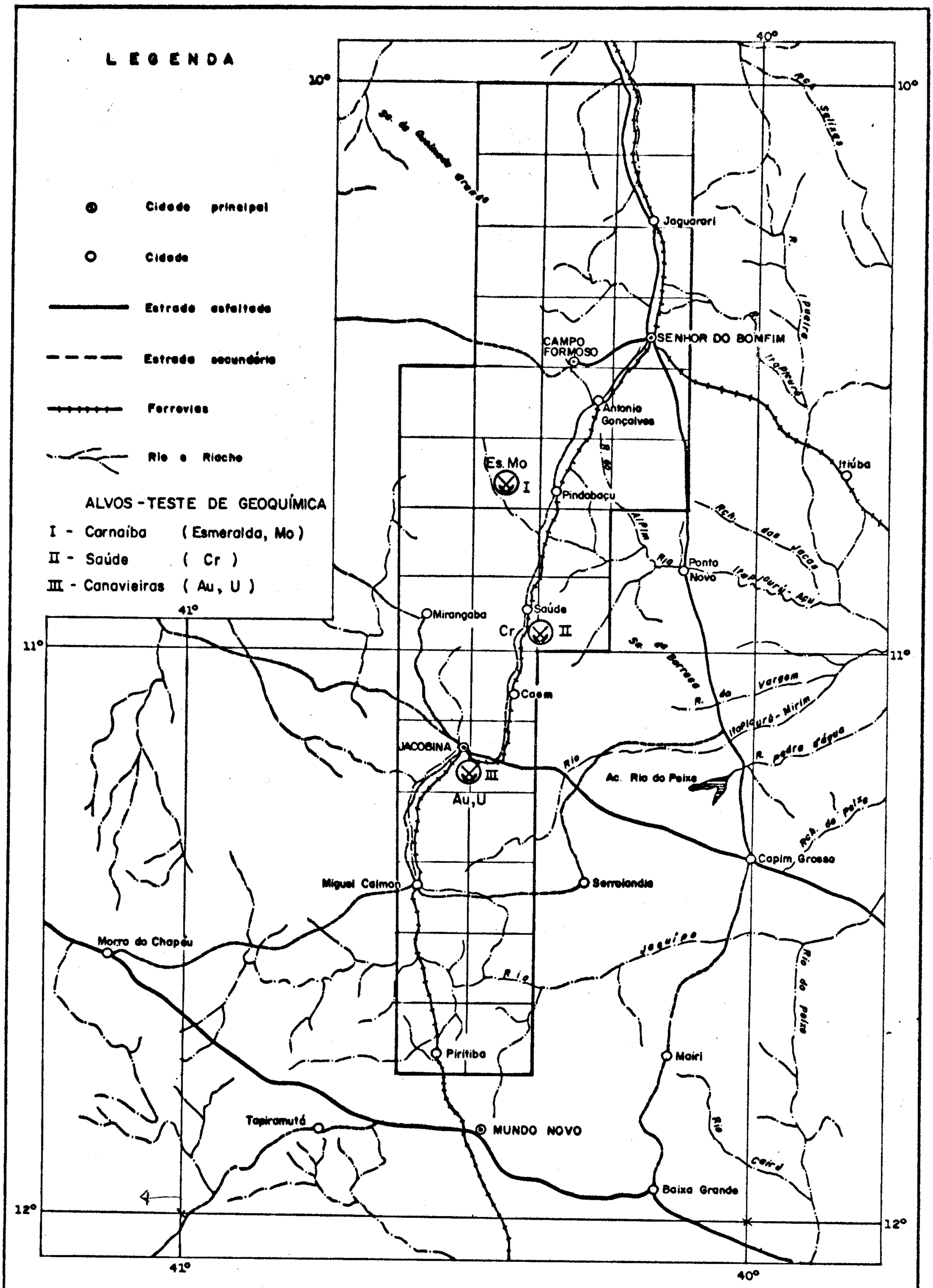
Os objetivos a que se destinavam a geoquímica orientativa foram atingidos em sua totalidade. Ficou comprovado o acerto da densidade sugerida para o reconhecimento regional (amostragem de sedimento e concentrado para cada 5 e 10 km^2, respectivamente), adequável à detecção de concentrações anômalas de metais. A prospecção em concentrado de batéia mostrou uma grande eficácia, especialmente para ouro. Ficaram estabelecidas as frações ideais para análise de sedimento e solo (estabelecidas como inferiores a 80 mesh) e também ficou definida a necessidade de processar, para alguns elementos, análises adicionais, com uma maior eficácia, por absorção atômica ou colorimetria. As associações geoquímicas assinaladas no ambiente secundário (sedimento e solo) mostraram-se muito consistentes na indicação das mineralizações específicas abrangidas e das suas ascendências genéticas.

Concluiu-se que a dispersão dos elementos obedeceu a padrões dominantemente clásticos e, menos significativamente hidromórficos.

2. INTRODUÇÃO

O Projeto Serra de Jacobina inclui em sua programação o reconhecimento geoquímico da totalidade da área abrangida de 7.120 km^2 (figura 1) na região central do Estado da Bahia.

A Serra de Jacobina se constitui numa província metalogenética das mais importantes na economia mineral brasileira, estando vinculadas a ela as maiores reservas de cromo do país, a maior produção nacional de esmeralda e a segunda reserva de barita de maior significado no Brasil. Destaque especial também merecem mineralizações de ouro, urânio



Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM
SUREG/SA
Convênio DNPM/CPRM

RECONHECIMENTO GEOQUÍMICO REGIONAL

PROJETO SERRA DE JACOBINA	DATA	ESCALA	DESENHISTA	FIG.
	Fev. 76	1:1000.000	ANTONIO OSVALDO	1

e manganês.

Com vistas à obtenção de subsídios necessários ao reconhecimento geoquímico regional, foram desenvolvidos em três alvos-teste (figura 1) estudos orientativos visando uma melhor caracterização dos parâmetros geoquímicos e avaliação dos padrões dominantes no ambiente de dispersão secundária. Foram selecionadas três áreas reconhecidamente mineralizadas, abrangendo um total de aproximadamente 150 km^2, com amostragem de sedimento, concentrado de batéia, solo e rocha.

Mais especificamente, a prospecção geoquímica orientativa teve os seguintes objetivos: a) definir os métodos analíticos e a granulometria mais indicados para o estágio de reconhecimento regional; b) determinar os elementos ou associações vinculadas a corpos mineralizados quer diretamente (elementos indicadores) ou indiretamente (elementos farejadores); c) promover a adequação da densidade de amostragem em grau de detalhamento e reconhecimento regional; d) determinar a eficácia dos meios de amostragem com vistas a indicação da presença de mineralizações; e) determinar os parâmetros estatísticos dos principais elementos.

3. FEIÇÕES GEOLÓGICAS

3.1 Generalidades Regionais

A Serra de Jacobina apresenta-se como uma faixa linear, de direção geral norte-sul, aflorante por cerca de 200 quilômetros de cumprimento por 1 a 20 quilômetros de largura, estendendo-se desde o Município de Miguel Calmon, a sul, até ao norte de Jaguarari, onde sofre uma inflexão para noroeste na direção da faz. Araras.

O grupo Jacobina constitui-se numa sequência geológica homogênea, limitada por falhas nos flancos leste e oeste, encravada no complexo cristalino, constituido de migmatitos (metatexitos e diatexitos), gnaisses, granitos, rochas básicas e ultrabásicas e quartzitos. As rochas deste grupo são correlacionadas as do Grupo de Minas, de idade Pré-Cambriana. As datações geocronológicas realizadas por CORDANI et alii (1969) forneceram idades próximas a 2.000 m.a. ficando incluida no Pré-Cambriano Médio a Inferior. As rochas que a constituem sofreram um intenso tectonismo e foram cortadas longitudinalmente por falhas. A estas rochas associam-se rochas básicas e ultrabásicas e constituem sede de importantes mineralizações entre as quais se salientam as de manganês que ocorrem em vários locais, as de ouro e urânio em Jacobina (Canavieiras), ametista, baritina, etc.

O bordo oeste da serra apresenta igualmente, particular interesse. Entre os granitos e os quartzitos basais, uma faixa alongada de rochas ultrabásicas, fornece a cromita explorada na região de Campo Formoso. A Jazida de Carnaiba, associada a ultrabásica, apresenta provavelmente a mesma posição estrutural que a cromita e são portadoras de esmeralda e molibdenita.

No bordo leste da Serra, no Distrito Cromitífero de Saúde foi assinalado a presença de cromita associada também a rochas ultrabásicas (Faz. Passagem e Faz. Boa Vista).

3.2 "Mina" de Esmeralda da Carnaíba (Alvo-teste I)

Depois do diamante a esmeralda é a gema brasileira de maior valor.

A presença de esmeralda foi assinalada pe

la primeira vez em 1963 na localidade atualmente chamada "Mina" Velha, nos arredores do povoado de Carnaíba. Recentemente foram abertas várias frentes de trabalho nas jazidas de Grota Funda, Mundé, Bode, Marote, etc., estes últimos apresentando algumas escavações.

A jazida principal é a mina de Grota Funda ou mina de Carnaíba, a qual na realidade não passa de um garimpo explorado por meios precários, serviu como fonte ao presente estudo, com extenções às demais jazidas contíguas.

A esmeralda é explorada na mina de Carnaíba juntamente com o berilo industrial numa faixa de flogopita-xisto (sludito), resultante da ação de veios pegmatíticos e de quartzo sobre as rochas ultrabásicas em processo metassomático. A faixa de sludito tem espessura variável de 1 a 3 metros e a esmeralda apresenta-se disseminada ou em agregados, associada à molibdenita e a mica preta, principalmente.

A jazida pode ser classificada segundo FERSMAN, como pertencente ao tipo 21 (Oligoclasitos) dos pegmatitos híbridos (in GRIFFON et alii, 1967). A jazida de esmeralda de Leydsdorp (Transvaal), é a que apresenta maior semelhança com a de Carnaíba.

3.3 Distrito Cromitífero de Saúde (Alvo-teste II)

Duas ocorrências já são aí conhecidas, a de Faz. Passagem e a da Faz. Boa Vista, ambas localizadas a SE de Saude. Foram mineradas até o início da década de 40. Os teores encontrados situam-se em torno de 30% de Cr_2O_3.

A "Mina" de Boa Vista está localizada numa lente de rocha ultrabásica serpentinizada de direção N40°E, encaixada na unidade de migmatitos diatexitos, metatexitos e gnaisses não diferenciados. Apresenta uma largura má

xima de 150 metros na extremidade NE, afinando para SW, onde possui largura média de 15 metros.

Na Faz. Passagem, uma pequena lente de direção N60°E apresenta as mesmas características geológicas da "Mina" Boa Vista, porém a granulação do cromitito é mais fina. (GONÇALVES et alii, 1972).

3.4 Ouro e Urânio na Mina de Canavieiras (Alvo-teste III)

Na mina de Canavieira, próxima à cidade de Jacobina, as atividades tiveram carater mais permanente, havendo ali instalações de beneficiamento de minério. Atualmente grandes áreas estão sendo objeto de pesquisa pela Companhia UNIGEO.

O ouro ocorre associado aos metaconglomerados da formação Serra do Córrego e a sua origem é considerada sedimentar, com remobilização posterior por soluções hidrotermais (LEO, COX & CARVALHO, 1964). O metaconglomerado tem uma espessura aproximada de 1,50 metros, sua atitude é praticamente N-S com mergulho aproximado de 50°E. A zona mineralizada contém disseminações de pirita, arsenopirita e ouro. O leito mais superior do metaconglomerado apresenta teor menor que o leito basal, com camada central estéril.

WHITE (1957) identificou o mineral uraninita associado aos conglomerados auríferos de Serra de Jacobina, acrescentando que o minério de ouro da mina de Canavieiras contém uma percentagem de 0,005 a 0,03 equivalente a urânio. Testes de laboratório efetuados por OLIVEIRA et alii (1961) revelaram que o conglomerado aurífero daquela Serra, sob o ponto de vista de solubilidade do urânio para industrialização, apresenta condições totalmente favoráveis, pois é solubilizando facilmente por ácidos minerais.

Os metaconglomerados auríferos da mina de Canavieira foram comparados aos existentes nas jazidas de Witwatersrand na Africa do Sul e Blind River no Canadá.

4. TÉCNICAS DE AMOSTRAGEM

4.1 Generalidades

A prospecção geoquímica orientativa foi executada em três alvos-testes englobando centros reconhecidamente mineralizados em áreas de diferentes características lito-estratigráficas. Foram pesquisadas as minas de Carnaíba (esmeralda e molibdenita), Canavieiras (ouro e urânio) e Saúde (cromita), cada uma com uma área contígua de aproximadamente 50 km^2.

Foi coletado um total de 300 amostras, compreendendo 142 de sedimento de corrente, 42 de concentrado de batéia, 82 de solo e 34 de rocha. Para 15 amostras de sedimento e 13 de solo foram processadas separações em 3 frações granulométricas (+ 20 mesh, - 20 e + 80, e - 80 mesh).

4.2 Sedimento e Concentrado de Batéia

O posicionamento das estações de amostragem de sedimento de corrente e concentrado de batéia, foi planejado de modo que a avaliação dos dados geoquímicos pudessem indicar o grau de representatividade máxima de uma amostra, em têrmos de bacia de captação, como também realçar as associações geoquímicas pertinentes às zonas mineralizadas enfocadas. Foi tentada a obtenção de dados que tornassem viável a estimativa dos valores de "background" e limiar atinentes às unidades litológicas circunscritas às áreas-teste.

Nas faixas pesquisadas, as amostras de se

dimento e concentrado foram tomadas em drenagens de segunda e terceira ordem, tanta em bacias diretamente influenciadas pelas mineralizações como também em áreas de captação vinculadas a controles litológicos reconhecidamente estéreis do ponto de vista de mineralização, possibilitando a identificação do comportamento da distribuição geoquímica dos elementos nas bacias correspondentes as várias unidades litológicas.

A amostragem de sedimento de corrente foi do tipo composta, englobando três amostras coletadas a espaçamento de 5 metros ao longo dos riachos. Foi dada preferência à amostragem de material síltico-argiloso.

Num total de 98 estações foram tomadas amostras para sedimento, assim distribuidas: 24 em Saude, 38 em Carnaíba e 36 em Canavieiras sendo, adicionalmente, coletadas 14 replicatas para análise da variância combinada (amostragem + análise) e 15 amostras para testes granulométricos em três frações (+ 20 mesh, - 20 e + 80 mesh, - 80 mesh).

Na amostragem de concentrado de batéia foram obtidas as amostras a partir do bateiamento de 10 litros de material, tomado a uma profundidade média de 20 cm, na parte mais profunda do rio, onde tendem a se concentrar os minerais pesados. Também seis amostras de concentrado de solo foram preparadas. Na população amostrada, 10 estações referem-se à área de Saude, 12 em Carnaíba e 14 em Canavieiras.

4.3 Solo

Com exceção do alvo-teste de Saude, nas demais áreas não foi possível a coleta de amostras de solo segundo o critério de discriminação dos horizontes pedológicos.

Em geral as amostras foram coletadas numa profundidade média de 50 centímetros, ao nível do horizonte C (rocha decomposta). O horizonte A tem um desenvolvimento incipiente, quando aparece, sendo o horizonte B também pouco desenvolvido sobre a cobertura de rocha decomposta. As condições morfoclimáticas dominantes são particularmente adversas ao desenvolvimento de um perfil pedológico completo. A topografia extremamente acidentada e o carreamento de materiais detríticos pelas chuvas torrenciais explicam, em grande parte, tais feições.

Sobre a mina da Carnaíba foram feitos três perfis verticais, espaçados de 50 metros E-W, com amostragem completa dos diversos níveis individualizados. Também um perfil horizontal, de 2 km NW-SE, foi executado a partir da mina do Bode, a título de estudo do halo de dispersão secundária do Be, Mo e elementos associados.

Nos três alvos-teste foram coletadas diversas amostras de solo em sítios estrategicamente posicionados, as quais totalizam 56 estações, sendo para 13 amostras processados estudos em três frações granulométricas.

4.4 Rocha

A amostragem de rocha nos três alvos-teste foi executada especialmente com o objetivo de se obter informações atinentes à dispersão primária dos metais vinculados às mineralizações e controles litológicos, e, no âmbito da dispersão secundária, fornecer subsídios mais seguros à interpretação dos dados obtidos em sedimento de corrente e solo residual.

Para rocha, nos alvos-teste pesquisados, foram coletadas 6 amostras em Saúde, 13 em Carnaíba e 15 em Canavieiras.

5. TÉCNICAS DE PREPARAÇÃO E ANÁLISE DAS AMOSTRAS

5.1 Preparação das Amostras

As amostras de sedimento e solo, após serem secadas em estufa a uma temperatura de 80°C, foram normalmente peneiradas com a separação da fração inferior a 80 mesh, sendo esta pulverizada numa granulometria inferior a 150 mesh com o posterior envio para submissão às análises. As amostras de concentrado de bateia e rocha, por dispensarem o peneiramento, foram imediatamente pulverizadas na fração menor que 150 mesh.

Para um lote seleto de amostras de solo e sedimento, referentes a cada alvo-teste, as análises foram efetuadas em três diferentes frações granulométricas: + 20, - 20 + 80 e - 80 mesh, submetidas a subsequente pulverização para uma fração inferior a 150 mesh.

5.2 Técnicas Analíticas

5.2.1 Espectrografia de Emissão

Para a totalidade das amostras coletadas foram processadas análises pelo método espectrográfico semi-quantitativo de emissão ótica para um padrão de 30 elementos, conforme especificado: Fe, Mg, Ca, Ti, Mn, Ag, As, Au, B, Ba, Be, Bi, Cd, Co, Cr, Cu, La, Mo, Nb, Ni, Pb, Sb, Sc, Sn, Sr, V, W, Y, Zn e Zr.

Foram utilizadas 10 mg de amostra, previamente pulverizadas a 150 mesh, nas quais foram misturadas 20 mg de pó de grafite, espectrográficamente puro, e a mistura foi colocada em eletrodo de grafite. As amostras foram queimadas em espectrógrafo WADSWORTH de caminhamento ótico igual

a 1,5 m da JARREL ASH, durante um tempo de dois minutos e 15 segundos, e as linhas emitidas por cada elemento foram registradas em filme KODAK Sa-1. A revelação e fixação foram processadas com o revelador KODAK D-19, a 18°C, durante 2 minutos.

O processo de comparação visual do filme das amostras com um filme de padrões espectrográficos obtidos em iguais condições foi realizado em comparador JARREL ASH. Os padrões de concentrações utilizados obedecem à serie 1-2-5--10-20-50-1000-2000 ppm, etc. e intercalações visuais entre estes valores são sempre dados com 1,5-3-7-15-30-70-150-300-700-1500 ppm, etc.

A precisão (reprodutibilidade) de um valor registrado é de aproximadamente, mais (+) ou menos (-) um intervalo de concentração num limite de confiança de 68 %, ou dois intervalos de concentração num limite de confiança de 95 %.

5.2.2 Espectrofotometria de Absorção Atômica

Através deste método foram processadas análises para cobre, níquel, cobalto e manganês nas amostras de sedimento, solo e rocha, tendo sido concentrado de batéia testado apenas ouro.

Cobre, níquel e manganês foram dosados após ataque de 0,5 g das amostras com ácido nítrico concentrado a quente, pelo período de duas horas, sendo em seguida diluidas em água deionizada para um volume de 10 ml, homogeneizadas, centrifugadas e analisadas num espectrofotômetro de absorção atômica mod. Perkin-Elmer 103, calibrado com padrões preparados em ácido nítrico 8 M.

Para cobre, níquel, cobalto, prata e man-

ganês foram também, por absorção atômica, efetuados testes adicionais, empregando-se a abertura das mesmas por água régia.

A análise para ouro em concentrado de batéia foi realizada a partir de 10 g de amostra, calcinada a 700°C e atacada em solução de bromo a 0,5% em ácido bromídrico concentrado a quente, sendo o ouro extraido com metil-isobutil-cetona (MIBK). Depois de sucessivas lavagens da camada orgânica com ácido bromídrico diluido e equilibrado com MIBK, o ouro foi dosado na solução, tendo sido utilizado como instrumento um espectrofotômetro Perkin-Elmer, mod. 103, calibraso com padrões de Au em MIBK.

5.2.3 Análises Mineralógicas

As amostras de concentrado de batéia foram submetidas a análise sedimentológica semiquantitativa para determinação de minerais pesados.

6. CARACTERIZAÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO E ASSOCIAÇÃO GEOQUÍMICA DOS ELEMENTOS.

6.1 Sedimento de Corrente

Nos três alvos-teste pesquisados abrangendo uma área total aproximadamente de 150 km^2 foram tomadas amostras de sedimento de corrente em 97 estações, correspondendo a uma média de uma amostra para cada 1,54 km^2 (figuras 2, 3 e 4).

A distribuição dos elementos, considerados tanto isoladamente como em eventuais associações, fornece subsídios úteis à caracterização da sua ascendência primária e dos padrões que dominam no ambiente da dispersão secun

dária.

Foram adotadas cautelas especiais com vistas à avaliação dos valores registrados nas drenagens correspondentes à zonas de revolvimento ou desmonte de "minas" onde ocorreram perturbações nas condições ambientais Naturais.

Alguns elementos foram selecionados e apresentados em mapas de distribuição geoquímica (figuras 5 a 16) e calculadas as médias e taxas de dispersão relativa(coeficiente de variação) para os diversos elementos que apresentaram grau de detecção satisfatório, para cada alvo-teste, separadamente (tabela 1)

6.1.1 Associação Cu-Ni-Co- (Fe - Mn)

Essa associação aparece bem evidenciada nos três alvos-teste realçando a ascendencia ultramáfica pertinentes à população amostrada, em que pese as oscilações dos teores médios e os diferentes graus de dispersão relativa (tabela 1).

O cobre em Carnaíba e Saúde aparece fortemente associado a Co, V e Sc (tabela 2), estando em Carnaíba significativamente correlacionado ao Ni, e em Saúde com Fe, Y e Pb.

A amostra JE-S-47 registra associação dos elementos Cu (35 ppm) - Ni (420 ppm) - Mn (200 ppm) refletindo a influência do corpo serpentinítico encaixante da mina do Mundé (esmeralda e molibdenita).

A associação Cu - Ni - Co - Mn é bem observada na zona de captação de granitos com faixas serpentiníticas.

Em perfis geoquímicos representativos das bacias de captação da mina principal de Carnaíba (fig. 17),

ALVO - TESTE DE SAUDE (OCORRÊNCIA DE CROMO DA FAZ. PASSAGEM)

	SEDIMENTO DE CORRENTE											CONCENTRADO DE BATEIA											SOLO RESIDUAL										
	MÉDIA (X̄)	VARIAÇÃO MIN.	VARIAÇÃO MAX.	DESVIO (S)	COEF. VAR (C)	GRAU DETEC	LIMIARES X̄-S (L.I)	LIMIARES X̄+S (L.S)	FATOR ENRIQ. F MED	FATOR ENRIQ. F MAX	MÉDIA (X̄)	VARIAÇÃO MIN.	VARIAÇÃO MAX	DESVIO (S)	COEF. VAR (C)	GRAU DETEC	LIMIARES X̄-S (L.I)	LIMIARES X̄+S (L.S)	FATOR ENRIQ. F MED	FATOR ENRIQ. F MAX	MÉDIA (X̄)	VARIAÇÃO MIN.	VARIAÇÃO MAX	DESVIO (S)	COEF. VAR (C)	GRAU DETEC	LIMIARES X̄-S (L.I)	LIMIARES X̄+S (L.S)	FATOR ENRIQ. F MED	FATOR ENRIQ. F MAX
Fe-S	1,84	0,10	5,00	2,25	0,96	24:24	4,14	9,31	0,39	1,07	3,94	1,0	15,0	2,41	1,08	10:10	9,50	22,88			4,97	2,0	15,0	1,98	0,77	21:21	9,84	19,48	1,07	3,23
Mg-S	0,19	0,05	0,70	2,08	0,85	24:24	0,39	0,82	0,08	0,32	0,12	0,05	0,50	2,79	1,37	10:10	0,33	0,93			2,23	0,70	15,0	3,06	1,58	20:21	6,82	20,88	1,02	6,88
Ca-S	0,117	0,025	0,70	2,51	1,15	22:24	0,29	0,74	0,02	0,15	0,089	0,025	0,70	3,11	1,62	8:10	0,28	0,86			0,79	0,30	2,00	1,54	0,46	21:21	1,22	1,87	0,17	0,43
Ti-S	0,52	0,15	1,00	1,63	0,52	24:24	0,84	1,38	0,91	1,75	1,33	0,70	1,50	1,29	0,26	2:10	1,72	2,22			0,39	0,10	0,70	1,75	0,60	21:21	0,68	1,19	0,68	1,23
Mn-S	307	30	700	2,11	0,86	24:24	648	1367	0,32	0,74	1503	500	5000	2,27	0,98	10:10	3 412	7745			624	200	2000	1,70	0,57	21:21	1061	1803	0,66	2,11
B-S	77,8	20	200	1,71	0,57	24:24	133	227	7,78	20,00	91,7	20	300	2,07	0,84	10:10	190	393			46,2	5	500	3,31	1,78	19:21	153	506	4,62	50
Ba-S	157,7	50	500	1,99	0,78	24:24	314	624	0,37	1,18	25,9	10	70	1,64	0,53	9:10	42,5	69			182	30	1000	2,15	0,89	21:21	391	841	0,43	2,35
Be-S	0,64	0,50	1,50	1,44	0,38	8:24	0,92	1,3	0,23	0,54		N-1	—								0,93	0,50	3,00	1,62	0,51	15:21	1,5	2,4	0,33	1,07
Bi-S		N-10	—									N-10	—									N-10	—							
Co-S	11,4	2,5	20	1,54	0,46	23:24	17,5	27,0	0,46	0,80	11,7	5	20	1,57	0,47	10:10	18,4	28,8			31,6	10	150	2,31	1,01	21:21	72	166	1,26	6,00
Cr-S	397	150	1500	2,21	0,94	24:24	877	1938	3,97	15,00	2515	1000	7500	1,90	0,71	9:10	4779	9079			3241	700	7500	2,27	0,97	14:21	7357	16701	32,4	75
Cu-S	14,5	2,5	50	2,45	1,11	21:24	35,5	87,0	0,26	0,91	10,8	2,5	20	1,96	0,76	9:10	21,2	41,5			35,7	15	150	2,30	1,00	21:21	82	188	0,65	2,73
La-S	23,8	20	50	1,31	0,27	17,24	31,2	40,9	0,79	1,67		N-20	500								23,6	10	150	2,17	0,91	13:21	51	111	0,79	50
Mo-S		N-5	—									N-5										N-5	50							
Nb-S		N-10	—								7,9	5	15	1,51	0,43	6:10	11,9	18,0			5,17	5	10	1,16	0,15	1:21	6,0	7,00	0,26	0,50
Ni-S	46,5	10	150	2,05	0,82	24:24	95	195	0,62	2,00	26,4	10	70	2,07	0,84	10:10	54	113			280	70	1000	2,35	1,04	21:21	658	1546	3,73	13,33
Pb-S	10,2	5	70	2,30	1,00	9:24	23,5	54	0,82	5,60	7,89	5	15	1,51	0,43	6:10	11,9	118			15,8	5	30	1,72	0,58	19:21	27,2	46,7	1,26	2,46
Sc-S	9,8	2,5	20	1,85	0,67	19:24	18,1	33,5	0,62	1,25		5	15								14,4	5	50	1,82	0,65	21:21	26,2	47,70	0,9	3,12
V-S	53,3	15	150	1,86	0,68	24:24	99	184	0,39	1,11	69,8	30	150	1,61	0,50	10:10	112	181			63,6	30	150	1,57	0,47	21:21	100	157	0,47	1,11
Y-S	13,9	5	30	1,88	0,70	19:24	26,1	49,1	0,46	1,00	29,3	10	100	2,22	0,94	10:10	65	144			16,1	5	70	1,93	0,74	19:21	31,1	60	0,54	2,33
Zn-S		N-200	200							2,85		N-200	N-500								104,7	100	200	1,19	0,18	1:21	125	148	1,50	2,85
Zr-S	458	300	1000	1,49	0,42	24:24	682	1016	2,78	6,06	984	300	1,500	1,85	0,67	4:10	1820	3368			312	50	1000	2,54	1,17	21:21	792	2013	1,89	6,06
Mn-AA	163	5	540	2,77	1,35	24:24	452	1251	0,17	0,57											225	80	670	1,87	0,69	21:21	421	787	0,24	0,71
Cu-AA	12,6	2,5	40	2,18	0,92	23:24	27,5	60	0,23	0,73											18,0	5	55	1,97	0,76	21:21	35,5	70	0,33	1,0
Ni-AA	28,9	10	85	1,69	0,56	24:24	48,9	83	0,39	1,13											125	30	570	2,69	1,29	21:21	336	905	1,67	7,60
Co-AA	12,2	5	25	1,64	0,53	24:24	20,0	32,8	0,49	1,00											23,5	5	180	2,27	0,98	21:21	54	123	0,94	7,20
Au-AA												N-0,05	25																	

ALVO-TESTE DE CARNAIBA (OCORRÊNCIA DE ESMERALDA E MOLIBDENITA)

	SEDIMENTO DE CORRENTE											CONCENTRADO DE BATEIA											SOLO RESIDUAL										
	MÉDIA (X̄)	VARIAÇÃO MIN.	VARIAÇÃO MAX.	DESVIO (S)	COEF. VAR (C)	GRAU DETEC	LIMIARES X̄-S (L.I)	LIMIARES X̄+S (L.S)	FATOR ENRIQ. F MED	FATOR ENRIQ. F MAX	MÉDIA (X̄)	VARIAÇÃO MIN.	VARIAÇÃO MAX	DESVIO (S)	COEF. VAR (C)	GRAU DETEC	LIMIARES X̄-S (L.I)	LIMIARES X̄+S (L.S)	FATOR ENRIQ. F MED	FATOR ENRIQ. F MAX	MÉDIA (X̄)	VARIAÇÃO MIN.	VARIAÇÃO MAX	DESVIO (S)	COEF. VAR (C)	GRAU DETEC	LIMIARES X̄-S (L.I)	LIMIARES X̄+S (L.S)	FATOR ENRIQ. F MED	FATOR ENRIQ. F MAX
Fe-S	1,89	0,03	10	3,48	1,93	37:38	6,58	22,89	0,41	2,15	1,02	0,05	10	4,74	3,20	12:12	4,83	22,92			4,61	1,00	20	2,45	1,11	28:28	11,29	27,67	0,99	4,30
Mg-S	0,54	0,02	10	4,87	3,36	38:38	2,63	12,81	0,25	4,59	0,13	0,02	0,70	2,76	1,32	12:12	0,36	0,99			0,41	0,07	10	4,85	3,33	28:28	1,99	9,64	0,19	4,58
Ca-S	0,11	0,03	1,0	2,77	1,35	33:38	0,30	0,84	0,02	0,21	0,05	0,03	0,20	2,41	1,08	6:12	0,12	0,29			0,05	0,03	0,70	2,43	1,09	12:28	0,12	0,30	0,01	0,15
Ti-S	0,94	0,20	1,5	1,61	0,50	28:38	1,51	2,43	1,65	2,63	0,22	0,07	0,50	1,96	0,75	12:12	0,43	0,85			0,47	0,10	1,50	2,54	1,17	23:28	1,19	3,03	0,82	2,63
Mn-S	328	5,00	3000	4,05	2,46	37:38	1328	5380	0,35	3,16	130	10	500	3,36	1,83	12:12	437	1465			121	30	1000	2,89	1,44	28:28	150	1011	0,13	1,05
B-S	425	20	2000	2,96	1,50	38:38	1258	3724	42,5	200	700	50	2000	2,62	1,24	12:12	1634	4805			87	5,0	1000	4,33	2,75	26:28	577	1631	8,70	100
Ba-S	84,1	10	500	3,08	1,59	36:38	259	798	0,20	1,18	14,7	10	50	1,88	0,70	4:12	27,6	52			47,1	10	500	3,29	1,77	21:28	155	510	0,11	1,18
Be-S	10,8	0,5	200	6,57	5,80	30:38	71	466	3,86	71,42	3,4	0,50	150	8,41	9,61	7:12	28,6	240			2,23	0,50	150	4,27	2,69	20:28	9,5	40,7	0,80	54
Bi-S	59,9	5,00	1500	9,47	12,49	9:38	567	5372	352	8823		N-10	1000								13,5	5,0	1500	5,04	3,56	5:28	58	343	79	8824
Co-S	11,7	2,5	100	2,56	1,19	33:38	30,0	77	0,47	4,00		N-5	50								14,6	2,5	150	2,85	1,41	26:28	41,6	119	0,58	6,00
Cr-S	1808	100	7500	3,35	1,82	29:38	6057	20290	18,08	75	1331	100	7500	3,44	1,90	11:12	4579	15751			2792	150	7500	2,94	1,49	16:28	2208	24133	27,92	75
Cu-S	13,1	2,5	100	3,01	1,54	30:38	39,4	119	0,24	1,82	7,2	2,5	50	3,29	1,77	7:12	23,7	78			12,9	2,5	200	3,05	1,57	18:28	19,3	120	0,23	3,64
La-S	28,0	10	150	2,00	0,79	29:38	56	112	0,93	5,00	6	N-20	200								37,3	20	150	2,16	0,90	12:28	8,1	174	1,24	5,00
Mo-S	13,1	2,5	1.000	5,53	4,20	23:38	72	400	8,73	667		N-5	1000								6,4	2,5	700	3,33	1,80	15:28	21,3	70,97	4,27	467
Nb-S	11,0	5,00	150	2.40	1,04	23:38	26,4	63	0,55	7,50	13,6	5,0	100	3,66	2,09	5:12	50	182			8,1	5,0	30	1,76	0,61	14:28	4,3	25,1	0,41	1,50
Ni-S	142	10	1000	3,56	2,01	36:38	506	1800	1,89	13,33	38,6	10	200	3,63	2,04	11:12	140	509			144	10	3000	4,67	3,13	20:28	672	3140	1,92	40,00
Pb-S	10,8	5,00	70	2,33	1,03	21:38	25,16	59,00	0,86	5,60	6,5	5,0	30	1,87	0,69	2:12	12,2	22,7			17,7	5,0	100	2,12	0,87	22:28	37,5	80	1,42	8,00
Sc-S	7,4	2,5	20	2,11	0,86	14:38	15,6	32,9	0,46	1,25		N-5	50								12,9	2,5	30	2,25	0,96	21:28	19,0	65	0,81	1,88
V-S	69,1	10	300	3,04	0,81	38:38	210	639	0,51	2,22	52	10	200	2,60	1,22	12:12	135	352			90,6	20	500	2,38	1,02	28:28	216	513	0,67	3,70
Y-S	14,0	5,00	70	2,08	0,84	31:38	29,2	60,56	0,47	2,33	8,9	5,0	30	1,75	0,61	7:12	15,6	27,3			11,9	5,0	30	1,65	0,53	22:28	19,6	32,4	0,40	1,00
Zn-S	183	100	700	2,01	0,79	18:38	368	739	2,61	10		N-200	200								207	100	500	1,67	0,55	9:28	146	577	2,96	7,14
Zr-S	994,4	300	1500	1,65	0,54	21:38	1641	2707	6,03	9,09	803	100	1500	2,30	1,00	7:12	1847	4246			391	50	1500	2,96	1,50	24:28	157	3426	2,37	9,09
Mn-AA	70,6	2,5	750	4,16	2,57	37:38	294	1222	0,07	0,79											33,8	2,5	550	4,31	3,40	27:28	146	628	0,04	0,58
Cu-AA	7,0	2,5	35	2,23	0,95	28:38	15,6	34,8	0,13	0,64											10,0	2,5	110	3,00	1,54	25:28	10,0	90	0,18	2,00
Ni-AA	41,4	2,5	420	4,04	2,45	36:38	167	676	0,55	5,60											40,0	2,5	1500	6,96	6,49	25:28	278	1938	0,53	20,00
Co-AA	11,2	2,5	60	2,41	1,08	35:38	27,0	65	0,45	2,40											123	25	120	3,22	1,71	26:28	396	1275	4,92	4,80
Au-AA												N-0,05	0,55																	

ALVO - TESTE DE CANAVIEIRAS (OCORRÊNCIA DE OURO E URÂNIO)

	SEDIMENTO DE CORRENTE											CONCENTRADO DE BATEIA											ROCHA										
	MÉDIA (X̄)	VARIAÇÃO MIN.	VARIAÇÃO MAX.	DESVIO (S)	COEF. VAR (C)	GRAU DETEC	LIMIARES X̄-S (L.I)	LIMIARES X̄+S (L.S)	F.MED	F.MAX	MÉDIA (X̄)	VARIAÇÃO MAX.	VARIAÇÃO MIN.	DESVIO (S)	COEF. VAR (C)	GRAU DETEC	LIMIARES X̄-S (L.I)	LIMIARES X̄+S (L.S)	F.MED	F.MAX	MÉDIA (X̄)	VARIAÇÃO MIN	VARIAÇÃO MAX.	DESVIO (S)	COEF. VAR (C)	GRAU DETEC	LIMIARES X̄-S (L.I)	LIMIARES X̄+S (L.S)	F.MED	F.MAX
Fe-S	1,75	0,05	7,00	2,90	1,45	36:36	5,08	14,72	0,38	1,51	2,75	30	0,50	3,37	1,84	13:14	9,27	31,23			0,44	0,03	15	5,53	4,20	14:14	2,43	13,46	0,09	3,23
Mg-S	0,39	0,03	7,00	2,60	1,22	36:36	1,01	2,64	0,18	3,21	0,10	0,30	0,02	2,20	0,93	14:14	0,22	0,48			0,14	0,03	15	6,91	6,39	14:14	0,57	6,68	0,06	6,88
Ca-S	0,10	0,03	1,00	3,14	1,64	27:36	0,31	0,99	0,02	0,21	0,05	0,50	0,03	2,51	1,15	8:14	0,13	0,32			0,03	0,03	0,05	1,20	0,18	1:14	0,03	0,04	0,006	0,01
Ti-S	0,55	0,10	1,50	2,04	0,82	33:36	1,12	2,29	0,96	2,63	0,60	1,50	0,10	2,57	1,20	10:14	1,54	3,96			0,07	0,05	0,30	1,75	0,61	15:14	0,12	0,21	0,12	0,53
Mn-S	177	20	3000	3,12	1,63	36:36	552	1723	0,19	3,16	305	1000	30	2,80	1,37	14:14	854	2391			30,8	5,0	300	3,28	1,76	13:14	101	331	0,03	0,32
B-S	54	10	500	2,14	0,88	36:36	116	247	5,40	50	24,5	70	10	2,01	0,80	13:14	49,2	99,0			39,3	20	100	1,71	0,58	13:14	67	115	3,93	10,00
Ba-S	133	10	1000	3,79	2,21	35:36	504	1910	0,31	2,35	31,5	300	10	2,41	1,08	12:14	75,9	183			46,8	10	100	1,77	0,62	14:14	81	147	0,11	0,24
Be-S	0,57	0,50	1,50	1,39	0,34	5:36	0,8	1,10	0,20	0,54		N-1	—									N-1	—							
Bi-S		N-10	—									N-10	—									N-10	—							
Co-S	11,8	2,5	70	2,27	0,98	34:36	26,8	60,8	0,47	2,80		N-5	N-500								20,9	5,0	150	3,88	2,30	12:14	81	315	0,84	6,00
Cr-S	727	50	7500	4,62	3,06	30:36	3359	15517	7,27	75	747	7500	100	5,03	3,54	11:14	3757	18900			571	50	7500	3,65	2,08	13:14	2064	7607	5,71	75
Cu-S	9,3	2,5	50	2,38	1,05	28:36	22,1	53	0,17	0,91	4,2	15	2,50	1,87	0,70	7:14	7,9	14,7			16,4	2,5	500	4,50	2,94	13:14	74	332	0,30	9,09
La-S	41,5	20	200	2,17	0,90	26:36	90	195	1,38	6,67	120	1500	20	3,97	2,39	10:14	476	1891			21,5	10	30	1,35	0,31	12:14	29,0	39,2	0,72	1,00
Mo-S		N-5	—									N-5	—									N-5	—							
Nb-S	5,8	5,0	15	1,36	0,32	7:36	7,9	10,7	0,29	0,75	8,2	20	5,0	1,77	0,62	7:14	14,5	25,7				N-10	—							
Ni-S	78,9	10	700	3,40	1,86	36:36	268	912	1,05	9,33	44,2	1500	5,0	5,22	3,79	14:14	231	1204			48,1	2,5	2000	7,32	8,23	11:14	352	2577	0,65	26,67
Pb-S	11,1	5,0	50	2,05	0,82	21:36	22,8	46,6	0,89	4,00	7,5	30	5,0	1,96	0,76	4:14	14,7	28,8			12,9	5,0	150	2,97	1,51	8:14	38,3	114	1,03	12,00
Sc-S	7,4	2,5	20	1,90	0,72	22:36	14,1	26,7	0,46	1,25		N-5	15									N-5	—							
V-S	48,0	10	150	1,99	0,78	36:36	96	190	0,36	1,11	56	300	10	2,71	1,31	14:14	152	411			25,2	10	150	2,19	0,92	15:14	55	121	0,19	1,11
Y-S	11,4	5,0	50	1,89	0,70	25:36	21,5	40,7	0,38	1,67	31,0	200	5,0	3,25	1,74	13:14	101	327			6,1	5,0	30	1,69	0,56	2:14	10,3	17,4	0,20	1,00
Zn-S	116	100	300	1,43	0,37	2:36	166	237	1,66	4,29		N-200	N-500								104	100	200	1,20	0,18	1:14	123	150	1,49	2,86
Zr-S	529	150	1500	1,98	0,77	30:36	1047	2074	3,21	9,09	1204	1500	500	1,42	0,36	5:14	1710	2428			193	70	500	1,67	0,55	15:14	322	538	1,17	3,03
Mn-AA	62	2,5	380	3,11	1,62	35:36	193	600	0,07	0,40											16,9	2,5	130	3,07	1,59	13:15	52	159	0,02	0,14
Cu-AA	6,4	2,5	35	1,93	0,73	30:36	12,3	23,8	0,12	0,64											13,1	2,5	130	3,28	1,76	13:15	43,0	141	0,24	2,36
Ni-AA	39,9	5,0	470	3,59	2,03	36:36	143	514	0,53	6,27											16,9	2,5	790	7,11	6,78	10:15	120	854	0,23	10,53
Co-AA	12,2	2,5	45	2,34	1,03	33:36	28,5	67	0,49	1,80											11,8	2,5	90	3,56	2,00	12:15	42,0	150	0,47	3,60
Au-AA											6,32	0,07	120	9,67	13,10	12:14	80,4	777												

— TABELA COMPARATIVA —

TEORES MÉDIOS CITADOS PARA DIVERSOS ELEMENTOS

ELEM	CROSTA TERRESTRE	ROCHA ULTRAMÁFICA	SOLO
Fe	4,65	9,85	1,4-4,0
Mg	(2,18)	(14,1)	(0,63)
Ca	(4,7)	(7,70)	(1,37)
Ti	0,57	0,30	0,50
Mn	950	1.300	850
B	10	5	2-100
Ba	425	2	100-3.000
Be	2,8	(0,2	6
Bi	0,17	0,02	—
Co	25	150	1-40
Cr	100	2,000	5-1000
Cu	55	10	2-100
La	30	3,3	(40)
Mo	1,5	0,3	2
Nb	20	15	—
Ni	75	2.000	5-500
Pb	12,5	0,1	2-200
Sc	16	10	(7)
V	135	50	20-500
Y	30	(4,5)	(50)
Zn	70	50	10-300
Zr	165	50	300
Au	0,004	0,005	—

1- DADOS EXTRAIDOS DE LEVINSON (1974)

2- PARA Fe MÉDIAS FORNECIDAS POR WEBB (1960)

3- AS MÉDIAS ENTRE PARÊNTESIS ( ) SÃO ESTIMATIVAS DE VINOGRADOV (1959)

4- AS MÉDIAS DA CROSTA TERRESTE FORAM TOMADAS COMO BASE PARA ESTIMATIVA DO "FATOR DE ENRIQUECIMENTO" DOS ELEMENTOS NOS ALVOS-TESTE PESQUISADOS.

OBSERVAÇÕES

1- O FATOR DE ENRIQUECIMENTO É AQUI DEFINIDO COMO SENDO A RAZÃO ENTRE O TEOR MÉDIO OU TEOR MÁXIMO DE CADA ELEMENTO NOS ALVOS-TESTES E O TEOR MÉDIO PARA O MESMO ELEMENTO NA CROSTA TERRESTRE. (VIDE TABELA COMPARATIVA À DIREITA.)

2- A MÉDIA E O DESVIO SÃO GEOMÉTRICOS, EXPRESSOS EM ppm. (EXCETO PARA Fe, Mg, Ca, E Ti EXPRESSOS EM PORCENTAGEM).

3- AS ANÁLISES FORAM REALIZADAS POR ESPECTROGRAFIA DE EMISSÃO (S) E ESPECTROFOTOMETRIA DE ABSORÇÃO ATÔMICA (A.A.).

4- OS VALORES MENORES O LIMITE DE SENSIBILIDADE FORAM MULTIPLICADOS POR 0,5 E OS ACIMA DO LIMITE SUPERIOR DA SENSIBILIDADE MULTIPLICADOS POR 1,5 (DADOS CENSURADOS)

5- A LETRA N INDICA VALORES NÃO DECTETADOS E A LETRA H INDICA VALORES SUJEITOS A INTERFERÊNCIA NA LEITURA DA ANALISE, PORTANTO POUCO COMFIÁVEIS

6 NO ALVO-TESTE DE SAUDE, FORAM REGISTRADOS PARA ROCHAS OS SEGUINTES TEORES MÁXIMOS: Cr.(+5000 ppm), Cu.(200 ppm), Nb(10 ppm), Ni(2000ppm), Fe(20%), Mn(1500 ppm).

7- NO ALVO-TESTE DE CARNAIBA FORAM REGISTRADOS PARA ROCHA OS SEGUINTES TEORES MÁXIMOS: Mg.(10%), Ca.(10%), Mn(2000 ppm), B. (1000 ppm), Ba.(1000 ppm), Be. (1000 ppm), Bi.(150 ppm), Cr.(+5000 ppm), La (100 ppm), Mo.(1000 ppm), Nb.(50 ppm), Sc.(100 ppm), V(+1500 ppm), Y. (100 ppm) E Zn.(700 ppm).

8- TEORES MÁXIMOS REGISTRADOS EM SOLO DE CANAVIEIRAS: Co. (150 ppm), Cr.(+5000 ppm), Cu (150 ppm), La (150 ppm), Ni (2000 ppm), Pb. (30 ppm), V(500 ppm), Fe (20%),

9- AS ANÁLISES DE PRATA POR ABSORÇÃO ATÔMICA SOFRERAM INTERFERÊNCIA SISTEMÁTICAS NAS LEITURAS. VARIAÇÃO: 0,5 - 2,0 ppm (ABERT. A. NÍTRICO).

CONVÊNIO
DNPM - CPRM
SUREG / SA
SEÇÃO DE GEOQUÍMICA

TABELA 1 SUMÁRIO DOS ESTIMADORES REFERENTES AOS DIVERSOS MEIOS AMOSTRADOS NOS TRÊS ALVOS-TESTE DO ESTUDO ORIENTATIVO DO PROJETO SERRA DE JACOBINA

— DISTRIBUIÇÃO SUPOSTA LOGNORMAL —

TABELA 1

	Mn-A-A	Ni-A-A	Co-A-A	Cu-A-A	Zr-S	Zn-S	Y-S	V-S	Sc-S	Pb-S	Ni-S	Nb-S	Mo-S	La-S	Cu-S	Cr-S	Co-S	Bi-S	Be-S	Ba-S	B-S	Mn-S	Ti-S	Ca-S	Mg-S	Fe-S
Fe - S	●▲■	◐▲◧	●▲◧	●▲◫	(○)△□	◭	◐△(◫)	●▲■	●▲□	◐(△)◫	◐▲◧	△◧	◭	◑△□	●▲◫	○◭□	◐▲◧	▲	●◭(□)	●△□	◐(△)□	●▲◧	●◭◫	(○)▲□	◑▲■	●▲■
Mg - S	◑▲◧	◑▲■	◑▲◧	(○)▲◧	○△□	△	(◑)△(□)	○▲■	(◐)▲◧	(◑)(△)(□)	●▲■	(△)◫	▲	○△□	(○)▲◫	○▲◫	◐▲◧	◭	(○)◭□	◑△(□)	○△□	◑▲◧	○◭◫	◐◭□	●▲■	
Ca - S	(○)▲◫	(○)◭(◫)	(○)◭(□)	(◐)◭□	○(△)◧	(◭)	(◐)△□	(◐)△(□)	(●)◭(◫)	(◑)△◧	○◭(□)	(△)◧	△	(○)△□	(◐)△□	(○)◭(◫)	○◭(□)	△	(○)△◧	(○)▲◧	(◐)◭(□)	(○)▲■	(○)◭◫	●▲■		
Ti - S	◐△□	◑△□	◐△□	◐△□	○△◫	(△)	●△□	◐▲◧	●(△)□	◐△◫	◑△□	△◫	△	◑△◫	◐△□	○◭□	◑△□	(△)	○(△)	◐△□	◐◭◧	◐△◫	●▲■			
Mn - S	●▲■	◑◭□	◐◭□	◑▲□	○(△)◫	△	○◭□	◐▲◫	○◭(□)	○(△)◧	◐◭□	△□	◭	○△◧	◑▲◫	(○)◭□	◐▲◫	◭	(○)◭□	●◭◧	◐(△)(□)	●▲■				
B - S	◐(△)(□)	◑△(□)	◐△(□)	◑△(□)	○△□	◭	◐(△)□	◐◭□	◐△□	○(◭)(□)	◑△(□)	△(◫)	△	◑△◫	◐△(□)	◑◭□	○△(□)	◭	◐(△)(□)	◐(◭)□	●▲■					
Ba - S	◐◭□	◑△(◧)	●△(◫)	◐△(□)	(○)△◧	(◭)	◐◭□	●△(◫)	◐◭(◫)	◑△◫	◐△(◧)	(△)◧	(△)	◑△◫	◐(△)□	(○)△(◫)	◐△(◫)	(◭)	○(△)◧	●▲■						
Be - S	◑◭(□)	●◭(□)	◐◭(◫)	◐◭(□)	(◑)◭	△	◑(△)(◧)	◐◭(◫)	●(△)	○◭◫	●◭(◫)	(△)	▲	●△(□)	◐◭(□)	◐◭(◧)	◐◭	◭	●▲■							
Bi - S	◭	◭	◭	△	◭	(◭)	(△)	▲		(◭)	◭	(◭)	▲	(◭)	◭	◭	◭	▲								
Co - S	◐◭◧	◐▲■	●▲■	◑◭◫	(○)△(□)	△	○(△)□	◑◭■	○▲◧	(○)△□	●▲■	(△)(□)	◭	◐(△)□	◑▲□	(○)◭◧	●▲■									
Cr - S	○◭□	◐▲■	○◭◧	○◭□	◑△(◫)	(△)	(○)△(□)	○▲◧	○◭□	(○)(△)(◫)	◑◭■	(△)(□)	◭	○◭(□)	○◭(□)	●▲■										
Cu - S	◐◭◫	◐▲□	●▲□	●▲◧	(○)(△)(□)	△	●(△)□	●▲◫	●▲◫	●△◧	◑◭□	(△)◫	◭	◐△□	●▲■											
La - S	○△◫	◐(△)(□)	◑(△)(□)	◐△(□)	(○)△◧	△	◑◭◧	◑△(□)	◑△□	◐△□	◑(△)(□)	◭(◫)	△	●▲■												
Mo - S	◭	◭	◭	◭	◭	◭	◭	◭	◭	(△)	◭	△	▲													
Nb - S	△□	(△)◫	(△)□	(△)□	(△)(□)	◭	◭(◫)	◭□	(△)(□)	(◭)◫	(△)◫	▲■														
Ni - S	◐▲◫	●▲■	●▲■	◑▲◫	○◭(□)	△	○(△)(□)	◐▲■	○▲◫	(○)(△)(□)	●▲■															
Pb - S	○(△)◫	○(△)(□)	◑(△)□	◐△(□)	(●)(△)◧	(◭)	◐(△)(□)	◐(◭)□	◑(◭)(◫)	●▲■																
Sc - S	○▲□	◐▲◫	●▲◫	▲◫	(◑)(△)(□)	◭	●(△)◫	●▲◧	●▲■																	
V - S	◐▲◧	●▲■	●▲■	●▲◧	(○)△(□)	◭	●△(□)	●▲■																		
Y - S	○◭(□)	○(△)(◫)	◑(△)(□)	●(△)(□)	(◑)(◭)□	◭	●▲■																			
Zn - S	(△)	△	△	△	▲	▲																				
Zr - S	○△◫	○△(◫)	(○)△(□)	(◑)△(□)	●▲■																					
Cu-A-A	◐▲□	◐▲◧	●▲◫	●▲■																						
Co-A-A	●▲◧	●▲■	●▲■																							
Ni-A-A	◐▲◫	●▲■																								
Mn-A-A	●▲■																									

CONVÊNIO

DNPM – CPRM

SUREG/SA

SEÇÃO DE GEOQUÍMICA

CONVENÇÕES

COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO	ALVOS - TESTE		
	SAUDE	CARNAIBA	CANAVIEIRAS
≥ 0,7	●	▲	■
0,5 - 0,7	◐	◭	◧
0,3 - 0,5	◑	◬	◫
≤ 0,3	○	△	□
( )	CORRELAÇÃO INVERSA		

PROJETO SERRA DE JACOBINA

ESTUDO ORIENTATIVO

–SUMÁRIO DAS MATRIZES DE CORRELAÇÃO REFERENTE AOS TRES ALVOS-TESTE

SEDIMENTO DE CORRENTE

TAB. 2

e também no córrego principal da mina de Canavieiras (fig. 18) em áreas sujeitas à influencia de desmonte de mina, é observado o comportamento parecido nas variações de Cu-Ni-Cr-Co. Nota-se um considerável aumento de informações com a inclusão de amostras dos pequenos riachos secundários, oriundos de áreas não desmontadas.

As melhores médias são registradas para Cr e Ni em Carnaíba, para Cu em Saúde e para Co em Canavieiras. O cromo mostra uma melhor dispersão relativa em sedimentos da área de Canavieiras. No alvo-teste de Saúde o caráter clástico da dispersão secundária do cromo é especialmente observado nas drenagens pertinentes às duas minas ali circunscritas. O níquel aparece mais disperso nos sedimentos de Carnaiba (tabela 1).

Com relação aos metais Cu, Ni e Co, normalmente bastante móveis, nota-se nas áreas pesquisadas que o pH registrado, próximo da neutralidade, inibe consideravelmente a migração dos mesmos, favorecendo a dominancia de padrões clásticos de dispersão relativamente aos hidromórficos. O relevo extremamente acidentado da zona da serra condiciona uma boa representatividade clástica dos sedimentos de pé de encosta.

As significativas associações do Fe e Mn com os metais Cu, Ni e Co realçam o processo de coprecipitação e absorção condicionado pelos óxidos de ferro e manganês.

A associação destes destes elementos em sedimentos é bem característica nos três alvo-teste, conforme mostram os perfis (fig. 19) referentes a amostras aleatoriamente selecionadas e testadas por espectrografia e absorção atomica. Os mapas de distribuição geoquímica (figs. 5 a 16) dão uma melhor representabilidade as mesmas. Dentre os diversos exemplos vale citar: a) na mina de Carnaíba a amostra JE-S-47, em zona

de influencia de corpo serpentínitico, mostra a associação Cu (100 ppm) - Ni (1000 ppm) - Co (100 ppm) - Fe (10 %) -Mn (500 ppm); b) na mina de Canavieiras expressivas associações de Ni e Cr aparecem vinculadas às zonas de influência de rochas ultramáficas: Ni (500 ppm) - Co (70 ppm) - Cr (+ 5000) - Fe (3 %) - Mn (300 ppm) na amostra OS-S-68 B; Ni (300 ppm) -Cr (+ 5000 ppm) - Cu (50 ppm) - Fe (3 %) na amostra OS-S-72; c) na "mina" de Saude (cromita), valores ligeiramente anômalos de Ni aparecem associados às concentrações de Cr, enquanto Cu - Co tem uma distribuição quase uniforme (fig. 6). vide amostras OS-S-1, 3, 11, 15, 17, 33, 45, 55, 56, etc. (fig. 3).

Surpreendentemente, nesta área com mineralização de cromita o teor máximo registrado foi de 1500 ppm para Cr em sedimento enquanto que em Canavieiras (mineralização de ouro) são comuns teores de mais de 5000 ppm de Cr em sedimento, vinculados a intercalações ultrabásicas.

Comparativamente, os teores médios registrados nos sedimentos de Saude (tabela 1) correspondem aos seguintes fatores de enriquecimento com relação aos teores médios registrados por LEVINSON (1974) na costa da terra: Cu (0,263), Ni (0,620) Co (0,456), Cr (3,970), Fe (0,395 e Mn (0,323)

6.1.2 Associação Be - Bi - Mo - Mg

Esta associação de litófilos (Be-Mg), calcófilo (Bi) e siderófilo (Mo) ocorre caracteristicamente no alvo-teste da Carnaíba onde são assinaladas mineralizações de esmeralda e molibdenita.

Esta associação estaria vinculada às rochas pegmatíticas (realçada em algumas amostras pela correlação do Be com La, Nb, Sc e Zr) como, também, estabeleceria

uma ascendencia a partir de fluidos residuais de composição granítica (evidenciada pela associação com Mo). O bismuto se constitue num bom farejador para o sulfeto de molibdenio. O Bi na área de Carnaíba aparece numa forte associação com Mo, Fe e V, e, mais moderadamente, com Be, Mg, Co, Ni e Cu, grupo onde predominam metais tipicamente conectados a depósitos de sulfetos de origem hidrotermal.

Em Carnaíba são assinaladas as seguintes concentrações médias: Be (10,7 ppm), Bi (59,8 ppm), Mo (13,0 ppm) e Mg (0,54 %). Comparativamente às demais áreas neste alvo são assinaladas as melhores dispersões relativas para estes metais, sendo o bismuto o mais disperso dos quatro. Os elementos Be- Bi - Mo - Nb fornecem, um em sedimento de corrente, indicações muito seguras na zona da mineralização da Carnaiba (figura 10).

Dentre as associações geoquímicas caracterizadas por esses elementos em Carnaiba é possível citar as observadas nas seguintes amostras: a) JE-S-6B, com Be(200 ppm - Bi (70 ppm) - Mo (100 ppm) - Mg (10%) aparecendo também fortemente associado com Cr (+ 5000 ppm) - Cu (50 ppm) - Ni (500 ppm) - Zn (500 ppm) - Pb (10 ppm); b) amostra JE-S-17, com Be (200 ppm) - Bi (500 ppm) - Mo (150 ppm) - Mg (7%) - Cu (70 ppm) - Co (50 ppm) - Ni (700 ppm) - Pb (15 ppm) - Zn (500 ppm) - V (200 ppm) - Y (20 ppm); também as amostras JE-S-19, 20, 21, 22, 23, 29, 36, etc. mostram associações similares, possivelmente conectadas a minerais sulfetados resultantes dos processos atuantes de metassomatismos e hidrotermalismos (?).

Na área de Saude, o Be também aparece fortemente associado com Ni, Fe, La e secundariamente com Co, Sc, V, Cu, Cr e B, enquanto no alvo-teste de Canavieiras o Be se associa secundariamente apenas com Ca e Ba (vide tabe-

la 2).

Os teores médios registrados em sedimento no alvo de Carnaiba (tabela 1) correspondem aos seguintes fatores de enriquecimento, comparativamente às médias assinaladas por LEVINSON (1974) na crôsta da terra: Be (3,821); Bi (351,7), Mo (8,666), Mn (0,342) Fe (0,406).

Algumas considerações adicionais referentes ao comportamento geoquímico destes metais em sedimentos são a seguir apresentadas.

GOLDSCHMIDT (1970) assinala que o Be é especialmente acumulado em minerais argilosos a partir dos produtos de intemperismo dos depósitos de berilo, onde pode concentrar-se em até 60 vêzes o teor médio encontrado em rocha. Convém notar também que o berílio pode ser facilmente coprecipitado por hidróxidos de Fe e Mn no ambiente supergênico. No alvo-teste de Carnaiba, as concentrações de Be são bem detectadas em sedimento argilosos onde as correlações com Fe e Mn, prováveis condicionadores da coprecipitação, se tornam bastante expressivas.

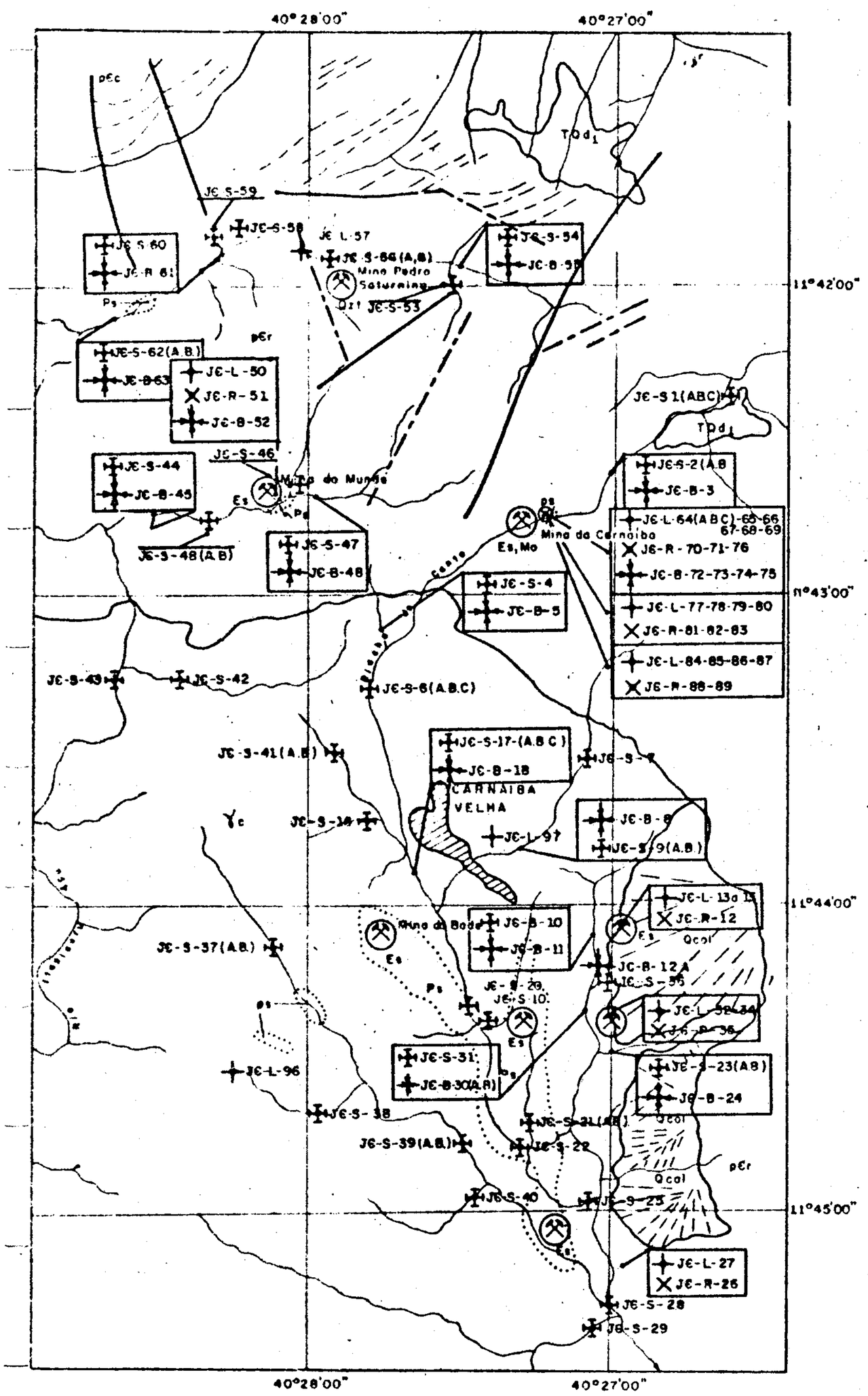
Durante o processo de intemperismo e formação de sedimentos o berílio segue muito próximo ao curso do alumínio, sendo enriquecido com este metal em argilas, depósitos recentes e outros sedimentos hidrolisados. A grande similaridade dos seus potenciais ionicos (5,9 para Be e 5,3 para Al) explica a analogia do comportamento.

RANKAMA E SAHAMA (1968) registram para argilas teores de até 36 g/ton de Be. Convém notar, como no caso do Al, que o teir de Be não decresce materialmente durante metamorfismo de contato ou original, tal como parece ter ocorrido na mina de Carnaíba.

Com relação ao molibdênio, RANKAMA E SAHAMA (op. cit.) assinalam que os seus minerais se dissolvem ra

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA

DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL



CONVENÇÕES GEOLÓGICAS

- Qcol — Rolados de encosta (Colúvio)
- TQd1 — Depósitos detríticos relacionados à Superfície Sulamericana
- Yc — Granito de Campo Formoso
- pEc — Formação Cruz das Almas (filitos)
- pEr — Formação Rio do Ouro (quartzitos)
- Ps — Serpentinito
- Contato
- Falha
- Fratura
- Estratificação
- Mina: Es(esmeralda), Mo(molibdenita) e Qrt(Quartzito verde)

CONVENÇÕES DE AMOSTRAGEM

- Sedimento de corrente
- Concentrado de batéia
- Solo residual
- Rocha

CONVÊNIO
DNPM – CPRM
SUREG/SA
SEÇÃO DE GEOQUÍMICA

PROJETO SERRA DE JACOBINA

RECONHECIMENTO GEOQUÍMICO REGIONAL

ESTUDO ORIENTATIVO

ÁREA - TESTE I – MINA CARNAÍBA

MAPA DE SEDIMENTO – CONCENTRADO – SOLO – ROCHA

LOCALIZAÇÃO DE PONTOS DE AMOSTRAGEM

ESCALA

0 250 500 750 1000m

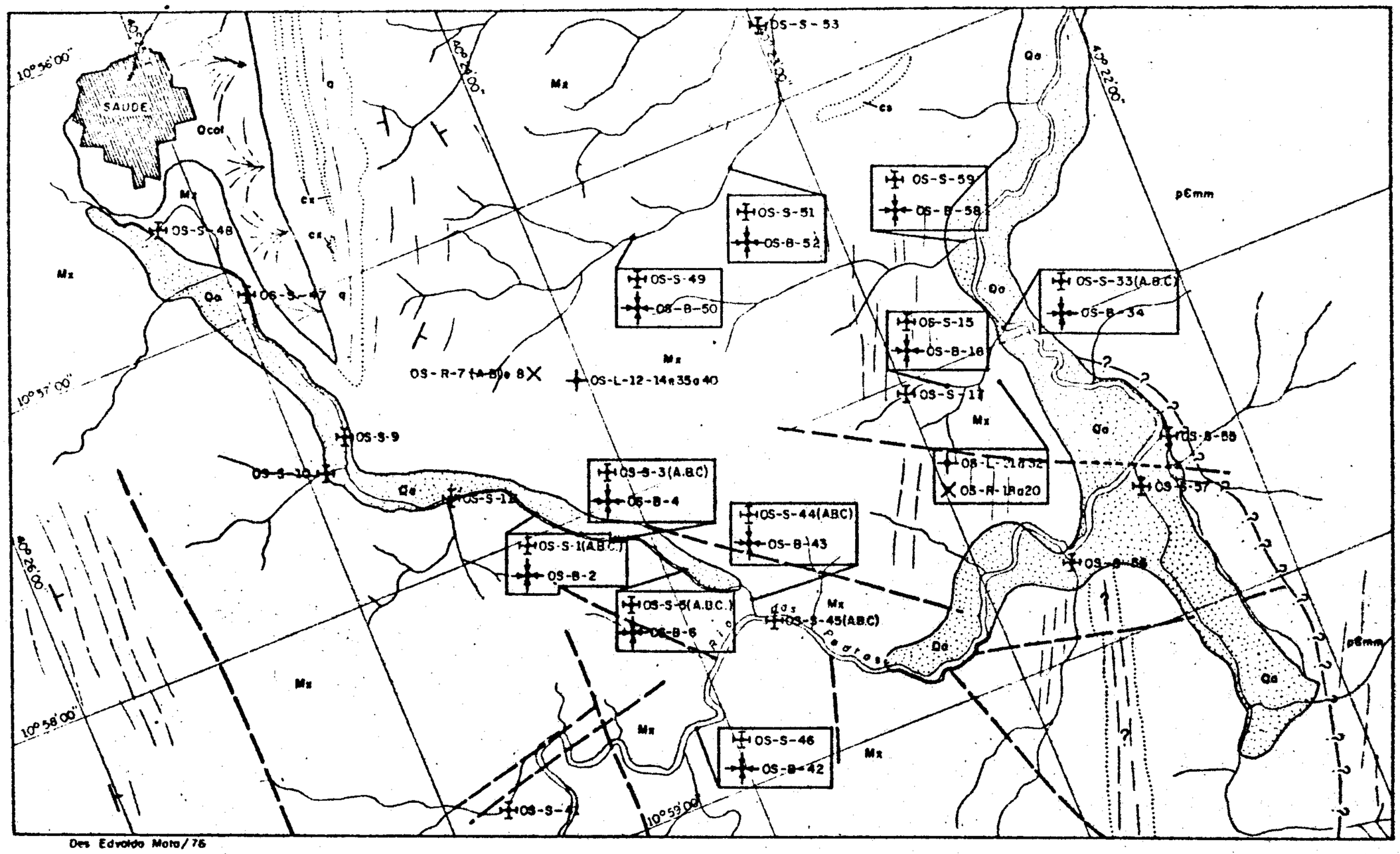
NV

FIGURA 2

CARTENHISTA – Renato P. Souza

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA

DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL



CONVENÇÕES GEOLÓGICAS

Qa — Aluvião

Qcol — Rolados de encostas (Colúvio)

cx, pЄmm, Mx, q, ub, cs — Complexo Metamórfico Migmatítico indiferenciado (pЄmm) e com individualização de quartzo-mica-xisto (Mx) e quartzito (q) com intercalações de mica-xisto (cx).
Rochas calcossilicáticas (cs) e ultrabásicas (ub) associadas.

Contato estratigráfico

Contato encoberto

—?—?— Contato suposto

Falha provável

Falha encoberta

CONVENÇÕES DE AMOSTRAGEM

Sedimento de corrente

Concentrado de batéia

Solo residual

Rocha

OS-S-9 Representação da estação 1526-OS-9

CONVENIO
DNPM - CPRM
SUREG/SA

SEÇÃO DE GEOQUÍMICA

NV

PROJETO SERRA DE JACOBINA

RECONHECIMENTO GEOQUÍMICO REGIONAL

ESTUDO ORIENTATIVO

ÁREA - TESTE II — FAZENDA PASSAGEM - SAUDE

MAPA DE SEDIMENTO - CONCENTRADO - SOLO - ROCHA

LOCALIZAÇÃO DE PONTOS DE AMOSTRAGEM

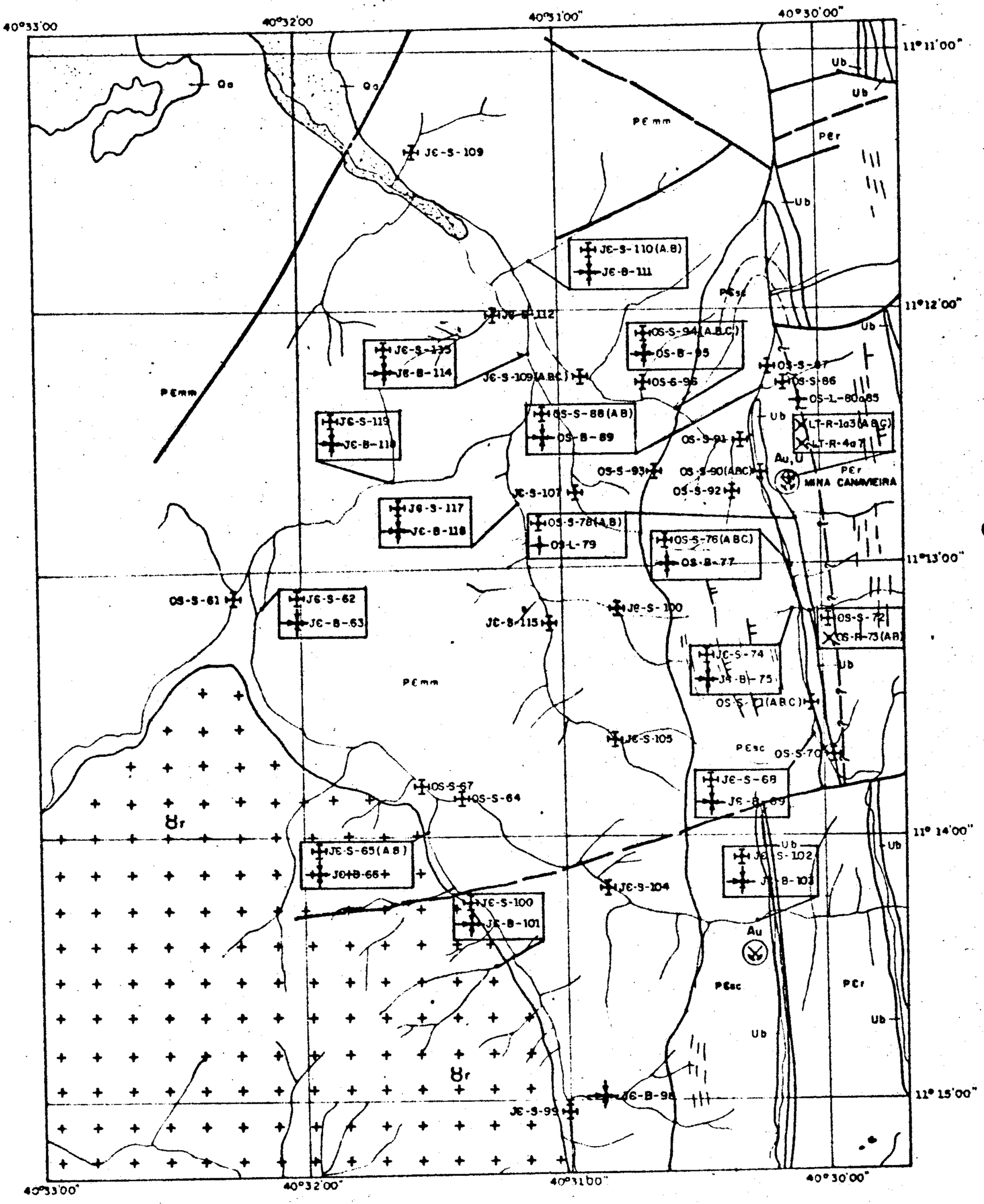
ESCALA

250 0 250 500 750 1000m

FIGURA 3

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA

DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL



CONVENÇÕES GEOLÓGICAS

Qa — Aluvião

GRUPO JACOBINA (PEj)
Formação Rio do Ouro (PEr) Quartzitos com intercalações de Xistos
Formação Serra do Corrego (PEsc) Quartzitos, Quartzitos conglomeráticos e metaconglomerados.

γr — Granito

Ub — Ultrabásica

PEmm — Complexo metamórfico migmatítico indiferenciado

CONVENÇÕES DE AMOSTRAGEM

Sedimento de corrente

Concentrado de batéia

Solo residual

Rocha

JE-S-99 Representação da estação de amostragem
1526-JE-S-99

CONVENIO
DNPM — CPRM
SUREG/SA
SEÇÃO DE GEOQUÍMICA

PROJETO SERRA DE JACOBINA

RECONHECIMENTO GEOQUÍMICO REGIONAL

ESTUDO ORIENTATIVO

ÁREA — TESTE III — FAZ. CANAVIEIRAS, JACOBINA

MAPA DE SEDIMENTO — CONCENTRADO — SOLO — ROCHA

LOCALIZAÇÃO DE PONTOS DE AMOSTRAGEM

NV

ESCALA

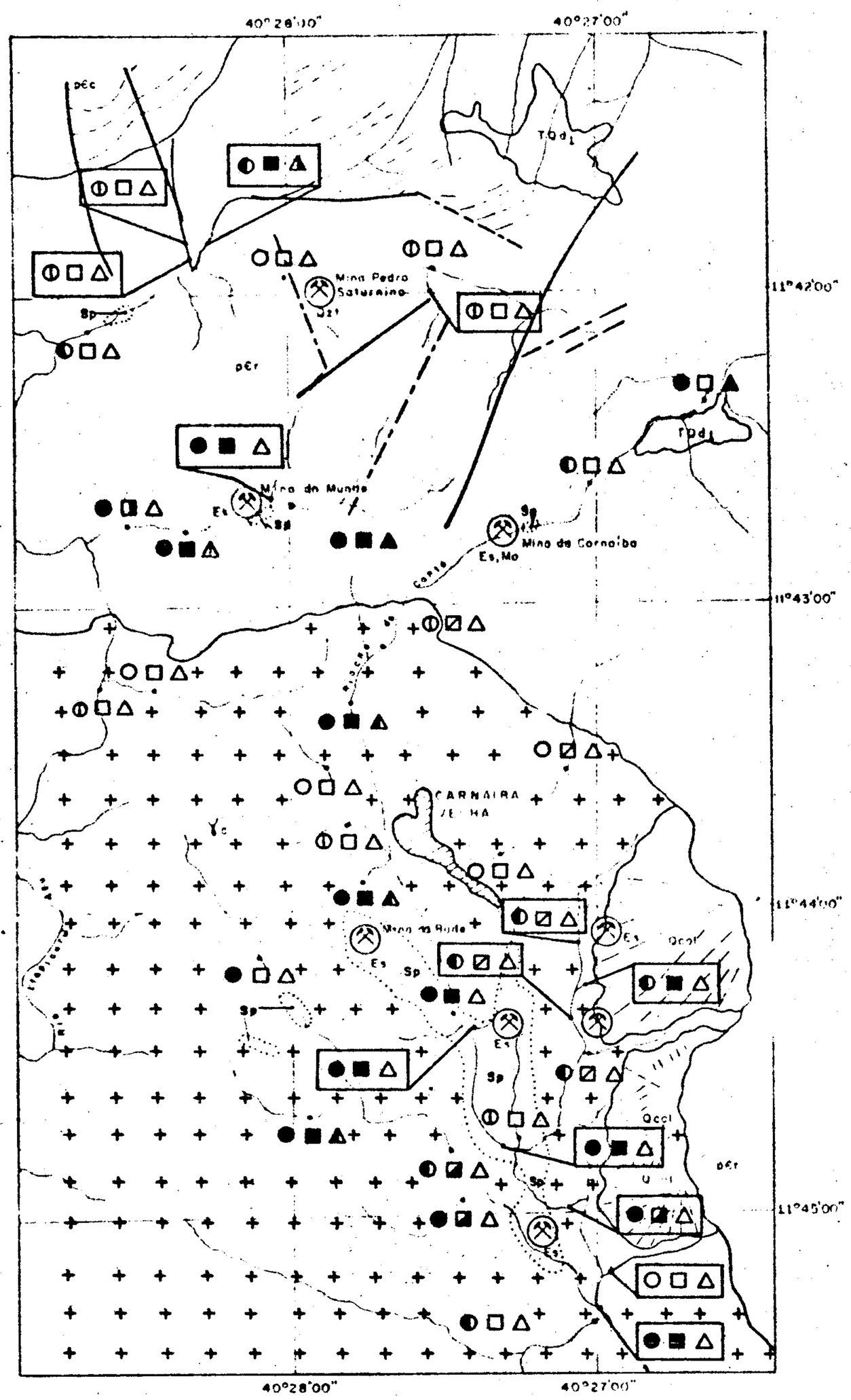
250 0 250 500 750 1000m

1976

FIGURA 4

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA

DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL



CONVENÇÕES GEOLÓGICAS

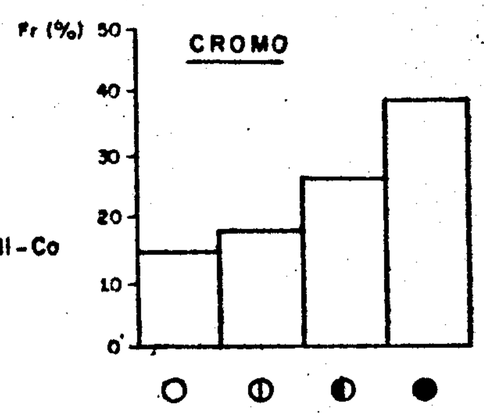
- Qcol — Rolados de encosta (Colúvio)
- TQd1 — Depósitos detríticos relacionados à Superfície Sulamericana
- γc — Granito de Campo Formoso
- pЄc — Formação Cruz das Almas (filitos)
- pЄr — Formação Rio do Ouro (quartzitos)
- Ps — Serpentinito
- Contato
- Falha
- Fratura
- Estratificação
- Mina: Es (esmeralda), Mo (molibdenita) e Qrt (Quartzito verde)

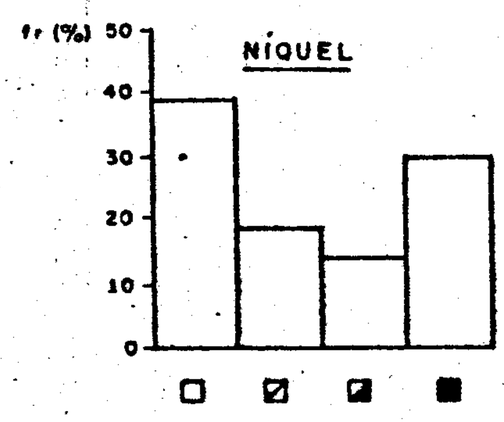
CONVENÇÕES GEOQUÍMICAS

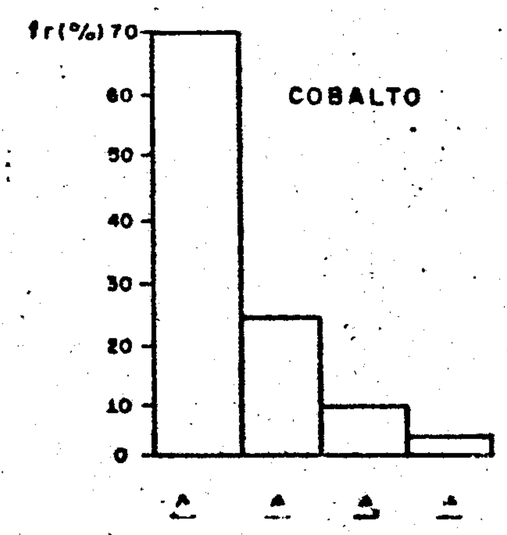
CROMO (ppm)	NIQUEL (ppm)	COBALTO (ppm)
○ < 500	□ < 100	△ < 20
◐ 500 - 1000	▨ 100 - 200	◬ 20 - 30
◐ 100 - 2000	◪ 200 - 300	▲ 30 - 70
● > 2000	■ > 300	▲ > 70

OBS – ANÁLISE POR ESPECTROGRAFIA DE EMISSÃO (FRAÇÃO < 80 MESH.)

HISTOGRAMAS DE FREQUENCIA







CONVÊNIO DNPM – CPRM

SUREG/SA

SEÇÃO DE GEOQUÍMICA

PROJETO SERRA DE JACOBINA

RECONHECIMENTO GEOQUÍMICO REGIONAL

ESTUDO ORIENTATIVO

ÁREA - TESTE I – MINA CARNAÍBA

MAPA DE DISTRIBUIÇÃO GEOQUÍMICA PARA Cr-Ni-Co

SEDIMENTO ATIVO DE CORRENTE

ESCALA

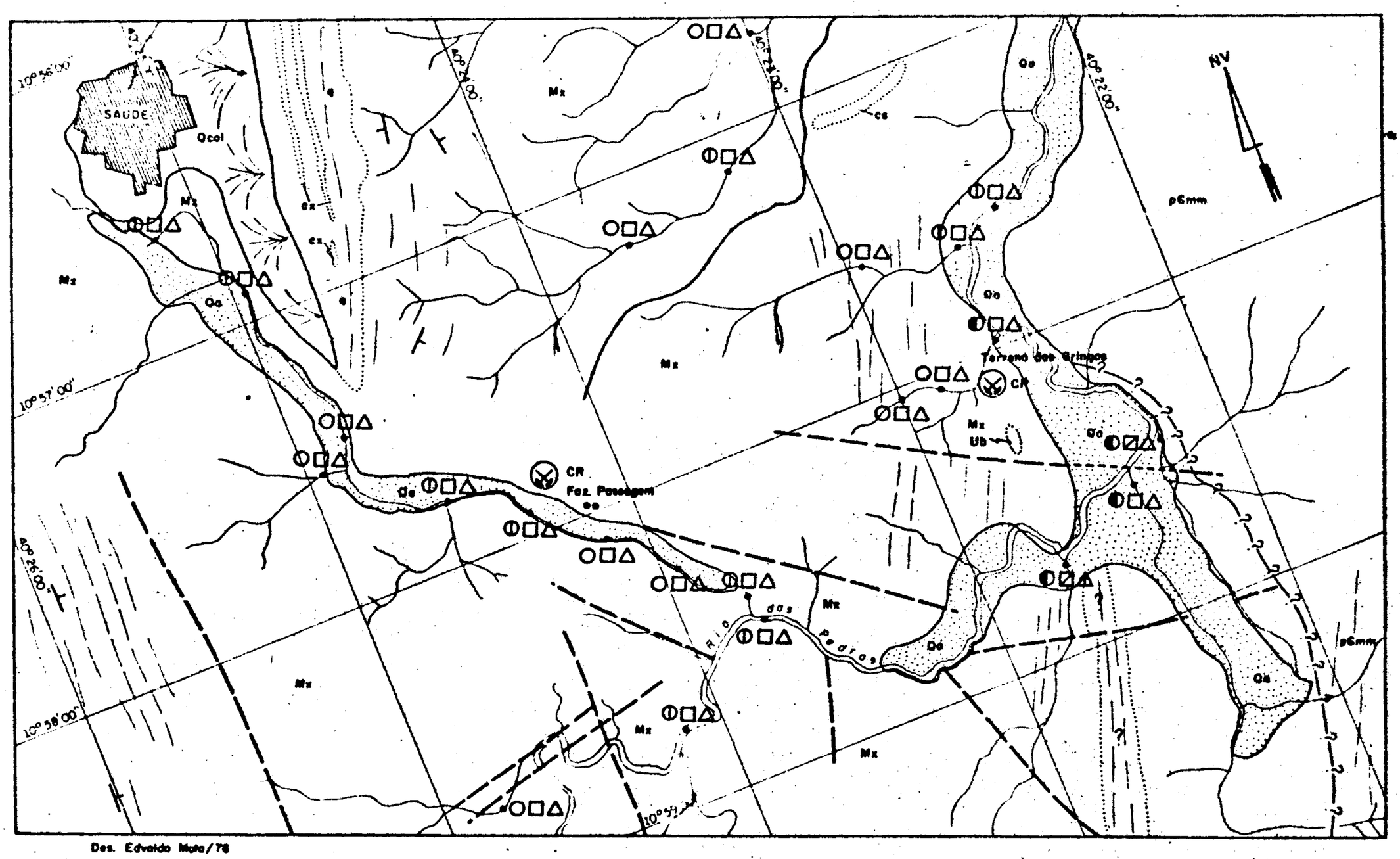
0 250 500 750 1000m

NV

FIGURA 5

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA

DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL



Des. Edvaldo Mota/76

CONVENÇÕES GEOLÓGICAS

Qa

Aluvião

Qcol

Rolados de encostas (Colúvio)

cs pEmm Mx q ub cs

Complexo Metamórfico Migmatítico indiferenciado (pEmm) e com individualização de quartzo-mica-xisto (Mx) e quartzito (q) com intercalações de mica-xisto (cx).
Rochas calcossilicáticas (cs) e ultrabásicas (ub) associadas.

Contato estratigráfico

Contato encoberto

—?—?—

Contato suposto

Falha provável

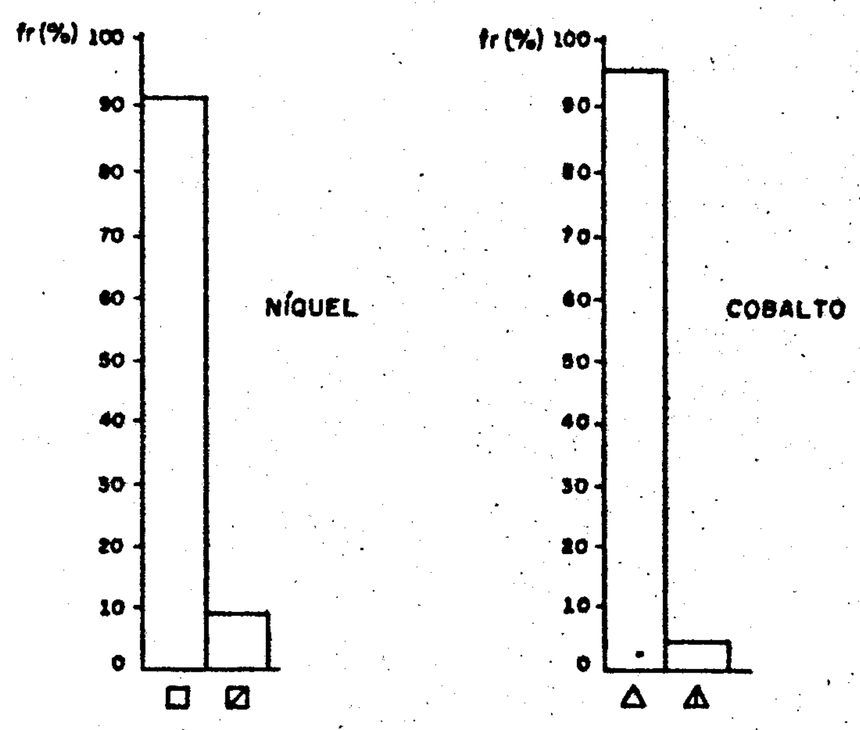
Falha encoberta

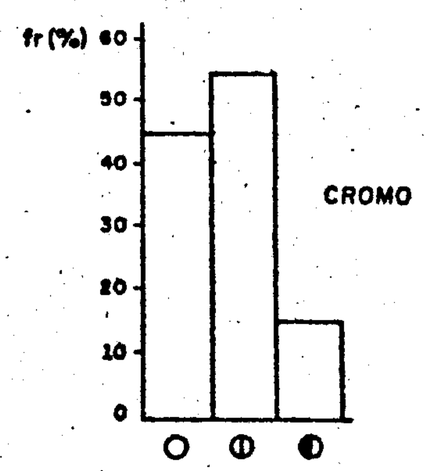
CR - OCORRÊNCIA DE CROMITA

CONVENÇÕES GEOQUÍMICAS

NÍQUEL (ppm)	CROMO (ppm)	COBALTO (ppm)
□ < 100	○ < 500	△ < 20
▨ 100 - 200	◐ 500 - 1000	◭ 20 - 30

HISTOGRAMAS DE FREQUENCIA





OBS: ANÁLISE POR ESPECTROGRAFIA DE EMISSÃO FRAÇÃO < 80 MESH.

CONVENIO DNPM - CPRM

SUREG/SA

SEÇÃO DE GEOQUÍMICA

PROJETO SERRA DE JACOBINA

RECONHECIMENTO GEOQUÍMICO REGIONAL

ESTUDO ORIENTATIVO

ÁREA - TESTE II — FAZENDA PASSAGEM - SAUDE

MAPA DE DISTRIBUIÇÃO GEOQUÍMICA PARA Ni-Co-Cr

SEDIMENTO DE CORRENTE

ESCALA

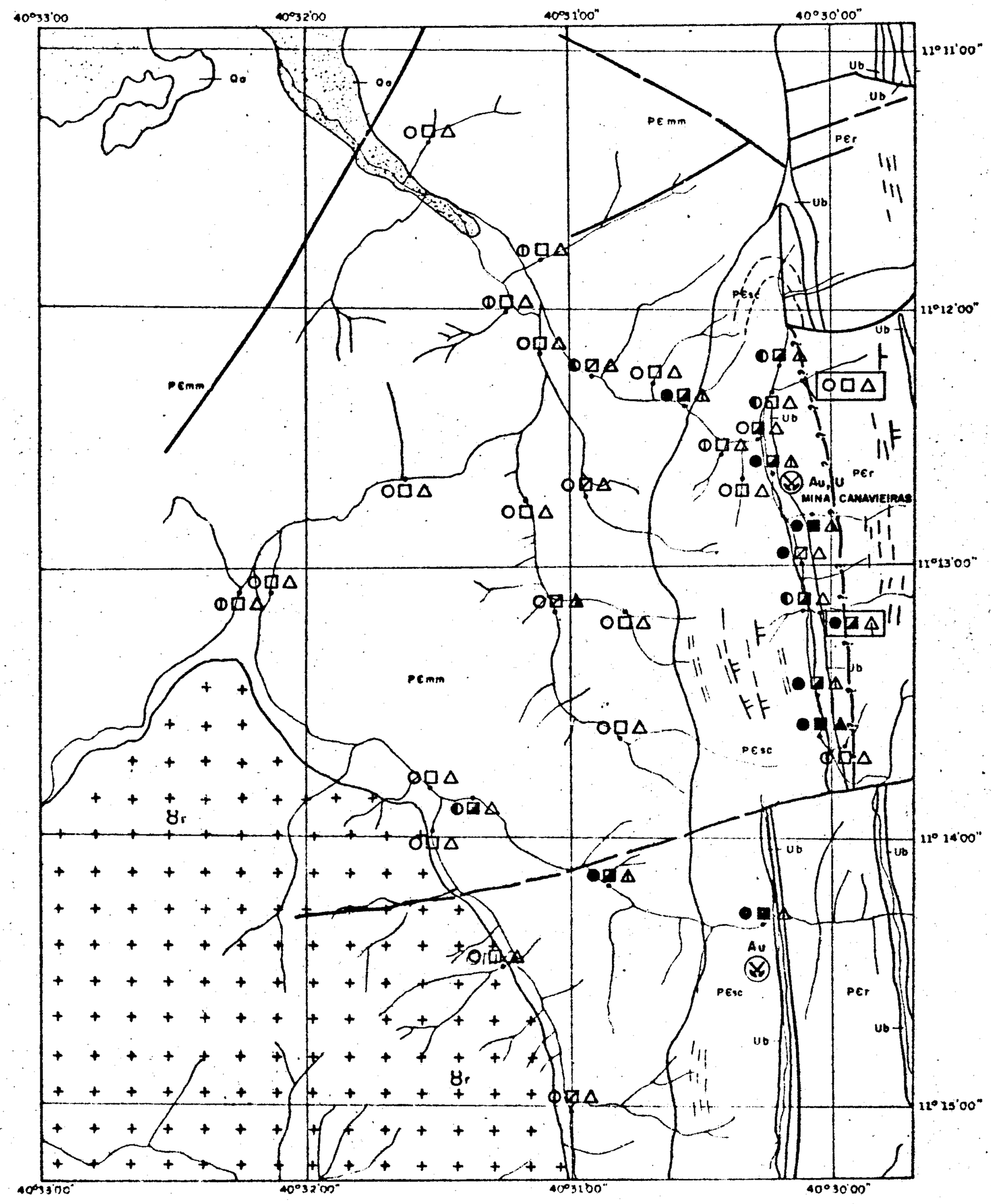
250 0 250 500 750 1000m

1978

FIGURA 6

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA

DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL



CONVENÇÕES GEOLÓGICAS

Qa — Aluvião

GRUPO JACOBINA (PEJ)
Formação Rio do Ouro (PEr): Quartzitos com intercalações de Xistos.
Formação Serra do Corrego (PEsc): Quartzitos, Quartzitos conglomeráticos e metaconglomerados

γr — Granito

Ub — Ultrabásica

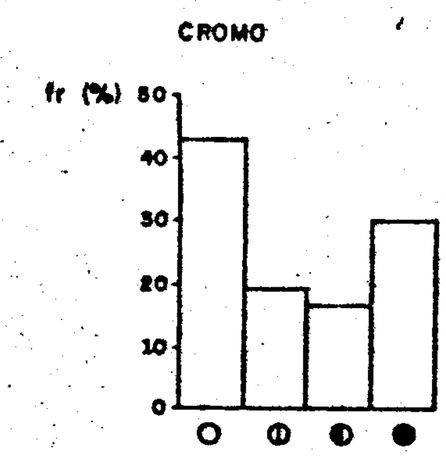
PEmm — Complexo metamórfico migmatítico indiferenciado

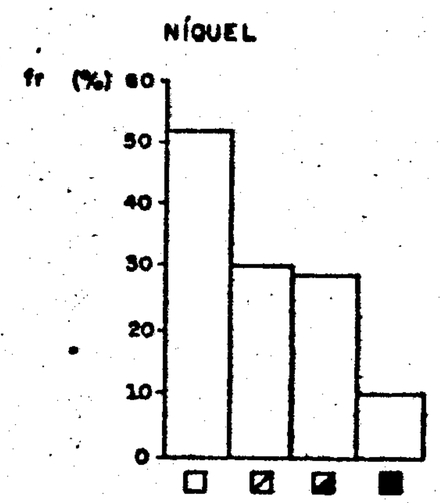
Acamamento indicado
Contato estratigráfico
Contato suposto
Falha indiscriminada
Falha provável
Linhas estruturais
Mina: Au (Ouro) e U (Urânio)

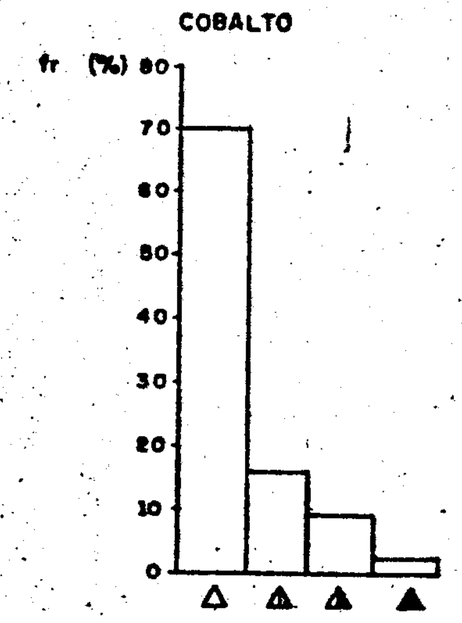
CONVENÇÕES GEOQUÍMICAS

Cr (ppm)	Ni (ppm)	Co (ppm)
○ < 500	□ < 1000	△ < 20
◐ 500-1000	◪ 100-200	◬ 20-30
◑ 1000-2000	◩ 200-300	◭ 30-70
● > 2000	■ 300-500	▲ > 70

HISTOGRAMAS DE FREQUÊNCIA







Obs.: Análise por ESPECTROGRAFIA DE EMISSÃO
Fração < 80 mesh.

CONVENIO DNPM — CPRM
SUREG/SA
SEÇÃO DE GEOQUÍMICA

PROJETO SERRA DE JACOBINA

RECONHECIMENTO GEOQUÍMICO REGIONAL

ESTUDO ORIENTATIVO

ÁREA — TESTE III — FAZ. CANAVIEIRAS, JACOBINA

MAPA DE DISTRIBUIÇÃO GEOQUÍMICA PARA Cr-Ni-Co

SEDIMENTO DE CORRENTE

NV

ESCALA

250 0 250 500 750 1000 m

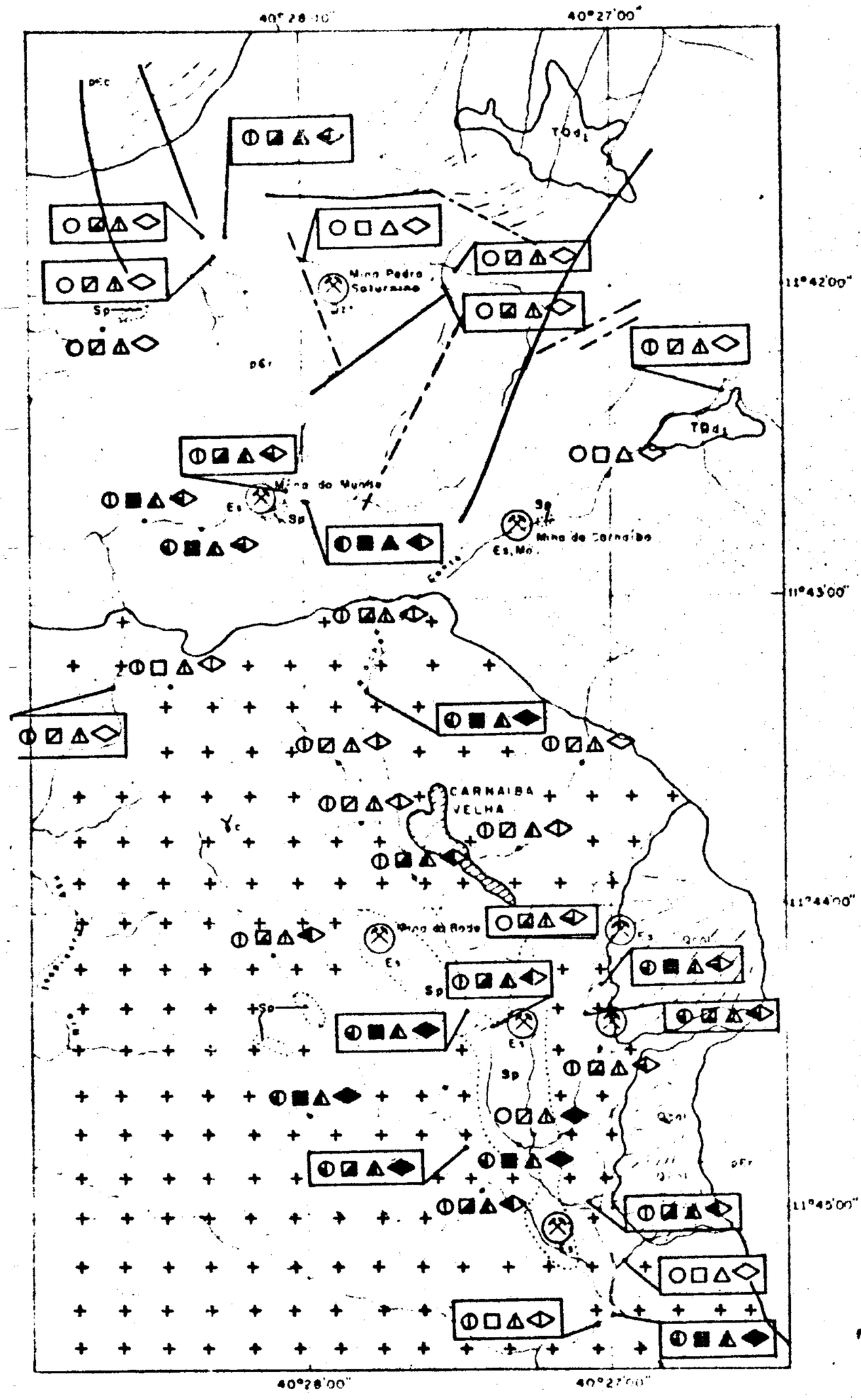
1978

FIGURA 7

R: ANTONIO OSVALDO, 1978

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA

DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL



CONVENÇÕES GEOLÓGICAS

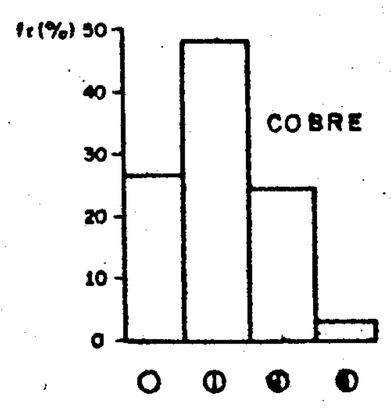
- Qcol — Rolados de encosta (Colúvio)
- TQd1 — Depósitos detríticos relacionados à Superfície Sulamericana
- γc — Granito de Campo Formoso
- pЄc — Formação Cruz das Almas (filitos)
- pЄr — Formação Rio do Ouro (quartzitos)
- Sp — Serpentinito
- Contato
- Falha
- Fratura
- Estratificação
- Mina Es(esmeralda), Mo(molibdenita) e Qrt(Quartzito verde)

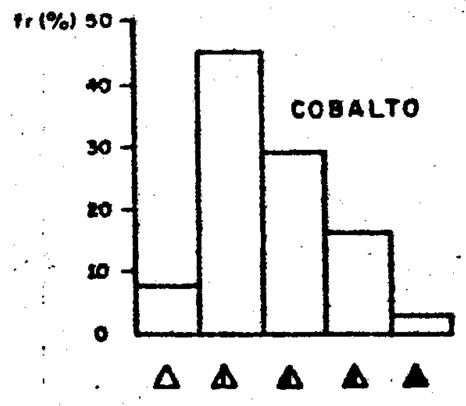
CONVENÇÕES GEOQUÍMICAS

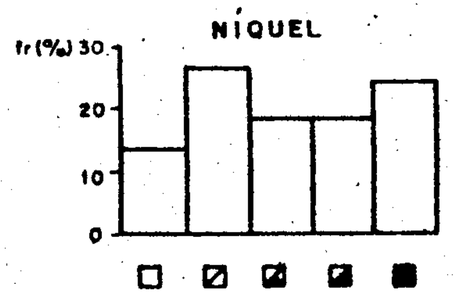
	Cu (ppm)	Co (ppm)	Ni (ppm)	Mn (ppm)
○	< 5	△ < 5	□ < 10	◇ < 30
◐	5 - 15	◬ 5 - 15	▨ 10 - 30	◇ 30 - 70
◕	15 - 30	▲ 15 - 30	▨ 30 - 70	◇ 70 - 150
●	30 - 50	▲ 30 - 50	▨ 70 - 150	◇ 150 - 300
		▲ ≥ 50	■ ≥ 150	◆ > 300

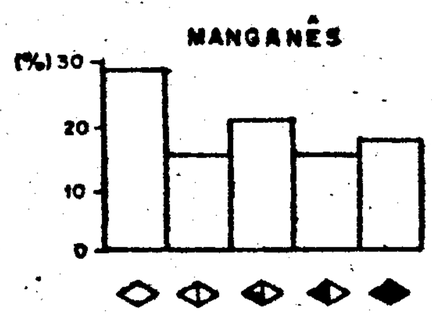
Obs: Análise por Absorção - Atômica (Fração < 80 mesh.)

HISTOGRAMAS DE FREQUÊNCIA









CONVÊNIO DNPM – CPRM

SUREG/SA

EÇÃO DE GEOQUÍMICA

PROJETO SERRA DE JACOBINA

RECONHECIMENTO GEOQUÍMICO REGIONAL

ESTUDO ORIENTATIVO

ÁREA - TESTE I – MINA CARNAÍBA

MAPA DE DISTRIBUIÇÃO GEOQUÍMICA PARA Cr-Ni-Co-Cu

SEDIMENTO DE CORRENTE

ESCALA

0 250 500 750 1000m

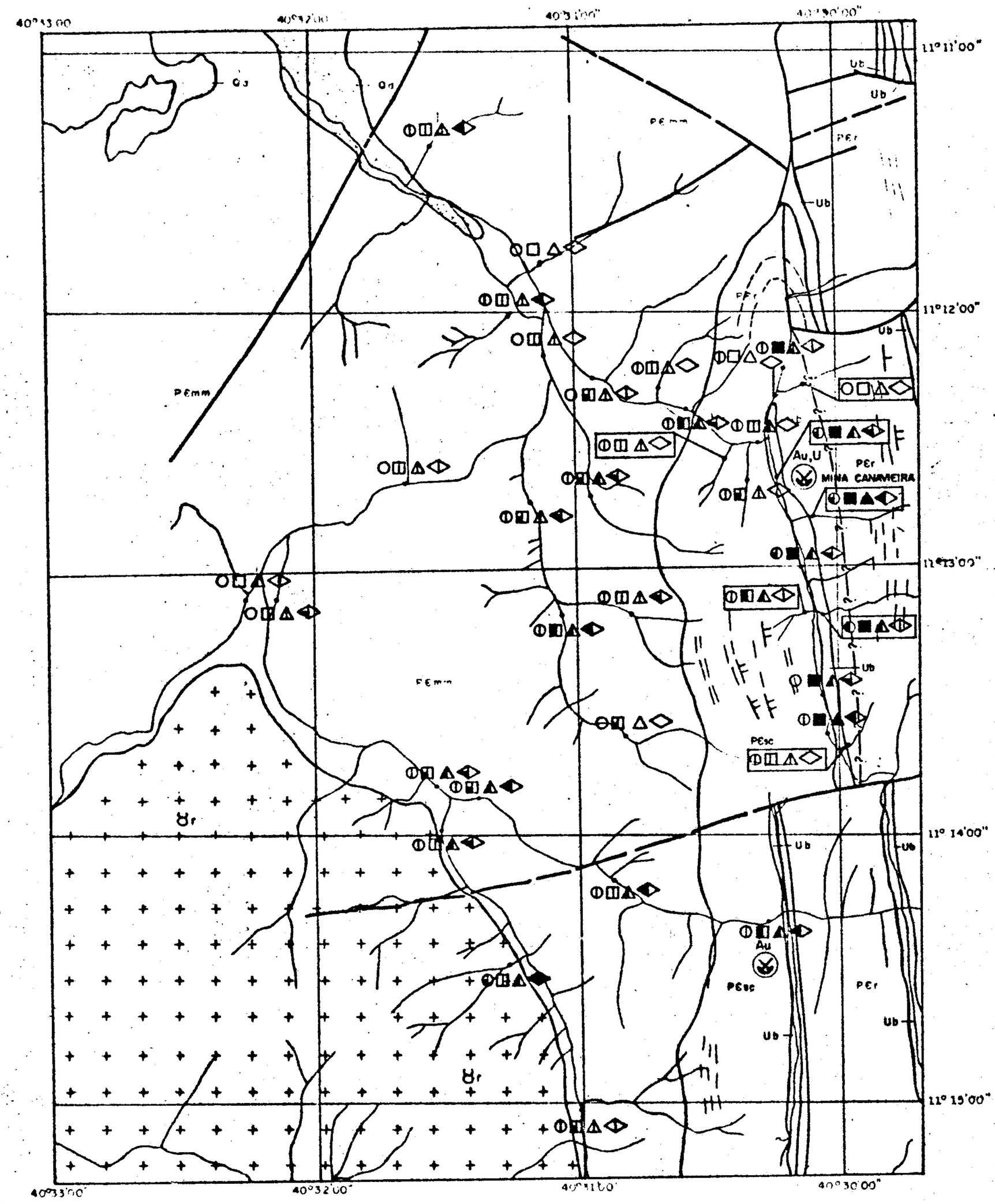
NV

FIGURA 8

SENHISTA – Renato P. Souza

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA

DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL



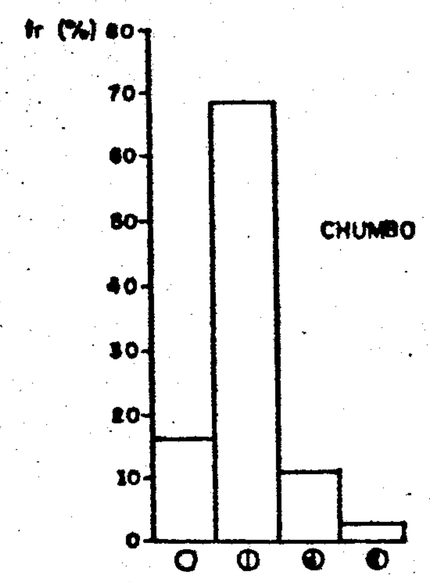
CONVENÇÕES GEOLÓGICAS

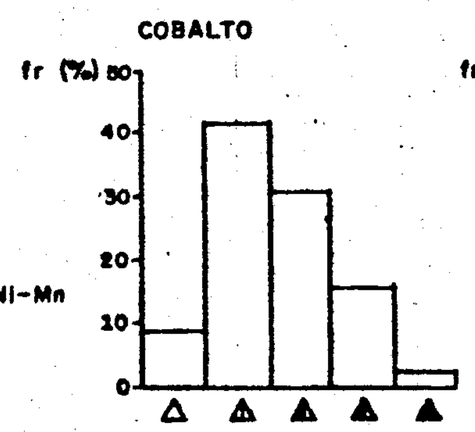
- Qa — Aluvião
- GRUPO JACOBINA (PEj)
  - PEr — Formação Rio do Ouro (PEr): Quartzitos com intercalações de Xistos.
  - PEj
  - PEsc — Formação Serra do Corrego (PEsc): Quartzitos, Quartzitos conglomeráticos e metaconglomerados
- Ur — Granito
- Ub — Ultrabásico
- PEmm — Complexo metamórfico migmatítico indiferenciado
- Acamamento indicado
- Contato estratigráfico
- Contato suposto
- Falha indiscriminada
- Falha provável
- Linhas estruturais
- Mina: Au (Ouro) e U (Urânio)

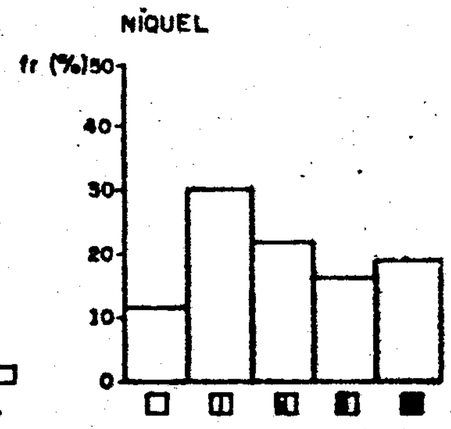
CONVENÇÕES GEOQUÍMICAS

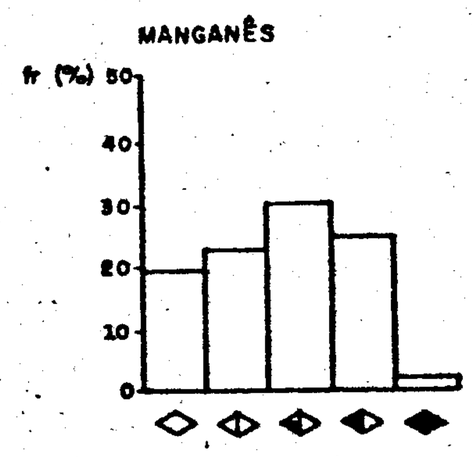
Cu (ppm)	Co (ppm)	Ni (ppm)	Mn (ppm)
○ < 5	△ < 5	□ < 10	◇ < 50
◐ 5-15	◭ 5-15	◫ 10-30	◇ 30-70
◑ 15-30	▲ 15-30	▣ 30-70	◇ 70-150
● 30-50	▲ 30-50	▣ 70-150	◇ 150-300
	▲ ≥ 50	■ ≥ 150	◆ > 300

HISTOGRAMAS DE FREQUÊNCIA









Obs.: Análise por Absorção Atômica
fração < 80 mesh.

CONVÊNIO
DNPM — CPRM
SUREG/SA
SEÇÃO DE GEOQUÍMICA

PROJETO SERRA DE JACOBINA

RECONHECIMENTO GEOQUÍMICO REGIONAL

ESTUDO ORIENTATIVO

ÁREA — TESTE III - FAZ. CANAVIEIRAS, JACOBINA

MAPA DE DISTRIBUIÇÃO GEOQUÍMICA PARA Cu-Co-Ni-Mn

SEDIMENTO DE CORRENTE

NV

ESCALA

250 0 250 500 750 1000m

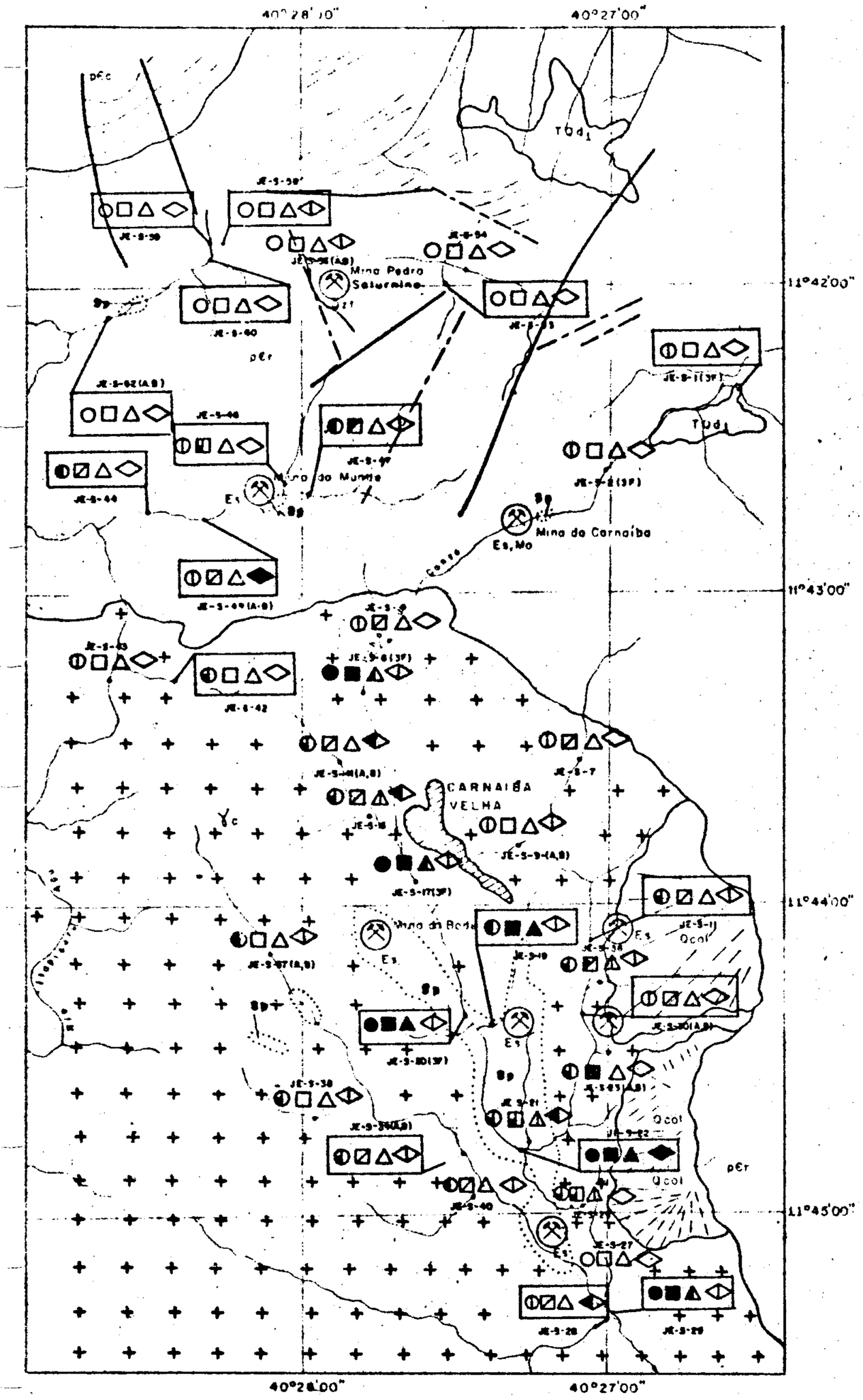
1976

FIGURA 9

CCS POR ANTONIO OSVALDO. 1976

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA

DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL



CONVENÇÕES GEOLÓGICAS

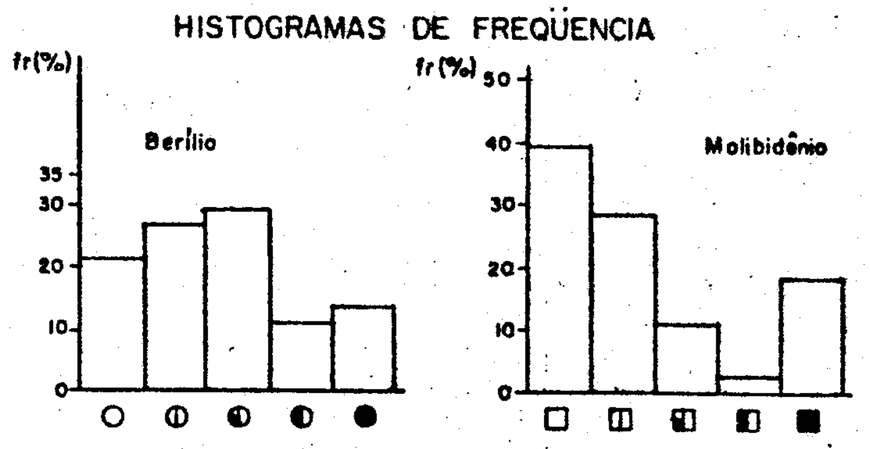
- Qcol — Rolados de encosta (Colúvio)
- TQd1 — Depósitos detríticos relacionados à Superfície Sulamericana
- γc — Granito de Campo Formoso
- pEc — Formação Cruz das Almas (filitos)
- pEr — Formação Rio do Ouro (quartzitos)
- Bp — Serpentinito
- Contato
- Falha
- Fratura
- Estratificação
- Mina: Es(esmeralda), Mo(molibdenita) e Qrt(Quartzito verde)

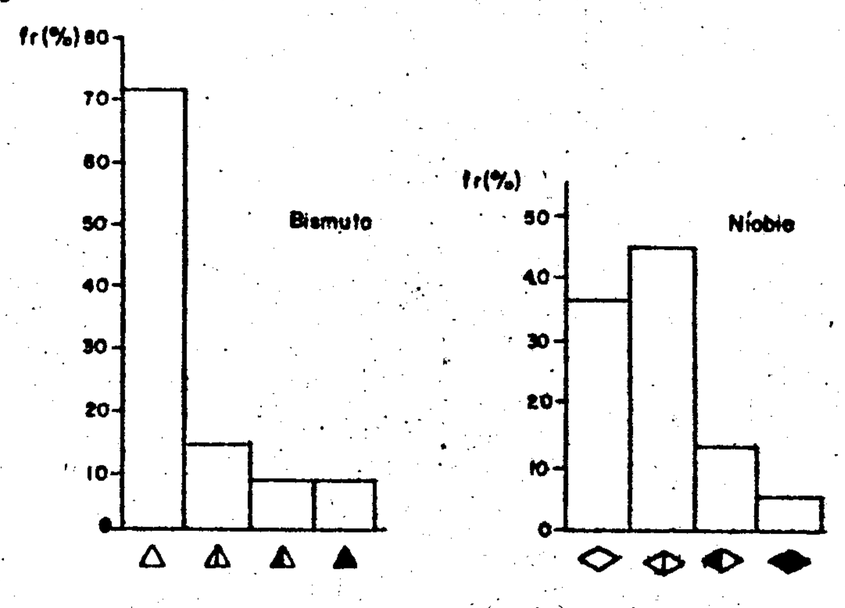
CONVENÇÕES GEOQUÍMICAS

Be (ppm)	Mo (ppm)	Bi (ppm)	Nb (ppm)
○ < 1	□ < 5	△ < 10	◇ < 10
◔ 1-10	◫ 5-10	◬ 10-50	◇ 10-20
◑ 10-50	◪ 10-20	▲ 50-100	◆ 20-50
◕ 50-100	◧ 20-50	▲ 100-500	◆ > 50
● > 100	■ > 50	▲ > 500	

Obs: Análise por espectrografia de emissão

HISTOGRAMAS DE FREQUÊNCIA





CONVÊNIO DNPM – CPRM

SUREG/SA

ÇÃO DE GEOQUÍMICA

PROJETO SERRA DE JACOBINA

RECONHECIMENTO GEOQUÍMICO REGIONAL

ESTUDO ORIENTATIVO

ÁREA - TESTE I – MINA CARNAÍBA

MAPA DE DISTRIBUIÇÃO GEOQUIMICA PARA Be-Mo-Bi-Nb

SEDIMENTO ATIVO DE CORRENTE

ESCALA

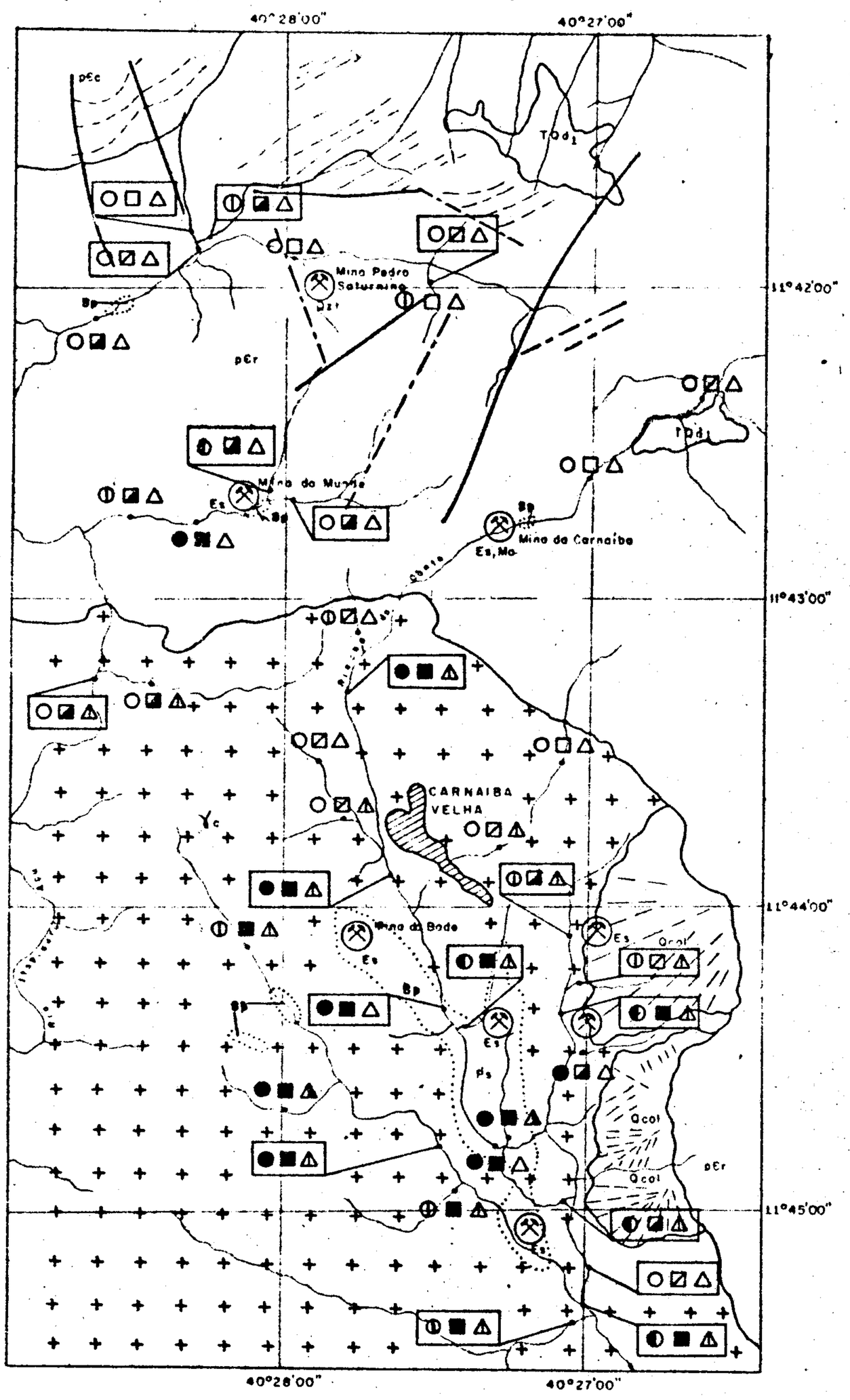
0 250 500 750 1000m

NV

FIGURA 10

HISTA – Renato P Souza

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA
DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL



CONVENÇÕES GEOLÓGICAS

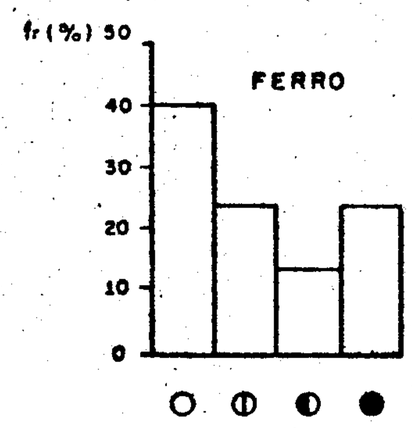
- Qcol — Rolados de encosta (Colúvio)
- TQd1 — Depósitos detríticos relacionados à Superfície Sulamericana
- γc — Granito de Campo Formoso
- pЄc — Formação Cruz das Almas (filitos)
- pЄr — Formação Rio do Ouro (quartzitos)
- Ps — Serpentinito
- Contato
- Falha
- Fratura
- Estratificação
- Mina: Es(esmeralda), Mo(molibdenita) e Qrt(Quartzito verde)

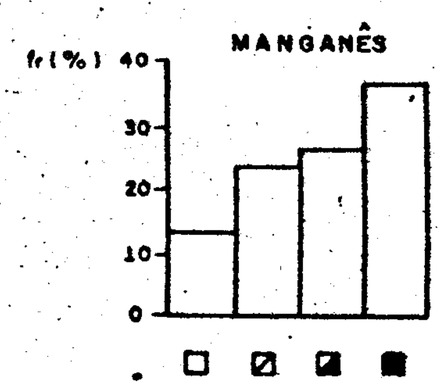
CONVENÇÕES GEOQUÍMICAS

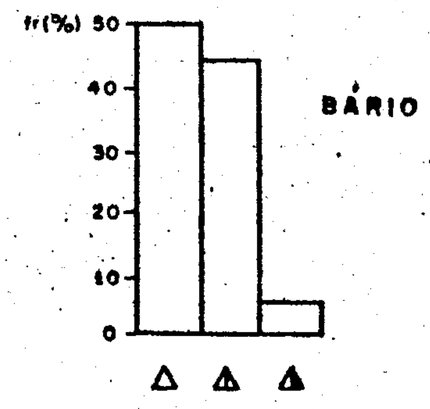
FERRO (%)		MANGANES (ppm)		BÁRIO (ppm)	
○	< 2,0	□	< 100	△	< 100
◐	2,0 - 3,0	▨	100 - 2,00	◬	100 - 300
◑	3,0 - 5,0	◪	200 - 500	▲	300 - 1000
●	> 5,0	■	500 - 3000		

OBS — ANÁLISE POR ESPECTROGRAFIA DE EMISSÃO (FRAÇÃO < 80 MESH.)

HISTOGRAMAS DE FREQUENCIA







CONVÊNIO
DNPM — CPRM
SUREG/SA

ÇÃO DE GEOQUÍMICA

PROJETO SERRA DE JACOBINA

RECONHECIMENTO GEOQUÍMICO REGIONAL

ESTUDO ORIENTATIVO

ÁREA - TESTE I — MINA CARNAÍBA

MAPA DE DISTRIBUIÇÃO GEOQUIMICA PARA Fe - Mn - Ba

SEDIMENTO ATIVO DE CORRENTE

ESCALA
0 250 500 750 1000m

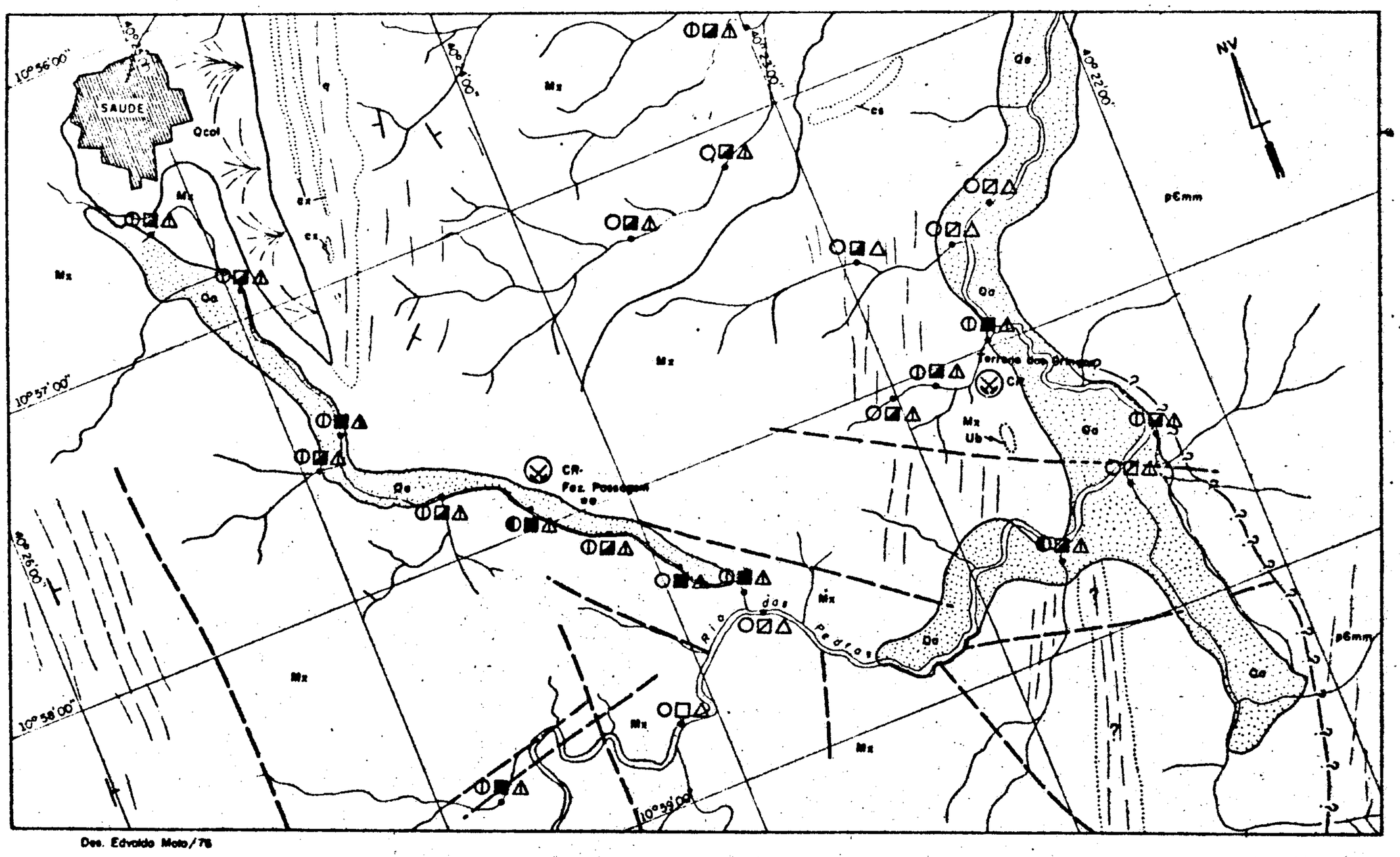
NV

FIGURA 11

DE GEOQUÍMICA — Renato P Souza

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA

DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL



Des. Edvaldo Moto/76

CONVENÇÕES GEOLÓGICAS

Qa

Aluvião

Qcol

Rolados de encostas (Colúvio)

cx pЄmm Mx q ub cs

Complexo Metamórfico Migmatítico indiferenciado (pЄmm) e com individualização de quartzo-mica-xisto (Mx) e quartzito (q) com intercalações de mica-xisto (cx).

Rochas calcossilicáticas (cs) e ultrabásicas (ub) associadas.

Contato estratigráfico

Contato encoberto

—?—?—

Contato suposto

Falha provável

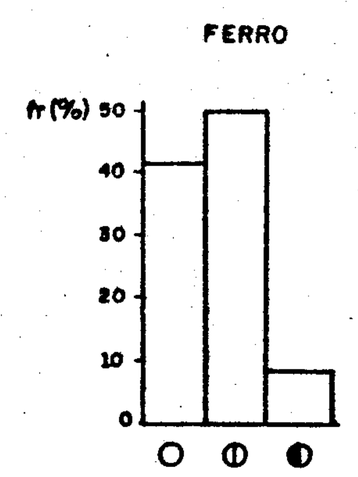
Falha encoberta

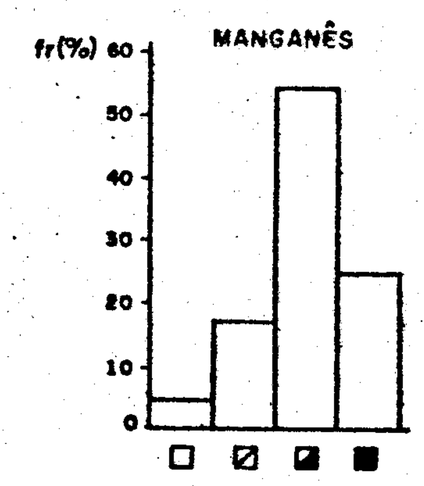
CR - OCORRÊNCIA DE CROMITA

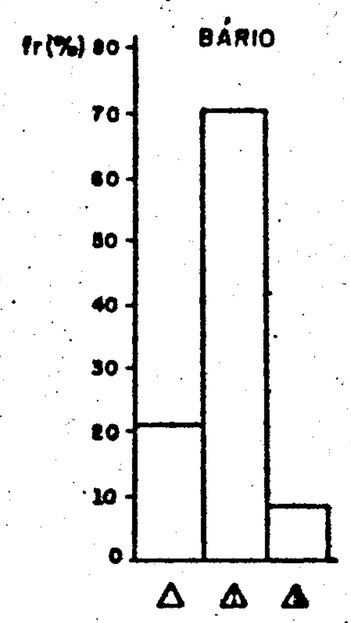
CONVENÇÕES GEOQUÍMICAS

FERRO (%)	MANGANÊS (ppm)	BÁRIO (ppm)
○ < 2.0	□ < 100	△ < 100
◑ 2.0 - 3.0	▨ 100 - 200	◬ 100 - 300
◐ 3.0 - 5.0	◪ 200 - 500	▲ 300 - 1000
	■ 500 - 3000	

HISTOGRAMAS DE FREQUENCIA







OBS: ANÁLISE POR ESPECTROGRAFIA DE EMISSÃO FRAÇÃO < 80MESH.

CONVENIO

DNPM - CPRM

SUREG/SA

SEÇÃO DE GEOQUÍMICA

PROJETO SERRA DE JACOBINA

RECONHECIMENTO GEOQUÍMICO REGIONAL

ESTUDO ORIENTATIVO

ÁREA - TESTE II — FAZENDA PASSAGEM - SAUDE

MAPA DE DISTRIBUIÇÃO GEOQUÍMICA PARA Fe-Mn-Ba

SEDIMENTO DE CORRENTE

NV

ESCALA

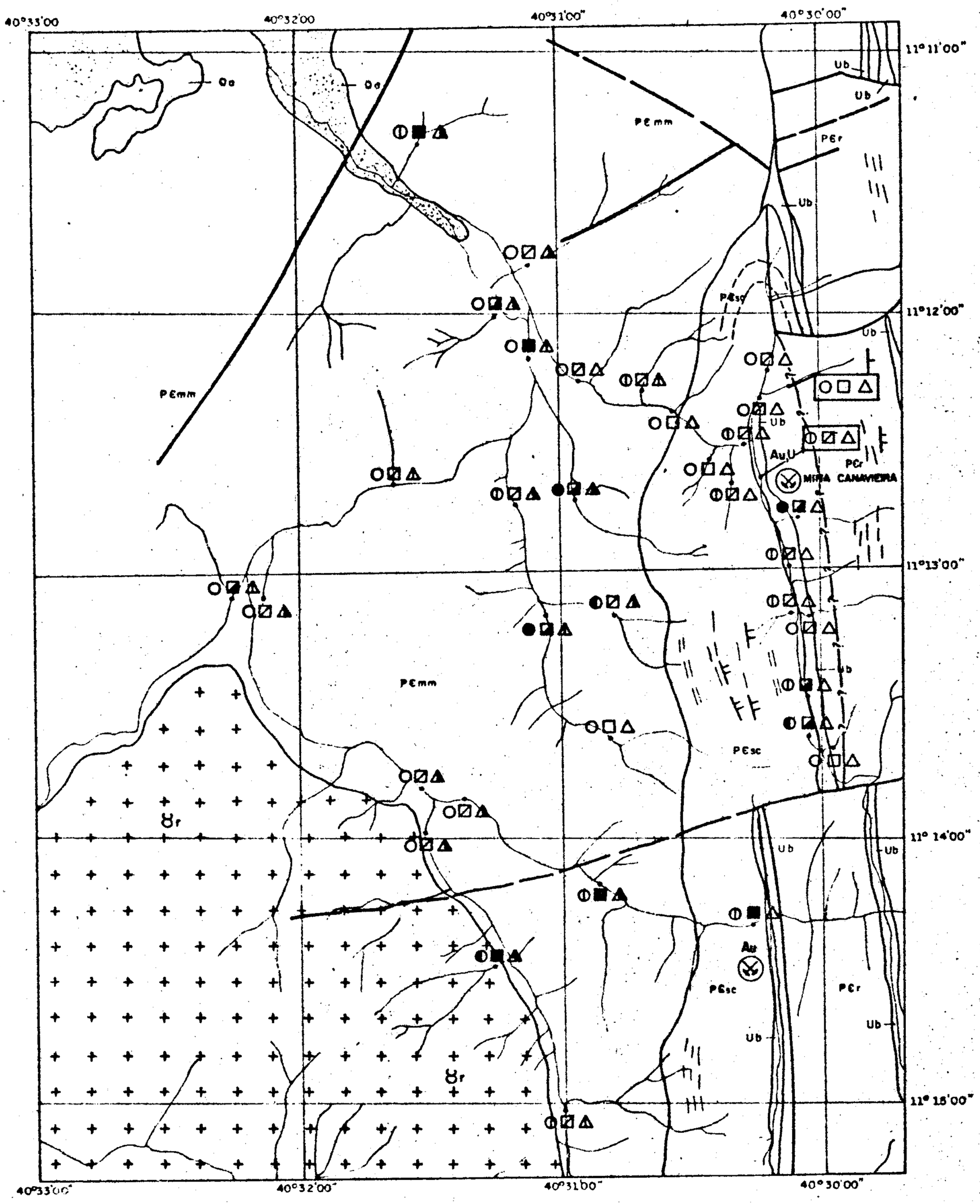
250 0 250 500 750 1000m

1976

FIGURA 22

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA

DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL



CONVENÇÕES GEOLÓGICAS

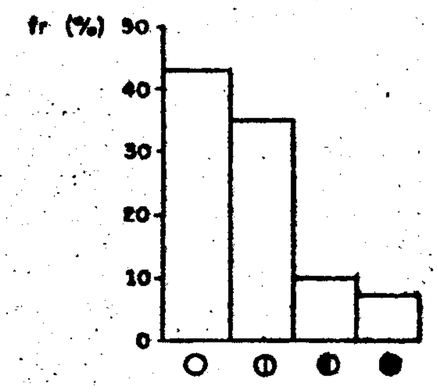
- Qa — Aluvião
- PEr, PEj, PEsc — GRUPO JACOBINA (PEj): Formação Rio do Ouro (PEr): Quartzitos com intercalações de Xistos. Formação Serra do Corrego (PEsc): Quartzitos Quartzitos conglomeráticos e metaconglomera
- Ur — Granito
- Ub — Ultrabásica
- PEmm — Complexo metamórfico migmatítico indiferenciado
- Acamamento indicado
- Contato estratigráfico
- Contato suposto
- Falha indiscriminada
- Falha provável
- Linhas estruturais
- Mina: Au (Ouro) e U (Urânio)

CONVENÇÕES GEOQUÍMICAS

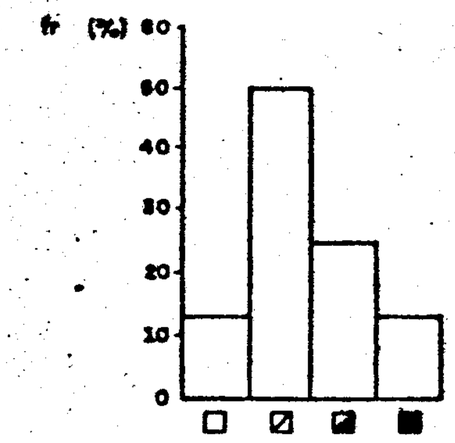
Fe (%)	Mn (ppm)	Ba (ppm)
○ < 2,0	□ < 100	△ < 1
◐ 2,0 – 3,0	▨ 100 – 200	◬ 100
◑ 3,0 – 5,0	◪ 200 – 500	▲ 300
● > 5,0	■ 500 – 3000	

HISTOGRAMAS DE FREQUÊNCIA

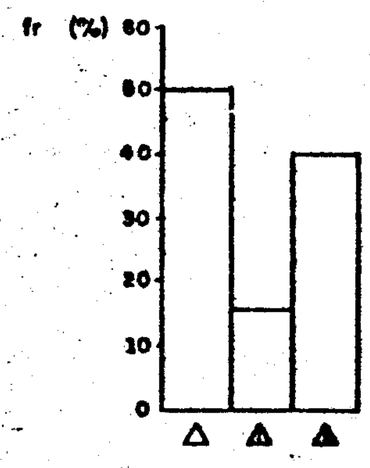
FERRO



MANGANÊS



BÁRIO



Obs.: Análise por ESPECTROGRAFIA DE EMISSÃO
Fração < 80mesh.

CONVENIO DNPM – CPRM

SUREG/SA

SEÇÃO DE GEOQUÍMICA

PROJETO SERRA DE JACOBINA

RECONHECIMENTO GEOQUÍMICO REGIONAL

ESTUDO ORIENTATIVO

ÁREA – TESTE III – FAZ. CANAVIEIRAS, JACOBINA

MAPA DE DISTRIBUIÇÃO GEOQUÍMICA PARA Fe–Mn–Ba

SEDIMENTO DE CORRENTE

NV

ESCALA

250 0 250 500 750 1000m

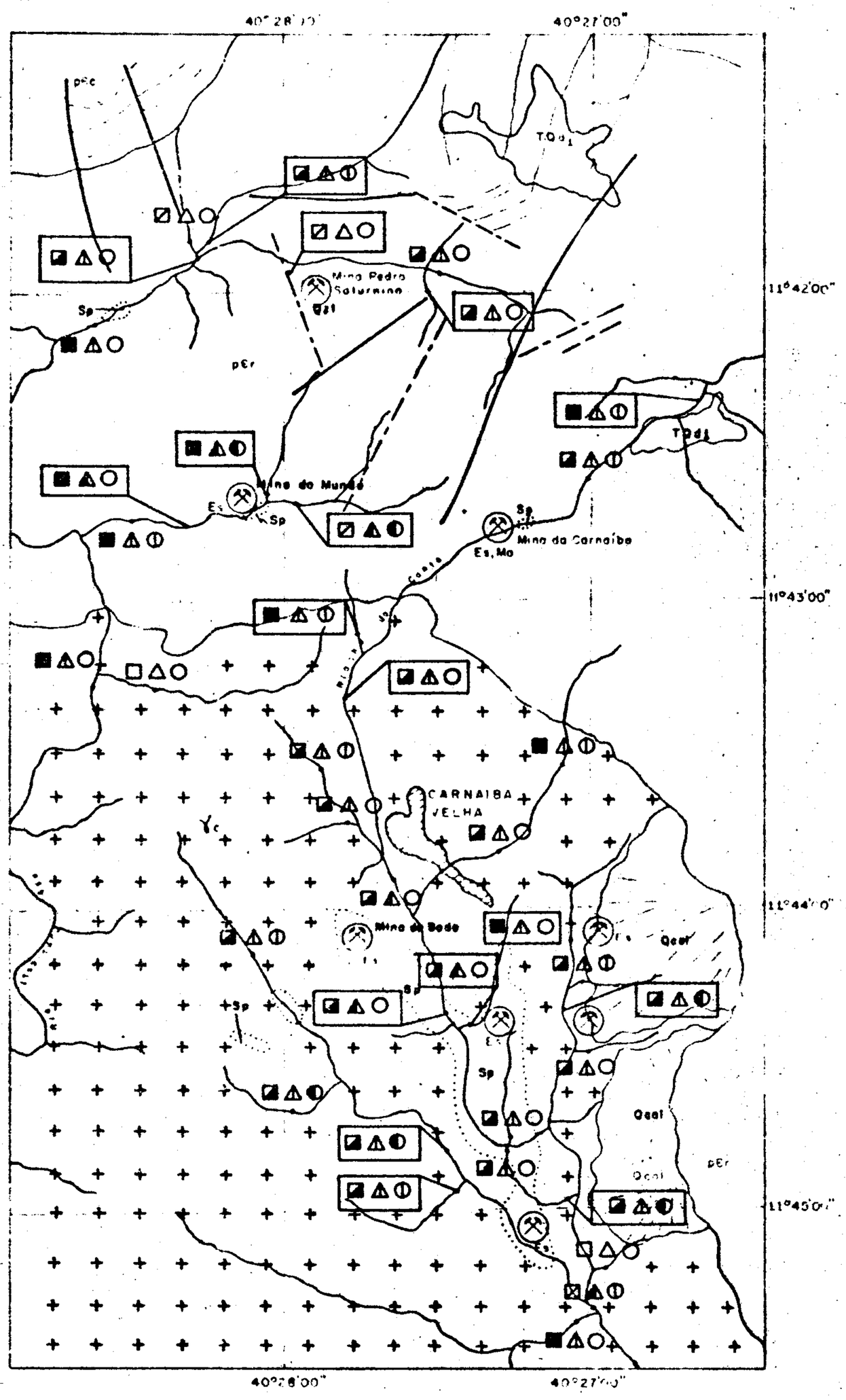
1978

FIGURA 13

POR: ANTONIO OSVALDO, 1978

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA

DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL



CONVENÇÕES GEOLÓGICAS

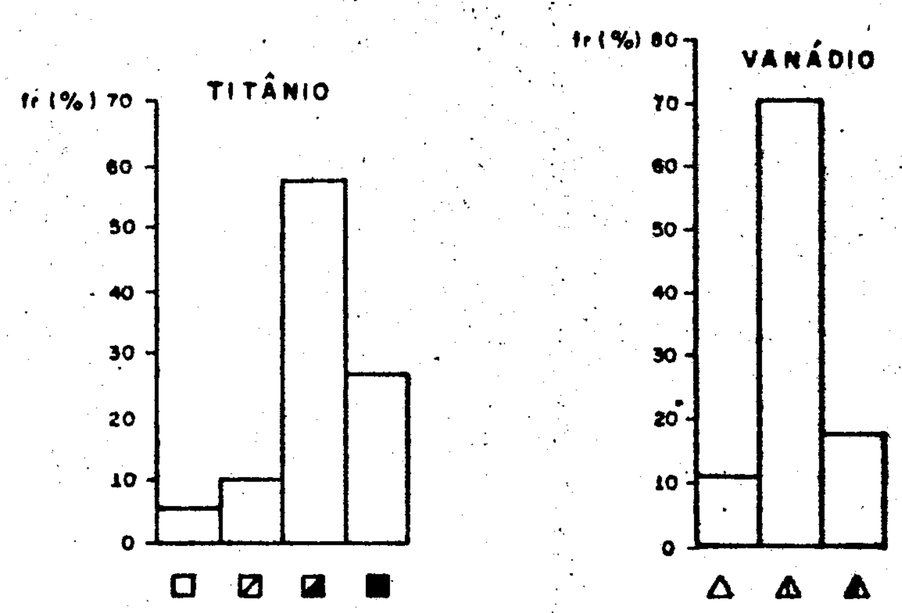
- Qcol — Rolados de encosta (Colúvio)
- TQd1 — Depósitos detríticos relacionados à Superfície Sulamericana
- Yc — Granito de Campo Formoso
- pEc — Formação Cruz das Almas (filitos)
- pEr — Formação Rio do Ouro (quartzitos)
- Sp — Serpentinito
- Contato
- Falha
- Fratura
- Estratificação
- Mina: Es (esmeralda), Mo (molibdenita) e Qrt (Quartzito verde)

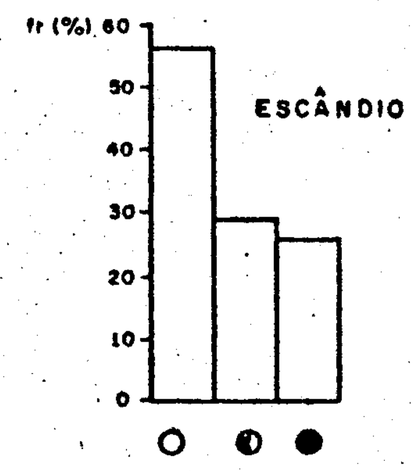
CONVENÇÕES GEOQUÍMICAS

TITÂNIO (%)	VANÁDIO (ppm)	ESCÂNDIO (ppm)
□ < 0,5	△ < 50	○ < 5
▨ 0,5 - 0,7	◬ 50 - 100	◑ 5 - 10
◪ 0,7 - 1,0	◭ 100 - 200	◐ 10 - 20
■ > 1,0		

OBS - ANÁLISE POR ESPECTROGRAFIA DE EMISSÃO (FRAÇÃO < 80 MESH.)

HISTOGRAMAS DE FREQUENCIA





CONVÊNIO DNPM - CPRM

SUREG/SA

ÇÃO DE GEOQUÍMICA

PROJETO SERRA DE JACOBINA

RECONHECIMENTO GEOQUÍMICO REGIONAL

ESTUDO ORIENTATIVO

ÁREA - TESTE I - MINA CARNAÍBA

MAPA DE DISTRIBUIÇÃO GEOQUÍMICA PARA Ti-V-Sc

SEDIMENTO ATIVO DE CORRENTE

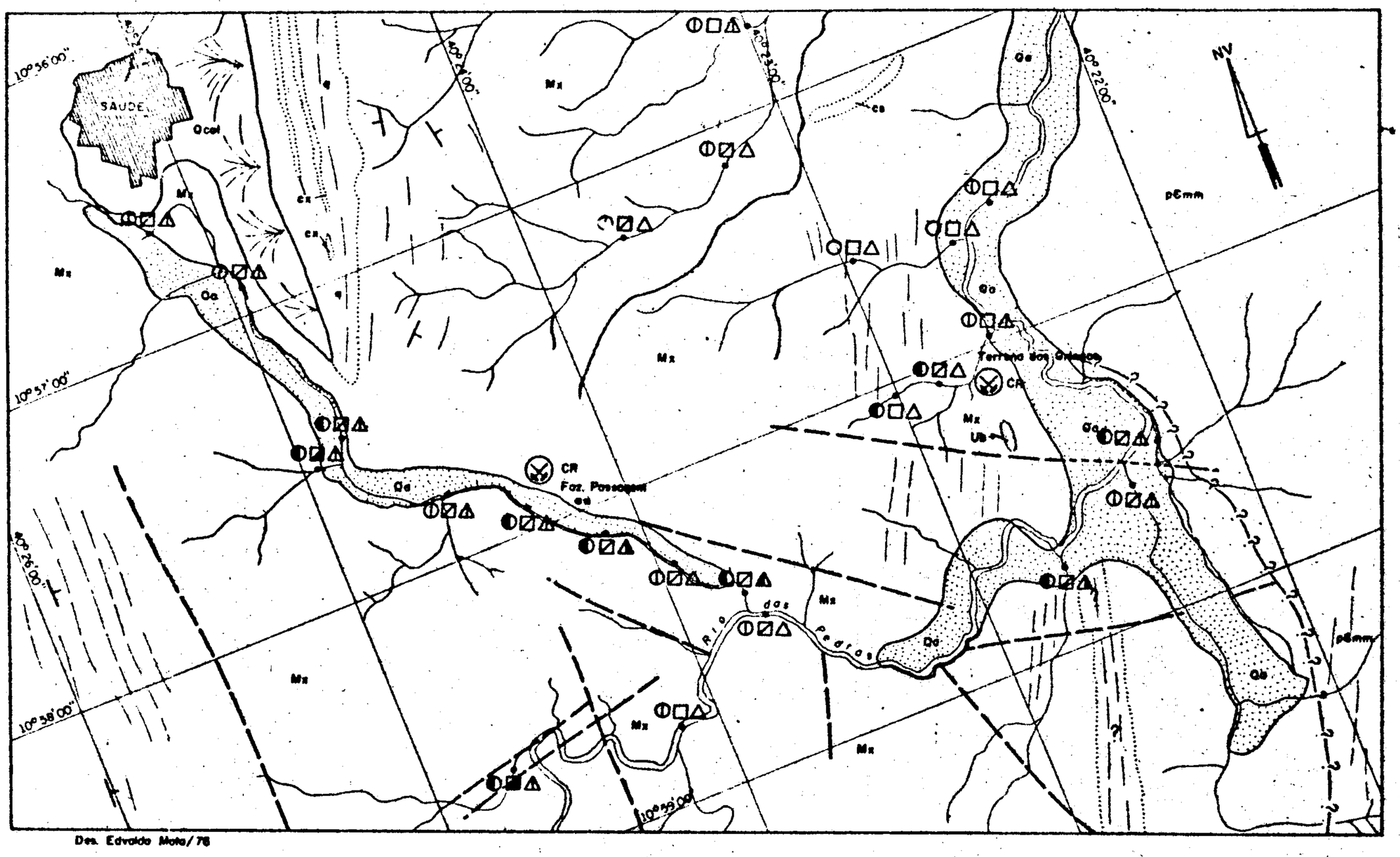
ESCALA

0 250 500 750 1000m

NV

FIGURA 14

HISTA - Renato P Souza



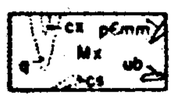
CONVENÇÕES GEOLÓGICAS

Qa

Aluvião

Qcol

Roladas de encostas (Colúvio)



Complexo Metamórfico Migmatítico indiferenciado (pEmm) e com individualização de quartzo-mica-xisto (Mx) e quartzito (q) com intercalações de mica-xisto (cx).
Rochas calcossilicáticas (cs) e ultrabásicas (ub) associadas.

Contato estratigráfico

Contato encoberto

—?—?—
Contato suposto

Falha provável

Falha encoberta

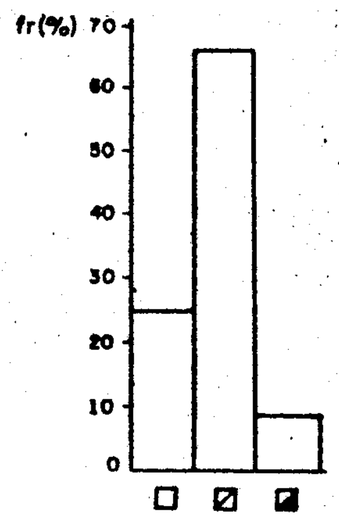
CR — OCORRÊNCIA DE CROMITA

CONVENÇÕES GEOQUÍMICAS

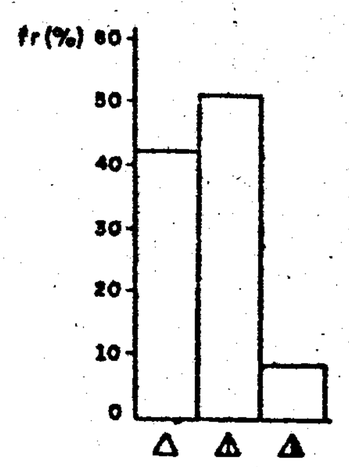
TITÂNIO (%)	VANÁDIO (ppm)	ESCÂNDIO (ppm)
□ < 0.5	△ < 50	○ < 5
▨ 0.5 - 0.7	◬ 50 - 100	◐ 5 - 10
◪ 0.7 - 1.0	▲ 100 - 200	◐ 10 - 20

HISTOGRAMAS DE FREQUENCIA

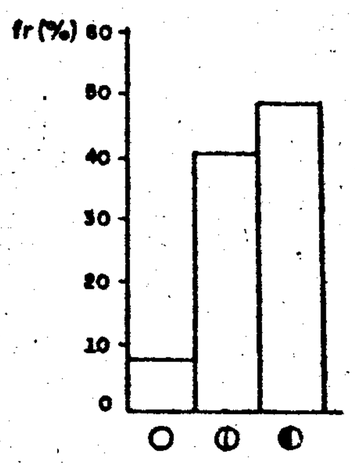
TITÂNIO



VANÁDIO



ESCÂNDIO



OBS: ANÁLISE POR ESPECTROGRAFIA DE EMISSÃO
FRAÇÃO < 80 MESH.

CONVENIO
DNPM - CPRM
SUREG/SA

SEÇÃO DE GEOQUÍMICA

PROJETO SERRA DE JACOBINA

RECONHECIMENTO GEOQUÍMICO REGIONAL

ESTUDO ORIENTATIVO

ÁREA - TESTE II — FAZENDA PASSAGEM - SAUDE

MAPA DE DISTRIBUIÇÃO GEOQUÍMICA PARA Ti - V - Sc

SEDIMENTO DE CORRENTE

NV

ESCALA

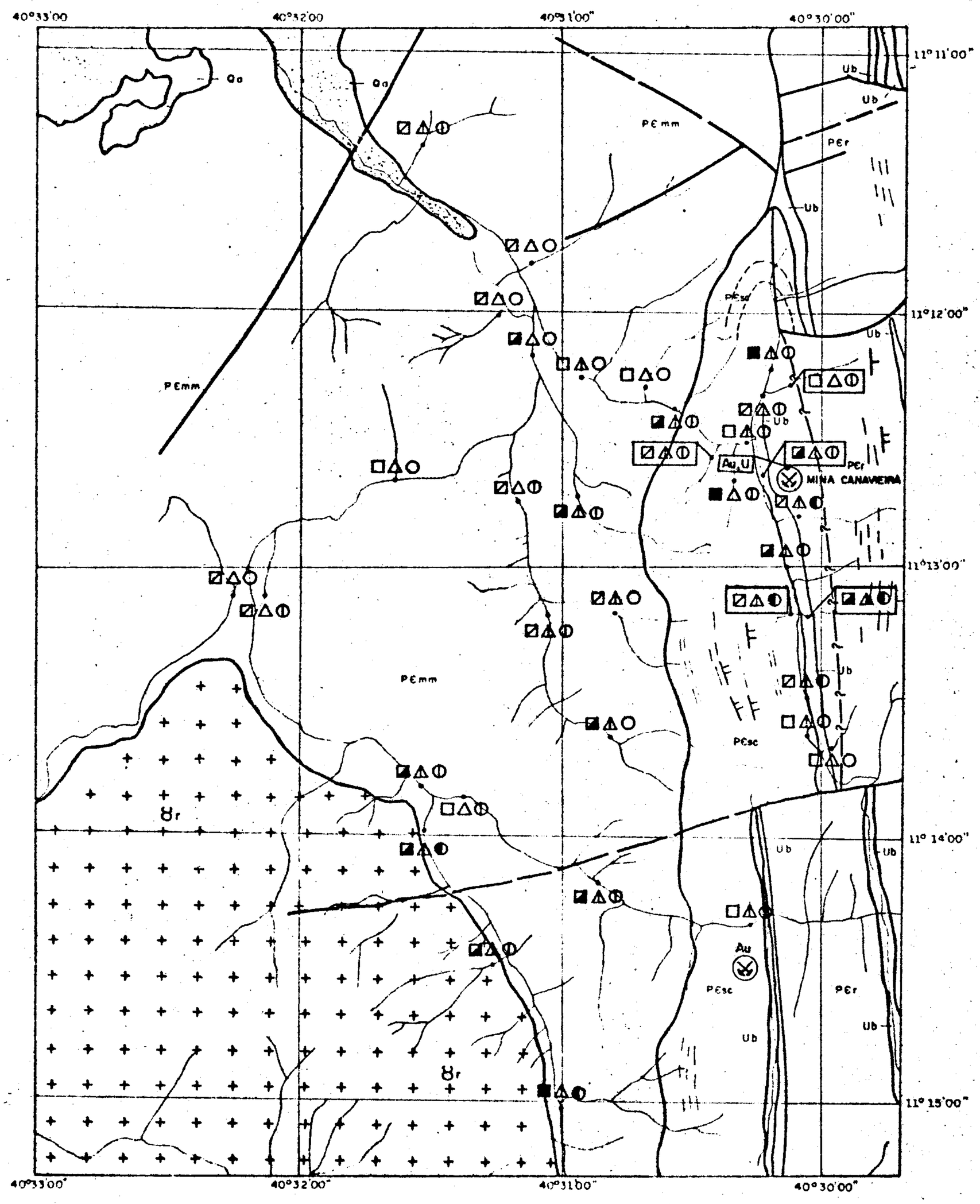
250 0 250 500 750 1000m

1 : 7.5

FIGURA 15

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA

DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL

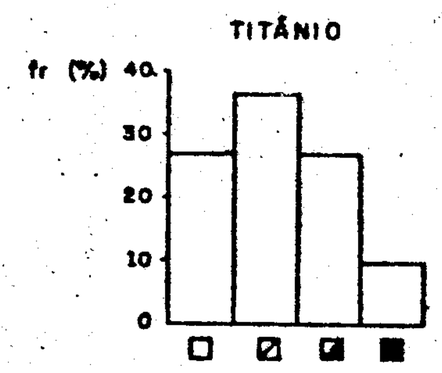


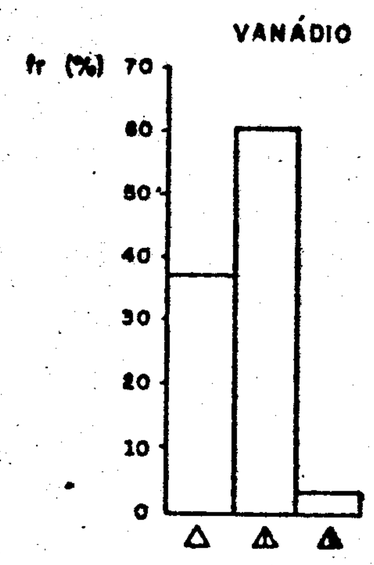
CONVENÇÕES GEOLÓGICAS

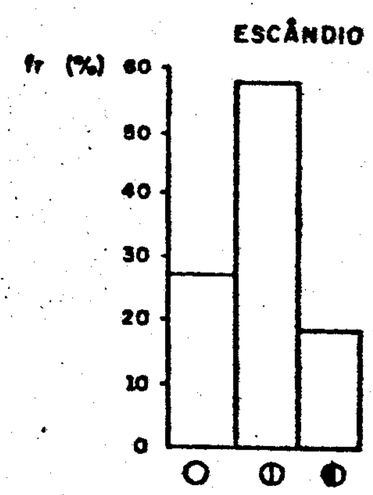
- Qa — Aluvião
- PEr, PEj, PEsc — GRUPO JACOBINA (PEj)
  Formação Rio do Ouro (PEr) Quartzitos com intercalações de Xistos.
  Formação Serra do Corrego (PEsc): Quartzitos, Quartzitos conglomeráticos e metaconglomerados
- γr — Granito
- Ub — Ultrabásica
- PEmm — Complexo metamórfico migmatítico indiferenciado
- Acamamento indicado
- Contato estratigráfico
- Contato suposto
- Falha indiscriminada
- Falha provável
- Linhas estruturais
- Mina: Au (Ouro) e U (Urânio)

CONVENÇÕES GEOQUÍMICAS

Ti (%)	V (ppm)	Sc (ppm)
□ < 0,5	△ < 50	○ < 5
▨ 0,5 – 0,7	◬ 50 – 100	◑ 5 – 10
◪ 0,7 – 1,0	▲ 100 – 200	◐ 10 – 20
■ > 1,0		







Obs.: Análise por ESPECTROGRAFIA DE EMISSÃO
Fração < 80 mesh

CONVENIO
DNPM – CPRM
SUREG/SA

SEÇÃO DE GEOQUÍMICA

PROJETO SERRA DE JACOBINA

RECONHECIMENTO GEOQUÍMICO REGIONAL

ESTUDO ORIENTATIVO

ÁREA – TESTE III – FAZ. CANAVIEIRAS, JACOBINA

MAPA DE DISTRIBUIÇÃO GEOQUÍMICA PARA Ti-V-Sc

SEDIMENTO DE CORRENTE

NV

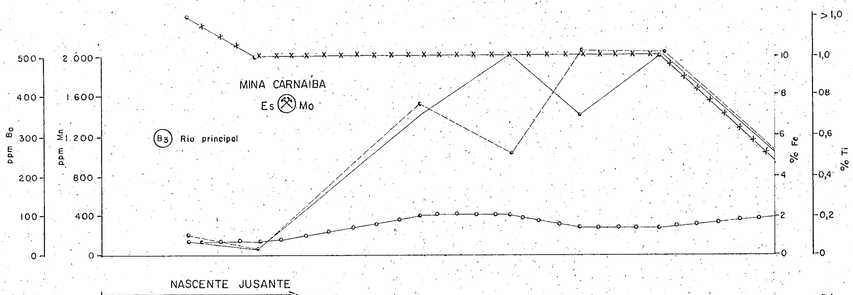
ESCALA

250 0 250 500 750 1000 m

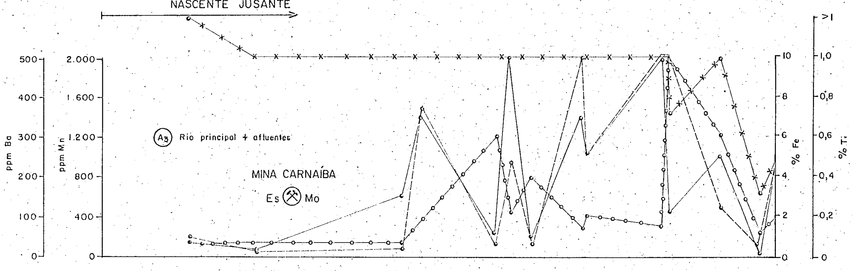
1978

FIGURA 16

© ANTONIO OSVALDO, 1978

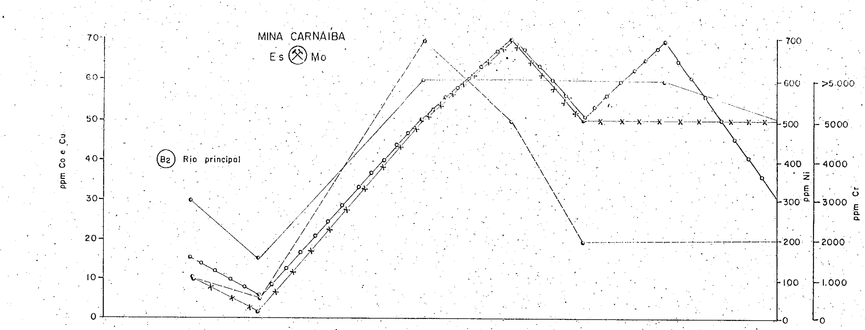


Perfil linear ao longo do Rch. principal. Amostras coletadas ao longo do Rch. principal sem levar em conta os seus afluentes.

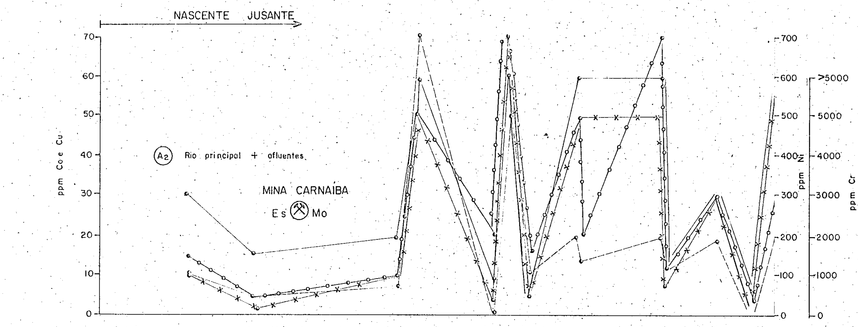


Perfil linear do Rch. principal. Amostras coletadas ao longo do Rch. principal de seus afluentes.

PARTE - 3 - Perfis geoquímicos para ferro, titanio, manganes e bário

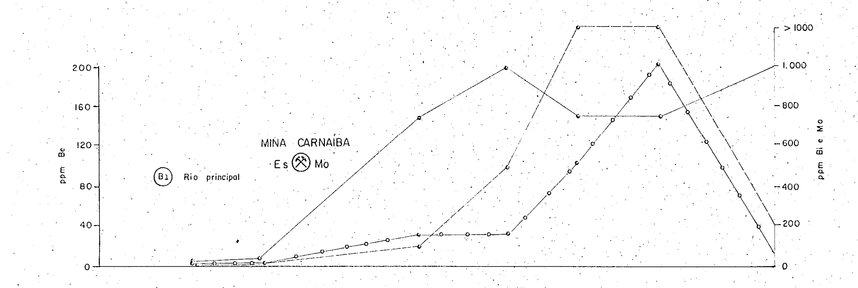


Perfil linear ao longo do Rch. principal Amostras coletadas ao longo do Rch. principal sem levar em conta os seus afluentes.

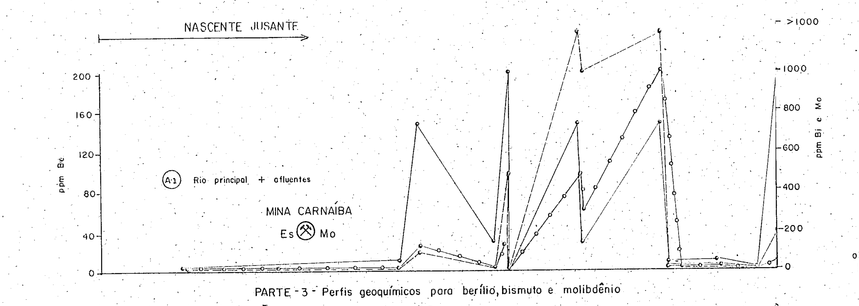


Perfil linear. Amostras coletadas ao longo do Rch. principal e dos seus afluentes.

PARTE - 2 - Perfis geoquímicos para cobre, niquel, cobalto e cromo



Perfil linear ao longo do Rch. principal sem levar em conta os seus afluentes.

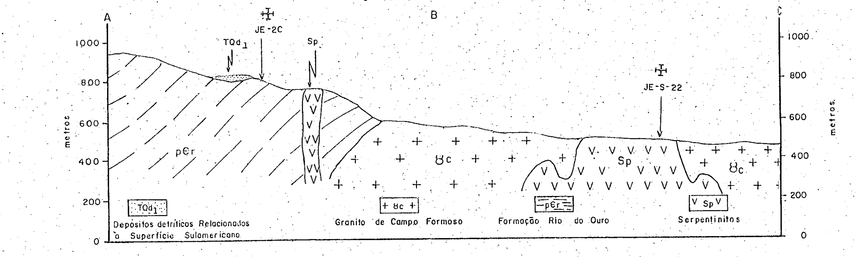


Perfil linear. Amostras coletadas ao longo do riachos e dos seus afluentes.

Escala Horizontal

0,5 0 0,5 1,0 1,5 2,0 Km.

PARTE - 3 - Perfis geoquímicos para berílio, bismuto e molibdênio



PERFIL AB DIREÇÃO APROX. NE-SW
PERFIL BC DIRECAO APROX. NW-SE

Estação de referência
1526° - JE-S-22

CONVÊNIO
DNPM-CPRM
SUREG/SA
SEÇÃO DE GEOQUÍMICA

PROJETO SERRA DE JACOBINA

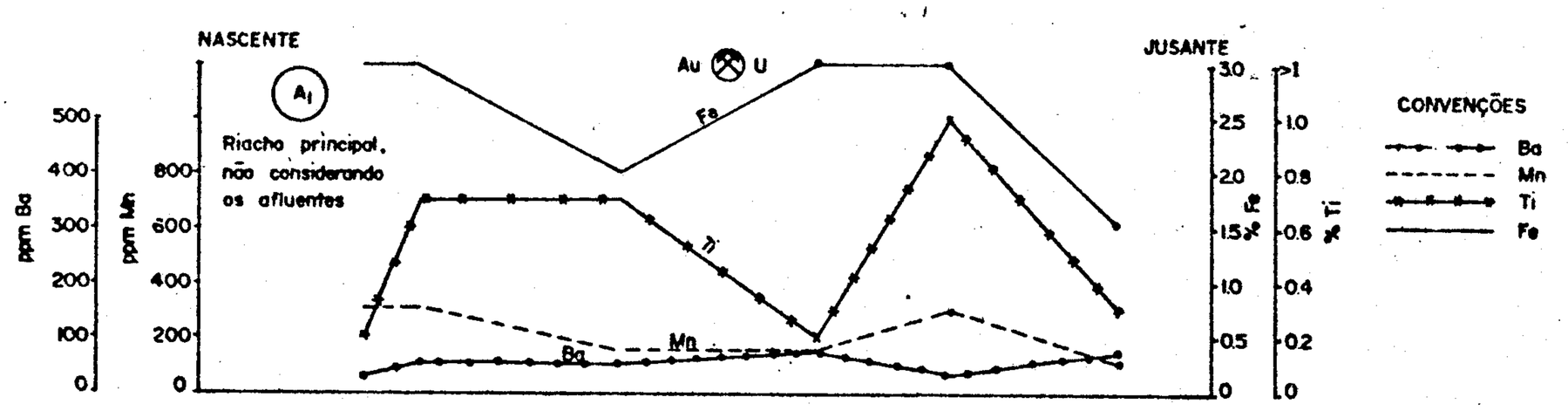
RECONHECIMENTO GEOQUÍMICO REGIONAL

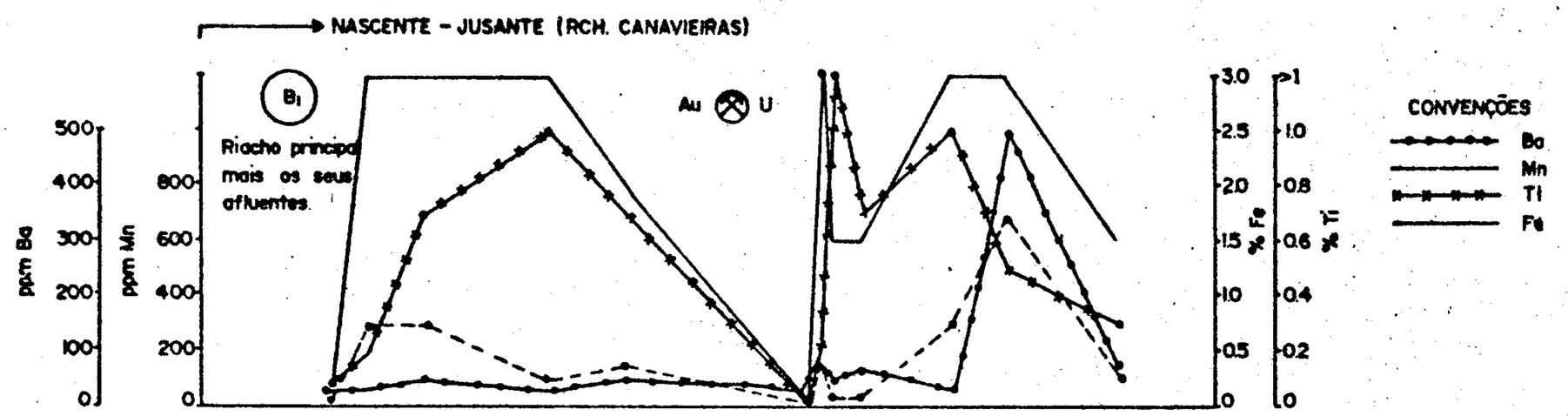
— ESTUDO ORIENTATIVO —

Figura 17 Perfis geoquímicos para sedimento de corrente na bacia de captação da mina de Carnaíba (Esmeralda e molibdenita). Estudo comparativo da distribuição dos metais considerando: (1) exclusivamente o riacho principal e (2) o riacho principal e mais os seus afluentes. Análise espectrografica de emissão. Fração testada inferior a 80 mesh.

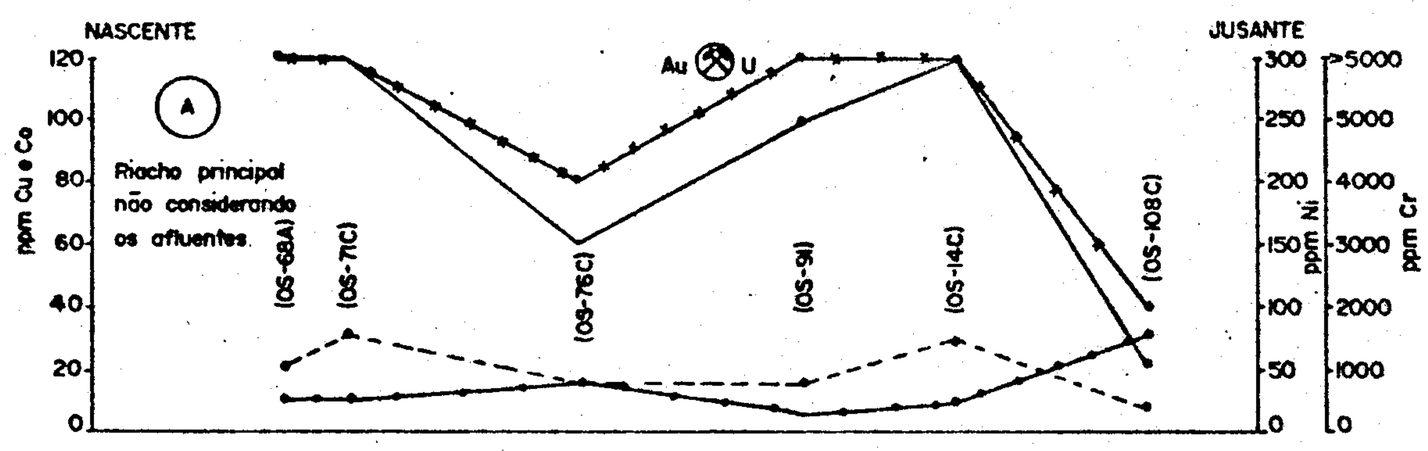
FIGURA 17

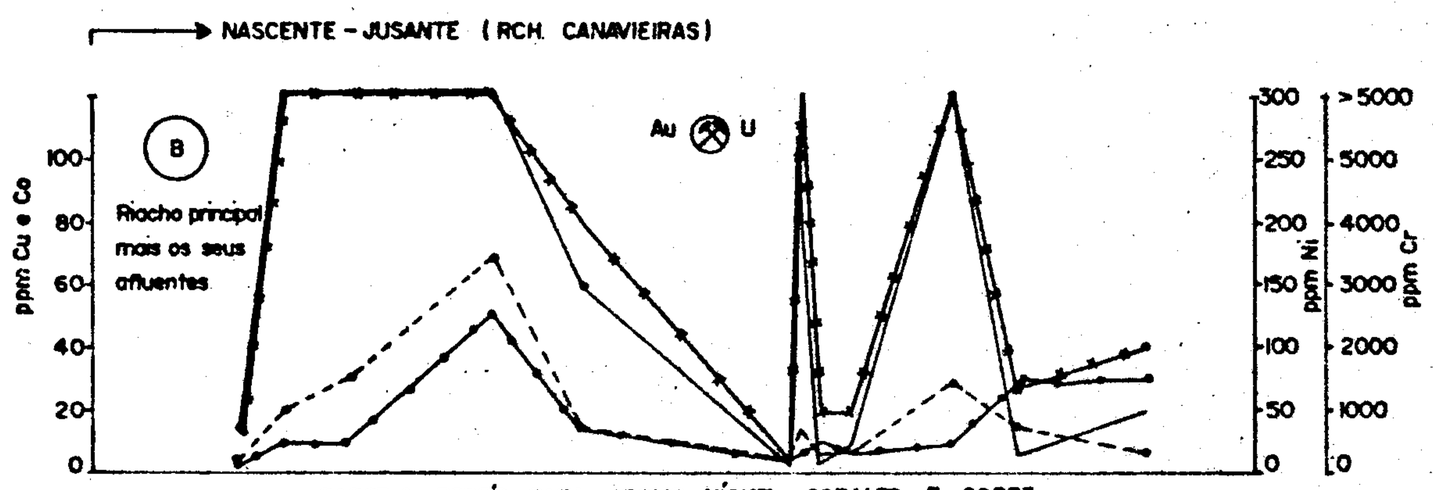
Des. Luiz Antonio



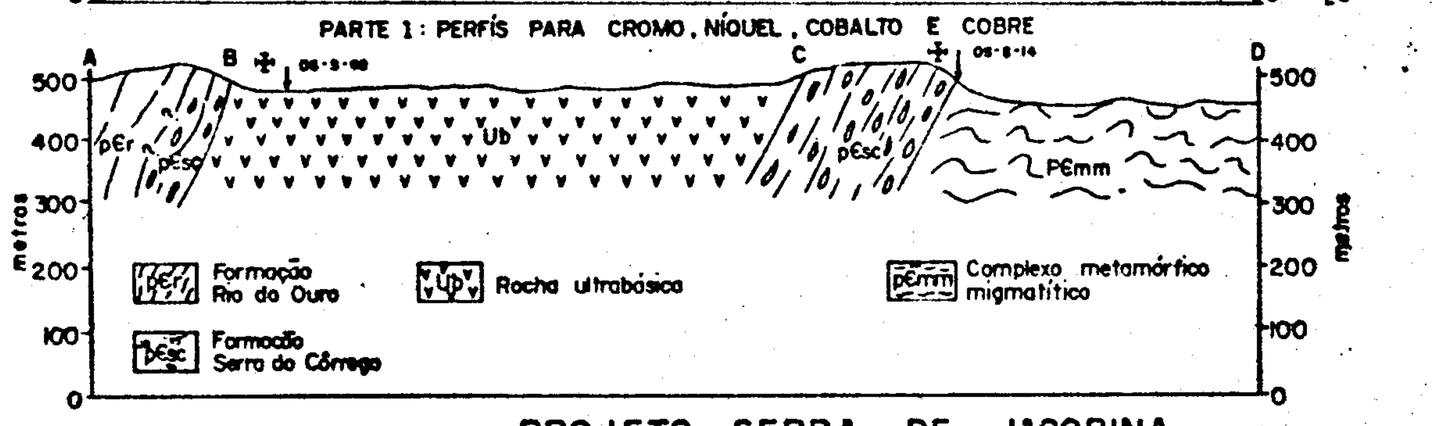


PARTE 2: PERFÍS PARA FERRO, TITÂNIO, MANGANÊS E BÁRIO





PARTE 1: PERFÍS PARA CROMO, NÍQUEL, COBALTO E COBRE



PERFIL $\overline{AB}$ DIREÇÃO APROX. E-W
PERFIL $\overline{BC}$ DIREÇÃO APROX. SSE-NNW
PERFIL $\overline{CD}$ DIREÇÃO APROX. SE-NW

Estação de referência
1183-OS-3-14

CONVÊNIO
DNPM — CPRM
SUREG/SA

SEÇÃO DE GEOQUÍMICA

PROJETO SERRA DE JACOBINA

ESTUDO ORIENTATIVO — ÁREA TESTE III

FIGURA 18 - Perfis geoquímicos em sedimento de corrente na bacia de captação da mina de ouro de Canavieiras

Análise espectrográfica semiquantitativa. Fração inferior a 80 mesh.

ESCALA HORIZONTAL
250 0 250 500 750 1000 m

FIGURA 18

Des. Jurandir Castro / 78

CONVÊNIO
DNPM-CPRM
SUREG/SA
SEÇÃO DE GEOQUÍMICA

PROJETO SERRA DE JACOBINA

RECONHECIMENTO GEOQUÍMICO REGIONAL

— ESTUDO ORIENTATIVO —

CONVENÇÕES

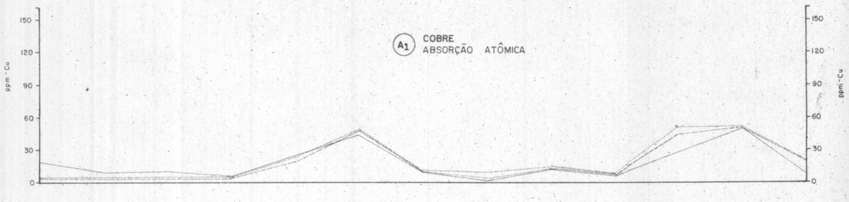
Frações granulométricas

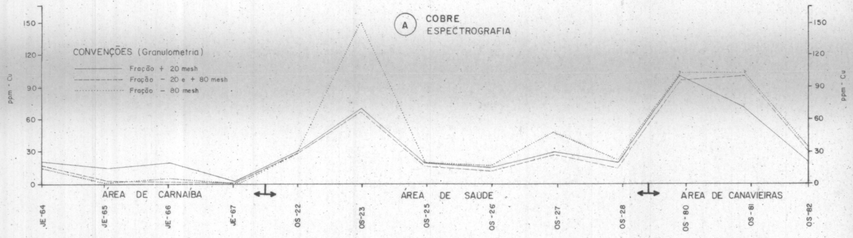
——— + 20 mesh.
- - - - - - - 20 e + 80 mesh.
— — — — — 80 mesh.

05-27 - Estação de amostragem
(5 26-05-5-27
(Sedimento)

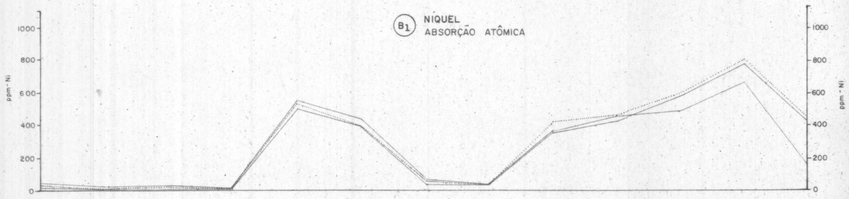
Figura 19 Perfis geoquímicos para cobre, níquel, cobalto e manganês segundo as respectivas análises por espectrografia de emissão e espectrofotometria de absorção atômica em sedimentos de corrente. Testes em três frações granulométricas: a) maior que 20 mesh, b) menor que 20 e maior que 80 mesh, c) menor que 80 mesh.

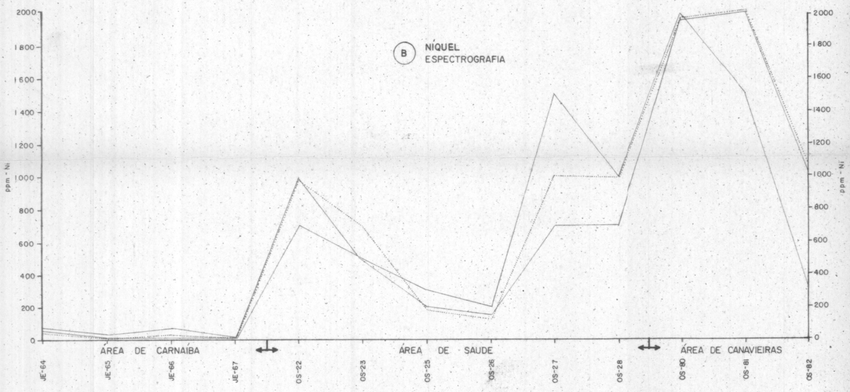
Nota: As amostras utilizadas na elaboração destes perfis foram selecionadas aleatóriamente dentro das populações amostradas nos três alvos-teste, segundo os diferentes controles geológicos c-brangidos.



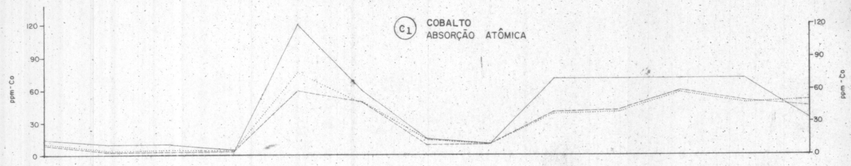


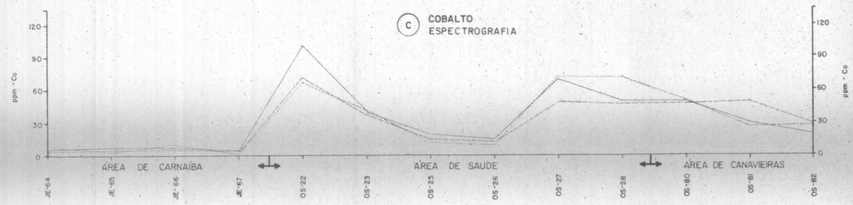
Parte I - Perfis para Cobre



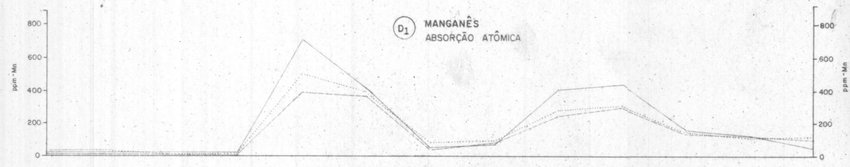


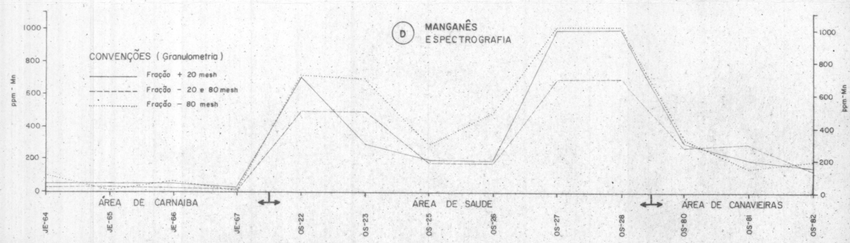
Parte II - Perfis para Níquel





Parte III - Perfis para Cobalto





Parte IV - Perfis para Manganês

FIGURA 19

LA.

pidamente durante o intemperismo formando óxidos e hidróxi - dos. Os molibdatos solúveis e os compostos coloidais formados durante o intemperismo são transportados a maiores dis - tâncias sem serem redepositados na zona de cimentação numa extensão considerável. Todavia, na presença do ferro o Mo tem reduzida mobilidade (LEVINSON, 1974), tanto pelo fato de le ser absorvido pelo óxido hidratado de ferro, como também por ser precipitado como ferrimolibdita, $Fe_2 (MoO_4)_3 \cdot 8 H_2O$. HANSULD (1967) assinala a importância de pH 6 como limite entre molibdênio ácido e ânion molibdato. Convém notar este pH, próximo à neutralização, domina nos alvos-teste do presente estudo orientativo. O molibdato ácido é relativamente insolúvel em contraste com o ânion molibdato. No ambiente de solo, o molibdênio oxidado ocorreria predominantemente como ânion imóvel molibdato ácido enquanto no ambiente de rio do tipo ora pesquisado, ocorreria como o relativamente móvel ânion molibdato. Daí a boa caracterização geoquímica notada para Mo em sedimentos de corrente (fig. 23) nos riachos das bacias de captação da mina de Carnaiba que encerra mineralização de molibdenita.

Quanto ao comportamento do bismuto RANKAMA E SAHAMA (op. cit.) registram que o mesmo é facilmente precipitado como carbonato básico o qual é formado durante a decomposição hidrolítica de sais de bismuto em solução aquosa. Deste modo ele se torna enriquecido nos hidrolisatos. Assim, as concentrações anômalas de Bi, vinculadas aos micaxistos de Carnaíba, aparecem bem configuradas nos sedimentos das drenagens contíguas a zona mineralizada.

6.2 Concentrado de Batéia

A amostragem de concentrado de batéia com

preendeu a coleta de 12 amostras no alvo-teste de Carnaíba, 10 em Saude e 14 em Canavieiras. Os concentrados foram obtidos a partir de 10 litros de material aluvionar, tendo sido, para efeito de teste, tomados 6 concentrados adicionais em solo sobre a mina da Carnaiba. Foram feitos estudos comparativos entre os resultados das análises geoquímicas e mineralógicas (determinação de minerais pesados) envolvendo o material coletado.

6.2.1 Associação Cu - Ni - Co - Cr.

É assinalada em concentrado de batéia uma correlação muito boa entre estes metais, refletidos nos três alvos-testes, a sua ascendência a partir de rochas ultrabásicas. Os mapas de distribuição geoquímica (figuras 20 a 24) evidenciam esse comportamento.

As médias mais expressivas para Cr (1330 ppm), Co (11 ppm) e Cu (10,8 ppm) são registradas no alvo-teste de Saude (mineralização de cromita) sendo apenas para Ni (44,2 ppm) obtida melhor média em Canavieiras, em zona de influência de rochas ultrabásicas. Melhor dispersão relativa para Cr e Ni é assinalada no alvo de Canavieiras, Co em Saude e Cu em Carnaíba (tabela 1).

O cobre no alvo de Carnaíba mostra uma associação muito forte com Fe, Ni, V, Sc sendo a mesma moderada com o Nb. Em Saude tem-se associações moderadas do Cu com Fe, Co, Cr (fig. 21) e também com Y e V. Um perfil geoquímico correspondente a um grupo de amostras de concentrado, selecionadas aleatoriamente, mostra (figura 25) a observancia destas associações. O Co aparece numa forte associação com Fe e V nos três alvos-teste, estando na área-teste de Carnaíba numa expressiva correlação com os elementos Ni e Mn enquanto em Canavieiras se associa com Y, Mn, Cr, Cu e La (tabela 3).

6.2.2 Associação Be- Bi - Mo - Mg.

Mostrando a mesma ascendencia referida no item (6.1.2) para sedimento, esta associação se faz realçar especialmente no alvo-teste de Carnaíba (figs. 23 e 24).

A insuficiência de um número de amostras com o grau de detecção satisfatorio impediu uma avaliação mais acurada da matriz de correlação o que foi viável, em parte, apenas para Be e Mo em Carnaíba (tabela 1).

A associação destes elementos é claramente perceptível na amostra JE-B-18 com Be (150 ppm) - Bi (+ 1000 ppm) - Mo (1000 ppm) - Mg (0,7 %) e também Nb (50 ppm) - Ni (200 ppm) - Cr (+5000 ppm) - V (200 ppm) - Sc (15); amostra JE-B-24 com Be (2 ppm) - Mo (100 ppm) - Mg (0,3 %) - Nb (50 ppm) - Cr (2000 ppm); amostra JE-B-48 com Be (100 ppm) - Mo (20 ppm) - Mg (0,3 %) - Cr (5000 ppm) - Nb (100 ppm) - Ni (200 ppm). Convém notar que em sedimento de corrente tais associações são mais consistentes e constantes.

Uma breve comparação entre sedimento (JE-S-47) e concentrado de batéia (JE-B-48) mostra igual comportamento para os teores de Be (100 ppm) e Mo (20 ppm) enquanto são assinalados fatores de enriquecimento no sedimento em relação ao concentrado para os elementos Cu (2 x), Ni (5 x), Co (5 x) e Cr (1 x). O nióbio mostra maior fator de enriquecimento no concentrado (10 x)

6.2.3 Associação Au- Ni - (V - Sc - B)

No alvo-teste de Canavieiras o ouro ocorre associado a metaconglomerados sendo sua origem considerada sedimentar com remobilização posterior por soluções hidrotermais.

A associação geoquímica Au-Ni-V-B- observada em concentrado de batéia neste alvo parece indicar uma certa ascendência hidrotermal, em que pese o fato do caráter sedimentar do depósito estar razoavelmente caracterizado por algumas expressivas associações do Au com La-Zr-Nb como exemplo na amostra OS-B-63 com Au (15 ppm), La (500 ppm), Nb (20 ppm), Zr (+ 1000 ppm) e na amostra JE-B-116 com Au (10 ppm), La (+ 1000 ppm), Nb (20 ppm) e Zr (+ 1000 ppm), associações tipicamente vinculadas a depósitos de plácer.

A matriz de correlação (tabela 3) evidencia em Canavieiras associações do ouro com V e, mais discretamente, com Ni, Sc.

A prospecção geoquímica para ouro em concentrado de batéia permitiu uma excelente caracterização da sua distribuição (figura 24) e associação com elementos farejadores normalmente discretos em outros meios (sedimento, solo e rocha).

6.2.4 Comentário Sobre as Análises Mineralométricas

As amostras de concentrado de batéia pertinentes aos três alvos-teste foram submetidas preliminarmente a análise mineralógica semiquantitativa para determinação dos minerais pesados, sendo em seguida processadas análises geoquímicas por espectrografia de emissão (30 elementos) e absorção atômica (Au, Cu, Ni, Co, Mn e Ag).

Como estabelece FERSMAN (1939), cada paragênese é uma associação definida e regular de elementos e minerais que estão relacionados por processos químicos específicos. Neste contexto cada associação natural de minerais fornece uma indicação para os elementos ou minerais que podem ocorrer numa dada paragênese. Também estas associações podem

mostrar a improbabilidade de algumas substâncias estarem presentes numa área particular.

No presente estudo orientativo foi feita uma tentativa de caracterizar a associação mineralógica presente com vistas a obter uma melhor consistência dos dados geoquímicos. É em seguida, apresentada algumas observações inferidas das duas análises.

A análise mineralométrica de concentrado de batéia evidenciou a presença do mineral Scheelita $Ca(WO)_4$ - em duas amostras, uma no alvo de Carnaiba (JE-B-18) e outra no alvo de Saude (OS-B-2).

Surpreendentemente, todavia, não foi detectada a presença de W nas análises espectrográficas de emissão. Algumas hipóteses podem ser levantadas quanto à não correspondência entre os resultados registrados: (1) o tungstênio teria aparecido abaixo do limite de detecção de espectrografia (50 ppm) em decorrência da não homogeneização da massa de schelita contida na amostra. (2) teria havido interferência de algum outro elemento mascarando a raia do espectro correspondente ao tungstênio; (3) haveria a possibilidade de ter sido visualizado um outro mineral na análise mineralométrica, com propriedades físicas semelhantes à scheelita e que, por um lapso do analista, tenha sido descrita como esta. Poder-se-ia, também tentar análise geoquímica por outro método sendo recomendado colorimetria .

Caso similar ocorreu com a amostra OS-B--66, na área da mina de ouro de Canavieiras, na qual a análise mineralógica indicou a presença de calcopirita associada a ouro visível, não havendo, todavia, comprovação de concentração anômala de cobre, com a espectrografia indicando 5 ppm. A paragênese sulfetada é aí reforçada pela presença da pirita. Em diversas amostras (JE-B-10, 18 e 48) tal paragêne

se aparece mais consistente com a presença simultânea de molibdenita (MoS_2) e calcopirita vinculada a ouro. Em duas amostras a espectrografia confirmou teores de Mo: 1000 ppm na JE-B-18 e 20 ppm na JE-B-48.

Com relação ao ouro metálico a análise mineralométrica evidenciou a presença de ouro visível em diversas amostras de concentrado de batéia, especialmente no alvo-teste de Canavieiras: OS-B-63, 66, 69, 75, 77, 89 e 95. Convém notar que nestas amostras os resultados das análises espectrográficas para ouro foram desestimulantes, em parte devido ao fraco limite de sensibilidade do método (10 ppm). Naquelas mesmas amostras obteve-se uma excelente consistência e precisão dos resultados por absorção atômica, com uma sensibilidade de 0,05 ppm: foram registrados teores de 15, 42, 65, 120, 98, 20 e 65 ppm de Au respectivamente, evidenciando a adequação do método.

A magnetita, em expressivas concentrações, exerce considerável influência no ambiente da dispersão secundária dos alvos-teste. Parece haver uma correspondência especial entre a magnetita e os elementos Ni, Co e Cr. Para Ni e Co esta associação pode ser explicada pela incorporação dos mesmos durante a coprecipitação dos óxidos de Fe e Mn. Quanto ao cromo, haveria a possibilidade do mesmo fazer parte da própria estrutura da magnetita analisada.

Em síntese, o estudo mineralométrico dos concentrados de batéia não acrescentou muitos subsídios à caracterização geoquímica dos alvos-teste. As análises geoquímicas destes materiais especialmente por absorção atômica, particularmente para ouro, fornecem resultados muito seguros e eficazes na definição das zonas anômalas ou na indicação de eventuais mineralizações. Ademais, as análises mineralógicas exigem um tempo considerável e acarretam retardamento na exe

	Au-A-A	Zr-S	Zn-S	Y-S	V-S	Sc-S	Pb-S	Ni-S	Nb-S	Mo-S	La-S	Cu-S	Cr-S	Co-S	Bi-S	Be-S	Ba-S	B-S	Mn-S	Ti-S	Ca-S	Mg-S	Fe-S
Fe - S	□	▲ □		● ◬ (□)	● ▲ ■	○ ▲	(○)	◑ ▲ ■	(○) ▲ (□)	◬	◑ △ (□)	◐ ▲ □	◐ ▲ ◧	● ▲ ■		◬	(○) (□)	◑ ▲ (□)	● ▲ □	◬ □	(○) ◬ □	(○) ▲ ◫	● ▲ ■
Mg - S	□	▲ (□)		(○) ▲ (□)	(○) ▲ □	○ △ (□)	◑	● ▲ ◫	◑ (△) (◧)	◬	● △ □	(○) ◬ □	○ ▲ □	○ ◬ ◫		▲	○ (□)	◐ ▲ (□)	○ ▲ □	◬ (◫)	● ◬ ◧	● ▲ ■	
Ca - S	(□)			(○) ◬ (□)	(○) ◬ (□)	● ▲		◑ ◬ □ ○		◬	◑ (◬) □	(◐) ◬	(○) △ (◫)	○ (△)		▲	○ ◧	○ (△) □	○ △ ◫	◬ (□)	● ▲ ■		
Ti - S	(□)	▲ ■		▲ ■	◬ □	△		△ (□) (△)		◬	◬ ◫	(△)	◬ (□)	△ ◫		◬	◧	◬ ◫	▲ ◧	▲ ■			
Mn - S	(◫)	▲ □		● ◬ ■	◐ ▲ □	◐ △ ◫	(◑)	○ ▲ □ (○) (▲) ◫		△	● ◬ ◧	◑ △ ◫	◑ ▲ (□)	● ▲ ◫		◬	(○) ◫	◑ ◬ □	● ▲ ■				
B - S	◫	▲ ◫		○ △ ◧	◑ ◬ (□)	(◑) (△)	◑	◐ △ (◫)	◑ △ ■	(△)	◑ ◬ ◧	○ ◬ (□)	○ ▲ (□)	○ △ (◫)		◬	(◐) (□)	● ▲ ■					
Ba - S	(◧)			(○) ◫	(○) (□)	○ (□)	○	(○) (◫)	◑ □		(○) □	○ □	○ (◧)	○ (□)			(◐) ■						
Be - S				◬	▲	◬		▲	△	△	(△)												
Bi - S																							
Co - S	(□)			● ◬ (□)	● ▲ ■	○ ▲	○	◑ ▲ ■	○ △ □	△	● △ (□)	◐ (□)	● ◧	● ▲ ■									
Cr - S	□	▲		◐ △ (□)	◑ ▲ ◧	(○) ◬ □	●	◑ ▲ ■	◐ □	(△)	◑ (△) (□)	◐	● ■										
Cu - S	□			◐ △ □	◐ ▲ ◫	(◑) ▲ ◫	○	○ ▲ □	○ ◬ (◧)	◬	△ (□)	● ▲ ■											
La - S	(◫)	◬		◐ ◬ ■	◑ △ (□)	◑ ◬ □	●	● (△) (□)	◐ △ ◧	▲	○ ▲ ■												
Mo - S				▲	◬	◬		◬	◬	▲													
Nb - S	(□)			(○) ■	○ ◬ (□)	(◑) ◬ □	●	◑ ◬ (□)	● ▲ ■														
Ni - S	◫	△ □		◑ ◬ (□)	◑ ▲ ■	(○) ▲ ■	◑	● ▲ ■															
Pb - S				(○)	○	(◑)	●																
Sc - S	◫			○ ◬ ◫	(○) ▲ ◧	● ▲ ■																	
V - S	◧	◬ □		● ◬ (□)	● ▲ ■																		
Y - S	(□)			● ▲ ■																			
Zn - S																							
Zr - S		● ■																					
Au-A-A	■																						

CONVÊNIO

DNPM - CPRM

SUREG/SA

SEÇÃO DE GEOQUÍMICA

CONVENÇÕES

COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO	ALVOS - TESTE		
	SAUDE	CARNAIBA	CANAVIEIRAS
≥ 0,7	●	▲	■
0,5 - 0,7	◐	◬	◧
0,3 - 0,5	◑	◬	◫
≤ 0,3	○	△	□
( )	CORRELAÇÃO INVERSA		

PROJETO SERRA DE JACOBINA

ESTUDO ORIENTATIVO

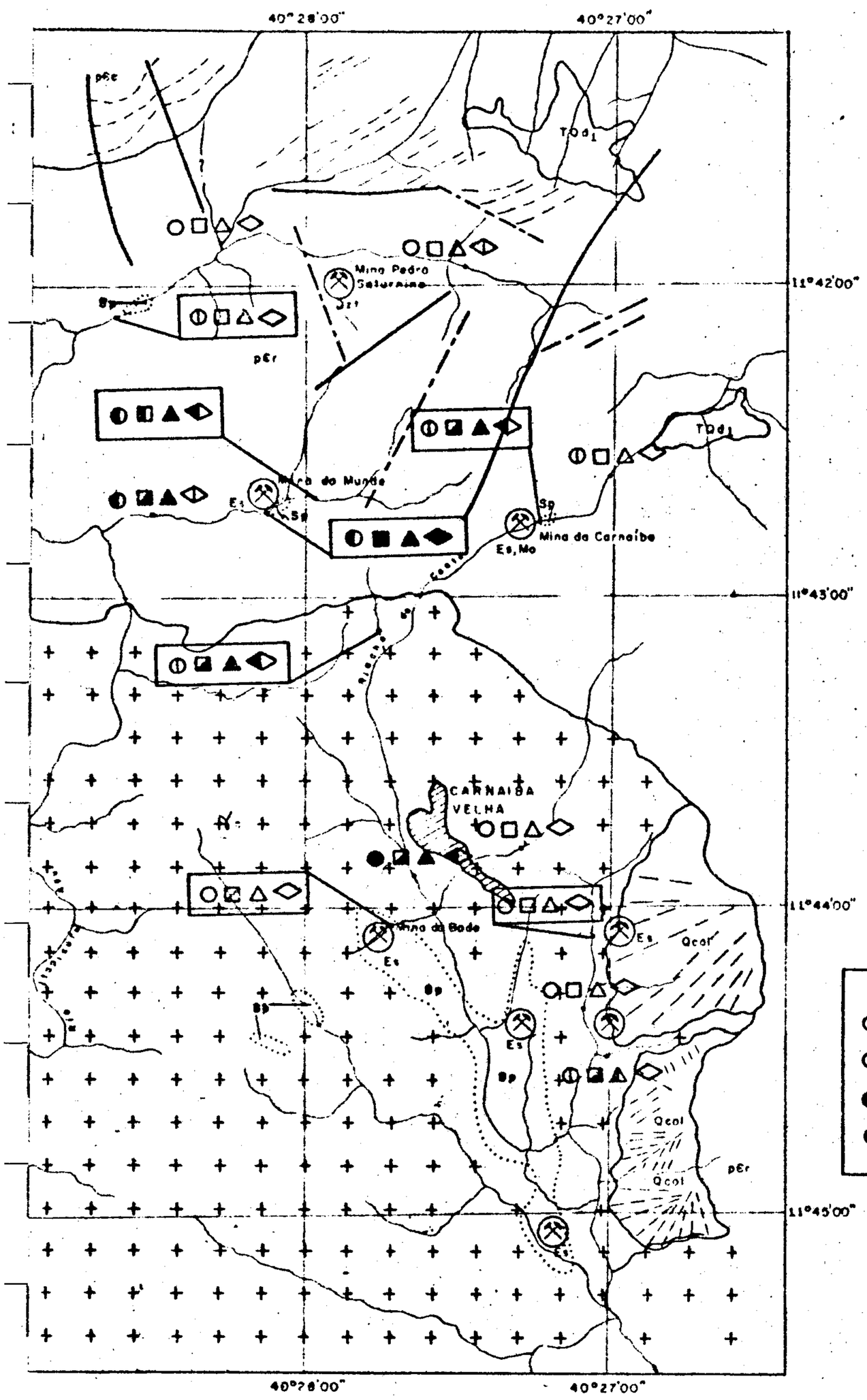
- SUMÁRIO DAS MATRIZES DE CORRELAÇÃO REFERENTE AOS TRES ALVOS - TESTE

CONCENTRADO DE BATÉIA

TAB. 3

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA

DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL



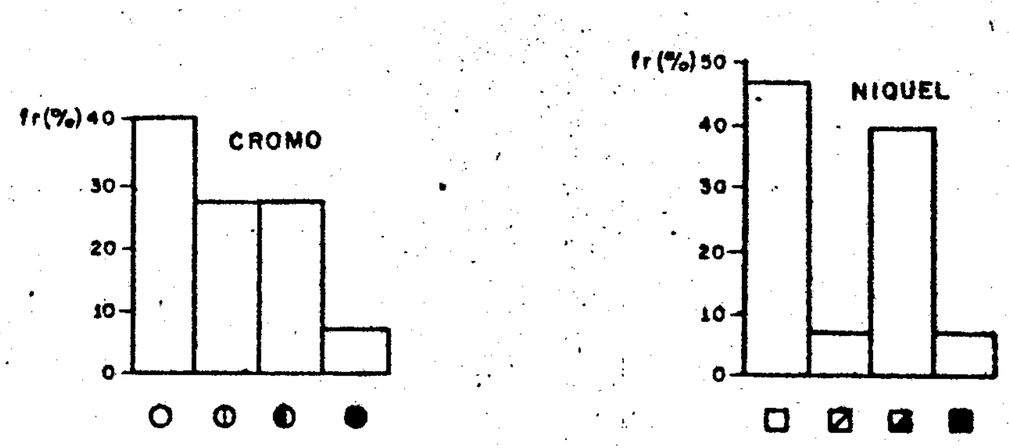
CONVENÇÕES GEOLÓGICAS

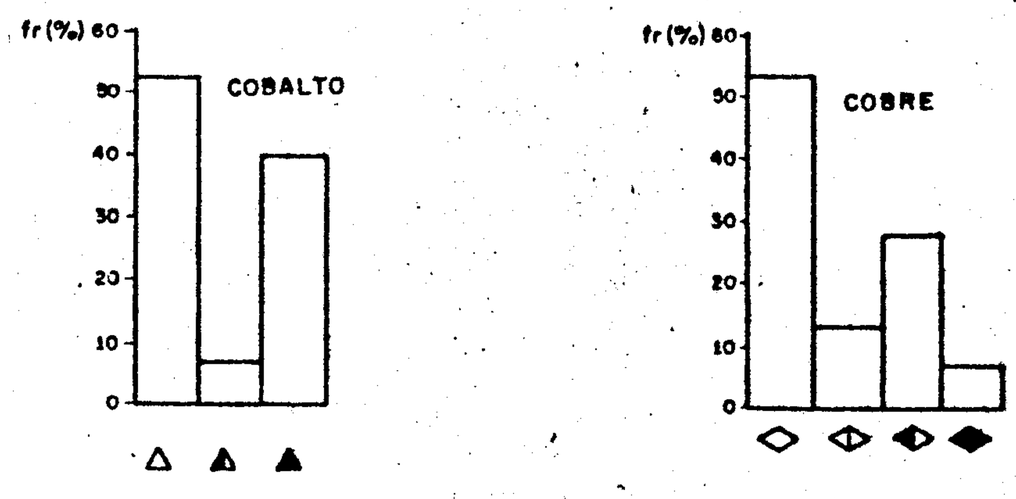
- Qcol — Rolados de encosta (Colúvio)
- TQd1 — Depósitos detríticos relacionados à Superfície Sulamericana
- γc — Granito de Campo Formoso
- pEc — Formação Cruz das Almas (filitos)
- pEr — Formação Rio do Ouro (quartzitos)
- Sp — Serpentinito
- Contato
- Falha
- Fratura
- Estratificação
- Mina: Es (esmeralda), Mo (molibdenita) e Qrt (Quartzito verde)

CONVENÇÕES GEOQUÍMICAS

Cr (ppm)	Ni (ppm)	Co (ppm)	Cu (ppm)
○ < 1000	□ < 20	△ < 5	◇ < 5
◑ 1000 - 3000	▨ 20 - 50	◭ 5 - 10	◇ 5 - 20
◐ 3.000 - 5.000	▩ 50 - 200	▲ 20 - 50	◆ 20 - 50
● > 5000	■ > 200		◆ > 50

HISTOGRAMAS DE FREQUÊNCIA





CONVÊNIO DNPM — CPRM.

SUREG/SA.

SEÇÃO DE GEOQUÍMICA

PROJETO SERRA DE JACOBINA

RECONHECIMENTO GEOQUÍMICO REGIONAL

ESTUDO ORIENTATIVO

ÁREA - TESTE I — MINA CARNAÍBA

MAPA DE DISTRIBUIÇÃO GEOQUÍMICA PARA Cr-Ni-Co-Cu

CONCENTRADO DE BATEIA

ESCALA

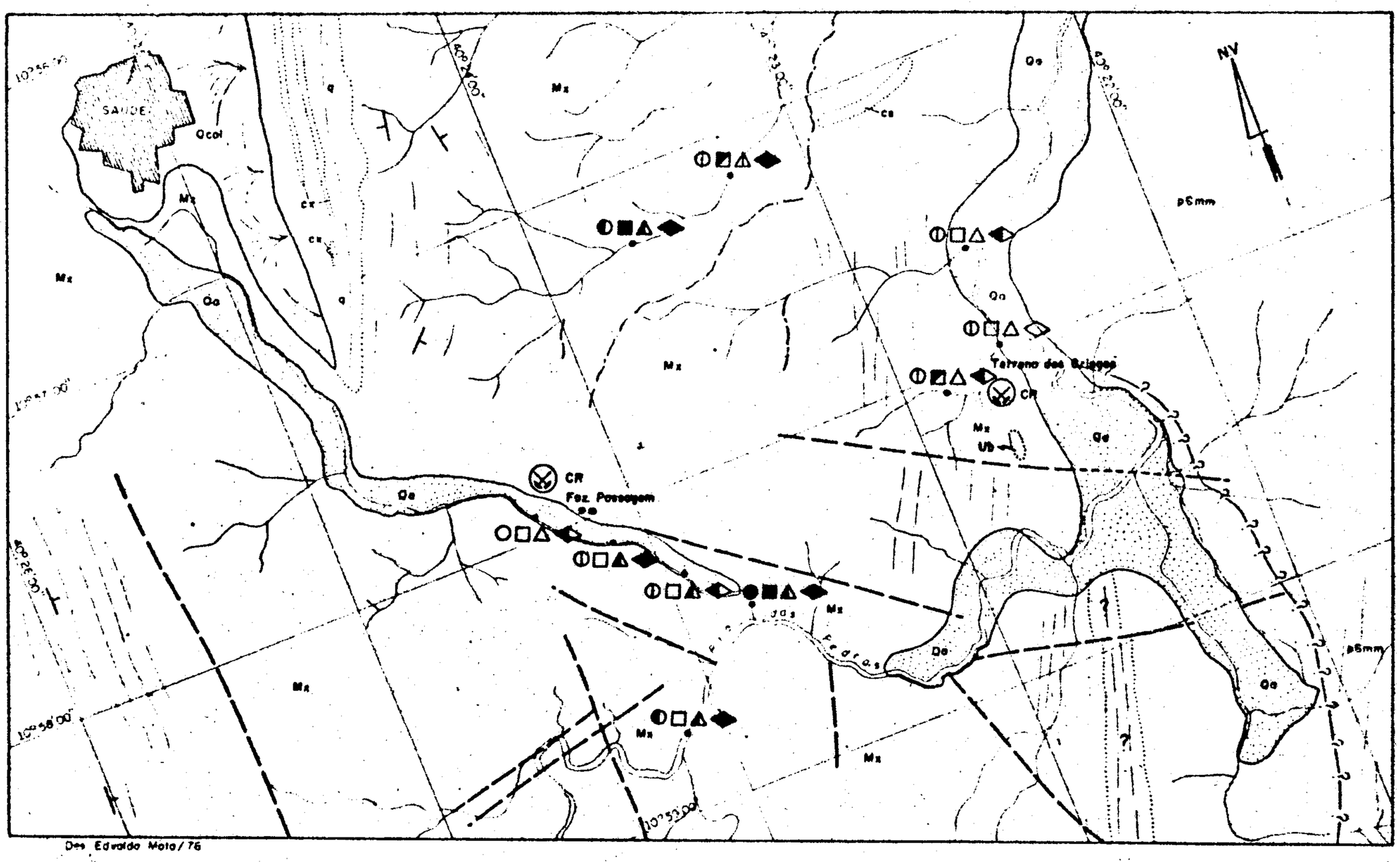
0 250 500 750 1000m

NV

FIGURA 20

OBS. - ANÁLISE POR ESPECTROGRAFIA DE EMISSÃO

QUÍMICA — Renato P. Souza



CONVENÇÕES GEOLÓGICAS

Qa

Aluvião

Qcol

Rolados de encostas (Colúvio)

Complexo Metamórfico Migmatítico indiferenciado (pЄmm) e com individualização de quartzo-mica-xisto (Mx) e quartzito (q) com intercalações de mica-xisto (cx).
Rochas calcossilicáticas (cs) e ultrabásicas (ub) associadas

Contato estratigráfico

Contato encoberto

—?—?—
Contato suposto

Falha provável

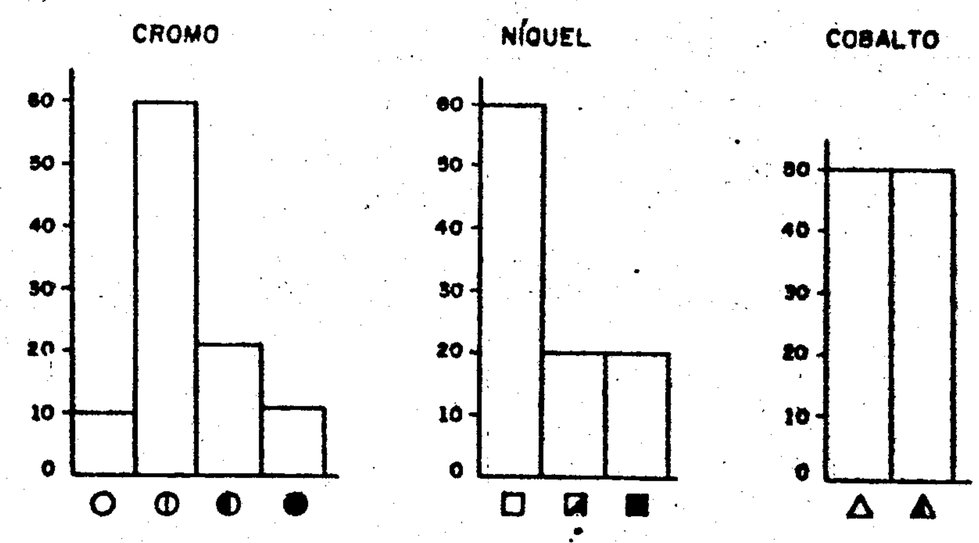
Falha encoberta

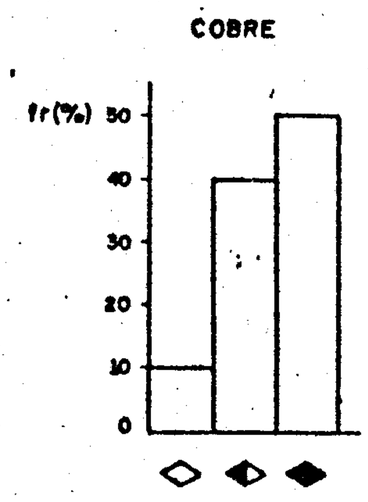
CR — OCORRÊNCIA DE CROMITA

CONVENÇÕES GEOQUÍMICAS

Cr (ppm)	Ni (ppm)	Co (ppm)	Cu (ppm)
○ < 1000	□ < 20	△ 5 - 10	◇ < 5
◐ 1000 - 3000	◪ 20 - 50	▲ 10 - 20	◆ 5 - 10
◑ 3000 - 5000	■ 50 - 70		◆ 10 - 20
● < 5000			

HISTOGRAMAS DE FREQUENCIA





OBS: ANÁLISE POR ESPECTROGRAFIA DE EMISSÃO

CONVENIO
DNPM - CPRM
SUREG/SA

SEÇÃO DE GEOQUÍMICA

PROJETO SERRA DE JACOBINA

RECONHECIMENTO GEOQUÍMICO REGIONAL

ESTUDO ORIENTATIVO

ÁREA - TESTE II — FAZENDA PASSAGEM - SAUDE

MAPA DE DISTRIBUIÇÃO GEOQUÍMICA PARA Cr-Ni-Co-Cu

CONCENTRADO DE BATÉIA

NV

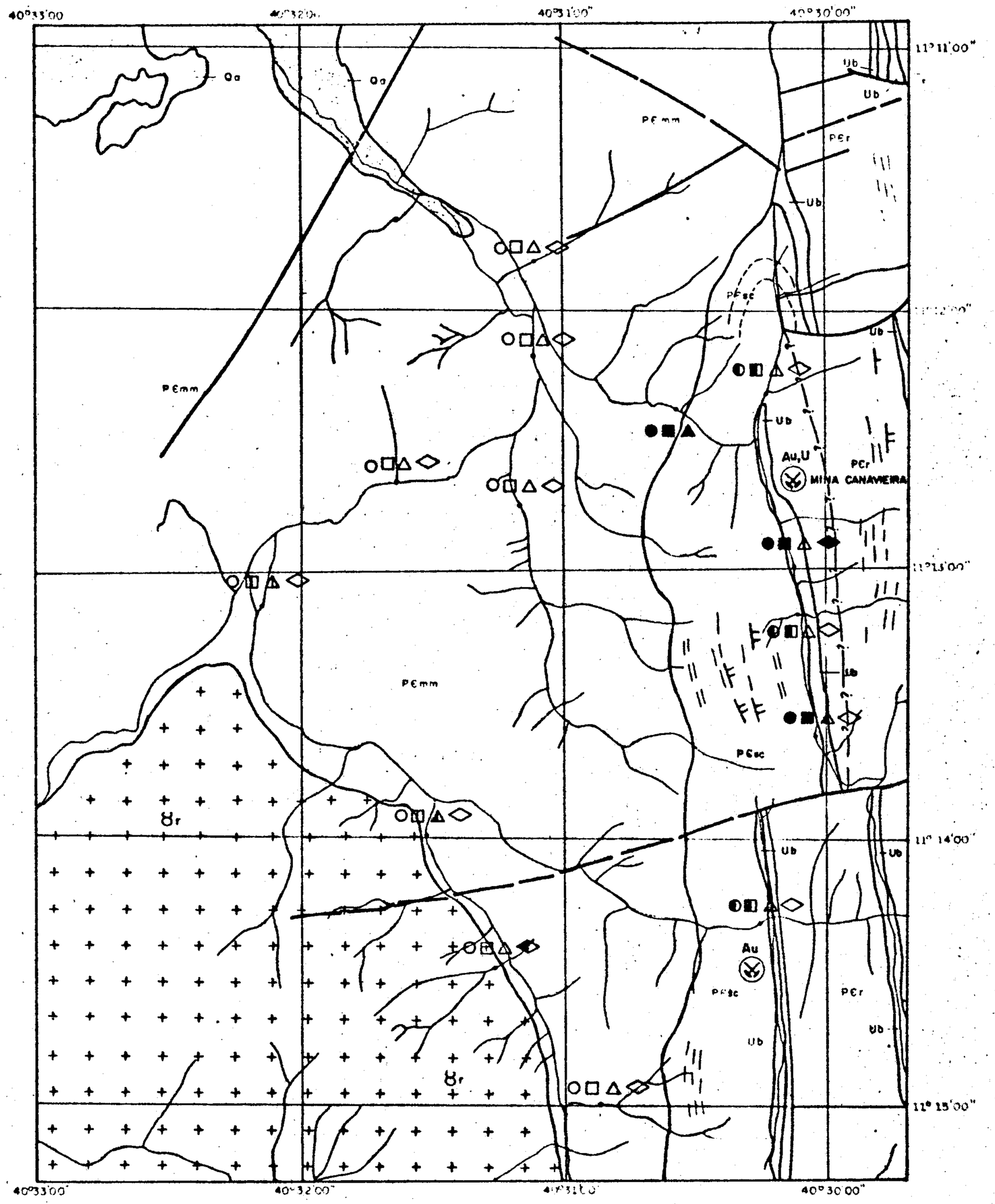
ESCALA

250 0 250 500 750 1000m

FIGURA 21

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA

DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL



CONVENÇÕES GEOLÓGICAS

Qa — Aluvião

PEr / PEj / PEsc — **GRUPO JACOBINA (PEj)**
Formação Rio do Ouro (PEr). Quartzitos com intercalações de Xistos.
Formação Serra do Corrego (PEsc). Quartzitos, Quartzitos conglomeráticos e metaconglomerados.

γr — Granito

Ub — Ultrabásica

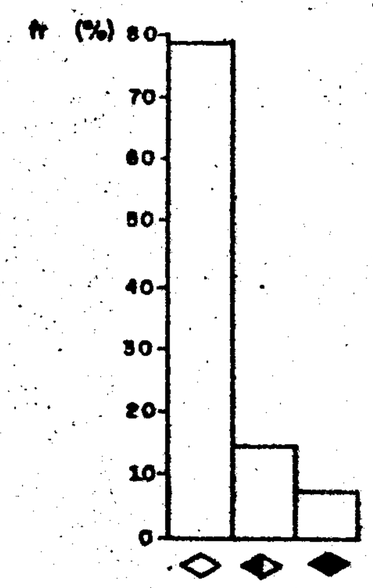
PEmm — Complexo metamórfico migmatítico indiferenciado

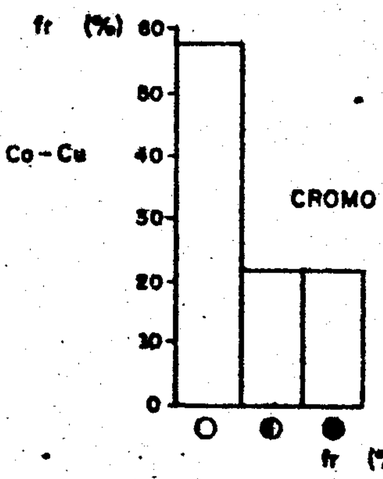
Acamamento indicado
Contato estratigráfico
Contato suposto
Falha indiscriminada
Falha provável
Linhas estruturais
Mina: Au (Ouro) e U (Urânio)

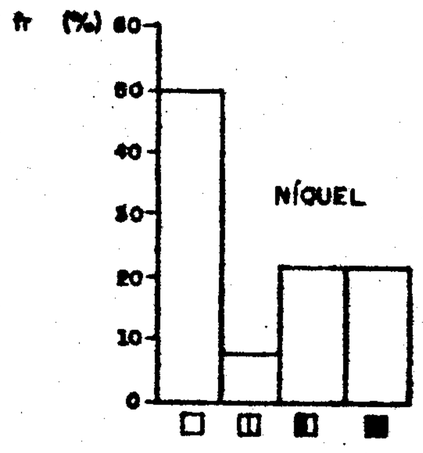
CONVENÇÕES GEOQUÍMICAS

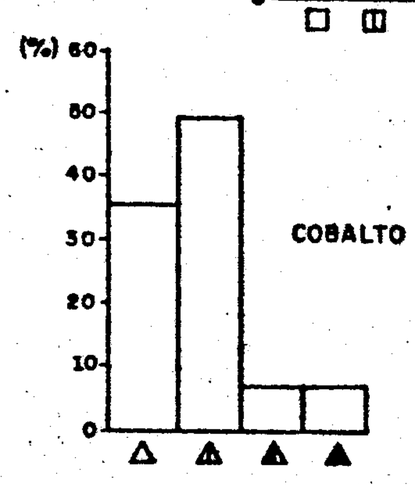
Cr (ppm)	Ni (ppm)	Co (ppm)	Cu (ppm)
○ < 1000	□ < 20	△ < 5	◇ < 5
◐ 1000-5000	◫ 20-50	◬ 5-20	◆ 5-10
● > 5000	◧ 50-100	▲ 20-50	◆ 10-20
	■ > 100	▲ > 50	

HISTOGRAMAS DE FREQUÊNCIA









OBS.: Análise por ESPECTROGRAFIA DE EMISSÃO

CONVENÇÃO
DNPM — CPRM
SUREG/SA
SEÇÃO DE GEOQUÍMICA

PROJETO SERRA DE JACOBINA

RECONHECIMENTO GEOQUÍMICO REGIONAL

ESTUDO ORIENTATIVO

ÁREA — TESTE III - FAZ CANAVIEIRAS, JACOBINA

MAPA DE DISTRIBUIÇÃO GEOQUÍMICA PARA Cr-Ni-Co-Cu

CONCENTRADO DE BATÉIA

NV

ESCALA

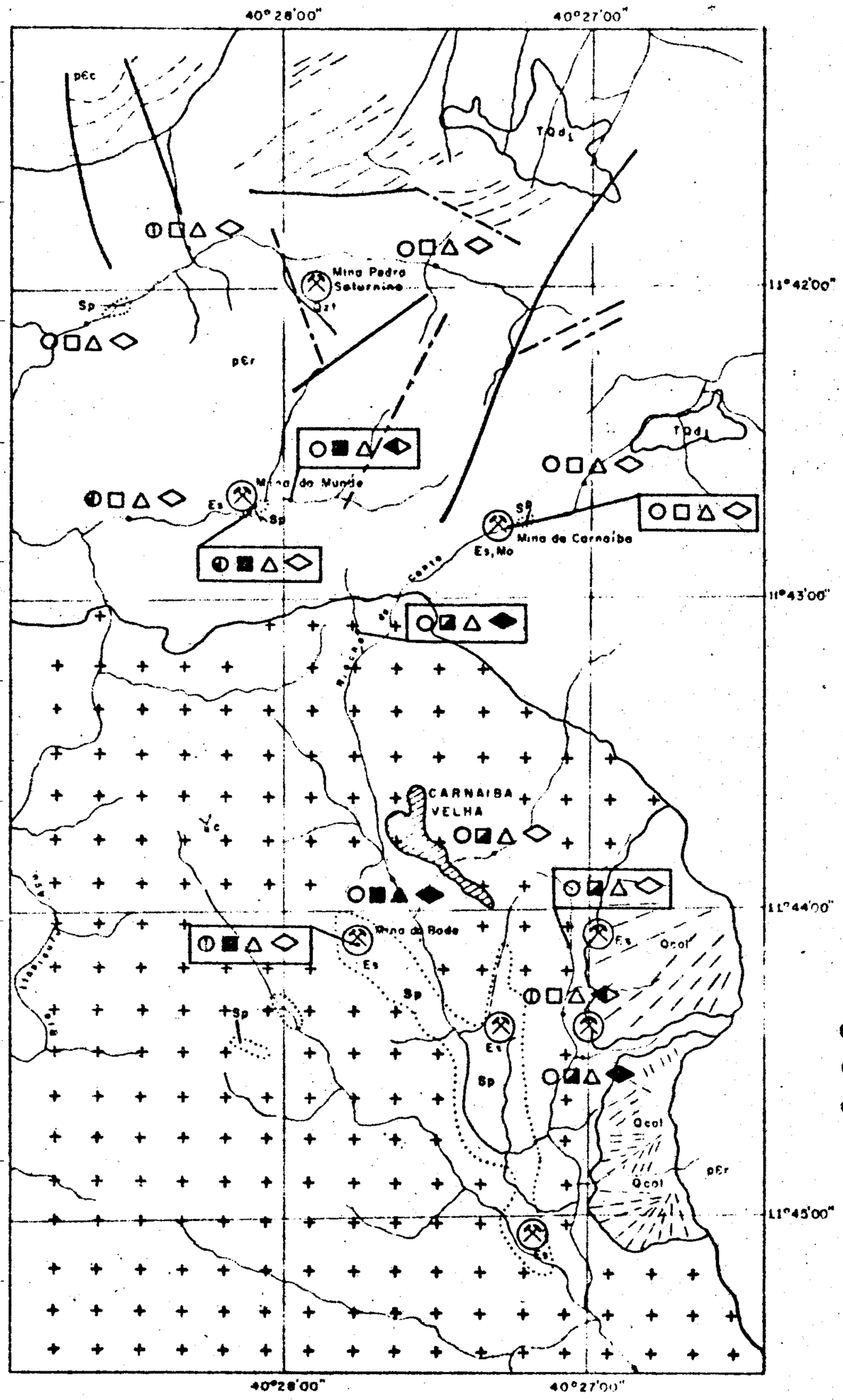
250 0 250 500 750 1000m

1:5000

FIGURA 22

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA

DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL



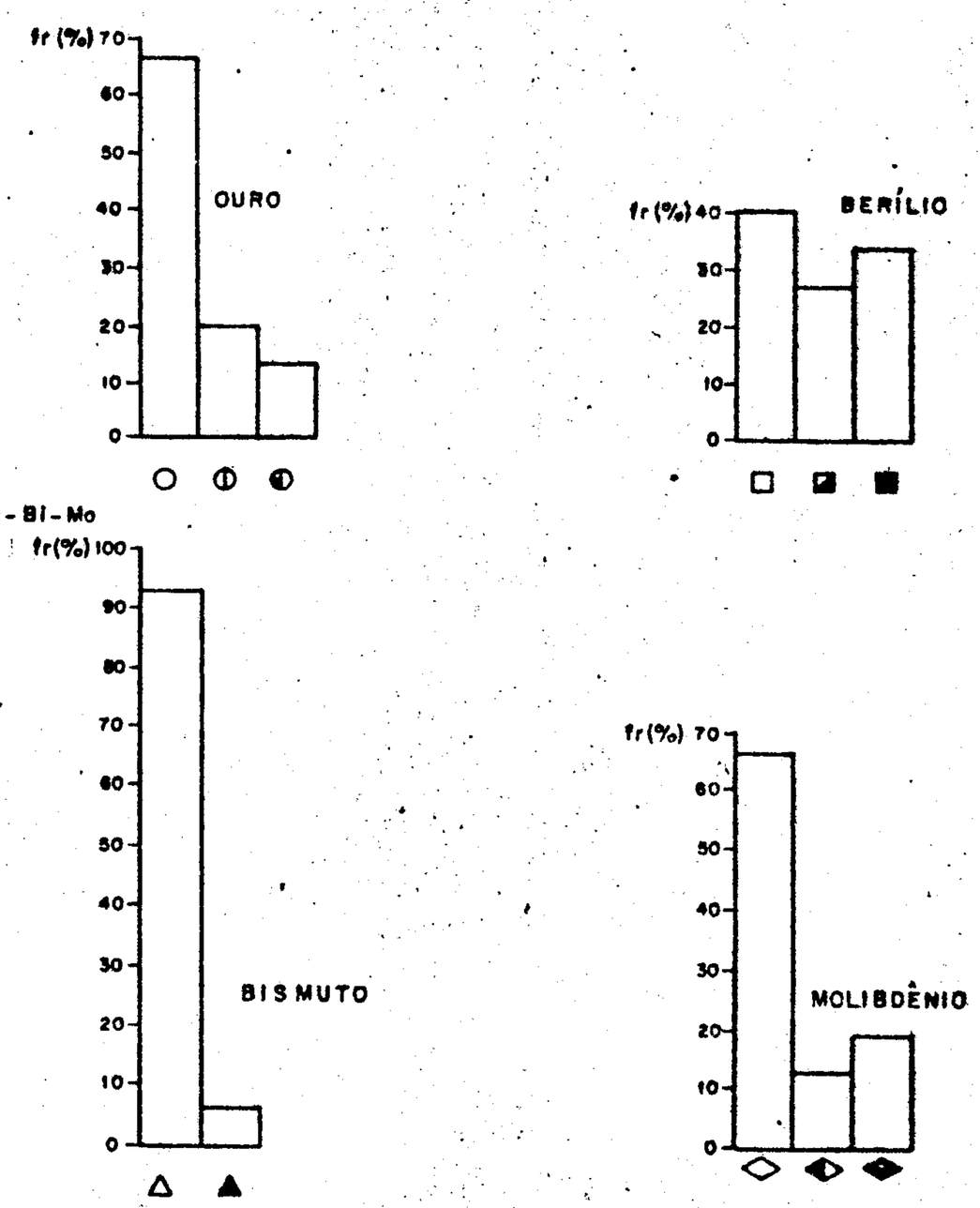
CONVENÇÕES GEOLÓGICAS

- Qcol — Rolados de encosta (Colúvio)
- TQd1 — Depósitos detríticos relacionados à Superfície Sulamericana
- γc — Granito de Campo Formoso
- pEc — Formação Cruz das Almas (filitos)
- pEr — Formação Rio do Ouro (quartzitos)
- Sp — Serpentinito
- Contato
- Falha
- Fratura
- Estratificação
- Mina: Es (esmeralda), Mo (molibdenita) e Qrt (Quartzito verde)

CONVENÇÕES GEOQUÍMICAS

Au (ppm)	Be (ppm)	Bi (ppm)	Mo (ppm)
○ < 0,05	□ < 1,0	△ < 10	◇ < 5
◐ 0,05 - 0,2	◪ 1,0 - 10,0	▲ ≥ 10	◆ 5 - 20
◑ > 0,2 - 1,0	■ > 10,0		◆ > 20

HISTOGRAMAS DE FREQUENCIA



CONVÊNIO DNPM – CPRM

SUREG/SA

ÇÃO DE GEOQUÍMICA

PROJETO SERRA DE JACOBINA

RECONHECIMENTO GEOQUÍMICO REGIONAL

ESTUDO ORIENTATIVO

ÁREA - TESTE I – MINA CARNAÍBA

MAPA DE DISTRIBUIÇÃO GEOQUÍMICA PARA Au - Be - Bi - Mo

CONCENTRADO DE BATÉIA

ESCALA

0 250 500 750 1000m

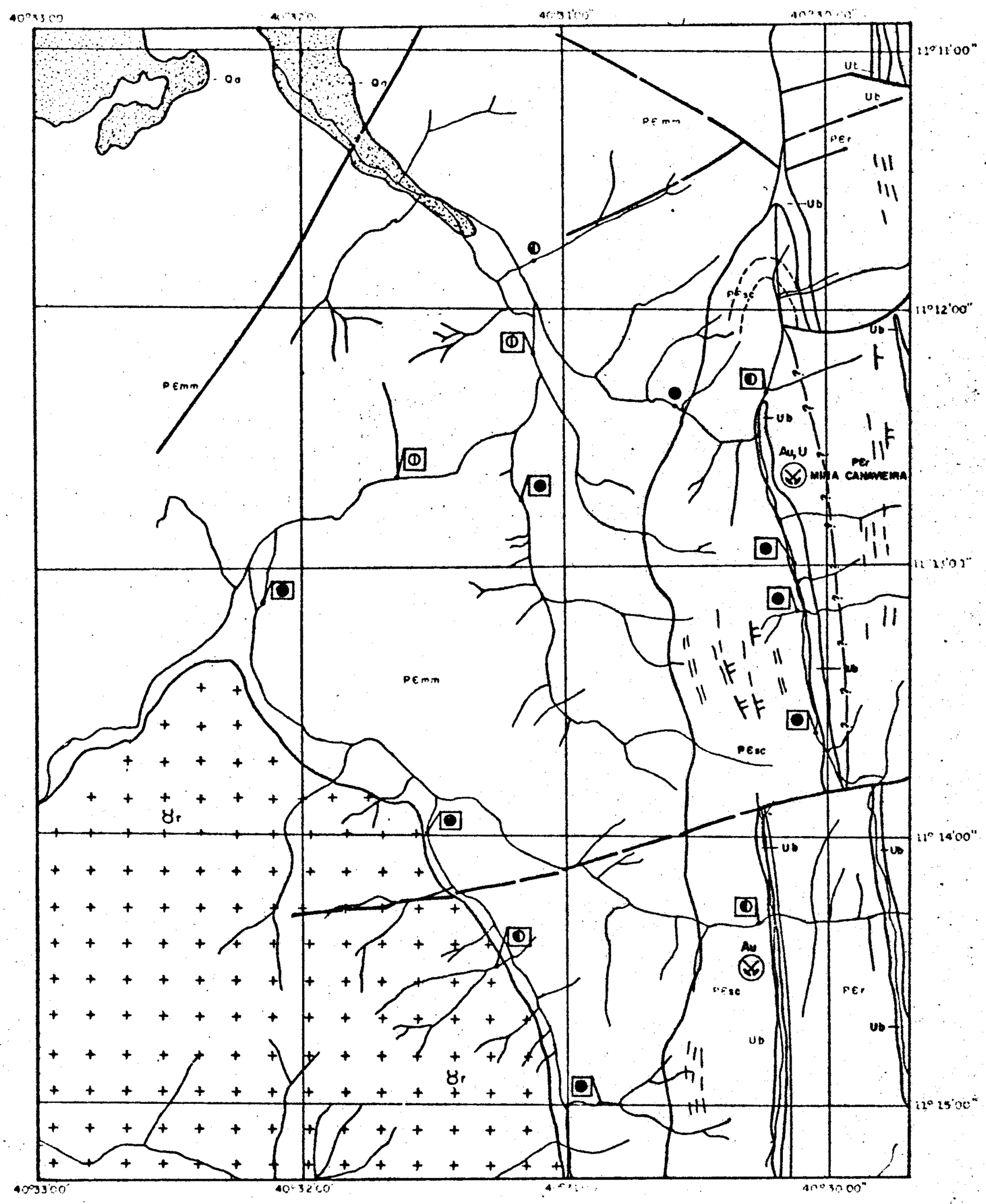
NV

FIGURA 23

NHISTA – Renato P Souza

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA

DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL



CONVENÇÕES GEOLÓGICAS

Qa — Aluvião

GRUPO JACOBINA (PEJ)
Formação Rio do Ouro (PEr): Quartzitos com intercalações de Xistos.
Formação Serra do Corrego (PEsc): Quartzitos Quartzitos conglomeráticos e metaconglomerados

γr — Granito

Ub — Ultrabásica

PEmm — Complexo metamórfico migmatítico indiferenciado

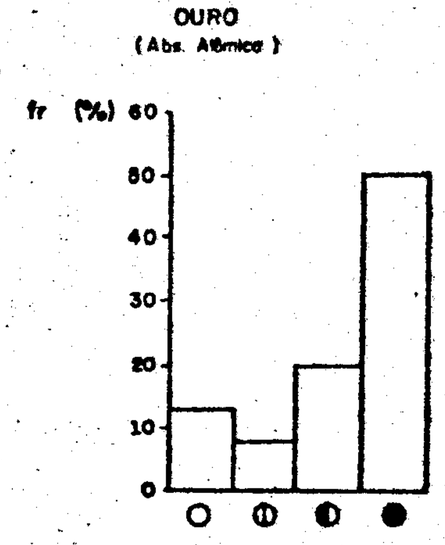
Acamamento indicado
Contato estratigráfico
Contato suposto
Falha indiscriminada
Falha provável
Linhas estruturais
Mina: Au (Ouro) e U (Urânio)

CONVENÇÕES GEOQUÍMICAS

Au (ppm)

- ○ 0,05-0,2
- ◐ 0,2-1,0
- ◑ 1,0-5,0
- ● > 5,0

HISTOGRAMA DE FREQUÊNCIA



Obs.: Análise por ESPECTROFOTOMETRIA DE ABSORÇÃO ATÔMICA

CONVÊNIO
DNPM — CPRM
SUREG/SA
SEÇÃO DE GEOQUÍMICA

PROJETO SERRA DE JACOBINA

RECONHECIMENTO GEOQUÍMICO REGIONAL

ESTUDO ORIENTATIVO

ÁREA — TESTE III · FAZ. CANAVIEIRAS, JACOBINA

MAPA DE DISTRIBUIÇÃO GEOQUÍMICA PARA OURO

CONCENTRADO DE BATÉIA

NV

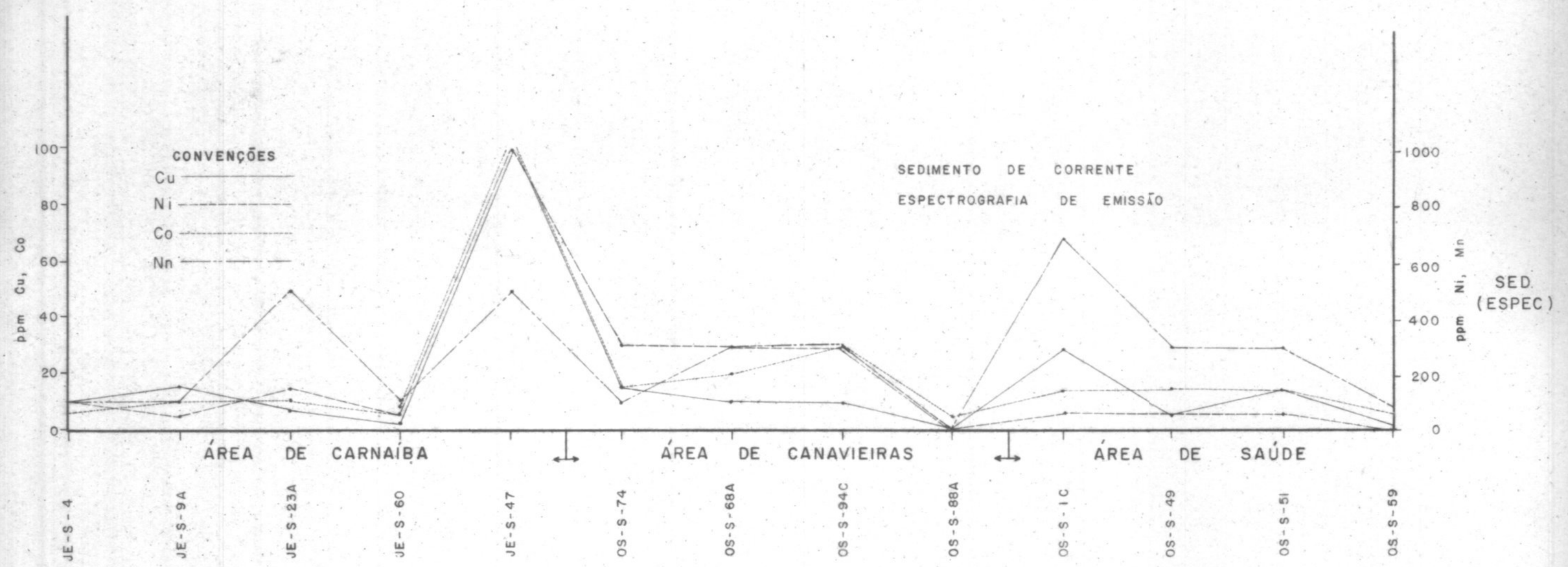
ESCALA

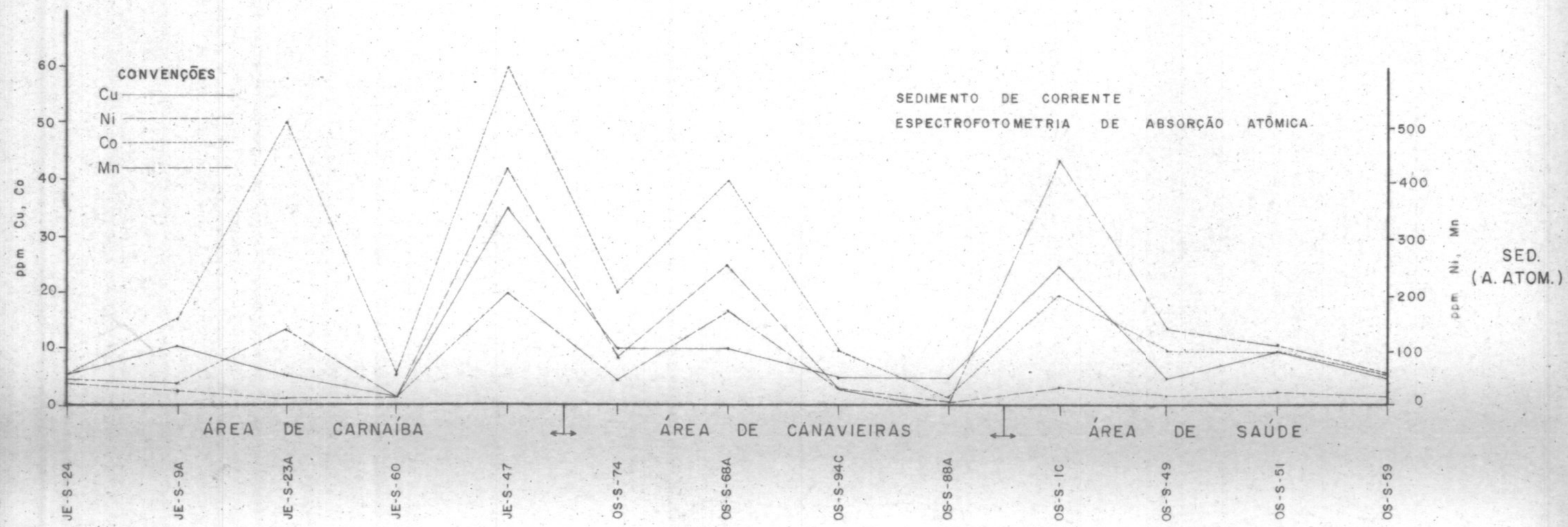
250 0 250 500 750 1000m

1978

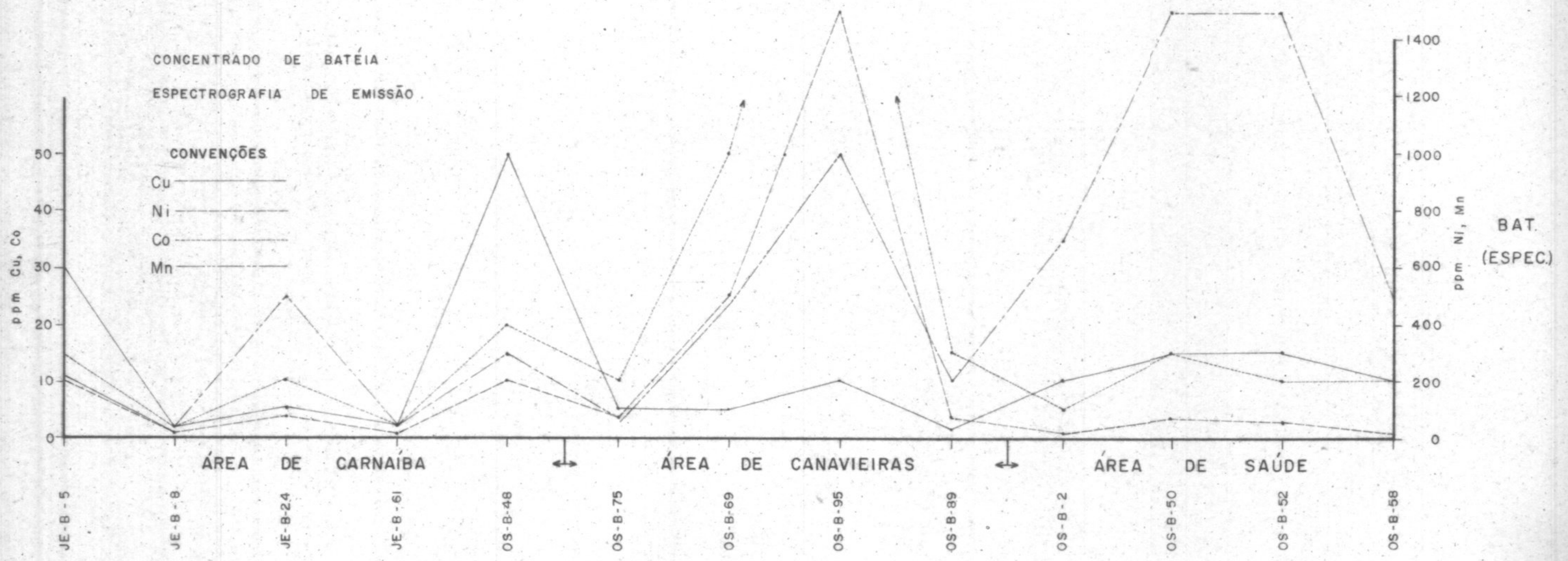
FIGURA 24

POR ANTONIO OSVALDO 1978





Parte 2 - Perfis para sedimento de corrente



Parte 1 - Perfis para concentrado de batéia

CONVÊNIO
DNPM - CPRM
SUREG/SA

SEÇÃO DE GEOQUÍMICA

PROJETO SERRA DE JACOBINA

RECONHECIMENTO GEOQUÍMICO REGIONAL
ESTUDO ORIENTATIVO

CONVENÇÕES

Cobre
Níquel
Cobalto
Manganês

JB-B-5 — concentrado de batéia correspondente ao sedimento JE - S-24

Figura 25 - Perfis geoquímicos para cobre, níquel, cobalto e manganês. Estudo comparativo da distribuição dos elementos em estações simultaneamente amostradas para sedimento (analisado por espectrografia e absorção atômica) e concentrado de batéia (analisado por espectrografia). Testes na fração inferior a 80 mesh em sedimento.

Nota: as estações representadas foram selecionadas aleatoriamente dentro de cada área-teste, abrangendo diferentes controles geológicos e variados espaçamentos geográficos.

FIGURA 25

cução e interpretação das análises geoquímicas. Do exposto, é aconselhavel na etapa de reconhecimento geoquímico regio - nal a eliminação sumária das análises mineralógicas semiquantitativas.

6.3 Solo Residual

No âmbito do Projeto Serra de Jacobina é observado um desenvolvimento incipiente do perfil pedológico, sem uma sequência bem definida dos horizontes A, B e C. De um modo geral é notada uma acentuada descaracterização do horizonte A, por vezes muito revolvido e influenciado com o aporte de materiais superficiais oriundos de zonas topograficamente mais elevadas. O relevo extremamante acidentado, com pendentes muito fortes, dificulta consideravelmente a evolução do perfil onde o horizonte B também é pouco espêsso (± 30 cm) passando diretamente ao nível da rocha desagregada e semidecomposta (horizonte C).

Dentre os três alvos-teste pesquisados, apenas na Fazenda Passagem (Saude) foi possível uma razoável caracterização dos horizontes pedológicos (figura 26). Sobre a mina da Carnaíba, no perfil vertical prospectado (figura 27) é observada uma grande espessura (± 8 metros) do manto de alteração, sendo todavia difícil separar os horizontes, razão pela qual optamos por designação de níveis, variáveis de acordo com a profundidade e particularidades texturais. No alvo-teste de Canavieiras o solo é muito pouco espesso com horizontes A e B descaracterizados sendo praticamente a amostragem realizada ao nível da rocha decomposta.

No alvo-teste de Carnaíba, em faixa da mineralização de esmeralda e molibdenita, são evidenciadas fortes correlações (tabela 1) entre os elementos Cu-Co-Ni-Mn-Bi-Mo- (Fe) (Ba), associação esta que aparece de modo mais con

sistente nos pegmatitos e mica-xistos subjacentes (figura 27). Os elementos Cu - Ni - Co - Mn analisados por espectrografia mostram uma boa correspondência com os resultados de absorção atômica tanto em solo como em rocha.

Comparativamente aos teores médios registrados por LEVINSON (1974) para a crosta da terra, são observados os seguintes fatores de enriquecimento nos solos residuais de Carnaíba: Be (0,785) Bi (79,41) Cu (0,234), Ni (1,521), Fe (0,991) e Mn (0,127).

A dispersão secundária destes metais em solo residual é muito restrita, ficando a detecção de anomalias limitadas à faixa imediatamente contígua aos corpos mineralizados. Isto pode bem visualizado no perfil horizontal sobre a mina do Bode (figura 28) onde a partir de 100 metros da mina os valores dos metais, já caem no nível do "background" regional.

O berílio no solo aparece expressivamente associado com Ni, Nb, Mo, Cu, Cr e Mg enquanto que o molibdênio se associa mais fortemente com os elementos Cu, Pb, Nb, La,Mg, Ba e Be (tabela 4). Em Carnaíba, dentre todos os elementos testados, o Be é o que apresenta melhor dispersão relativa.

Em zonas pegmatíticas a associação de três elementos em solo poderia, eventualmente, ser utilizada durante o reconhecimento geoquímico regional, como farejadora para mineralização de esmeralda ou molibdenita, similarmente à Carnaiba.

Testes em três frações granulométricas evidenciam para um perfil de solo (figura 29), na mina de Carnaíba, que os elementos Cu, Ni, Cr, Sc, V e Fe mostram melhor contraste na fração + 20 mesh. Todavia no cômputo geral, considerando-se separadamente cada uma das populações amostradas nos três alvos-teste, são registrados melhores médias e contrastes

	Mn-A-A	Ni-A-A	Co-A-A	Cu-A-A	Zr-S	Zn-S	Y-S	V-S	Sc-S	Pb-S	N-S	Nb-S	Mo-S	La-S	Cu-S	Cr-S	Co-S	Bi-S	Be-S	Ba-S	B-S	Mn-S	Ti-S	Ca-S	Mg-S	Fe-S
Fe-S	⦶▲	⦶◬	◐◬	⦶◬	(⦶)(◬)	(△)	○△	●◬	●▲	○△	◐◬	◬	◬	○△	⦶▲	(⦶)△	◐◬	(◬)	⦶◬	○△	(○)△	◐△	(○)(◬)	⦶△	◐◬	●▲■
Mg-S	◐▲◧	◐▲□	●▲■	○▲(◫)	(◐)(▲)(◧)	△	(○)◬(◧)	○(◬)(◧)	◐△□	(○)◬(◧)	●▲◫	◬	▲	○△	○▲(□)	(○)(△)	●▲◫	△	(○)▲	(◐)◬	(⦶)(▲)	◐▲■	(◐)(◬)(◫)	○△	●▲■	
Ca-S	(○)△	(○)(△)	(○)△	○(△)	(○)◬	(▲)	⦶(△)	◐(◬)	⦶△	(○)△	○(△)	(◬)		⦶▲	○△	(○)(▲)	○△		○(◬)	●△	○(△)	⦶(△)	○△	●▲■		
Ti-S	(⦶)(▲)□	(⦶)(△)(■)	(◐)(◬)(◫)	○(◬)(◫)	●▲■	(△)	(○)△◧	⦶◬◧	(⦶)(△)(■	○(△)◫	(◐)(◬)(◧)	◬	△	(○)(△)	⦶(△)(◧)	(○)△	(◐)(◬)(◫)	(◬)	○(△)	◐△	◐▲	(○)(◬)□	●▲■			
Mn-S	●▲◧	●▲(□)	◐▲■	◐▲(◫)	(○)(◬)(◫)	◬	○▲(□)	⦶(◬)(◫)	◐△□	○▲(◧)	◐▲□	△	◬	○△	◐▲(◫)	(⦶)(△)	●▲□	▲	(○)(◬)	(○)◬	○(◬)	●▲■				
B-S	○(▲)	○(◬)	(○)(◬)	⦶(△)	◐◬	(△)	○(△)	⦶◬	(○)(△)	(○)(◬)	(○)(◬)	(◬)	(△)	⦶(◬)	⦶(◬)	(○)◬	(○)(◬)	(△)	(○)(△)	⦶(◬)	●▲					
Ba-S	(⦶)▲	(⦶)◬	(⦶)◬	○◬	○(◬)	△	⦶△	◐(◬)	○△	○▲	(⦶)◬	◬	◬	⦶▲	○◬	(⦶)(◬)	(○)▲	(△)	◐△	●▲						
Be-S	(○)◬	(○)▲	○◬	(○)◬	(⦶)(▲)	◬	(○)◬	◐(△)	⦶△	(○)▲	○◬	◬	◬	(⦶)△	(○)▲	○◬	○◬	(△)	●▲							
Bi-S	△		(△)					(◬)			(△)	(◬)	(▲)				◬	▲								
Co-S	●▲(□)	●▲□	●▲◧	⦶▲(□)	(◐)(▲)(◧)	(△)	○◬(□)	○(◬)(□)	◐◬◫	(○)◬(■)	●▲□	◬	◬	○△	○▲□	(○)△	●▲■									
Cr-S	(⦶)(△)	(○)◬	(⦶)△	(●)△	⦶(◬)		(●)△	(⦶)△	(⦶)△	(⦶)(△)	○◬	(△)	(△)	(●)(△)	(●)(△)	●▲										
Cu-S	⦶▲(□)	○▲◧	○▲□	●▲■	○(▲)□	(△)	⦶◬□	⦶(△)(□)	○▲◫	⦶◬□	○▲◧	▲	▲	⦶△	●▲■											
La-S	⦶◬	○△	⦶△	◐△	(⦶)(△)		●◬	○(◬)	⦶◬	○△	(○)△	△	▲	●▲												
Mo-S	◬	◬	◬	▲	(▲)	△	◬	(△)	◬	▲	◬	▲	▲													
Nb-S	△	◬	◬	◬	(▲)	(△)	◬	(△)	◬	◬	◬	▲														
Ni-S	◐▲◧	●▲■	●▲◫	○◬◧	(◐)(▲)(□)	(△)	(○)◬(◫)	○(△)(■)	◐△■	(○)◬(□)	●▲■															
Pb-S	⦶◬(□)	(○)◬□	(○)◬(■)	⦶◬◫	○(◬)(◧)	◬	○△◫	(○)(◬)□	(○)(△)(◫)	●▲■																
Sc-S	⦶△(□)	◐△■	◐◬□	○◬◫	(◐)(▲)(◫)	(△)	○△(◫)	◐◬(◧)	●▲■																	
V-S	○(◬)(◧)	○(△)(◧)	○(△)(◧)	◐△(◫)	○△◫	(△)	○△◧	●▲■																		
Y-S	○◬(□)	(○)◬(◫)	○△(□)	◐△□	(⦶)(△)◧	◬	●▲■																			
Zn-S	△	△	△	△	△	▲																				
Zr-S	(⦶)(▲)□	(●)(▲)(◧)	(●)(▲)(◧)	(○)(▲)□	●▲■																					
Cu-A-A	⦶▲□	○◬◧	⦶▲(□)	●▲■																						
Co-A-A	●▲◧	●▲□	●▲■																							
Ni-A-A	◐▲□	●▲■																								
Mn-A-A	●▲■																									

CONVÊNIO

DNPM - CPRM

SUREG/SA

SEÇÃO DE GEOQUÍMICA

CONVENÇÕES

COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO	ALVOS - TESTE		
	SAUDE	CARNAIBA	CANAVIEIRAS
≥ 0,7	●	▲	■
0,5 - 0,7	◐	◬	◧
0,3 - 0,5	⦶	◬	◫
≤ 0,3	○	△	□
( )	CORRELAÇÃO INVERSA		

PROJETO SERRA DE JACOBINA

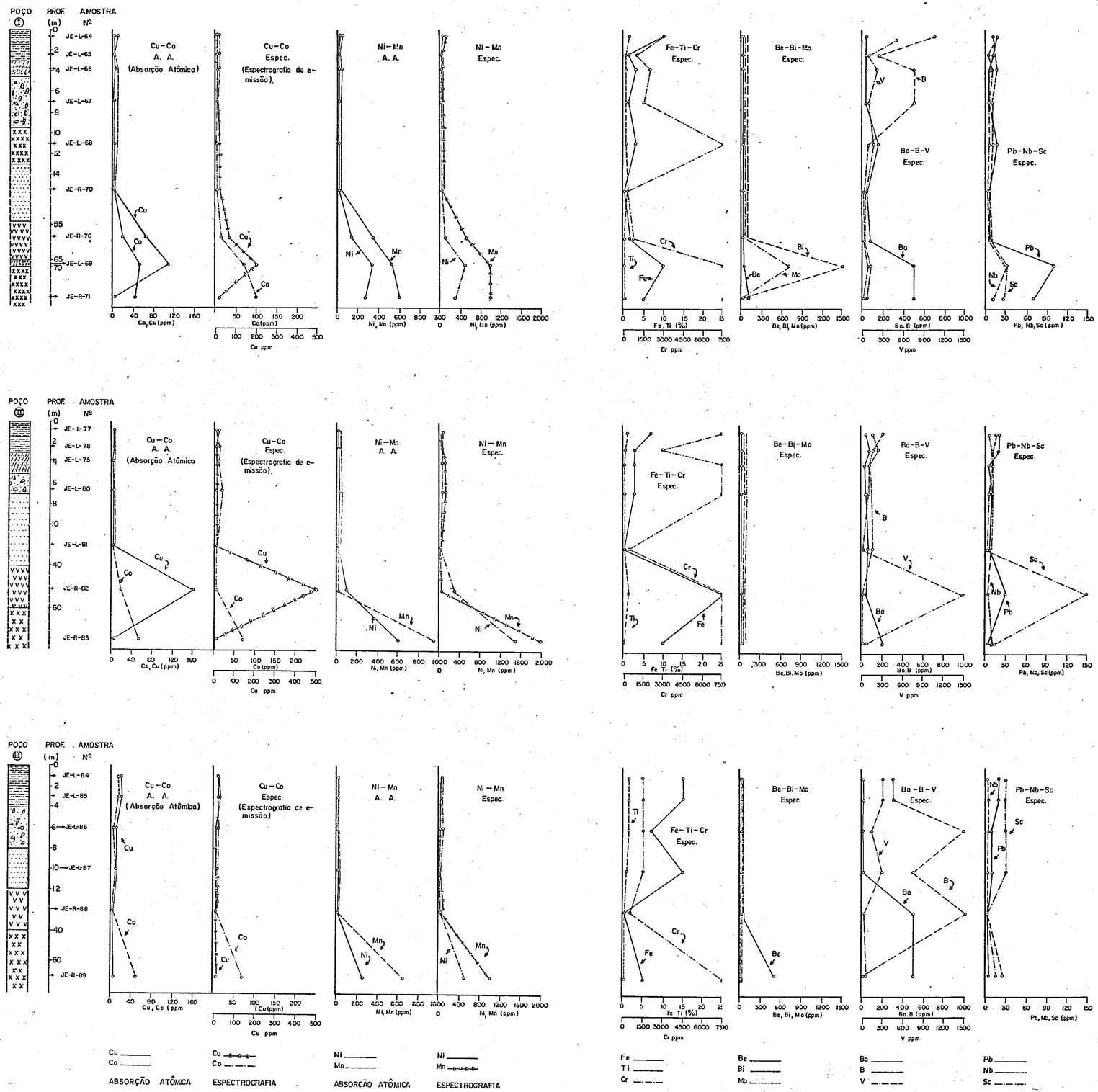
ESTUDO ORIENTATIVO

-SUMÁRIO DAS MATRIZES DE CORRELAÇÃO

REFERENTE AOS TRES ALVOS-TESTE

SOLO RESIDUAL

TAB. 4



CONVENÇÕES

NÍVEL A: Solo argilo-arenoso, de tonalidade cinza escura, com muito matéria orgânica semi-decomposta. Estrutura prismática. Plástico, com boa compacidade.

NÍVEL B Superior: Solo de textura areno-argilosa, tonalidade cinza clara, com boa plasticidade. Teor húmico fraco. Superestrutura prismática.

NÍVEL B Inferior: Solo de textura arenosa, com fragmentos de rocha decomposta, muito poroso e friável. Estrutura poliédrica. Superestrutura prismática.

NÍVEL C: Talus dominantemente de rocha decomposta, especialmente quartzo feldspática.

Zona de intensa ferralitização, de tonalidade vermelho escura. Muito compactada.

Quartzito

Pegmatito

Zona de transição. Mica-xistos muito intemperizados com indícios de mineralização subjacente.

Mica-xistos (sludite) encaixante das mineralizações de esmeralda e molibdenita.

CONVÊNIO

DNPM — CPRM

SUREG/SA

SEÇÃO DE GEOQUÍMICA

PROJETO SERRA DE JACOBINA

RECONHECIMENTO GEOQUÍMICO REGIONAL

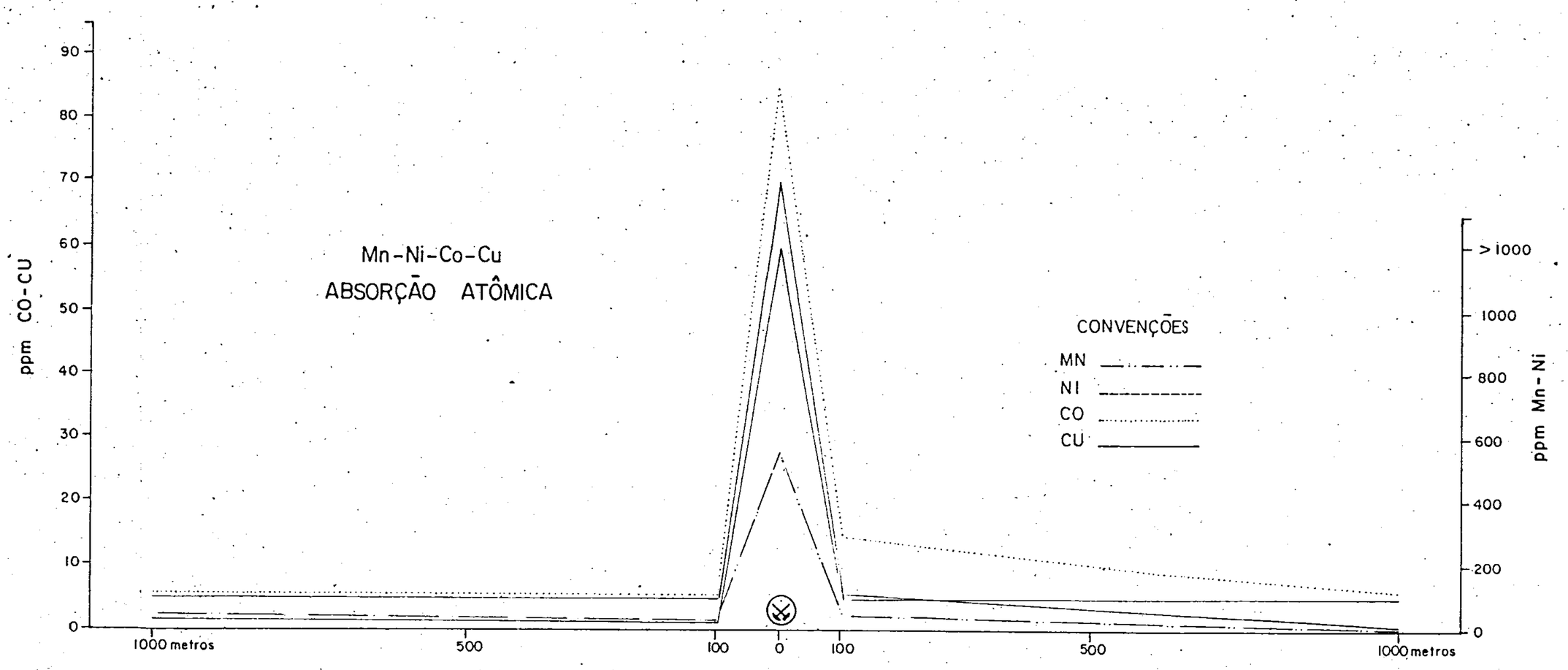
—ESTUDO ORIENTATIVO—

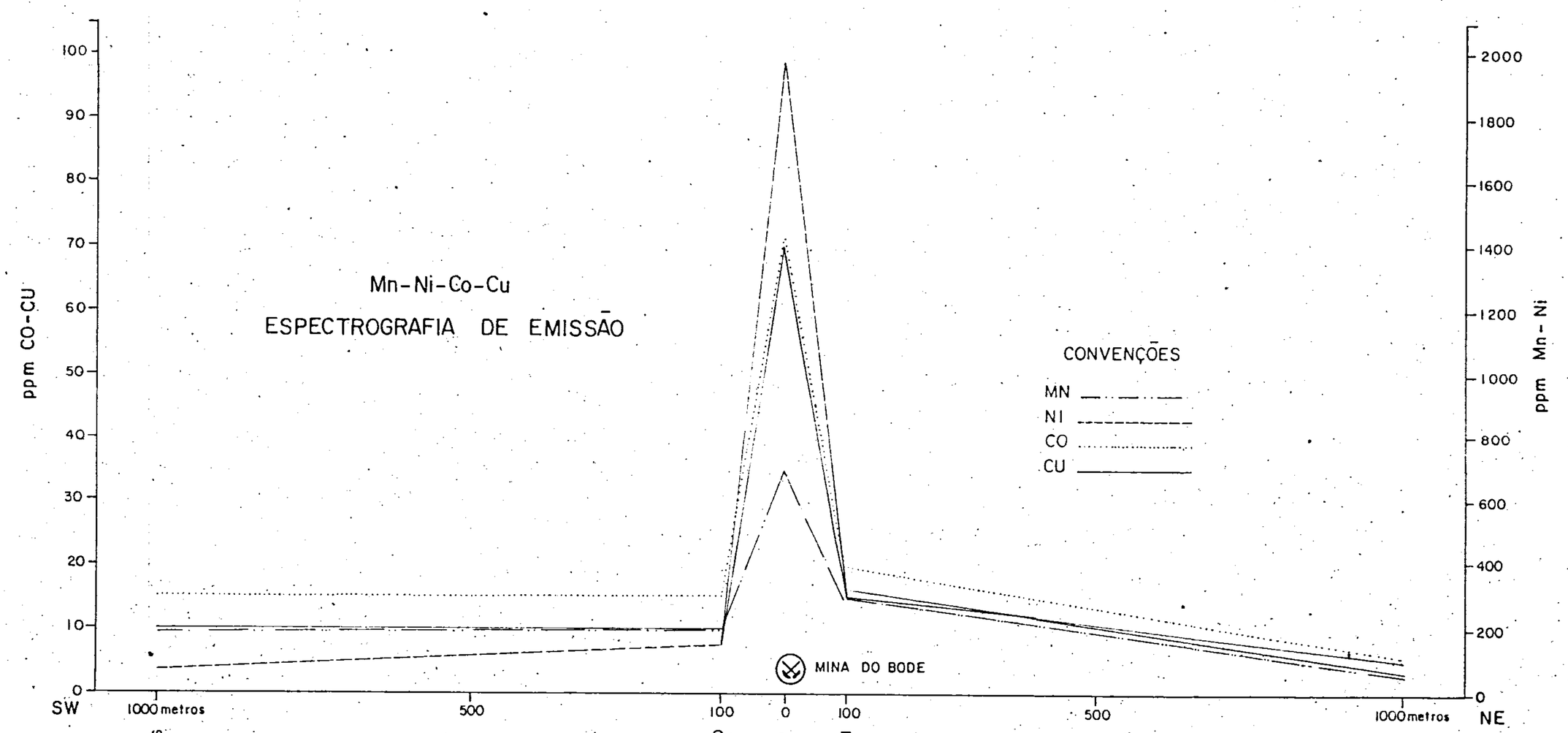
Figura 27- Perfis geoquímicos correspondentes a três poços verticais sobre o mina da Carnaíba (esmeralda e molibdenita). Estudo da distribuição vertical dos elementos. Análises para todos os elementos por espectrografia de emissão e para quatro metais (Ni, Co, Cu, Mn) tambem por absorção atômica. Testes na fração granulométrica inferior a 80 mesh.

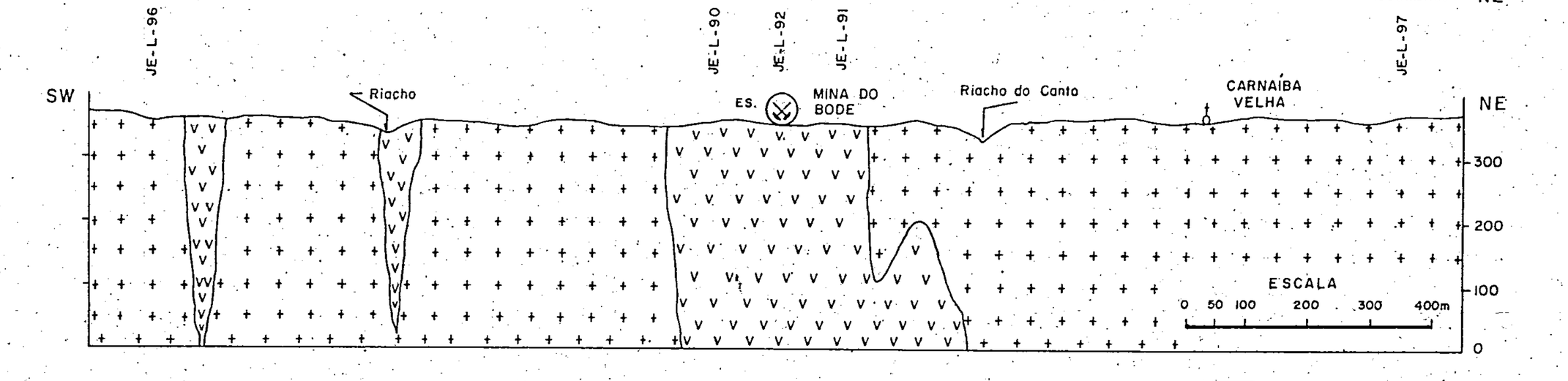
Nota: Os poços II e III estão situados, respectivamente, a 50 metros a E e W do poço I, prospectado sobre o corpo principal da mina.

FIGURA 27

des: Luiz Antonio







CONVÊNIO
DNPM-CPRM
SUREG/SA
SEÇÃO DE GEOQUÍMICA

PROJETO SERRA DE JACOBINA

RECONHECIMENTO GEOQUÍMICO REGIONAL

— ESTUDO ORIENTATIVO —

V V V / V V — ROCHAS ULTRABÁSICAS SERPENTINIZADAS.

+ + + / + + — GRANITO DE CAMPO FORMOSO.

Figura 28 - Perfil geoquímico para manganês, níquel, cobalto e cobre em solo residual. Seção SW-NE sobre a mina do Bode (esmeralda e molibdenita), garimpo de Carnaíba. Comparação da representatividade das análises por espectrografia de emissão e espectrofotometria de absorção atômica. Testes na fração granulométrica inferior a 80 mesh.

FIGURA 28

LA

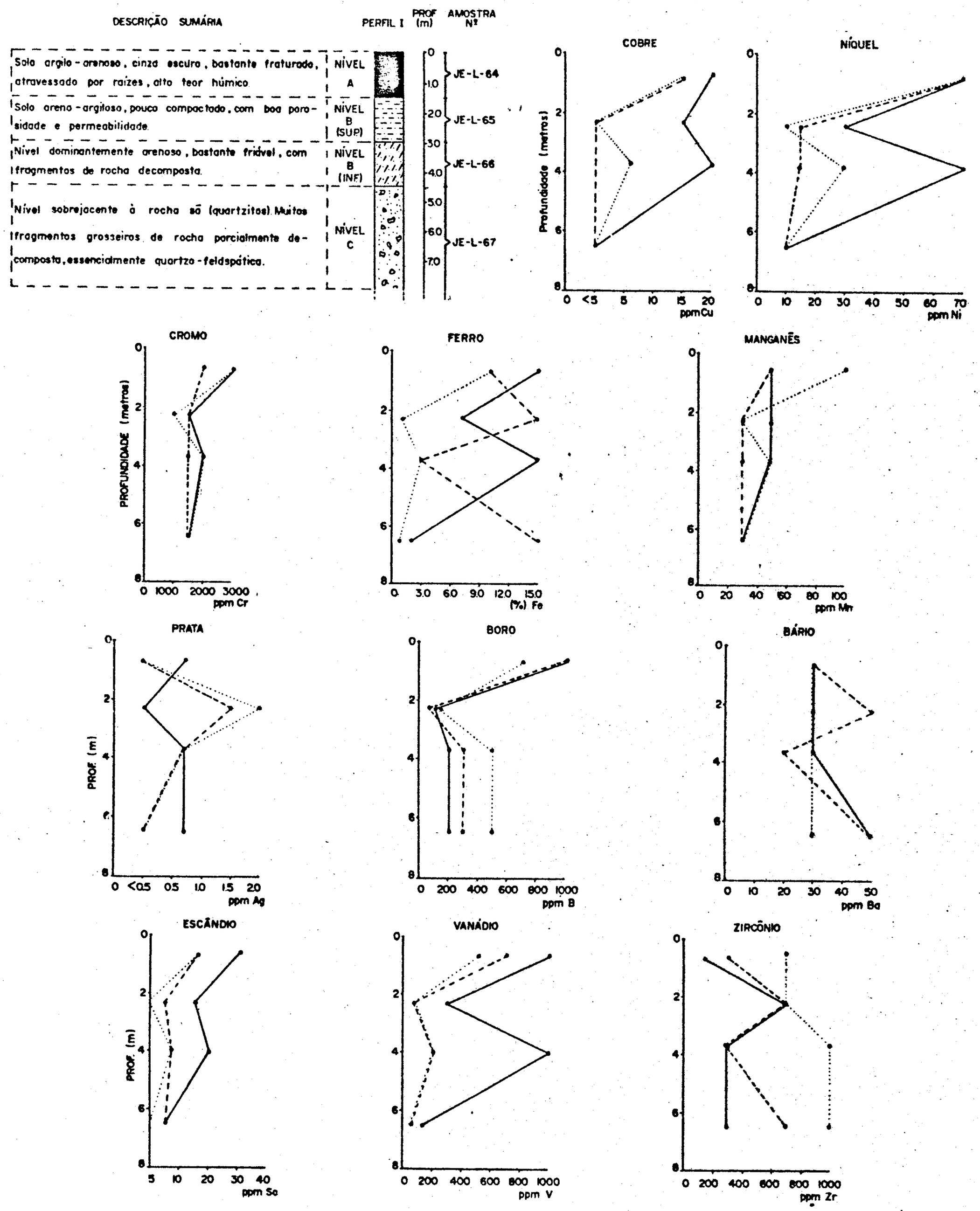
mais fortes na fração - 80 mesh (tabela 1) sendo para esta fração também observada uma melhor consistência para a associação geoquímica dos elementos Ni, Cu, Cr, Co, Ba, Mn e Fe (tabela 4), exibindo o níquel a melhor dispersão relativa.

No alvo-teste de Saude foi feito um estudo da distribuição dos elementos Cu, Ni, Co e Cr nos três horizontes pedológicos razoavelmente bem definidos (figura 26), na cobertura da rocha ultramáfica encaixante de mineralização cromitífera. O Cu não apresenta oscilações notáveis nos três horizontes enquanto o Ni tende a aumentar a sua concentração no horizonte C o mesmo ocorrendo, mais discretamente, com o Co. Os valores de cromo aparecem mais expressivos no horizonte A o que pode ser justificado pela fraca mobilidade do metal, o que condiciona uma concentração detrítica in-situ a partir do nível de "background" da rocha original. Localmente, em três poços da fazenda Passagem (figura 26) são registrados melhores contrastes para Co e Ni no horizonte C enquanto para Cu contrastes mais fortes são verificados no horizonte B.

Nos três poços prospectados são assinaladas associações de Cr-Ni-Co-Cu com Mo (este, variando de - 5 a 50 ppm), sendo que no horizonte B este metal aparece mais significativamente concentrado. Também o ferro aparece com teores altos, de até 15 %, mais evidenciados no horizonte C.

Na amostra OS-L-23 é assinalada, em zona de ultramáfica potencialmente mineralizada, a seguinte associação geoquímica Cr (+ 5000 ppm) - Ni (700 ppm) Cu(150 ppm) - Co (50 ppm) - Mg (3%) - Ag (0,7 ppm, sujeita a interferência) - Fe (5%).

A matriz de correlação (tabela 4) evidencia nos solos de Saude uma expressiva correlação inversa do Cr com os elementos Y, La e Cu.



CONVENIO
DNPM — CPRM
SUREG/SA
SEÇÃO DE GEOQUÍMICA

PROJETO SERRA DE JACOBINA

ESTUDO ORIENTATIVO — ÁREA TESTE I

FIGURA 29-Perfil geoquímico nº 1 em solo residual sobre a mina de Carnaíba (esmeralda e molibdenita). Testes de distribuição geoquímica em tres frações granulométricas: (a) maior que 20 mesh, (b) menor que 20 e maior que 80 mesh, (c) menor que 80 mesh. Análise espectrográfica semiquantitativa.

CONVENÇÕES
(FRAÇÕES GRANULOMÉTRICAS)
——— + 20 mesh
- - - - - 20 + 80 mesh
····· − 80 mesh

FIGURA 29

Des. Jurandir Contreiras

No alvo-teste de Canavieiras, em solo / correspondente à faixa de metaconglomerados auríferos, são registradas boas associações do níquel com os elementos Sc, Mn e Cu (tabela 4).

A amostra OS-L-79 mostra associação dos metais Cr (+ 5000 ppm) - Ni (2000 ppm) - Fe (20 %) - Mg (10 %) Cu (30 ppm) - Co (30 ppm) caracterizando a influência local de níveis ultrabásicos (?). Num lote de seis amostras coletadas (OS-L-80 até 85) são observadas as seguintes oscilações na associação típica: Cr (+ 5000 ppm, em todos), Ni (1000 - 2000 ppm), Cu (30 - 100 ppm), Co (30 - 100 ppm), Fe (20 e + 20 %), Mg (0,5 - 5 %). O cromo é o elemento mais disperso no solo de Canavieiras.

Na população total amostrada o cobalto aparece significativamente associado com os elementos Mn e Mg.

Testes em três frações granulométricas mostram para solo uma razoável uniformidade nas associações geoquímicas verificadas nas três frações (tabela 6).

6.4 Rochas

A caracterização geoquímica de rochas obedeceu ao critério de amostragem estratégica das unidades litológicas condicionantes das três mineralizações selecionadas para o estudo piloto. As amostras estão assim distribuidas por alvo-teste: 13 em Carnaiba, 6 em Saude e 15 em Canavieiras.

As informações obtidas neste ambiente da dispersão primária são de grande utilidade para a interpretação dos padrões secundários da distribuição dos elementos em sedimento e solo.

No alvo-teste de Carnaiba na população to-

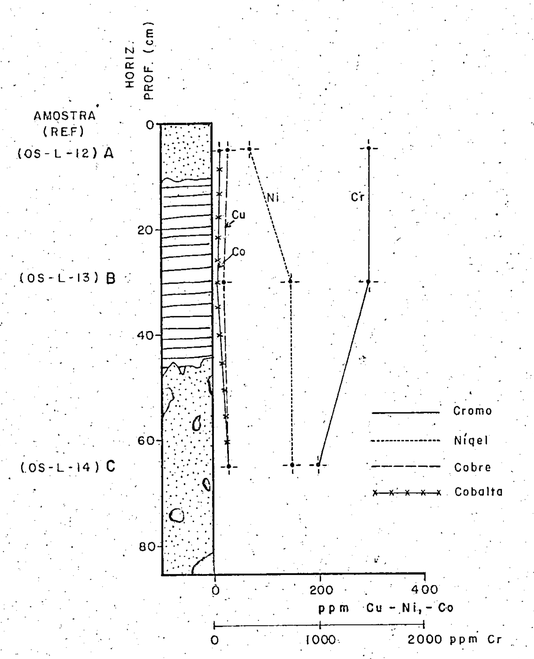
tal amostrada, indiscriminada, o berílio aparece fortemente associado com os metais Bi, Mo, Y e Mg e, mais moderadamente, com Mn, V, Ni e Ba (tabela 5).

Para três amostras (JE-R-76, 82 e 88) referentes a pegmatitos da mina da Carnaiba é evidenciada a associação de acôrdo com a seguinte variação: Be (1,5 - 20 ppm) - Zr (- 10 a 500 ppm) - Sc (-5 a + 100 ppm) - Cr (700 a + 5000 ppm) - Cu (5 a 500 ppm) - Ni (5 a 300 ppm) - Fe (0,2 a + 20 %) - Ag (- 0,5 a 2 ppm, com interferência).

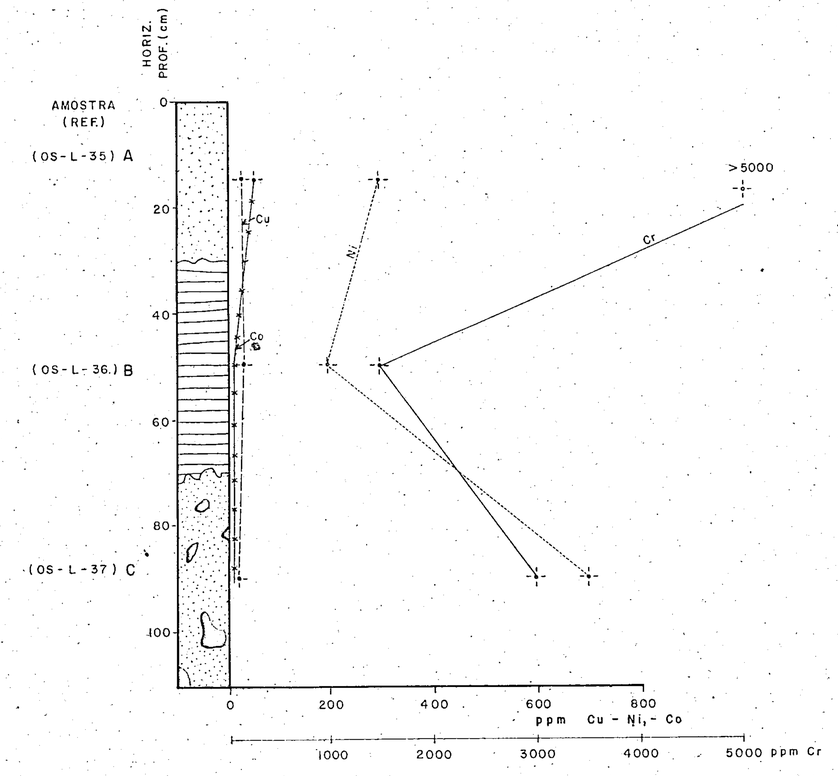
No mica-xisto encaixante da mineralização de esmeraldá a amostra JE-R-69 caracteriza (figura 27) a associação Be (30 ppm) - Bi (+ 1000 ppm) - Mo (700 ppm) Cr (+ 5000 ppm) - Ni (500 ppm) - Co (70 ppm) - Cu (200 ppm)- Pb (100 ppm) - Zn (300 ppm) - Sv (30 ppm) - Mn (1000 ppm) - Ba (5000 ppm) La (50 ppm) - Nb (30 ppm). Esta associação evidencia não apenas a ascendência ultrabásica (CU-Ni-Co-Cr) do micaxisto como também o envolvimento dos pegmatitos (Be-La-Nb-Sc) no processo de metassomatismo do conjunto litológico.

Também as associações pertinentes aos quartzitos refletem a migração de elementos a partir de outras unidades litológicas durante o processo metassomático. A amostra de quartzito JE-R-70 tem: Be (1,5 ppm) - Cr (200 ppm) - Zr (150 ppm) - La (20 ppm).

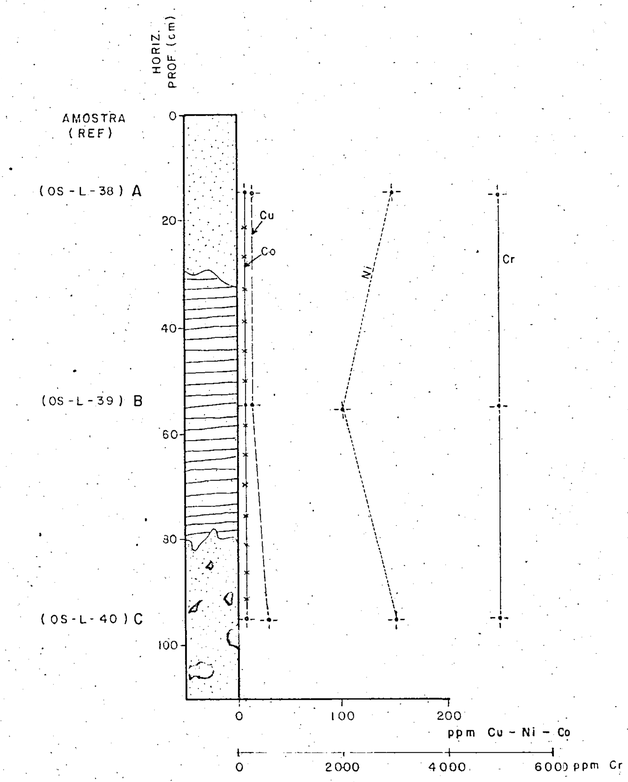
GRIFFON (1967) admite que na mina de Carnaiba os elementos Mo, W e S provavelmente não vieram do resíduo pegmatítico mas sim de uma ação pneumatolítica que se desenvolveu simultanea ou posteriormente à ação pegmatítica. De acordo com aquele autor, em função da associação mineralógica encontrada, seria possível situar a formação desta jazida entre as etapas pegmatíticas e pneumatolíticas, segundo geofases num intervalo de temperatura compreendido entre 800 e 600°C. GRIFFON (op. cit) estabelece que o balanço geoquími



POÇO - 1



POÇO - 2



POÇO - 3

HORIZONTE	ELEMENTO	MÉDIA ($\bar{X}$)	VALOR MAXIMO (A)	CONTRASTE ($A/\bar{X}$)
A	Cr	4666	7500	1,60
	Ni	173	300	1,73
	Cu	25	30	1,20
	Co	25	50	2,00
B	Cr	2666	5000	1,87
	Ni	150	200	1,33
	Cu	21	30	1,42
	Co	13	15	1,15
C	Cr	3000	5000	1,66
	Ni	333	700	2,10
	Cu	23	30	1,30
	Co	46	100	2,17

ANÁLISE POR ESPECTROGRAFIA DE EMISSÃO
FRAÇÃO MENOR QUE 80 MESH.

CONVENÇÕES

Horizonte A: Solo areno-argiloso cor cinza, contato nítido com horizonte B.
Pouca materia orgânica

Horizonte B: Solo argiloso, cor marron, contato nítido com horizonte C.
Estrutura poliédrica, bem coeso.
Materia orgânica ausente.

Horizonte C: Solo areno-argiloso, cor marron
Presença fragmentos de ultramafitos alterados.
Pouca coesão
Ausencia de matéria orgânica

CONVÊNIO
DNPM - CPRM
SUREG/SA

SEÇÃO DE GEOQUÍMICA

PROJETO SERRA DE JACOBINA

ESTUDO ORIENTATIVO - ÁREA - TESTE III

Figura 26 - Perfis geoquímicos em solo residual sobre rocha ultramáfica encaixante de mineralização cromitífera.
Fazenda Passagem - Saude
Análise espectrográfica
Fração inferior a 80 mesh.

FIGURA 26

co é negativo para o resíduo pegmatítico que perderia os seguintes elementos: K, Si e Al para formar a flogopita; F, que substitui (OH) na flogopita; Be, Al, Si para formar berilo; B, Al, Si para formar schorlita; P, F, Cl para formar a apatita (o calcio poderia vir da decomposição da tremolita ou da calcita presente na rocha ultrabásica).

Considerando o teor médio de 20 ppm de Be no sludito de Carnaiba pode-se definir um fator de enriquecimento da ordem de 7,142 comparativamente à média citada por LEVINSON (1974) para a crosta da terra.

Os elementos Mn, Ni, Co e Cu foram presentemente analisados para rocha por espectrografia de emissão e por absorção atomica. Para algumas amostras selecionadas aleatoriamente (figura 31) é notada uma razoável correspondência entre os valores registrados pelos dois métodos.

No alvo-teste de Saude, para as amostras com dados suficientes para tratamento estatístico, são assinaladas expressivas correlações (tabela 5) do cobre com Co, Mn e Ti. A mineralização cromitífera é refletida pelos altos teores de cromo, superiores a 5000 ppm em cromititos e serpentinitos (amostras OS-R-7 A, 8, 18, 19 e 20). Nesta população a associação típica pode ser definida pelos seguintes teores anômalos registrados: Cr (+ 5000 ppm) - Ni (2000 ppm) - Co (500 ppm, com interferência) - Fe (+ 20 %) - Mg (+ 10%) V (150 ppm) - Pb (500 ppm, com interferência), os quais caracterizam, essencialmente, a vinculação às rochas ultramáficas encaixantes da mineralização.

No alvo-teste de Canavieiras, em zona de metaconglomerados auríferos, a origem sedimentar se afigura razoavelmente caracterizada pela associação Cr (700 ppm)- Cu (10 ppm) - Zn (200 ppm) - V (20 ppm) - La (20 ppm) - Zr (200 ppm) em metaconglomerado (amostra LT-R-6); sendo que nos quar

	Mn-A-A	Ni-A-A	Co-A-A	Cu-A-A	Zr-S	Zn-S	Y-S	V-S	Sc-S	Pb-S	Ni-S	Nb-S	Mo-S	La-S	Cu-S	Cr-S	Co-S	Bi-S	Be-S	Ba-S	B-S	Mn-S	Ti-S	Ca-S	Mg-S	Fe-S
Fe-S	▲◧	△■	◬■	(△)□	(▲)(□)	△	▲	▲■	▲	(△)■	▲■	(▲)		□	◬◫	◬◧	▲■	◬	◬	▲(◫)	(◬)(□)	▲◫	◬■	▲	▲◧	●▲■
Mg-S	▲■	◬◧	◬◫	(▲)(□)	(▲)(◧)	▲	▲	▲■	(△)	△(◫)	▲◧			□	(△)◫	▲◫	▲◫	◬	▲	▲□	(◬)(□)	▲■	◬■	◬	●▲■	
Ca-S	(◬)	(△)	(△)	(△)	(▲)	(△)		▲			◬				△	◬	◬		◬	△	(▲)	▲	▲	●▲■		
Ti-S	(◐)(△)■	◐(◬)■	●(△)■	◐△□	(◬)(□)	(◬)	◬	(◐)▲■	▲	(△)◧	○◬■	(△)		◧	◐◬◧	◬◫	◬■	△	◬	◬(◫)	(△)(□)	(○)◬◧	▲■			
Mn-S	◐▲■	(●)◬■	(○)△◫	◐(▲)□	(▲)(□)	▲	▲	●▲■	(◬)	(△)□	(◐)▲◧	◬		□	◐△◧	▲◫	▲◫	◬	◬	▲(◫)	(◬)(□)	●▲■				
B-S	△(□)	(◫)	(◫)	(□)	▲(□)			(◬)□		(□)	(▲)(◫)			◫	(▲)(□)	(△)(◫)	(▲)(□)		(△)	(△)(◫)	●▲■					
Ba-S	▲(□)	▲(◧)	▲(□)	(▲)□	(▲)□	▲	◬	◬(◫)	(◬)	▲◧	▲(◧)	(▲)		◧	(△)□	▲◫	▲(□)	◬	◬	●▲■						
Be-S	▲	△	△	(▲)	(▲)	△	▲	◬	(▲)	(△)	◬				(◬)	▲	◬		●▲■							
Bi-S	◬	◬	△	(▲)		△		△			◬				(▲)		△	●▲■								
Co-S	◬◧	◬■	▲■	(▲)◫	(▲)□	◬	▲	◬◧	◬	△■	▲■	(▲)		□	(△)◧	▲◧	●▲■									
Cr-S	▲□	▲■	▲◧	(▲)◧	(▲)□	▲		◬◧		◧	▲■			□	△◧	●▲■										
Cu-S	○(▲)◧	(◐)(▲)◧	●(▲)◧	▲■	△◫	(▲)	(△)	○◬◫	▲	△■	(○)△◫			□	●▲■											
La-S	□	(◫)	□	□	(□)			◧		◫	(□)			■												
Mo-S																										
Nb-S	(△)	(▲)	(▲)		▲	(◬)		△	(▲)		(▲)	●▲■														
Ni-S	(◐)▲◧	◐▲■	(○)▲■	(○)(▲)□	(▲)□	▲	▲	(◐)◬■	(▲)	△◧	●▲■															
Pb-S	△□	△◫	△■	(△)■	(△)◧	△		(▲)(□)	(△)	●▲■																
Sc-S	(▲)	(◬)	△	▲	△	(◬)		▲	●▲■																	
V-S	◐△■	(●)(△)■	(◐)△◧	○△(□)	(▲)(◫)	(△)	◬	●▲■																		
Y-S	▲	◬	◬	(▲)	(▲)		●▲■																			
Zn-S	▲	▲	▲	(▲)	(▲)	●▲■																				
Zr-S	(▲)(◫)	(◬)□	(▲)◫	▲■	●▲■																					
Cu-A-A	(◐)(▲)□	(◐)(▲)□	◐(▲)◫	●▲■																						
Co-A-A	○◬◧	○▲■	●▲■																							
Ni-A-A	(○)◬■	●▲■																								
Mn-A-A	●▲■																									

CONVÊNIO

DNPM – CPRM

SUREG/SA

SEÇÃO DE GEOQUÍMICA

CONVENÇÕES

COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO	ALVOS-TESTE		
	SAUDE	CARNAIBA	CANAVIEIRAS
≥ 0,7	●	▲	■
0,5 – 0,7	◐	◬	◧
0,3 – 0,5	◐	◬	◫
≤ 0,3	○	△	□
( )	CORRELAÇÃO INVERSA		

PROJETO SERRA DE JACOBINA

ESTUDO ORIENTATIVO

– SUMÁRIO DAS MATRIZES DE CORRELAÇÃO REFERENTE AOS TRES ALVOS-TESTE

ROCHAS

TAB. 5

tzitos (amostras LT-R-1A, 2A, 3A) a associação é definida pelos elementos Cu-Pb-Ni-La-Zr-V-Cr-Co-Au. Alguns níveis serpentiníticos circunscritos à área-teste mostram uma associação típica (amostra OS-R-73 A): Cr (+ 5000 ppm) - Ni (2000 ppm) - Co (150 ppm) - Cu (50 ppm) - V (150 ppm).

O conhecimento das associações geoquímicas pertinentes as unidades litológicas dos três alvos-testes permite concluir a existência de uma excelente conexão com os padrões geoquímicos observados, secundariamente, em sedimento de corrente onde a distribuição dos elementos, além de fornecer o efetivo realce das concentrações anômalas de metais vinculadas a níveis mineralizados, possibilita, também através da consistência das associações geoquímicas dos elementos, estabelecer com razoável segurança a sua ascendencia primária.

6.5 Generalidades Sobre a Exploração Geoquímica para Ouro

Os resultados obtidos para ouro em concentrado de batéia, neste estudo orientativo, mostraram resultados altamente positivos comprovando a eficácia da técnica analítica por absorção atômica, confirmada pelas análises mineralométricas.

Todavia, uma mais completa caracterização da distribuição do metal deveria ser feita, durante o estágio de reconhecimento geoquímico regional, em sedimento, solo e rocha de áreas eventualmente favoráveis.

TAHSE (1968) apresenta uma série de úteis observações relativas ao comportamento do ouro com base numa bem sucedida exploração geoquímica que conduziu à descoberta

de um depósito do metal em Nevada, Estados Unidos. Convém que se esteja alertado quanto a tais aspectos com vistas a uma mais cuidadosa interpretação do reconhecimento geoquímico regional para ouro no âmbito do Projeto Serra de Jacobina.

Eis as principais características de um bom indicador para ouro (TASHE, op. cit.):

(1) Especificidade. Alguns elementos poderiam estar comumente associado com o ouro. Muitos elementos podem acompanhar o ouro durante a mineralização, porém alguns deles indicam tão somente o fato de ocorrer mineralização, o que é, naturalmente, importante. Em Carlin Mine, Nevada, todos estes metais e semi-metais estão presentes em teores anômalos: bário, arsênio, manganês, antimônio, boro, lantânio, chumbo, gálio, escândio, cobalto, molibdênio e prata.

No alvo-teste de Canavieiras o ouro visível aparece significativamente associado aos elementos La, V e Y, e mais moderadamente Pb, Ni, Cr, Zn e Co, para os quais são registrados teores anômalos. Como exemplo vale citar a amostra JE-B-116 com La (+ 1000 ppm), Y (200 ppm), V (100 ppm), Pb (30 ppm) e Nb (20 ppm).

(2) Concentrações Normais baixas e uniformes

Elementos que normalmente ocorrem em concentrações relativamente altas, ou aqueles cujas concentrações variam amplamente de um tipo de rocha para outro, são virtualmente inúteis como indicadores.

Um exemplo disto é o níquel cujas concentrações normais variam desde valores tão baixos como alguns p.p.m. em algumas rochas ácidas até tanto quanto 1500 ppm em algumas rochas básicas.

No caso do presente estudo orientativo, especialmente no alvo-teste de Canavieiras, os resultados de Ni, e também os de cromo apesar de mostrar uma certa associação com o Au em algumas amostras de concentrado de batéia, não constitui por sí só uma indicação segura para a presença de ouro.

(3) Detectibilidade. É altamente desejável a capacidade para detecção de variações nos níveis de "background" dos elementos indicadores de tal modo que a proximidade de uma área ou zona mineralizada possa ser percebida a partir de uma distância tão grande quanto possível. Até recentemente, antes do advento da espectrofotometria de absorção atômica, não era possível obter medições efetivas dos níveis de "background", ou próximo ao "background", de ouro, prata, ou mercúrio - três dos melhores indicadores de ouro - com base numa rotina econômica. Atualmente, além de um grande número de determinações diárias, tem-se assegurado limites iguais ou abaixo das concentrações normais.

Neste estágio do presente estudo orientativo ficou evidenciada a inadequação das análises por espectrografia de emissão em vistas à detecção dos elementos indicadores de ouro, tais como Ag e As. Torna-se indispensável a utilização de métodos mais eficazes, capazes de detectar variações úteis.

(4) Mobilidade. É desejável que um indicador seja, quimicamente, dotado de razoável mobilidade, de tal modo que ele se disperse alhures, a partir da zona de minério, e forneça um alvo maior para o levantamento geoquímico. Por outro lado, o metal não deveria ser tão móvel a ponto de ser completamente lixiviado a partir da zona de miné

rio. O cobre é um exemplo de um elemento altamente móvel, que algumas vezes é completamente carreado.
No alvo-teste de Canavieiras, por exemplo, o cobre parece ter sido fortemente lixiviado, não fornecendo indicações consistentes quanto à sua associação com o ouro.
O ouro é altamente inerte, mesmo em condições fortemente ácidas. Esta inércia do Au impede em muitos casos a dispersão secundária e limita o tratamento do alvo geoquímico. Por outro lado, devido ao fato do ouro raramente ser lixiviado a partir de afloramentos oxidados, os valores superficiais in situ são usualmente indicativos de valores nas rochas subjacentes não oxidadas.
TAHSE (op. cit.) ressalta arsenio, prata e mercurio como excelentes indicadores de ouro. É recomendado para As técnicas colorimétricas de análise que são extremamente sensíveis (10 ppm) e podem detectar e reproduzir valores de "background".
Não é recomendável absorção atômica para As devido à falta de uma boa lâmpada catódica para o elemento.
O arsênio é solúvel numa variedade de ambientes superficiais, sendo que nos ambientes ricos em ferro ele pode formar arseniato férrico que é altamente insolúvel. Assim o arsênio pode concentrar-se preferencialmente com o ferro, daí nos ambientes ricos em ferro poderem ser formadas falsas anomalias. Este tipo de comportamento seria de se esperar que estivesse ocorrendo no alvo-teste de Carnaíba, onde o ferro aparece em expressivas concentrações nos sedimentos.
No âmbito do estudo orientativo, o As foi analisado apenas por espectrografia de emissão. A fraca sensibilidade do método (200 ppm) e o mascaramento do espectro impossibilitaram, nos concentrados de batéia, uma melhor defini-

ção da associação As-Au.

Padrões de amostragem bem definidos e métodos analíticos suficientemente sensíveis podem, produzir resultados altamente informativos, possibilitando não apenas a descoberta de zonas de minério, porém, também, estudos genéticos e estruturais.

GOLDSCHMIDT (1970) assinala que a transferência do ouro na zona de cimentação, resultando num "enriquecimento secundário", ocorre especialmente quando o elemento está associado com pirita, pois tanto o sulfato férrico como o clorêto são ativos na dissolução de ouro metálico. Em alguns casos o ouro da pirita oxidada permanece como metal na zona de oxidação.

No alvo-teste de Canavieiras é observado para ouro no ambiente secundário, em concentrados de batéia, uma forte conexão com a pirita, confirmando um comportamento similar ao citado para a zona de cimentação.

A prospecção geoquímica para ouro neste estágio orientativo ficou limitada à amostragem de concentrado de batéia, o qual mostrou uma excelente eficácia e representatividade. Todavia, no estágio subsequente faz-se necessário uma exploração mais completa incluindo a amostragem de sedimento em áreas favoráveis e, também, prospecção estatégica para solo e rocha visando uma interpretação mais completa dos padrões de dispersão geoquímica do metal e uma efetiva avaliação de zonas seguramente anômalas.

7. SELEÇÃO DA FRAÇÃO GRANULOMÉTRICA IDEAL

Com o objetivo de definir a fração ideal, para efeito de submissão às análises geoquímicas, foi feita

uma seleção, abrangendo os três alvos-teste pesquisados, de 15 amostras de sedimento ativo e 13 amostras de solo residual separadas em três frações granulométricas (+ 20, - 20 + 80, e - 80 mesh) cujas populações, tratadas separadamente forneceram subsídios úteis à serem introduzidos na metodologia do reconhecimento geoquímico regional.

7.1 Sedimento de Corrente

Para uma população isolada de 15 amostras foram aplicados os programas de sumário das estatísticas (suposta a distribuição lognormal) e matriz de correlação. A representação gráfica para Cu, Ni, Co e Mn em perfis geoquímicos (fig. 19) segundo dois métodos analíticos (espectrografia e absorção atômica) possibilita uma melhor avaliação do presente estudo. Também para espectrografia num lote de amostras selecionadas aleatoriamente nos três alvos-teste (figura 30) a maioria dos elementos mostra melhor contraste na fração - 80 mesh do sedimento.

Para a fração - 80 mesh são registradas as médias (geométricas) mais expressivas para os elementos Fe, Mn, Co, Cr, Cu e Ni enquanto na fração + 20 mesh apenas para Ba e Be são observadas melhores médias. De um modo geral os melhores contrastes geoquímicos (razão entre o valor máximo e a média) correspondem também a fração - 80 mesh, onde são detectados os valores máximos para a maioria dos elementos.

Considerando-se as médias aritméticas para as populações discriminadas em cada um dos alvos-teste registra-se para a fração - 80 mesh valores mais expressivos para os elementos Fe, Mg, B, Co, Cr, Cu, Ni, Sc, V e Zr.

Em termos de caracterização das associa-

ções geoquímicas, estas aparecem bem evidenciadas entre os elementos Fe, Mn, Cu, Ni e Co nas três frações granulométricas (tabela 6) sendo, todavia, mais consistentes na fração - 20 + 80 mesh, conforme mostra a fig. 19. Registra-se para o cobre, nesta fração, correlações mais fortes com os elementos Fe - Ni - Cr enquanto em Ba, Mn e Co são mais notáveis na fração + 20 mesh.

O ferro na fração - 80 mesh tem realçada a sua associação com Co e Ni, enquanto que na fração - 20 + 80 mesh, provavelmente em decorrência de coprecipitação e absorção, é observada uma forte correlação do manganês com Fe, Cu, Co, Ni e Ba.

Para a população amostrada registra-se para Be, Co e Cu os melhores graus de detecção na fração - 80 mesh sendo apenas para o cromo notada melhor detecção na fração + 80 mesh.

Como é sabido, o coeficiente de variação pode ser usado como uma medida eficiente para avaliar a dispersão relativa dos elementos, melhormente que o desvio padrão (KOCH - LINK, 1970). Para a população amostrada foram detectados melhor dispersão relativa por fração conforme especificado: Co, Cu e Be na fração + 20 mesh; Fe, Mn e Ni na fração - 80 mesh. Para os demais elementos, de baixo grau de detecção, não foi possível calcular o coeficiente de variação.

Considerando que, de um modo geral os melhores contrastes, teores médios e graus de detecção mais expressivos são registrados na fração - 80 mesh, tornando-a viável para uma perfeita caracterização de zonas anômalas, em que pese a menor dispersão relativa naquela fração, e também o fato das associações geoquímicas serem mais consistentes na

	Ni-S	Cu-S	Cr-S	Co-S	Ba-S	Mn-S	Fe-S
Fe-S	◑	○	○	(○)	(◑)	○	●
Mn-S	●	◑	◑	●	●	●	
Ba-S	◐	○	○	◐	●		
Co-S	●	◑	◑	●			
Cr-S	●	●	●				
Cu-S	◐	●					
Ni-S	●						

FRAÇÃO A (> 20 MESH)

SOLO RESIDUAL

	Ni-S	Cu-S	Cr-S	Co-S	Ba-S	Mn-S	Fe-S
Fe-S	◭	(△)	△	◬	(△)	◭	▲
Mn-S	▲	△	▲	▲	▲	▲	
Ba-S	◭	(△)	◭	◭	▲		
Co-S	▲	◭	◭	▲			
Cr-S	▲		▲				
Cu-S	▲	▲					
Ni-S	▲						

FRAÇÃO B (< 20 E > 80 MESH)

SOLO RESIDUAL

	Ni-S	Cu-S	Cr-S	Co-S	Ba-S	Mn-S	Fe-S
Fe-S	■	◫	◧	◧	□	◧	■
Mn-S	■	◫	◧	■	■	■	
Ba-S	◧	□	◫	◫	■		
Co-S	■	◧	◧	■			
Cr-S	■		■				
Cu-S	■	■					
Ni-S	■						

FRAÇÃO C (< 80 MESH)

SOLO RESIDUAL

	Ni-S	Cu-S	Cr-S	Co-S	Ba-S	Mn-S	Fe-S
Fe-S	◐	●	◑	◐	◐	●	●
Mn-S	◐	●	◑	●	◐	●	
Ba-S	○	●	(○)	◑	●		
Co-S	●	●	◐	●			
Cr-S	●	○	●				
Cu-S	◐	●					
Ni-S	●						

FRAÇÃO A (> 20 MESH)

SEDIMENTO DE CORRENTE

	Ni-S	Cu-S	Cr-S	Co-S	Ba-S	Mn-S	Fe-S
Fe-S	▲	▲	◭	▲	▲	▲	▲
Mn-S	◭	▲	◭	▲	▲	▲	
Ba-S	◬	◬	△	◬	▲		
Co-S	▲	◭	▲	▲			
Cr-S	▲	◭	▲				
Cu-S	◭	▲					
Ni-S	▲						

FRAÇÃO B (> 20 E < 80 MESH)

SEDIMENTO DE CORRENTE

	Ni-S	Cu-S	Cr-S	Co-S	Ba-S	Mn-S	Fe-S
Fe-S	■	■	(□)	■	◫	■	■
Mn-S	◫	◧	(◧)	◧	◧	■	
Ba-S	□	◫	(◧)	(□)	■		
Co-S	■	◫	◫	■			
Cr-S	◧	(□)	■				
Cu-S	◧	■					
Ni-S	■						

FRAÇÃO C (< 80 MESH)

SEDIMENTO DE CORRENTE

CONVENÇÕES

COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO	ÁREA TOTAL DOS ALVOS-TESTE		
	FRAÇÃO A	FRAÇÃO B	FRAÇÃO C
≥ 0,7	●	▲	■
0,5 – 0,7	◐	◭	◧
0,3 – 0,5	◑	◬	◫
< 0,3	○	△	□
( )	CORRELAÇÃO INVERSA		

CONVÊNIO

DNPM – CPRM

SUREG/SA

SEÇÃO DE GEOQUÍMICA

PROJETO SERRA DE JACOBINA

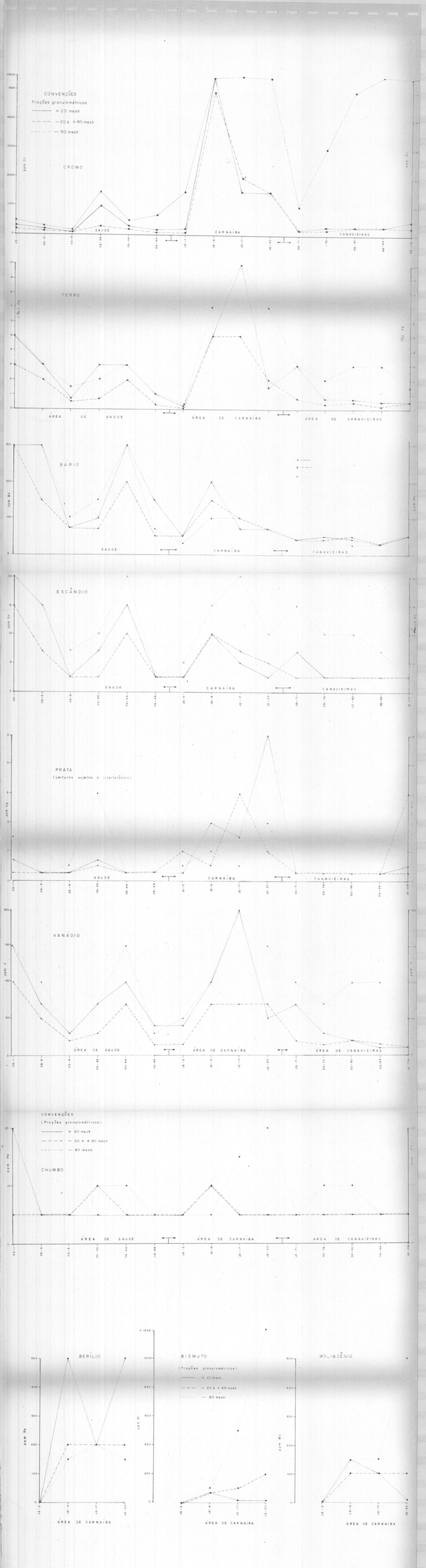
ESTUDO ORIENTATIVO

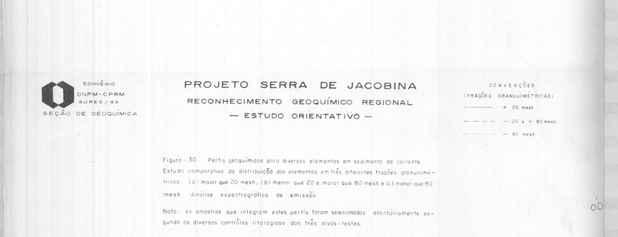
– SUMÁRIO DAS MATRIZES DE CORRELAÇÃO

REFERENTE AOS TRES ALVOS-TESTE

SOLO RESIDUAL E SEDIMENTO DE CORRENTE

TAB. 6





CONVÊNIO
DNPM-CPRM
SUREG/SA
SEÇÃO DE GEOQUÍMICA

PROJETO SERRA DE JACOBINA

RECONHECIMENTO GEOQUÍMICO REGIONAL

— ESTUDO ORIENTATIVO —

CONVENÇÕES
(FRAÇÕES GRANULOMÉTRICAS)
+ 20 mesh
20 a + 80 mesh
80 mesh

Figura - 30 Perfis geoquímicos para diversos elementos em sedimento de corrente. Estudo comparativo da distribuição dos elementos em três diferentes frações granulométricas. (a) maior que 20 mesh, (b) menor que 20 e maior que 80 mesh e (c) menor que 80 mesh. Análise espectrográfica de emissão.

Nota: as amostras que integram estes perfis foram selecionadas aleatoriamente segundo os diversos contôles litológicos dos três níveis-testes.

FIGURA 30

Desenhista: Renato P. Souza

fração - 20 + 80 mesh, é sugerida a utilização da fração granulométrica menor que 80 mesh para efeito de submissão às análises geoquimicas correspondentes ao reconhecimento geoquímico regional, após pulverização de rotina na fração de 150 mesh.

7.2 Solo Residual

Um total de 13 amostras de solo, representativo dos três alvos-teste abrangidos, foi estudado, similarmente ao tratamento adotado para sedimento, em três frações granulométricas (+ 20, - 20 + 80 e - 80 mesh) pertinente aos elementos Fe, Mn, Ba, Be, Co, Cr, Cu e Ni, os quais foram suficientemente bem detectados ao nível da sensibilidade do método de análise, por espectrografia de emissão.

Para os elementos Mn, Ba, Cr e Be as concentrações médias são mais expressivas na fração granulométrica - 80 mesh, enquanto que para Fe, Co, Cu e Ni melhores médias são assinaladas na fração + 20 mesh. Todavia os melhores contrastes são assinalados, invariavelmente, na fração - 80 mesh, na qual também a dispersão relativa é mais significativa para todos os elementos com exceção do cobalto que exibe melhor dispersão na fração + 20 mesh.

A análise das matrizes de correlação (tabela 6) mostra que o cobre aparece na fração - 80 mesh seguramente associado aos elementos Co, Ni, Ba, Fe e Mn sendo com o cromo caracterizada uma melhor associação na fração + 20 mesh. Também na fração - 80 mesh o ferro mostra uma melhor associação com Mn, Cu, Cr, Co e Ni.

No alvo-teste de Saude os resultados pertinentes a um lote selecionado de seis amostras de solo indica médias aritméticas mais expressivas para os elementos Cu,

Cr, Mg, Ca, Ti, Mn, Ba, Be, Pb, Sr e Zr enquanto que apenas para os elementos Fe, Ni, Co, V e Y são obtidas melhores médias na fração + 20 mesh. Também neste caso, os contrastes geoquímicos mais marcantes correspondem a fração - 80 mesh, na qual são registrados os valores máximos para todos os elementos.

Similarmente ao comportamento observado em sedimento, a fração - 80 mesh de solo foi revelada ideal para submissão às análises geoquímicas, após a sua devida pulverização para 150 mesh, conforme procedimento usual. Os contrastes geoquímicos indicados pela fração - 80 mesh são, seguramente, eficazes na caracterização de halos anômalos em solo residual, tendo a vantagem adicional das associações geoquímicas nela evidenciadas apresentarem uma notável consistência e representatividade.

8. AVALIAÇÃO DOS MÉTODOS ANALÍTICOS

8.1 Generalidades

Neste estágio de geoquímica piloto foi feito um estudo comparativo da eficácia e confiabilidade dos resultados analíticos pertinentes aos métodos de espectrofotometria de absorção atômica e espectrografia de emissão aplicados à população amostrada em sedimento de corrente, concentrado de batéia, solo e rocha.

A complexidade das associações minerais vinculadas aos controles litoestratigráficos regionais, no âmbito do Projeto Serra de Jacobina, exigem uma cuidadosa avaliação das variações discretas eventualmente assinaladas em concentrações de elementos traços farejadores, úteis na detecção de mineralização. Daí decorre a necessidade da adoção de métodos analíticos suficientemente sensíveis e de boa

reprodutividade de modo a assegurar uma perfeita consistencia e confiabilidade na interpretação dos dados.

8.2 Comparação da Eficácia dos Métodos

O estudo comparativo para os registros assinalados nas análises geoquímicas efetuados por espectrografia e absorção atômica possibilitou o tratamento destes dados objetivando a definição de subsídios analíticos aplicáveis à etapa de reconhecimento geoquímico regional.

As análises espectrográficas semiquantitativas para o padrão de 30 elementos foram realizadas em todas as amostras, enquanto que a absorção atômica foi empregada para Cu, Ni, Co, Mn e Ag em solo, sedimento e rocha tendo sido utilizadas aberturas por ácido nítrico concentrado a quente e depois, por água régia. Os concentrados de bateia foram processadas análises apenas para Au por este método.

Especial atenção foi dada à comparação dos dois métodos segundo os registros para Cu, Ni, Co e Mn. Tais comparações podem ser visualizadas para sedimento de corrente, em três frações granulométricas, abrangendo amostras aleatoriamente selecionadas nos três alvos-teste (figura 19); para rochas selecionadas ao acaso nos três alvos-teste (figura 31); e para amostras de sedimento e correspondentes concentrado de batéia coletadas simultaneamente nas mesmas estações (figura 25).

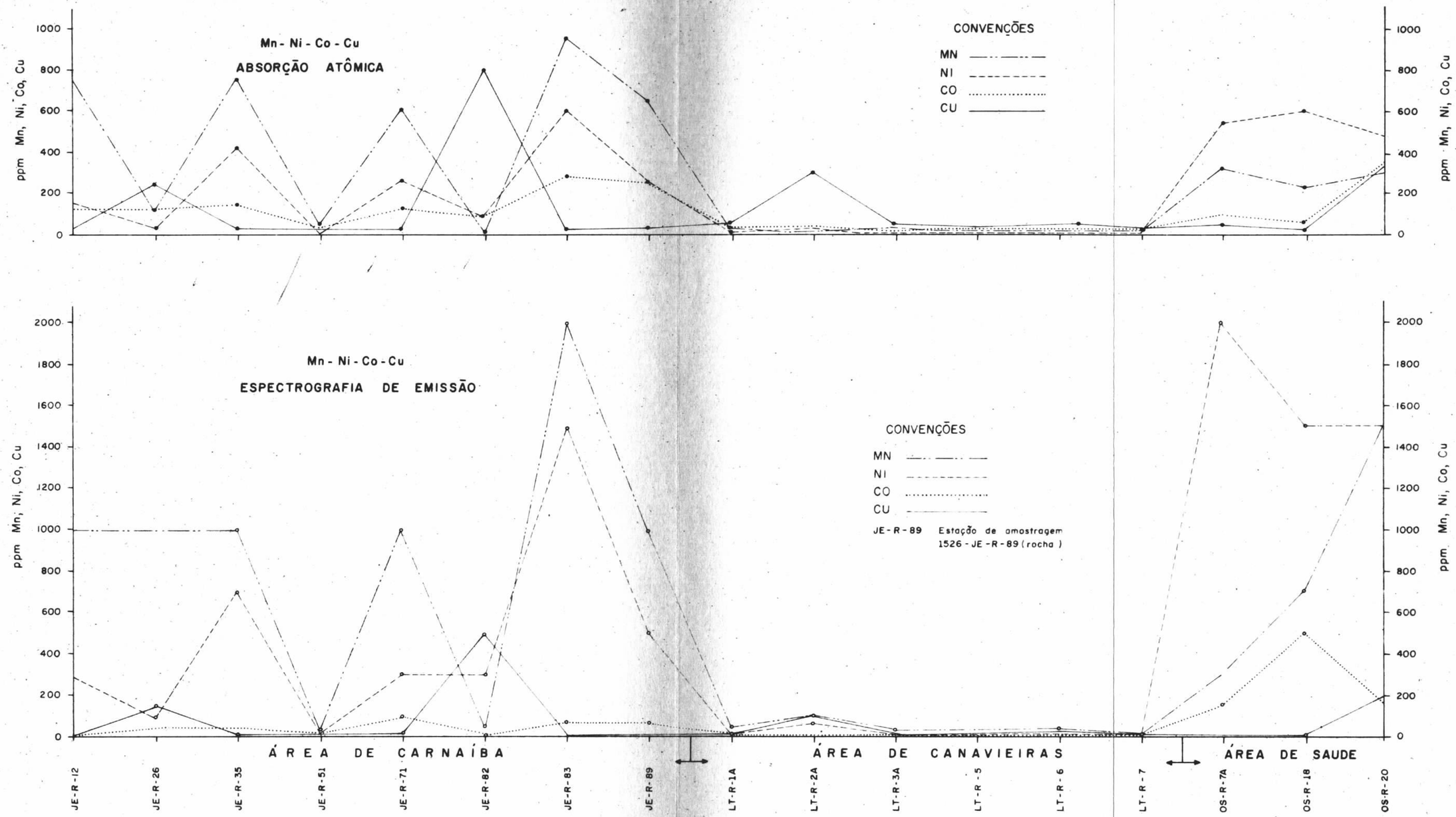
Da observação dos perfis conclui-se que nos diversos materiais amostrados existe uma razoável correspondencia entre os valores registrados para Cu, Ni, Co e Mn pelos dois métodos de análise. Observa-se, entretanto, que os resultados de espectrografia de emissão tendem a mostrar oscilações mais acentuadas, o que é justificado pelo

TABELA 7

LIMITES INFERIORES DA SENSIBILIDADE (EM PPM) DOS MÉTODOS ANALÍTICOS PARA DETERMINAÇÃO DE ELEMENTOS TRAÇOS.

ELEMENTO	ESPECTROGRAFIA		ABSORÇÃO ATÔMICA		COLORIMETRIA	
	LAMIN	LEVINSON	LAMIN	LEVINSON	LAMIN	LEVINSON
Ag	0,5	0,5	0,5	1,0(*)	-	0,1
As	200	1000	10	2,0	10	10(*)
Au	10	20	0,05	0,005(*)	-	0,05
B	10	20	-	40	-	10
Ba	20	2	500	0,3	-	500
Be	1	0,03	-	0,03	-	1
Bi	10	10	-	10(*)	-	20
Ca	500	50	-	-	-	-
Cd	20	50	1	0,2(*)	-	-
Co	5	5	5	4(*)	-	1
Cr	10	1	10	0,1	-	100
Cu	5	1	5	0,1(*)	2	5
Fe	500	-	-	-	-	(*)
La	20	50	-	30	-	-
Mg	200	-	-	-	-	-
Mn	10	10	50	0,05	-	50
Mo	5	3	1	0,6	-	2(*)
Ni	5	5	5	4(*)	-	1
Nb	10	10	-	20	-	-(*)
Pb	10	10	5	1(*)	-	10
Sb	100	200	-	-	1	1(*)
Sr	100	5	-	0,15	-	-
Sn	10	10	-	3	-	10
Sc	5	5	-	0,65	-	-
Ti	20	2	-	2	-	100(*)
V	10	7	-	1,5	-	4(*)
W	50	100	-	20	20	4(*)
Y	10	10	-	2	-	-
Zn	200	300	5	0,5(*)	-	5
Zr	10	10	-	6	-	-

Nota: (1) LAMIN - Laboratório de Análises Minerais (CPRM)
(2) LEVINSON(1974) - Limites de sensibilidade referidos por A.A.LEVINSON in Itroduction to Exploration Geochemistry p. 285, 1974.
(3) (*) - Método comumente adotado pelo USGS (United States Geological Survey).
(4) - Para os seguintes elementos são normalmente utilizados os métodos especificados:F-eletrodo de ion específico (50 ppm);Hg-detetor de vapor (0,02ppm);absorção atômica para K(0,1%) e Na(0,1%);clorimetria para P(0,01%)e Se (1 ppm).



CONVÊNIO
DNPM - CPRM
SUREG/SA
SEÇÃO DE GEOQUÍMICA

PROJETO SERRA DE JACOBINA

RECONHECIMENTO GEOQUÍMICO REGIONAL

— ESTUDO ORIENTATIVO —

FIG. 31 - Perfis geoquímicos para cobre, níquel, cobalto e manganês em rochas. Estudo comparativo da distribuição dos metais segundo os métodos de análise por espectrografia de emissão e espectrofotometria de absorção atômica. Testes na fração inferior a 80 mesh.

Nota: as amostras de rocha que integram estes perfis, foram selecionadas aleatóriamente dentro dos diversos contrôles litológicos nos três alvos - teste

FIGURA 31

fato das leituras serem feitas segundo steps logarítmicos. A carência de uma maior precisão dos resultados de espectrografia impossibilita uma avaliação mais segura das oscilações dos valores próximos ao limite de detecção do método, mascarando variações sutis de grande importância na caracterização de associações geoquímicas dos elementos farejadores de mineralização. Entretanto, os resultados de espectrografia de emissão para Cu, Ni, Co e Mn (figura 19)aparecem consideravelmente realçados, em relação aos valores de absorção atômica, em zonas mineralizadas. A título de informação adicional,são apresentados na tabela 7 os limites de sensibilidades dos métodos analíticos usuais na geoquímica.

É evidenciada neste estágio orientativo, uma excelente consistencia na representatividade dos valores registrados para Cu, Ni, Co e Mn por absorção atômica, conforme testes realizados em três frações granulométricas (figura 19) onde as discrepancias assinaladas entre as 3 frações guardam entre si uma certa uniformidade. O método de absorção atômica é livre de interferencia porque somente os comprimentos de onda emitidos pela fonte catódica são medidos e, assim sendo, nenhum outro elemento, além do que esteja sendo analisado, poderá absorver luz. Todavia, conforme enfatiza LEVINSON (1974), a interferência ocorre, efetivamente, para alguns elementos devido ao efeito da matriz (variações na composição da massa da amostra) afetando particularmente em baixas concentrações (cerca de 1 ppm), os elementos Ag, Mo, Cd, Zn, Ni e Co. Para as determineções de chumbo tal efeito é maior afetando a exatidão, porém não a precisão do método.

Para as populações amostradas nos três alvos-teste o efeito de matriz, na absorção atômica, ficou bem caracterizado nas análises de prata.

Conforme se infere da literatura geoquímica, o método de absorção atômica permite analises parciais ou totais para cêrca de 40 elementos aplicáveis à exploração geoquímica, sendo que há vantagem de muitos elementos poderem ser determinados com a mesma solução. Trata-se de um método rápido, sensível e específico, exato e pouco dispendioso (LEVINSON, op. cit.).

Convém notar que os resultados de espectrografia de emissão, para o padrão de 30 elementos, evidenciaram nos diversos meios amostrados (solo, sedimento, rocha e batéia) graus de detecção muito baixos ou nulos para 10 elementos: Au, Cd, Sb, As, Ag, Sr, W e Zn. Para os demais elementos, detectadosna população amostrada, a maioria dos resultados situam-se na faixa do limite de detecção, pouco sensível. Em tais casos uma melhor confiabilidade nos resultados é condicionada, esporadicamente, pelo aparecimento de valores significativamente anômalos.

No cômputo geral, as análises espectrográficas possibilitam, a grosso modo, uma razoável caracterização das distribuições dos elementos e das suas associações no âmbito regional, não discriminado, entretanto, algumas associações sutis para cuja elucidação torna-se indispensável o envolvimento de métodos mais eficazes, especialmente absorção atômica e colorimetria.

No tocante às análises mineralógicas semiquantitativas para minerais pesados, nos concentrados de batéia, os resultados foram, apenas, parcialmente satisfatórios acrescentado poucas informações à caracterização geoquímica da área. Além disso tais análises consomem um tempo considerável dos analistas, acarretando atrazos à subsequente execução das análises geoquímicas. Pode-se concluir pela con

veniência da eliminação sumária de tais análises mineralógicas, as quais poderiam ser realizadas somente em amostras particularmente susceptíveis de avaliação mais completa.

8.3 Estabelecimento de Novos Critérios

Em função das experiências obtidas neste estágio de estudo orientativo, conforme relatado no ítem precedente, julgamos válida a introdução de algumas modificações nos critérios de análise geoquímica aplicáveis à etapa subsequente de reconhecimento regional. As seguintes observações deverão ser levadas em consideração:

(a) Análises por espectrografia de emissão não deverão ser utilizadas sistematicamente com relação as populações amostradas no reconhecimento regional. Sua aplicação poderia ser limitada às amostras de rocha, possibilitando, para o espectro completo completo de 30 elementos (padrão), uma razoável avaliação da distribuição primária de 15 a 20 elementos, de grau de detecção normalmente satisfatório, fornecendo subsídios para uma interpretação mais segura da distribuição e associação dos elementos no ambiente de dispersão secundária (sedimento e solo). O método se constitui num meio rápido e economico de obter tais informações. As precárias sensibilidades e reprodutibilidade do método exigem a adoção de procedimentos analíticos complementares.

(b) Há necessidade de se obter dados mais consistentes que permitam uma interpretação mais rigorosa e conclusiva para oscilações discretas dos teores de elementos eventualmente farejadores de mineralização.

Pode-se recomendar análises complementares, com maior eficácia, por absorção atômica, sistematicamente para um

grupo mínimo de cinco elementos no reconhecimento regional. A priori, poderiam ser testados Cu, Ni, Co, Fe e Mn. O grupo poderia, naturalmente, ser alterado em função das mudanças verificadas nos diferentes contrôles litoestratigráficos que aparecem no âmbito do Projeto Serra de Jacobina.

(c) Em concentrado de batéia a análise de ouro por absorção atômica (sensibilidade de 0,05 ppm)mostrou uma excelente eficácia. Recomenda-se o processamento desta determinação para todas as amostras de concentrado de batéia do reconhecimento regional. Adicionalmente, análises para ouro são indicadas, também, para 50% da população a ser amostrada em solo e rocha.

(d) É sabido que a utilização do método clássico de ensaio por fusão (fire-assay) fornece um excelente meio para extrair e concentrar traços de metais preciosos a partir de amostras de materiais não homogeneos. Suas principais limitações estão relacionadas à transferência de teores quantitativamente pequenos de metais preciosos (normalmente 0,05 mg) para uma balança analítica e à separação dos vários componentes por métodos químicos. O método é particularmente aplicável aos seguintes elementos, com sensibilidade em ppm: Au (0,05), Ag (0,5), e grupo da platina compreendendo Ir (0,1), Pd (0,002), Pt (0,005), Rh (0,002) e Ru (0,1).

É recomendado, no âmbito do reconhecimento regional, a seleção de amostras estrategicamente posicionadas, para submissão a tais análises, especialmente para prata e grupo da platina.

(e) As análises espectrográficas de emissão mostraram-se particularmente eficazes na detecção dos elementos berílio (sensibilidade de 1 ppm) e molibdênio (sensibilidade de 5 ppm). É sugerido que tais análises sejam processadas sistematicamente nas populações amostradas em áreas de condicionamentos geológicos favoráveis, especialmente nas ultramáficas internas da serra (visando esmeralda) e em níveis pegmatíticos (visando molibdenita).

(f) Testes colorimétricos poderão ser eventualmente necessários para alguns elementos em áreas específicas, especialmente para As, Sb e W.

(g) As análises mineralógicas semiquantitativas para determinação de minerais pesados em concentrado de batéia, neste estágio orientativo, não acrescentaram maiores informações às análises geoquímicas. Em sendo assim, sugerimos a sua total eliminação durante o reconhecimento regional, fato que permitiria, além de uma considerável economia dos custos, uma maior rapidez nas análises geoquímicas daqueles materiais. Apenas em casos muito excepcionais serão solicitadas tais análises mineralógicas.

9. REGRESSÃO LINEAR MÚLTIPLA SEQUENCIAL

Esta técnica estatística vem sendo empregada por diversos autores como um subsídio auxiliar na interpretação de dados geoquímicos. Na presente pesquisa ela será utilizada, segundo os conceitos de BRUNDIN and NAIRIS (1972), com o objetivo de selecionar a influência do ambiente na variação dos elementos, e, adicionalmente, caracterizar associações criticas do ponto de vista geoquímico.

O caráter expressivo dos corpos máficos e ultramáficos, dominantes nos alvos-teste, possibilitou a seleção dos metais Cu-Ni-Co-Mn para efeito de estudo de regressão linear, segundo os resultados analíticos discriminados por espectrografia de emissão e por espectrofotometria de absorção atômica. Foram tomadas como variáveis dependentes, alternadamente, os metais cobre e níquel (tabela 8).

Considerando o cobre como variável dependente é possível se extrair as seguintes observações:

(1) A associação Mn - Co - Ni, segundo as análises espectro-

gráficas, melhor explica (accounted for) a variabilidade dos dados de cobre na população amostrada em sedimento de corrente na área de Carnaíba. Todavia, através da absorção atômica, é registrada uma melhor influência (redução de 69,35 %) em sedimento na área de Saude.

(2) Para as associações de dois elementos, tem-se um melhor "accounted for" pertinente a Mn - Co nas populações de sedimento (espec.) e solo (espec.) da área de Carnaíba e sedimento (espec.) de Canavieiras. Também nos sedimento (A.A.) de Saude e em rocha (A.A.) de Canavieiras.

(3) Considerando-se a influência isolada dos metais na "explicação" da variabilidade do cobre, é evidenciada com o cobalto uma associação mais estreita, por espectrografia, nas populações de sedimento de Saude e Carnaíba e, através de absorção atômica, em sedimento de Saude e Canavieiras, solos de Carnaíba e rochas de Canavieiras.
A influência do Mn aparece realçada em solos da área de Saude (espec. e A.A.) e nos sedimentos de Canavieiras(espec.).
No tocante às associações que melhor explicam a variabilidade dos dados de níquel, registra-se (tabela 8):

(1) Em sedimento da área de Saude são assinalados as melhores reduções (%) para a associação Mn - Co - Cu.

(2) As associações de dois elementos, em ordem decrescente de influência, estão assim definidas: Mn - Co, Cu - Co e Mn - Cu.

(3) Nas populações discriminadas para sedimento, solo e rocha, nos três alvos-testes, o cobalto é o elemento que assume maior responsabilidade pela variabilidade dos dados de niquel, quer seja por espectrografia ou por absorção atômica. Em segundo lugar, tal influência é exercida pelo manganês.

TABELA - 8

SUMÁRIO DA REGRESSÃO LINEAR MÚLTIPLA SEQUENCIAL

ESTUDO ORIENTATIVO — PROJETO SERRA DE JACOBINA

ALVO PESQUISADO	MATERIAL AMOSTRADO	VARIAVEL DEPENDENTE: Cu VARIAVEIS INDEPENDENTES: Mn-Co-Ni				VARIAVEL DEPENDENTE: Ni VARIAVEIS INDEPENDENTES: Mn-Co-Cu			
		ESPECTROGRAFIA		ABSORÇÃO ATÓMICA		ESPECTROGRAFIA		ABSORÇÃO ATÓMICA	
		Variáveis na Regressão	% de Redução	Variáveis na Regressão	% de Redução	Variáveis na Regressão	% de Redução	Variáveis na Regressão	% de Redução
ÁREA TESTE II FAZENDA PASSAGEM (SAUDE)	SEDIMENTO DE CORRENTE	Mn-Co-Ni	29,25	Mn-Co-Ni	69,35	Mn-Co-Cu	63,23	Mn-Co-Ni	83,16
		Mn-Co	25,45	Mn-Co	69,35	Mn-Co	60,87	Mn-Co	83,16
		Mn-Ni	29,93	Mn-Ni	63,35	Mn-Cu	15,88	Mn-Cu	49,02
		Co-Ni	19,60	Co-Ni	69,26	Co-Cu	55,52	Co-Cu	67,09
		Mn	17,21	Mn	39,12	Mn	0,62	Mn	15,33
		Co	18,50	Co	69,17	Co	54,94	Co	66,99
		Ni	15,06	Ni	48,69	Cu	15,06	Cu	48,69
	SOLO RESIDUAL	Mn-Co-Ni	33,44	Mn-Co-Ni	28,12	Mn-Co-Cu	74,02	Mn-Co-Ni	83,31
		Mn-Co	32,49	Mn-Co	21,38	Mn-Co	73,65	Mn-Co	81,74
		Mn-Ni	32,81	Mn-Ni	22,52	Mn-Cu	40,08	Mn-Cu	45,11
		Co-Ni	11,75	Co-Ni	22,27	Co-Cu	73,31	Co-Cu	83,31
		Mn	26,59	Mn	21,23	Mn	34,54	Mn	44,15
		Co	6,75	Co	14,24	Co	71,80	Co	81,58
		Ni	1,03	Ni	4,80	Cu	1,03	Cu	4,80
ÁREA TESTE I MINA DE CARNAÍBA	SEDIMENTO DE CORRENTE	Mn-Co-Ni	73,30	Mn-Co-Ni	68,58	Mn-Co-Cu	70,22	Mn-Co-Cu	83,79
		Mn-Co	73,29	—	—	Mn-Co	70,21	Mn-Co	83,77
		Mn-Ni	58,52	—	—	Mn-Cu	49,38	Mn-Cu	62,51
		Co-Ni	68,79	—	—	Co-Cu	69,90	Co-Cu	83,79
		Mn	36,14	—	—	Mn	22,07	Mn	51,63
		Co	68,77	—	—	Co	69,89	Co	83,77
		Ni	49,00	—	—	Cu	49,00	Cu	55,25
	SOLO RESIDUAL	Mn-Co-Ni	64,63	Mn-Co-Ni	52,54	Mn-Co-Cu	85,53	Mn-Co-Cu	83,40
		Mn-Co	64,53	Mn-Co	51,93	Mn-Co	85,50	Mn-Co	83,19
		Mn-Ni	59,90	Mn-Ni	39,74	Mn-Cu	62,05	Mn-Cu	76,05
		Co-Ni	62,85	Co-Ni	52,50	Co-Cu	85,49	Co-Cu	81,14
		Mn	52,64	Mn	37,41	Mn	55,18	Mn	75,12
		Co	62,74	Co	51,67	Co	85,45	Co	80,81
		Ni	51,75	Ni	36,76	Cu	51,74	Cu	36,76
ÁREA TESTE III MINA CANAVIEIRAS (JACOBINA)	SEDIMENTO DE CORRENTE	Mn-Co-Ni	19,20	Mn-Co-Ni	34,21	Mn-Co-Cu	56,19	Mn-Co-Cu	89,70
		Mn-Co	15,23	Mn-Co	22,10	Mn-Co	53,69	Mn-Co	87,80
		Mn-Ni	12,58	Mn-Ni	30,62	Mn-Cu	3,30	Mn-Cu	27,94
		Co-Ni	12,27	Co-Ni	27,69	Co-Cu	56,19	Co-Cu	76,51
		Mn	12,49	Mn	7,66	Mn	3,22	Mn	4,10
		Co	6,94	Co	22,09	Co	53,52	Co	74,69
		Ni	0,12	Ni	27,59	Cu	0,12	Cu	27,59
	ROCHA			Mn-Co-Ni	19,80			Mn-Co-Cu	84,49
				Co-Ni	12,30			Cu-Co	69,56
				Co-Mn	18,65			Cu-Mn	69,80
				Ni-Mn	15,58			Co-Mn	84,27
				Co	10,88			Mn	64,26
				Ni	4,33			Co	69,07
				Mn	0,11			Cu	4,33

Com relação às discrepâncias observadas (tabela 8) nas reduções obtidas para uma mesma variável dependente de acôrdo com os métodos analíticos empregados (espectrografia de emissão e absorção atômica) normalmente com uma melhor explicabilidade obtida através de absorção atômica, é possível estabelecer a suposição de que as baixas reduções registradas com análises espectrográficas sejam decorrentes do maior número de valores não definidos (abaixo do limite de sensibilidade ou não detectados) neste método, e a melhor correlação existente entre as variáveis nos resultados de absorção atômica. Como exemplo vale citar a "explicação" dada para cobre em sedimentos de Saude: 29,25% na espectrografia e 69,35% na absorção atômica, portanto com uma discrepância da ordem de 40%, considerando as mesmas variáveis independentes (Mn, Co e Ni).

Nos três alvos-teste, no ambiente de dispersão secundária há índicios de que os metais Cu, Ni e Co tenham se precipitado por barreiras de absorção, sendo interessante assinalar as expressivas associações dos mesmos com o Mn, elemento cuja presença aparece bem patenteada. Como é sabido, durante a sua precipitação, o óxido de manganês pode incorporar, por coprecipitação, outros elementos. Estes, uma vez formados, tem uma tendência a absorver - "scavenge" - elementos com os quais venham a entrar em contato. Disto resulta que alguns metais, tais como, Cu, Ni e Co, normalmente móveis, pelo menos em soluções ligeiramente ácidas, tendam a se concentrar nos precipitados de manganês e ferro. Este processo parece estar particularmente conectado ao ambiente da dispersão secundária das áreas-teste pesquisadas.

Conforme enfatizam BRUNDIN and NAIRIS (1972), os valores brutos dos teores de metais de minério

em sedimento de corrente e solo devem ser corrigidos em função do teor de matéria orgânica e limonita. Sem tais correções não se pode obter um máximo de informação útil a cerca das mineralizações. Nas áreas pesquisadas, neste estudo orientativo, os sedimentos de corrente apresentam, normalmente um fraco teor em matéria orgânica não exercendo, portanto, uma influência considerável. A ubiquidade dos expressivos teores de limonita no ambiente secundário amostrado se constitui, nesta região num importante parâmetro para a explicação (accounted for) da variabilidade de diversos metais, especialmente Cu, Ni e Co. Tais observações deverão ser levadas em consideração na avaliação de eventuais anomalias destes metais na etapa de reconhecimento regional.

Esta evidenciado, em princípio, que o uso da técnica de regressão pode explicar algumas porções das variações no "background" de elementos traços em sedimento de corrente e outros materiais. Todavia, a escolha de variáveis e a forma na qual elas entram na regressão pode ser um problema considerável. No estágio de reconhecimento regional poder-se-a utilizar a litologia das bacias de drenagem, o relêvo, e os teores de Fe e Mn como variáveis significativas aplicáveis, com possível êxito, na equação de regressão com vistas a melhorar a resolução da interpretação de sedimento de corrente.

10. ANÁLISE DE VARIÂNCIA

No que concerne ao estudo da variância para a fase piloto, optou-se pelo cálculo da variância combinada (somatório dos erros analíticos e de amostragem) introduzida no levantamento efetuado. Para tal, foram considerados 14 pares amostrais de sedimento de corrente, sendo 14

TABELA 9

ANÁLISE DE VARIÂNCIA COMBINADA (Vsa)

Elemento* Método Analítico	Vt	Vsa	% Vsa
Fe - S	0.5054	0.0687	13
Mn - S	0.4625	0.0407	9
Mn - A.A.	0.4704	0.0748	16
Ba - S	0.3025	0.0232	8
Be - S	0.4854	0.0146	3
Co - S	0.1597	0.0194	12
Co - A.A.	0.1956	0.0073	4
Cr - S	0.3545	0.0662	19
Cu - S	0.1767	0.0689	39
Cu - A.A.	0.0987	0.0119	12
Mo - S	0.1287	0.0216	17
Ni - S	0.4714	0.0380	8
Ni - A.A.	0.4603	0.0297	6

Observações:

S = Espectrografia semi-quantitativa

A.A.= Absorção Atômica

Vt = Variação Total (Σ Componente Variância)

Vsa = Variância entre amostras + laboratório (%)

originais e 14 duplicatas de campo, todas compostas ("composite sampling"), distando estas últimas no máximo 15 metros, a montante ou a juzante da estação de amostragem original.

Foram selecionados na concordância com o ambiente geológico local 9 elementos (vide tabela 9) sendo uma das funções, a comparação da variância combinada pelo método espectrográfico semi-quantitativo (S) e pelo método de absorção atômica (A.A.) para 4 elementos previamente selecionados em consonância à associação geoquímica, característica das rochas máficas que ocorrem dominantemente na área do estudo orientativo.

O processamento eletrônico foi efetuado através do Programa de Análise de Variância (PRGQM-405) desenvolvido pelo U.S.G.S. e adaptado pelo SEAG - C.P.R.M.

Os elementos selecionados para este tratamento, tiveram seus valores transformados logaritmicamente. O nivel de significancia proposto para a análise de variância foi de 0,05.

Levou-se em consideração, no presente estudo, a observação de EBENS (1975) com relação a aceitabilidade da consistência de mapas geoquímicos quando o erro combinado introduzido não ultrapassa 50% (erros de amostragem mais analítico) e o restante do erro total for devido a fatores naturais, tais como litologia, presença de mineralizações, presença de barreiras ou ativadores da migração dos elementos (pH, Eh), associações geoquímicas, topografia-geomorfologia, clima, evolução geo-tectônica, área de drenagens das bacias, etc.

Na observância da tabela 9, pode-se ressaltar que a máxima variância combinada introduzida foi a do elemento cobre (por espectrografia) com 39% estando portanto dentro do limite aceitável proposto por EBENS (op. cit.).

Na comparação do erro combinado para os elementos analisados por absorção atômica e por espectrografia, podemos observar que de um modo geral a variância combinada para o primeiro método é menor que a do segundo, a despeito de não termos em mãos dados relativos à variância analítica comparativa dos dois métodos usados.

11. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

1. No âmbito geral do Projeto Serra de Jacobina há no ambiente secundário uma evidente dominância dos padrões de dispersão clástica relativamente aos hidromorficos. Daí decorre a necessidade de uma maior densificação da amostragem de sedimento e concentrado de batéia com vistas à efetiva caracterização de eventuais zonas potencialmente anômalas com base na distribuição de elementos farejadores individuais ou de associações geoquímicas específicas.

A densidade de amostragem para sedimento e concentrado de batéia com uma amostra para cada 5 e $10km^2$, respectivamente, parece satisfatoria ao reconhecimento regional. Todavia, em áreas de maior complexidade geológica uma amostragem mais densa deverá ser introduzida, incluindo solo e rocha em sitios estratégicos.

2. Não foi observado o desenvolvimento de um perfil pedológico típico. Nas condições morfoclimáticas regionalmente dominantes é, em geral, observada uma rápida passagem ao horizonte C (rocha decomposta), com um horizonte B pouco espesso (± 20 cm) e a quase inexistencia do horizonte A. A amostragem deve ser feita, preferencialmente sempre ao nível da rocha decomposta (horizonte C) pois os horizontes A e B são muito susceptíveis de carreamento e aporte de materiais diversos nesta região de relêvo extremamente acidentado, de clima seco, sujeita, porém, a chuvas torrenciais de verão.

3. As associações geoquímicas registradas nos diversos materiais amostrados (sedimento, solo, rocha e concentrado de batéia) fornecem informações muito consistentes e indicativas das áreas mineralizadas e, por vezes, da sua ascendencia genética. A associação Cu-Ni-Co-Cr, por exem

plo, nos três alvos-teste caracterizou com bastante segurança zonas de ascendencia ultrabásica.

4. As amostras de sedimento de corrente e solo residual mostraram, em geral, melhores contrastes, teores médios e graus de detecção mais expressivos na fração inferior a 80 mesh. Também nesta fração as associações geoquímicas adquirem uma melhor consistencia e representatividade. Daí ser recomendável a adoção desta fração (- 80 mesh) no estágio de reconhecimento geoquímico regional. Convém notar, com relação a sedimento de corrente, as partículas finas tem uma maior amplitude de deslocamento a partir da fonte de origem, o que lhes confere uma melhor representatividade areal, além do que diversos metais móveis, como Cu, Ni, Co, Zn, etc, são normalmente retidos nas argilas por absorção de superfície.

Para os elementos de dispersão dominantemente clástica poder-se-á utilizar, em trabalhos, de detalhamento, a fração menor que 20 e maior que 80 mesh, relativamente menos deslocadas a partir de sua fonte de origem.

5. A baixa sensibilidade do método espectrográfico semiquantitativo, para boa parte dos 30 elementos padrões analisados, possibilitou, apenas uma idéia geral das associações geoquímicas referentes aos elementos cujos teores de "background" estão acima daquele limite de sensibilidade. São comuns também interferências ou mascaramentos na leitura das raias do espectro de alguns elementos. Em função de tais fatores é sugerida, para a etapa de reconhecimento regional, a limitação deste método (espectrografia de emissão) exclusivamente a rochas com o objetivo de melhor caracterizar a dispersão primária dos elementos e suas associações.

Excepcionalmente, o método espectrográ-

fico mostrou uma boa eficácia na determinação dos elementos Be e Mo sendo portanto recomendada a sua adoção em áreas de condicionamentos geológicos favoráveis aos mesmos. Estima-se que 70% da população amostrada será testada espectrograficamente pata estes elementos.

A aplicação complementar de outros métodos de análise (absorção atômica e colorimetria) será empregada para alguns elementos discriminados em função de contrôles geologicos específicos.

Em áreas onde a associação paragenética for bem conhecida poder-se-á testar, apenas, os elementos indicadores através de método mais específico (p. ex. absorção atômica), eliminando-se sumariamente a espectrografia de emissão.

6. No estágio regional será necessária a utilização adicional, de métodos de maior eficácia com vistas a caracterizar oscilações discretas nas concentrações de alguns elementos traços eventualmente indicadores de mineralização.

A eficácia demonstrada pelo método de absorção atômica torna recomendável a sua utilização, sistematicamente, na população amostrada com análise para um lote mínimo de cinco elementos, os quais poderão ser modificados em função dos condicionamentos lito-estratigráficos dominantes. A priori, seriam indicáveis os elementos Cu, Ni, Co, Fe e Mn. Também o ouro, que mostrou excelentes resultados para absorção atômica em concentrado de batéia, deverá ser sistematicamente analisado neste material e, eventualmente, em zonas favoráveis, também em solo e rocha, com uma estimativa de testes para 50% do total destas amostras.

Ensaios por fusão ("fire-assay") deverão ser feitos para Ag e grupo da platina (Ir, Pd, Pt, Rh e Ru)

num lote selecionado para um máximo estabelecido em 260 amostras, representativas dos diversos meios prospectados. A rigorosa fusão das amostras e extração dos metais contidos assegura uma excelente confiabilidade nos resultados precisos fornecidos pelo método.

7. Alguns elementos não são bem detectados nem por espectrografia nem por absorção atômica, se adequando com melhor eficácia à análise colorimétrica. Em áreas de condicionamentos favoráveis poderão, eventualmente, serem analisadas colorimetricamente elementos tais como As, Sb e W. Em princípio, tais análises serão de âmbito restrito, visando evitar uma excessiva diversificação de métodos e, consequentemente, um maior grau de complexidade na avaliação integrada dos parâmetros geoquimicos em função das técnicas aplicadas.

8. Foram utilizadas nas análises de absorção atômica aberturas com água régia a quente e com ácido nítrico concentrado a quente para determinação de Cu, Ni, Co e Mn. Ambas as aberturas se mostraram eficazes, havendo apenas algumas discrepancias para os valores de Ni e Mn com maior realce (15 a 20 %) nos valores referentes à abertura com água régia, sem maiores implicações na interpretação dos padrões das anomalias. Considerando a maior rapidez e o bom rendimento da abertura por ácido nítrico, é sugerida a sua adoção na exploração regional, sempre que houver a opção entre os dois tipos de aberturas.

9. Foi assinalada no ambiente secundário uma considerável influência do ferro e manganês, normalmente em significativas concentrações, na coprecipitação de metais móveis, especialmente Co, Ni e Cu em sedimento de corrente.

As elevadas concentrações de Fe e Mn poderiam fornecer falsas anomalias de outros metais havendo to

davia a possibilidade das associações destes fornecerem, informações razoavelmente consistentes quanto à sua ascendência genética.

10. É recomendado para concentrado de baté ia a realização exclusivamente de análises geoquímicas, uma vez que tais resultados foram muito seguros nos três alvos - teste pesquisados, fornecendo uma caracterização muito boa das associações vinculadas a centros mineralizados. As análises mineralométricas semiquantitativas deverão ser eliminadas uma vez que não acrescentaram maiores subsídios à interpretação da exploração geoquímica. Acresça-se a isto, o fato de já ser relativamente bem conhecida a paragênese regional.

11. Tendo em vista a complexidade dos diversos fatores envolvidos pela paisagem geoquímica regional (topografia, litologia, clima, tipo e maturidade de solo, materia orgânica pH, Eh, etc.) que influenciam em diferentes graus os padrões de dispersão dos metais no ambiente secundário, evidencia-se a importância da escolha de métodos adequados e bem fundamentados de exploração para melhor caracterizá-los, notadamente neste distrito metalogenético da Serra de Jacobina, encerrando grande potencialidade mineral, onde somente uma cuidadosa interpretação geoquímica, adequada às diferentes feições localmente observadas e separadamente discriminadas, permitirá extrair os subsídios necessários à efetiva caracterização geoquímica regional, com a configuração final de zonas seguramente anômalas.

CPRM

12. BIBLIOGRAFIA

ANDREWS, Jones D.A. Thr Application of Geochemical Techniques to Mineral Exploration. Mineral Ind. Bull., C.C. of Mines, 2 (6): 5 - 31, 1968.

BOLVIKEN, B. - A Statistical Approach the Problem of Interpretation in Geochemical Prospecting, Can. Inst. Min. Met., 11: 564 - 567, 1971. (Special Vol.).

BRUNDIN, N.H. and NAIRIS, B. - Alternative Sampling Types in Regional Geochemical Prospecting: Jour. Geoch. Expl., 1 pp. 7 - 46, 1972.

CORDANI, U.G. et alii - Reconhecimento Geocronológico do Embasamento da Região Oriental do Estado da Bahia. No:CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 23, Salvador, 1969, Anais do. Sociedade Brasileira de Geologia, 1969, p. 159-165.

EBENS, R.J. - Relatório Integrado do Curso de Geoquímica, Convênio MME-USAID, CPRM - Rio de Janeiro, maio 1975.

FERSMAN, A. Ye. - Geochemical and Mineralogical Methods of Prospecting, chap. IV, 1939.

GOLDSCHMIDT, V.M. - Geochemistry Oxford University Press, 3ª ed., 1970. 730 p.

GONÇALVES, J.C. et alii - Projeto Cromo - Relatório Final, convênio DNPM-CPRM. Salvador, 1972.

GRIFFON, J.C. et alii - Estudo Estrutural e Genético da Jazida de Esmeralda de Carnaíba (Bahia). An. Acad. Bras. Cienc. Rio de Janeiro, 39 (1): 153 - 161, 1967.

HANSULD, J.A. - Eh and pH in Geochemical Exploration. Geol. Surv. Canadá Paper 54-66, pp. 172-187, 1967.

HAWKES, H.E. & WEBB, J.S. - Geochemistry in Mineral Exploration. New York, Karper e Row, 1962 - 415 p.

KOCH JR, George S. & LINK, R.F. - Statistical Analysis of Geochemical data. New York, Wiley, 1970. v.1 il. tab. fig.

KRAUSKOPF, K, B. - Introdution to Geochemistry. New York, McGram Hill, 1967. 721 p. il.

KRUMBEIN, W. C. & GRAYBILL, F.A. - An Introduction to Statistical Modéls in Geology. New York, McGraw Hill, 1965.475p.

LEMOS, J.C. - Urânio e Ouro da Serra de Jacobina. Rio de Janeiro, CNEN, 1974. 24 p. il. (CNEN. Bol. 6).

LEPELTIER, C. - A Simplified Statistical Treatment of Geochemical data by Graphical representation. Economic Geology, Michigan, 64: 538 - 580, 1969.

LEO, Gerhard W. et alii - Geologia da Parte Sul da Serra de Jacobina, Bahia, Brasil. Rio de Janeiro, DNPM/DGM, 1964. 87 p. il mapa. (DNPM/DGM. Bol. 209).

LEVINSON, A.A. - Introduction to Exploration Geochemistry Calgary, Applied Publishing Ltd., 1974. - 612 p.

MIESCH, A.T. - Methods of Comparation for Estimating Geochemical Survey, 1967. p. 1 - 15. (U.S. Geological Survey Prof. Paper 574 - B).

OLIVEIRA, E.D. et alii - Solubilização do Urânio da Serra de Jacobina. Eng. Min. Met., Rio de Janeiro, 33 (198): 315 - 316, jun. 1961.

PEDREIRA, A.J. et alii - Projeto Bahia; Geologia da Chapada Diamantina. Relat. Final. Salvador, CPRM, 1975. v.1.

PEDREIRA, A.J. et alii - Projeto Bahia; Geologia da Folha de Senhor do Bonfim. Relatório Final. Salvador, CPRM, 1975. v.5.

RANKAMA, K. & SAHAMA, Th. H. - Geochemistry. Chicago University Press, 1968. 912 p. il.

TASHE, F. W. - Geochemical Exploration For Gold. - A talk presented at the Mining Geology Division of the Arizona Section of A.I.M.E., Tucson, Arizona, 1968.

VINOGRADOV, A.P. - The Geochemistry of rare and dispersed chemical elements in soils. 2 ed. New York, Consultants Bureau, s.d.

WEDEPOHL, K.H. et alii - Handbook of Geochemistry. Berlin, Springer - Verlag, 1969/72. Vol. I, II-1, II-2 e II-3.

WHITE, M.G. - Uranium in the Auriferous Conglomerates at the Canavieiras Gold Mine, State of Bahia, Brasil, Eng. Min.Met., Rio de Janeiro, 26 (155): 279 - 282, 1957.