

República Federativa do Brasil
Ministério de Minas e Energia
Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
Diretoria de Geologia e Recursos Minerais
Departamento de Recursos Minerais

PROJETO PLATINA E ASSOCIADOS

GEOLOGIA E RESULTADOS PROSPECTIVOS DAS ÁREAS MORRO DO LEME E MORRO SEM BONÉ – MATO GROSSO

Nilo Sérgio de Vargas Nunes

Superintendência Regional de Goiânia
Abril 2000

EQUIPE TÉCNICA

Joffre V. de Lacerda Filho
Pedro Sérgio Estevam Ribeiro
Gerente de Recursos Minerais

Cipriano Cavalcante de Oliveira
Supervisor

Thiers Muniz Lima
Editoração

PROJETO PLATINA E ASSOCIADOS

Geól. Nilo Sérgio de Vargas Nunes
Téc.Min. Claudionor Francisco de Souza

Geoquímica

Geól. Éric Santos Araújo
Geól. Renato Sales de Andrade

Petrografia

Geól. Maria Abadia Camargo

Colaboração Especial

Geól. Thiers Muniz Lima
Geól. Vergílio Augusto Radaelli

Editoração final e impressão pela Superintendência Regional de Porto Alegre
Coordenação: *Geól. Luís Edmundo Giffoni*
Formatação: Gualtério Souto Cassia

Informe de Recursos Minerais. Série Metais do Grupo da Platina e Associados, nº 19

Ficha Catalográfica

N972 Nunes, Nilo S. de V.
Geologia e resultados prospectivos das áreas Morro do Leme e Morro Sem Boné/Mato Grosso. – Goiânia: CPRM, 2000.

1v. : II; mapas (Informe de Recursos Minerais. Série Metais do Grupo da Platina e Associados, nº 19)
Projeto Platina e Associados

1. Geologia Econômica: Platina: Mato Grosso
2. Metais do Grupo da Platina
3. Prospeção Geoquímica: Rocha e Solo

CDU 553.491 (8172)

Apresentação

O Informe de Recursos Minerais objetiva sistematizar e divulgar os resultados das atividades técnicas da CPRM nos campos da geologia econômica, prospecção, pesquisa e economia mineral. Tais resultados são apresentados em diversos tipos de mapas, artigos bibliográficos, relatórios e estudos.

Em função dos temas abordados são distinguidas oito séries de publicações, abaixo relacionadas:

- 1) Série Metais do Grupo da Platina e Associados;
- 2) Série Mapas Temáticos do Ouro, escala 1:250.000;
- 3) Série Ouro - Informes Gerais;
- 4) Série Insumos Minerais para Agricultura;
- 5) Série Pedras Preciosas;
- 6) Série Economia Mineral;
- 7) Série Oportunidades Minerais - Exame Atualizado de Projeto;
- 8) Série Diversos.

A aquisição de exemplares deste Informe poderá ser efetuada diretamente na Superintendência Regional de Goiânia ou na Divisão de Documentação Técnica, no Rio de Janeiro.

Resumo

Este relatório consolida os resultados dos levantamentos geológico e geoquímico (solo e rocha) realizados na escala de 1:10.000, pela CPRM - Serviço Geológico do Brasil, como parte do Programa Nacional de Prospecção dos Metais do Grupo do Platina e Associados. Abrange os levantamentos executados em duas áreas alvo consideradas favoráveis em função de seu ambiente geológico, selecionadas previamente na fase regional do projeto, denominadas de Morro do Leme - MT-10 e Morro Sem Boné - MT-11, localizadas na porção ocidental do Estado do Mato Grosso.

Os litótipos predominantes na área MT-10 (Morro do Leme), são peridotitos e subordinadamente dunitos, intrusivos em rochas da Seqüência Metavulcanossedimentar Nova Brasilândia, afloram em cinco morros isolados, dos quais três fazem parte da área denominada Morro do Leme (Morro nº 1, Morro nº 2 e Morro nº 3).

Nesta área, as 323 amostras de solo (horizonte B/malha de 200 x 60m), bem como as 44 amostras em canais coletadas em trincheiras, foram analisadas respectivamente para Cu, Zn, Co, Ni, Cr, Au e Pt, Pd, Au, Cu, Zn, Ni, Co. Por sua vez, amostras de rocha em afloramentos e de testemunhos de sondagem de três furos de sonda (estes últimos fornecidos pela Unigeo Geologia e Mineração - UGM) foram investigadas quanto ao conteúdo em Pt, Pd, Au, Cu, Ni, Co e Cr.

Nas 23 amostras de rocha de afloramentos os resultados analíticos mais relevantes apresentaram valores de até 170 ppb para Pt e 902 ppb de Pd; enquanto que no perfil laterítico presente no furo FS-01, os valores máximos obtidos foram de 205 ppb para Pt, de 1.215 ppb para Pd e de 354 ppb para Au. Nos níveis sulfetados (contendo calcopirita, pirrotita, pirita e pentlandita) e de cromititos, presentes em peridotitos e dunitos serpentinizados, localizados no intervalo 139-157 m do furo FS-03, atingiram valores de até 770 ppb (Pt), 950 ppb (Pd) e 38 a 156 ppb (Au). Em 11 amostras em canal (trincheira nº 2) revelaram valores em torno de 200 ppb de Pt e 243 ppb de Pd.

Os resultados do levantamento em solo mostraram os seguintes valores médios (média geométrica): 2.159 ppm (Ni), 110 ppm (Co), 87 ppm (Cu), 32 ppm (Zn), 6.821 ppm (Cr) e 0,034 ppm (Au).

Na área MT-11 (Morro Sem boné) os resultados de levantamento de solo (153 amostras – Malha 500 x 50 m) revelam valores máximos de Ni (8531 ppm), Co (360 ppm), Cu (59 ppm), Zn (47 ppm), Cr (6704 ppm) e Au (0,035 ppm).

Os resultados de análises químicas das 38 amostras de rocha revelaram teores máximos de 32 ppb (Pt), 890 ppb (Pd), 33 ppb (Au); enquanto 43 amostras de solo em canal apresentaram valores de até 499 ppb (Pt) e 612 ppb (Pd).

Abstract

This report deals with the detail phase exploration work 1:10.000 comprising geological and geochemical (soil and rock samplings) surveys, carried out as part of the Platinum and Associated Elements Project in two target areas, considered to be geologically favorable in its prior regional phase: Morro do Leme (MT-10) and Morro Sem Boné (MT-11) both located in the Mato Grosso State western portion.

The predominant lithotypes in the Morro do Leme area, peridotites with associated tremolitites and subordinated dunites, intruded in the Nova Brasilândia Metavolcanosedimentary Sequence rocks, outcrop as five scattered isolated hills from which, three of them are part of the named Morro do Leme area *latu sensu* (Morro do Leme itself-n# 1, Morro n# 2 and Morro n# 3)

Soil samples (323) taken from B horizon in this area, spacing 200 X 60, as well as 44 trench channels samples were analyzed for Cu, Zn, Co, Ni, Cr, Au and, Pt, Pd, Au, Cu, Zn, Ni, Co, respectively. Outcrops and drill core rocks supplied by UGM (Unigeo Geologia e Mineração) from 3 DDH, totaling twenty six samples, in turn, were investigated regarding Pt, Pd, Au, Cu, Zn, Ni, Cr, and Au content.

Rock analysis results highest values showed up to Pt 170 ppb and Pd 902 ppb in 23 samples from outcrops; Pt 205 ppb, Pd 1215 ppb and 354 ppb of Au were obtained from drill core lateritic profile samples (FS-O1 DDH) while in the bed rock, values from sulfide zones containing chalcopyrite, pyrite, pyrrhotite and pentlandite as well as cromitite levels inserted in serpentinized peridotites and dunites from 139-157m interval - FS-03 DDH - reached up to Pt 770 ppb, Pd 950 ppb and Au remaining between 38 and 156 ppb. Eleven channel samples from trench n# 2 revealed values around 200 ppb of Pt and 243 ppb for Pd.

Considering the other elements soil sampling analytical results, the following geometric average values were achieved: Ni 2159 ppm, Co 110 ppm, Cu 87 ppm, Zn 32 ppm, Cr 6821 ppm and Au 0,034 ppm.

In the area MT-11 ("Morro Sem Boné") the soil results (153 samples) show maximum values of Ni (8531 ppm), Co (360 ppm), Cu (59 ppm), Zn (47 ppm), Cr (6704 ppm) and Au (0,035 ppm).

Thirty eight rock and forty three channel samples showed maximum values up to 890 ppb of Pd and 33 ppb of Au, in rocks, and Pt 499 ppb/Pd 612 ppb, in soil.

1 - Introdução

Visando ampliar o conhecimento geológico e o potencial metalogenético dos complexos máfico-ultramáficos acamados sinvulcânicos ou anorogênicos, intrusões gabróticas indiscriminadas e sucessões vulcânicas relacionadas a seqüências tipo "*greenstone*", da região Centro-Oeste, foram selecionadas, dentro do Projeto Platina MT diversas áreas no âmbito desses ambientes geológicos para avaliação de suas potencialidades metalogenéticas.

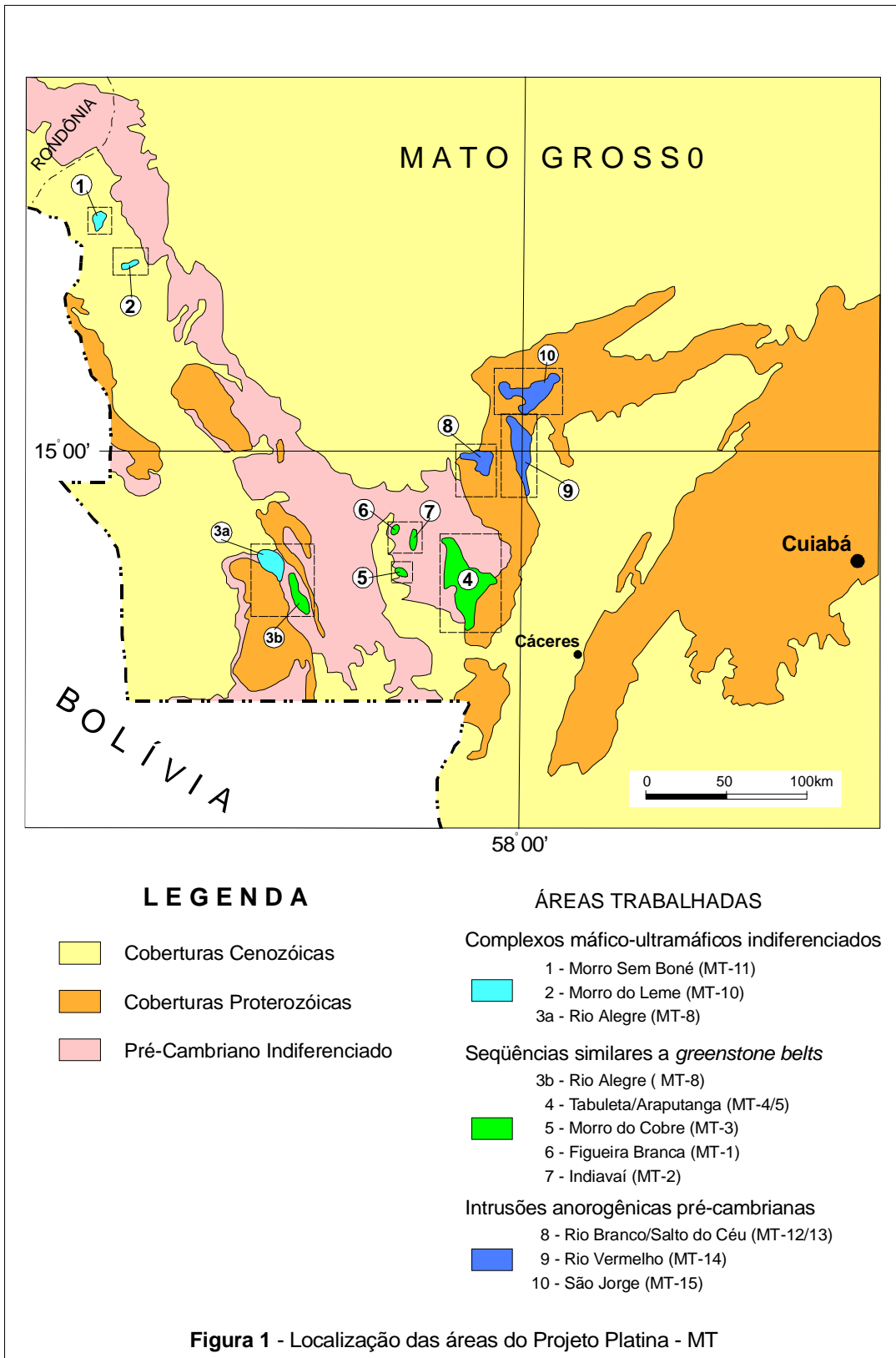
Neste contexto, em função da presença de complexos máfico-ultramáficos indiferenciados ultrabásicos, situadas na porção sudeste do Estado de Mato Grosso, na zona fronteira entre o Brasil e a Bolívia, foram selecionadas as áreas Morro do Leme (MT-10) e Morro Sem Boné (MT-11) (**Figura 1**).

Nestas áreas, o metalocteto principal está representado por um conjunto de

rochas ultramáficas serpentinizadas derivadas de peridotitos, ocorrendo como corpos alojados em metassedimentos atribuídos à Seqüência Metavulcanossedimentar Nova Brasilândia (Scandolara *et al.* 1992).

Este informe apresenta uma síntese dos levantamentos geológicos/geoquímicos, executados nas áreas **Morro do Leme** e **Morro Sem Boné** onde são apresentados os resultados prospectivos desenvolvidos pela CPRM - Serviço Geológico do Brasil, Superintendência Regional de Goiânia, sob a coordenação do Departamento de Recursos Minerais.

Os resultados analíticos deste trabalho podem ser obtidos em meio digital, na Divisão de Geoquímica da CPRM no Rio de Janeiro, com endereço na contracapa deste relatório, e-mail geo@crystal.cprm.gov.br



2 - Metodologia

Os trabalhos iniciaram-se em 1995 com levantamento bibliográfico das áreas selecionadas. Em seguida, desenvolveu-se um levantamento geológico na escala 1:10.000 nas áreas MT-10 e MT-11. Com base nestes estudos foram estabelecidos os locais de amostragem de solo e rocha com análises químicas para Pt, Pd, Au, Cu, Zn, Ni, Co e Cr. Nas amostras de rocha foram executadas análises petrográficas, calcográficas e litogeoquímicas, bem como nas amostras de testemunhos de sondagem, referentes a três furos, cedidos pela Unigeo Geologia e Mineração Ltda. - UGM (área MT-10).

Baseado nos resultados preliminares constatados durante a primeira fase de campo, foram executadas trincheiras para amostragem nas zonas anômalas em Pt, Pd, Au, Cu, Na, Co e Zn.

A partir dos resultados obtidos efetuou-se tratamento estatístico dos dados e foram elaborados mapas de isóteores e confeccionado o relatório final.

2.1 - Amostragem

As amostras de solo, na área do Morro do Leme (323 amostras), foram cole-

tadas em malha de 60 m x 200 m a uma profundidade aproximada de 60 cm (**Figura 3**).

Na área do Morro Sem Boné as amostras de solo (153), foram coletadas em malha de 50 m x 500 m, em 10 linhas dispostas transversalmente ao eixo maior do corpo (**Figura 21**).

As amostras de canal em trincheiras (área MT-10), foram coletadas em cinco locais (quatro no Morro 1 e uma no Morro 3 (**figuras 11, 12 e 13**), através de canaletas verticais com cerca de 1 a 1,5m e quarteadas até atingir o volume de aproximadamente 1 litro. Na área MT-11, o procedimento foi semelhante, utilizando cortes abertos pela UGM nas encostas do morro para a implantação de plataformas de sondagem.

As amostras de rocha foram coletadas ao longo das picadas ou em suas proximidades ou nas canaletas de trincheiras.

Os principais parâmetros de coleta e preparação das amostras estão sintetizados na **Tabela 1**.

TIPO DE AMOSTRA	SOLO	CANAL EM TRINCHEIRA	ROCHA
ATIVIDADES			
Coleta de Amostras			
Número de amostras coletadas	476	87	66
Malha de Amostragem	60 x 200m (MT-10); 50 x 500m (MT-11)	2m	-
Produção	20 a 30 amostras/dia/pessoa	20 a 30 amostras/dia/pessoa	-
Volume das amostras	1 litro (quarteado)	1 litro (quarteado)	
Preparação de amostras			
Temperatura secagem	60-80° C	-	-
Granulometria	≤ 100 mesh	≤ 100 mesh	≤ 100 mesh

Tabela 1 - Parâmetros de coleta e de preparação das amostras.

2.2 - Análises Químicas

A **Tabela 2** mostra os procedimentos analíticos utilizados para as amostras deste trabalho.

As amostras de solo foram analisadas para Cu, Zn, Co, Ni (abertura com ácido nítrico a quente/AA), Cr (abertura com ácido fosfórico/AA) e Au (abertura com ácido bromídrico + bromo/AA). As amostras

de rocha, oriundas de afloramentos e testemunhos de sondagem, foram analisadas para Au, Pt e Pd (limites inferiores de de-

tecção de 1, 3 e 1 ppb, respectivamente) e Cu, Co, Ni, Mg e Cr.

ANÁLISES DE ROTINA	AMOSTRAS	ANÁLISES
	SEDIMENTO DE CORRENTE/SOLO	Co, Cu, Ni e Zn : AA/abertura com ácido nítrico Cr : AA/abertura com ácido fosfórico Au : AA/abertura com ácido bromídrico e bromo
GOSSANS	Co, Cu, Ni e Zn : AA/abertura com ácido nítrico a quente Pt, Pd e Au : Ensaio por fusão/AA	
CONCENTRADO DE BATEIA	Análise Mineralógica: fração pesada, visando sulfetos, cromita e Minerais do Grupo da Platina Cr : AA/abertura com ácido fosfórico Pt, Pd e Au : Ensaio por fusão /AA	
ROCHA	Descrição Petrográfica Calcografia Cu, Co, Ni e Mg: AA/abertura total Cr : AA/abertura com ácido fosfórico Pt, Pd e Au : Ensaio por fusão (amostras com indícios de mineralização) Ti : Colorimetria visual (restrito a associação tipo basalto de platô)	
ANÁLISES ESPECIAIS	SOLO	Fe e Mn : AA (abertura com ácido nítrico a quente) 13 óxidos : AA ou AM com abertura total, fluorescência de Raio X, volumetria e colorimetria S, C, H2O + e H2O: volumetria, determinador LECO e gravimetria
	ROCHA	Y, Nb, Sr e Rb :Fluorescência de Raio X quantitativo Ba : AA/ abertura total ETR :Espectrometria de plasma ICP

Tabela 2 - Procedimentos analíticos para amostras deste trabalho.

2.3 - Tratamento de Dados

O tratamento dos resultados das análises químicas de amostras de solo, canal, rocha e testemunhos de sondagem do Morro do Leme e solo e rocha do Morro Sem Boné, obedeceu à seguinte sistemática:

- Confecção das matrizes de dados no Programa ENTCHR.
- Os dados da matriz de caracteres CHR foram transformados em binários através

do programa CHRBIN.

- Utilização do programa SUMEST para aquisição dos parâmetros estatísticos para cada elemento analisado.
- Utilização do Programa CORREL para determinação do índice de correlação de Pearson entre os elementos analisados.
- Confecção dos mapas de distribuição dos resultados analíticos em amostras de solo, através do programa SUSHI (GEO-SOFT).

3 - Área Morro do Leme

3.1 – Introdução

A área Morro do Leme está localizada na porção oeste do Estado Mato Grosso, a cerca de 20 km da fronteira com a Bolívia, distando aproximadamente 700 km a noroeste de Cuiabá (**Figura 1**). Nesta área aflora um conjunto de rochas ultramáficas serpentinizadas distribuídas por cinco pequenos corpos com área aflorante de 7 km² (**Foto 1**).

3.2 - Geologia

Na caracterização das unidades estratigráficas aflorantes na área, utilizaram-se as denominações sugeridas por Scandola *et al.* (1992, 1996 e 1997): Seqüência Metavulcanossedimentar Nova Brasilândia, Suíte Intrusiva Básico-Ultrabásica Cacoal, Suíte Intrusiva Alto Candeias e Formação Guaporé. Apesar destas unidades terem sido definidas na porção oriental do Estado de Rondônia, neste trabalho constatou-se a continuidade das mesmas até a região em estudo.

A Seqüência Metavulcanossedimentar Nova Brasilândia compõe-se de um conjunto de rochas psamo-pelíticas, químico-exalativas, metabasaltos de fundo oceânico e piroclásticas, metamorfisadas na fácies anfíbolito e com idade atribuída ao início do Mesoproterozóico. Estas rochas afloram na parte SW da área e estão recobertas por sedimentos detrítico-lateríticos e aluviões quaternários.

A Suíte Intrusiva Básico-Ultrabásica Cacoal foi originalmente definida por gabros, noritos, troctolitos, piroxenitos, anortositos, peridotitos e dunitos, sob a forma de lentes e corpos diferenciados. Na região do Morro do Leme predominam peridotitos e dunitos, normalmente serpentinizados.

A Suíte Intrusiva Alto Candeias é constituída por *stocks* graníticos, principalmente anfíbólio-biotita sienogranitos e biotita sienogranitos, localmente milonitizados, que ocorrem na parte NE da área (**Figura 2**).

A Formação Guaporé está relacionada às coberturas detrítico-lateríticas compostas por latossolos e sedimentos cenozóicos associados a leques aluviais, canais fluviais, planícies de inundação e lagos. Esta formação apresenta ampla distribuição geográfica, principalmente ao longo do vale do rio Guaporé, onde às vezes, são observadas fortes anomalias magnéticas, reflexo possivelmente, da presença de corpos magnéticos subaflorantes ou em profundidade, à semelhança dos pesquisados neste trabalho (Projeto Cabeceiras do Rio Guaporé, 1978). As aluviões quaternárias do rio Piolhinho e do córrego Trinta e Dois completam as unidades aflorantes na área.

Os primeiros trabalhos sobre as rochas ultramáficas dessa área são atribuídos a Barreto e Costa (1974) que descreveram como serpentinitos pertencentes às Intrusivas Ultrabásicas do Complexo Basal. Trabalhos de pesquisa mineral têm sido efetuados desde 1993 pela Unigeo Geologia e Mineração Ltda. (UGM), com resultados promissores para níquel laterítico e subordinadamente para sulfetos de Cu.

Os principais corpos básico-ultrabásicos ocorrem principalmente na parte SW da área onde formam 3 morros, com cotas superiores a 300 metros (**figuras 2 e 3**), destacando-se do relevo aplainado formado pelos sedimentos tércio-quaternários da Formação Guaporé. Dois outros corpos, de menores dimensões, ocorrem a NW e NE do morro do Leme.

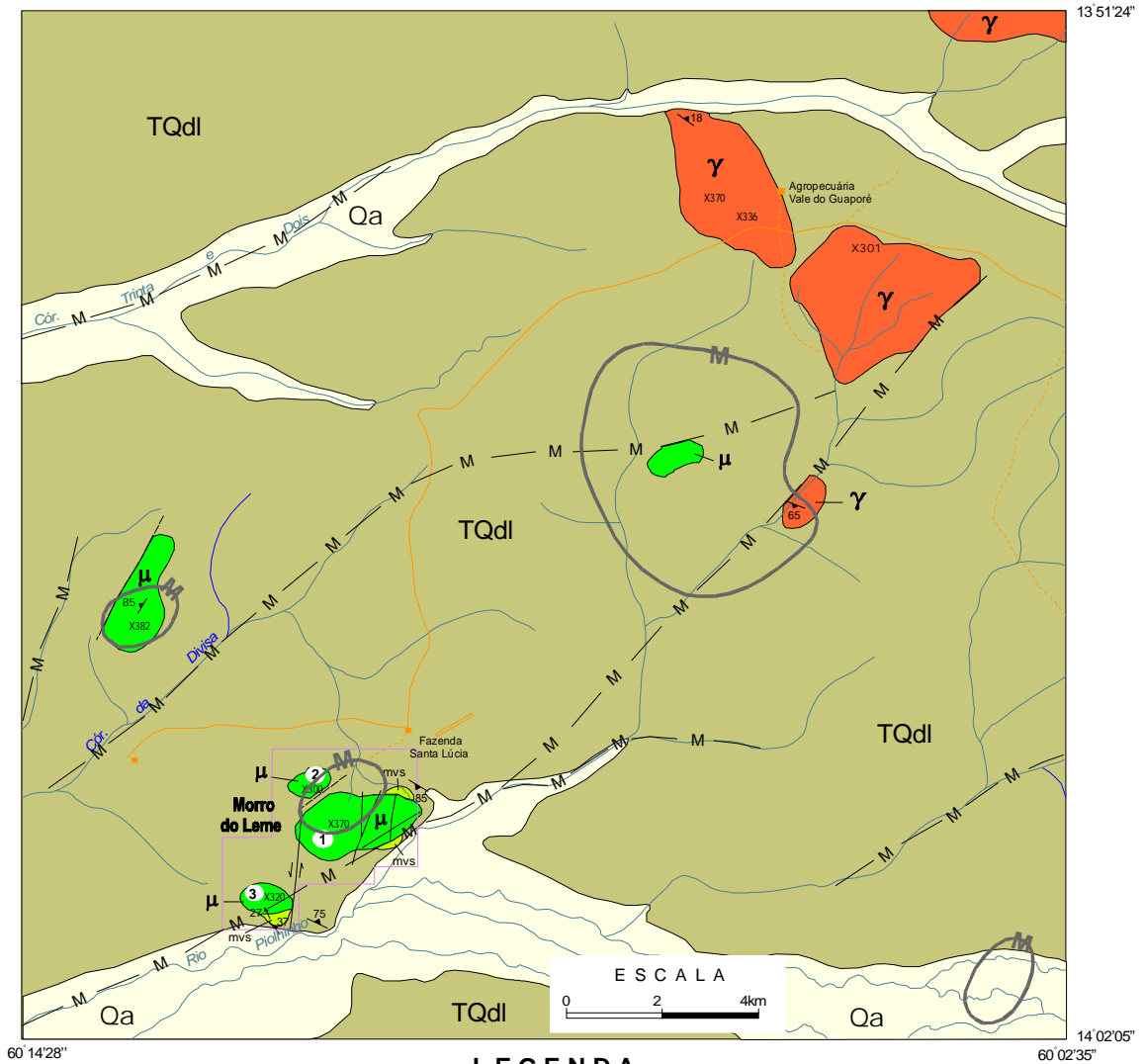
As rochas ultramáficas são consideradas como intrusivas na Seqüência Metavulcanossedimentar Nova-Brasilândia e recobertas por sedimentos tércio-quaternários da Formação Guaporé. Entretanto, é difícil de ser observado no campo esta relação de contato, em função do desenvolvimento da extensiva cobertura de sedimentos tércio-quaternários (Formação Guaporé) e a presença de coluviões nas bordas dos morros, associado a escassez de afloramentos de rochas atribuídas à seqüência metavulcanossedimentar, entre-



Foto 1 - Vista panorâmica do Morro do Leme 3 (de norte para sul).



Foto 2 - Seqüência Metavulcanossedimentar de Nova Brasilândia. Barras de quartzo leitoso, em forma de vênulas estiradas, contidas na foliação de sericita-quartzo milonito. Corte vertical na estrada para a Fazenda Ana Lúcia, proximidades do rio Piolhinho.



LEGENDA

- Qa
Aluviões recentes
- TQdl
Formação Guaporé
solos detrito-lateríticos de alteração e
retrabalhamento da seqüência metavulcanossedimentar e,
localmente, de rochas ultrabásicas e graníticas
- γ
Suíte Intrusiva Alto Candeias
biotita granitos e biotita sienogranitos
- μ
Suíte Intrusiva Básico-Ultrabásica Cacoal
peridotitos, dunitos e, localmente, tremolitos
- mvs
Seqüência Metavulcanossedimentar Nova Brasilândia
filitos e xistos pelíticos, psamíticos e vulcanoclásticos

- contato definido
- contato aproximado
- foliação com mergulho medido
- falha
- falha transcorrente sinistral
- falha provável obtida por magnetometria
- estrada sem pavimentação, tráfego permanente
- pista de pouso
- anomalia magnética
- caminho
- fazenda
- altitude
- área de amostragem de solo (figura 3)

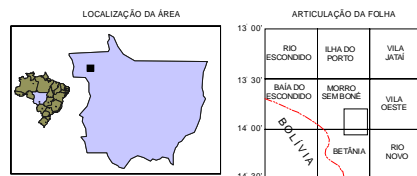


Figura 2 - Geologia da região do Morro do Leme

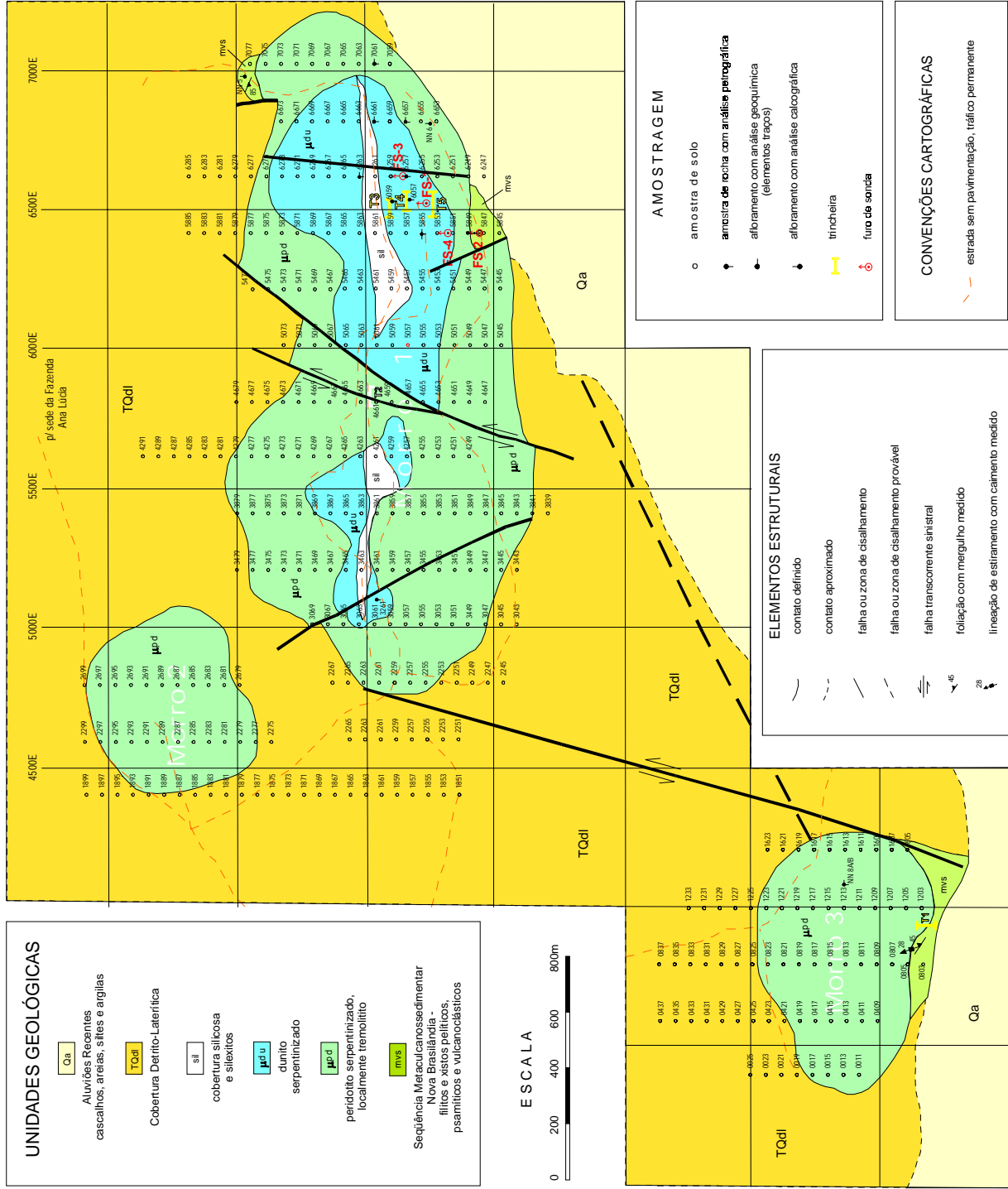


Figura 3 - Mapa geológico e de amostragem de solo da Área Morro do Leme.

tanto mostrando expressivas anomalias aeromagnéticas. Na borda SE do Morro 3 afloram dunitos ricos em magnetita, fraturados preferencialmente segundo N85E/55°SE, com o desenvolvimento de zonas de cisalhamento caracterizadas por milonitos constituídos por sericita, biotita, quartzo e níveis cloríticos, cauliniticos e carbonosos.

Nas proximidades do contato dos leptótenos da Seqüência Metavulcanosedimentar Nova Brasilândia com o corpo ultramáfico que constitui o Morro 1 aflora um xisto com foliação milonítica com atitude N70W/85°SW, composto por biotita, sericita, clorita, granada, quartzo e níveis carbonosos. Outro afloramento foi descrito nas proximidades do rio Piolhinho imediatamente a sul do Morro 3, representado por um sericita-quartzo milonito contendo vênulas e barras de quartzo leitoso estirados segundo a foliação (**Foto 2**).

O saprólito silicificado (silcrete) que muitas vezes ocorre capeando a rocha dunítica serpentizada está muitas vezes enriquecido em Cr e Ni.

Capeando a rocha dunítica é comum a existência de silcretos onde os constituintes originais são substituídos por sílica, podendo formar estruturas líticas do tipo *box works* (**Foto 3**). O *bed rock* ocorre a partir de 30m de profundidade, aproximadamente.

Os corpos (Morro 1 e 2) estão separados por falha transcorrente sinistral, de direção N15E. Outras falhas menores, de direção NE-SW, NS e NW-SE, são freqüentes no corpo 1, juntamente com a intensa rede de fraturas. Estes sistemas de fraturas estão, muitas vezes, preenchidos por sílica amorfa e criptocristalina (**Foto 3**), garnierita (**fotos 4 e 5**) e malaquita.

3.3 - Testemunhos de Sondagem

Os testemunhos de sondagem, utilizados neste estudo são provenientes de 3 furos cedidos pela UGM, localizados no Morro 1.

Os furos de sonda FS-01, FS-03 e FS-04 equidistam-se de 200 a 300m, e foram amostrados ao longo de todo o perfil até as profundidades de 198,64m, 186,80m e 130,81m, respectivamente. Nos horizontes onde foi observada a presença de sulfetos, a amostragem foi mais adensada e contínua (**Foto 6**). Algumas dessas amostras foram submetidas a análises petrográficas e litogeoquímicas.

O perfil esquemático observado é resultado da descrição dos testemunhos de sondagem (**Figura 4**), tendo sido dividido em 3 principais zonas: pedólito, saprólito e rocha fresca. Do topo para a base é observada uma crosta ferruginosa (ferricrete) constituída essencialmente por óxidos de ferro (goethita e hematita) sotoposta a um solo argiloso, limonítico, de cores variando desde o marrom-avermelhado, marrom-escuro e tons amarelados, gradando para um saprólito de cor marrom-escuro, onde o grau de alteração da rocha ultrabásica vai diminuindo com a profundidade do perfil de alteração (espessura variável). Veios constituídos por material amorfo sílico-ferruginosos, *box works* de sílica e garnierita são freqüentemente observados em planos de fratura. A serpentina neste nível apresenta cor amarela, enriquecida em Fe e Ni. O saprólito grada para uma rocha levemente intemperizada, compacta (saprórocha) antes de alcançar a rocha fresca. O *bed rock* encontra-se em profundidades superiores a 17m (Furo FS-03), 24m (Furo FS-04) e 29m (Furo FS-01), onde estão presentes peridotitos serpentizados de cor verde-escura a cinza-escura, textura fina, estrutura maciça ou brechóide, às vezes fragmentado.

3.4 - Petrografia

As análises petrográficas com amostras de testemunhos de sondagem (**Tabela 3**) caracterizam a presença de peridotitos (dunito) serpentizados, com uma paragênese mineral primária formada por olivina (\pm ortopiroxênio, clinopiroxênio) intensamente substituída, nas fraturas e vênulas, por serpentina (\pm carbonato, talco, clorita) formando agregados fibrosos e lamelares dispostos em uma textura em



Foto 3 - Dunito serpentizado com fraturas preenchidas por garnierita e sílica. Parede da trincheira 5 do Morro do Leme.

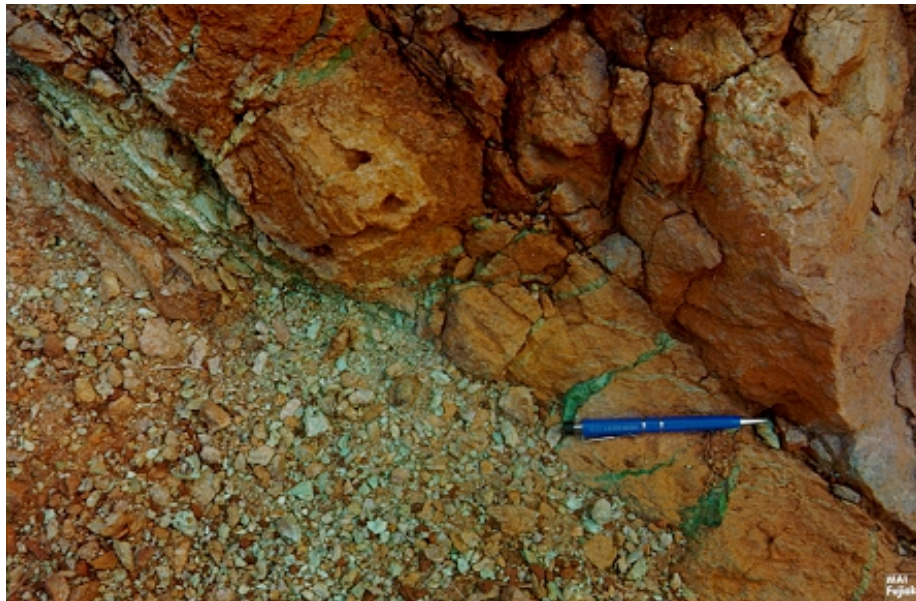


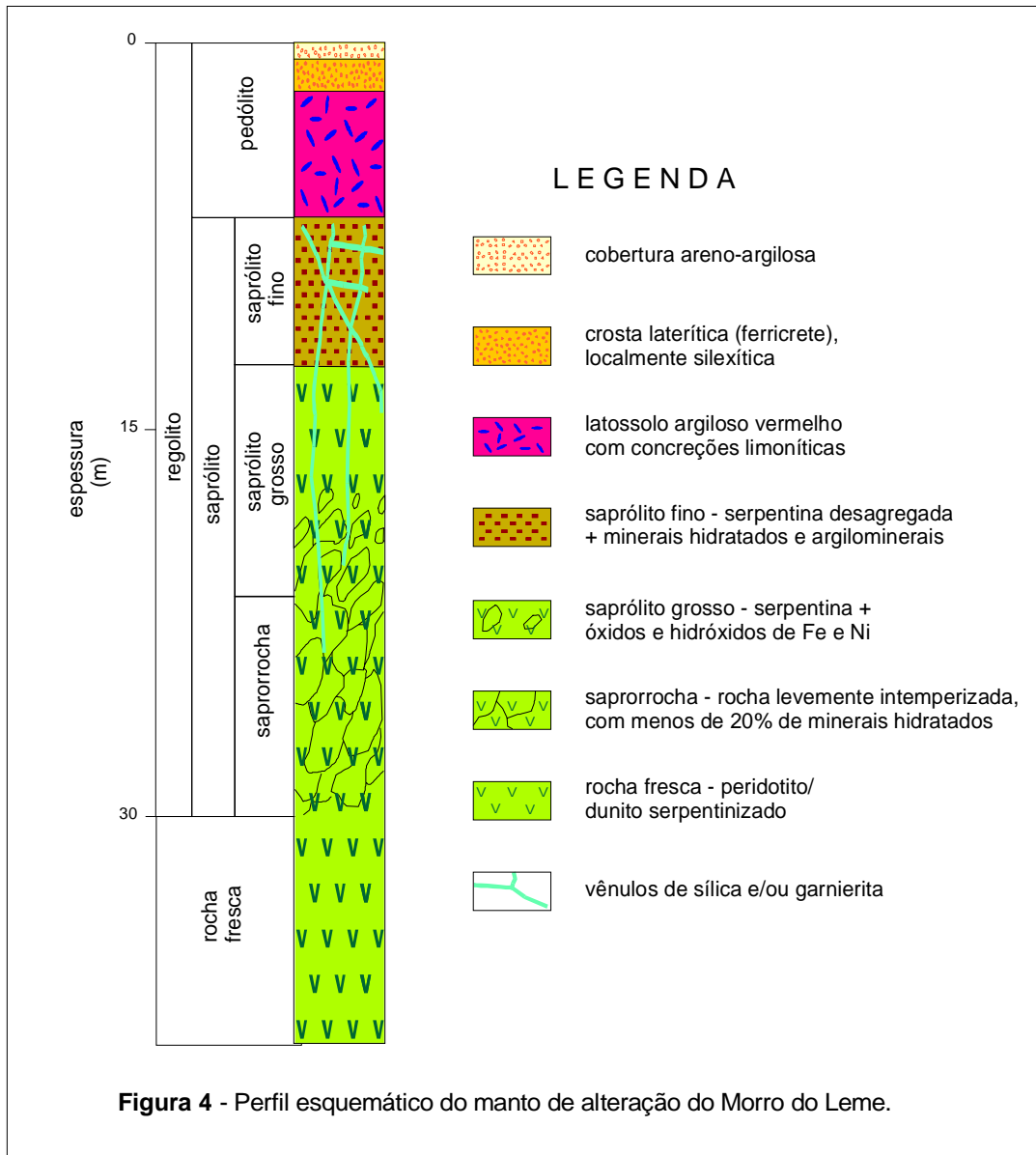
Foto 4 - Vênulas de garnierita preenchendo fraturas em serpentinito sílico-ferruginoso. Corte de estrada no Morro do Leme 1.



Foto 5 - Blocos de garnierita (provavelmente bolsões) em serpentinito alterado. Morro do Leme 1, ponto NN 5855.

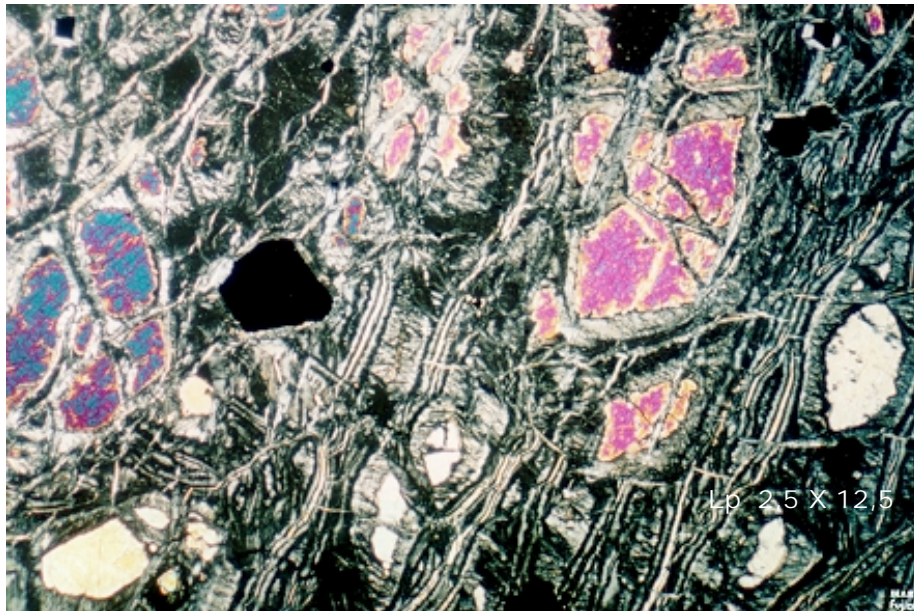


Foto 6 - A caneta identifica o início da parte sulfetada - calcopirita, pirita, pirrotita e pentlandita - em peridotito parcialmente serpentinizado, que se torna friável no intervalo de 139 a 157 metros, devido a oxidação dos sulfetos. Testemunho de sondagem cedido pela Unigeo Geologia e Mineração Ltda (UGM).

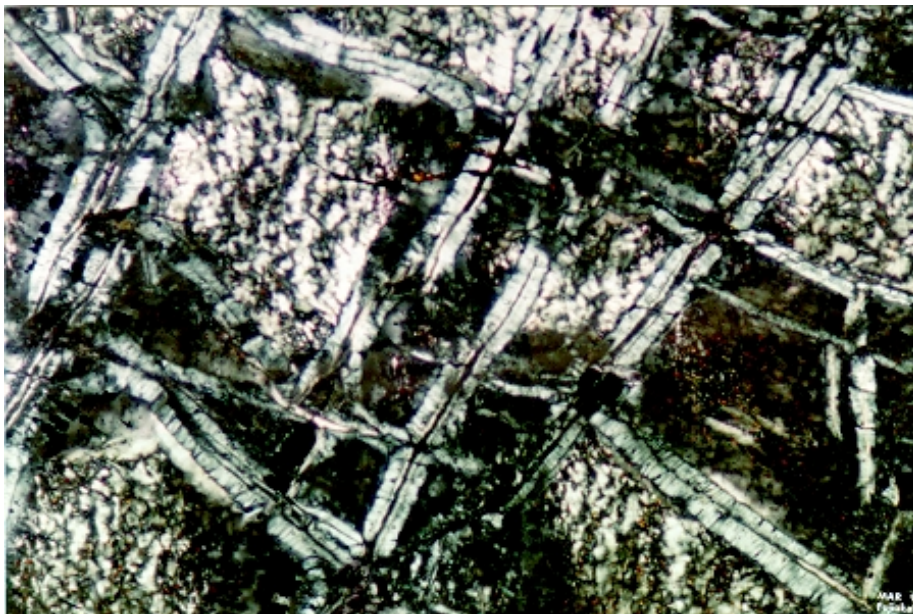


rede (textura *mesh*) (**fotomicrografias 1 e 2**). Os minerais opacos representam 3-10% da moda, provavelmente na forma de disseminações de óxido/sulfetos. Destaca-se a presença de níveis sulfetados e delgadas concentrações de cromita em testemunhos de sondagem (Furo FS-03).

As rochas ultramáficas coletadas na superfície apresentam cores variando desde o cinza-escuro, cinza-amarelado a esverdeado e verde claro, com tonalidades amarronzadas nas porções mais alteradas, granulação fina a grossa. As amostras de rocha analisadas petrograficamente são



Fotomicrografia 1 - Peridotito (Iherzolito) a mostrar textura em *mesh*, com remanescentes de cristais de piroxênio e olivina envoltos por agregados de serpentina. Testemunho de sondagem do FS-01 a 78,59m de profundidade, Morro do Leme (cedido pela UGM).



Fotomicrografia 2 - Rocha metaltrabásica, hidrotermalizada e intemperizada, mostrando agregados fibrosos e lamelares de serpentina níquelífera entremeados por sericita. Morro do Leme 1, ponto NN 5259.

AMOSTRAS	F-01			F-03	F-04			
	1-A	1-B	1-C	3	4-A	4-B	4-C	4-D
Serpentina	80	50	20	77	67	95	82	77
Olivina	05	10	10	-	05	-	-	-
Clinopiroxênio	05	25	05	15	15	-	03	-
Ortopiroxênio	05	10	-	-	05	-	-	-
Opacos	03	03	03	03	03	05	05	10
Carbonato	02	02	-	05	05	-	10	10
Tremolita	-	-	52	-	-	-	-	-
Clorita	-	-	05	-	-	-	-	03
Talco	-	-	05	-	-	-	-	TR

Tabela 3 - Composição modal das amostras coletadas em testemunhos de sondagem provenientes dos furos 1, 2 e 4.

compostas por serpentina (20-90%), opacos, óxidos e hidróxidos diversos (5-20%), sílica microcristalina e criptocristalina (0-55%), quartzo (0-40%).

Ao microscópio, a serpentina ocorre em agregados lamelares, entremeados e cortados por vênulas, bolsões e veios preenchidos por sílica amorfa, formando agregados fibro-radiais. Minerais opacos estão caoticamente distribuídos, remobilizados ou associados aos veios de sílica, estando parcialmente alterados (**Fotomicrografia 2**).

3.5 - Prospecção Geoquímica

Os resultados das análises das

amostras de solo e rochas, provenientes de afloramentos, de testemunhos de sondagem e de trincheiras, foram tratados estatisticamente e discutidos a seguir:

3.5.1 - Solo

Foram coletadas 323 amostras de solo na área Morro do Leme (malha de 60 x 200 m). Estas em geral, pertencem ao horizonte C (60 cm de profundidade), que compreende um nível residual argiloso, laterítico/saprolítico. As amostras foram dosadas Cu, Zn, Co, Ni, Cr e Au (**figuras 5 a 10**). Os resultados estatísticos encontram-se na **Tabela 4**.

Elemento	Distribuição Suposta	Valor Mínimo (ppm)	Valor Máximo (ppm)	Média Geométrica	Desvio Padrão	Coef. De Variação	Grau de Detecção
Cu	Log-normal	17	1.500	86.751	2.597	1.219	323:323
Zn	Log-normal	9	460	31.913	1.162	0.506	323:323
Co	Log-normal	9	660	109.812	2.069	0.834	323:323
Ni	Log-normal	115	35.200	2.158.997	2.948	1.490	323:323
Cr	Log-normal	250	27.500	6.821.258	2.169	0.906	323:323
Au	Log-normal	* 0.020	0.120	0.034	1.679	0.555	51:323

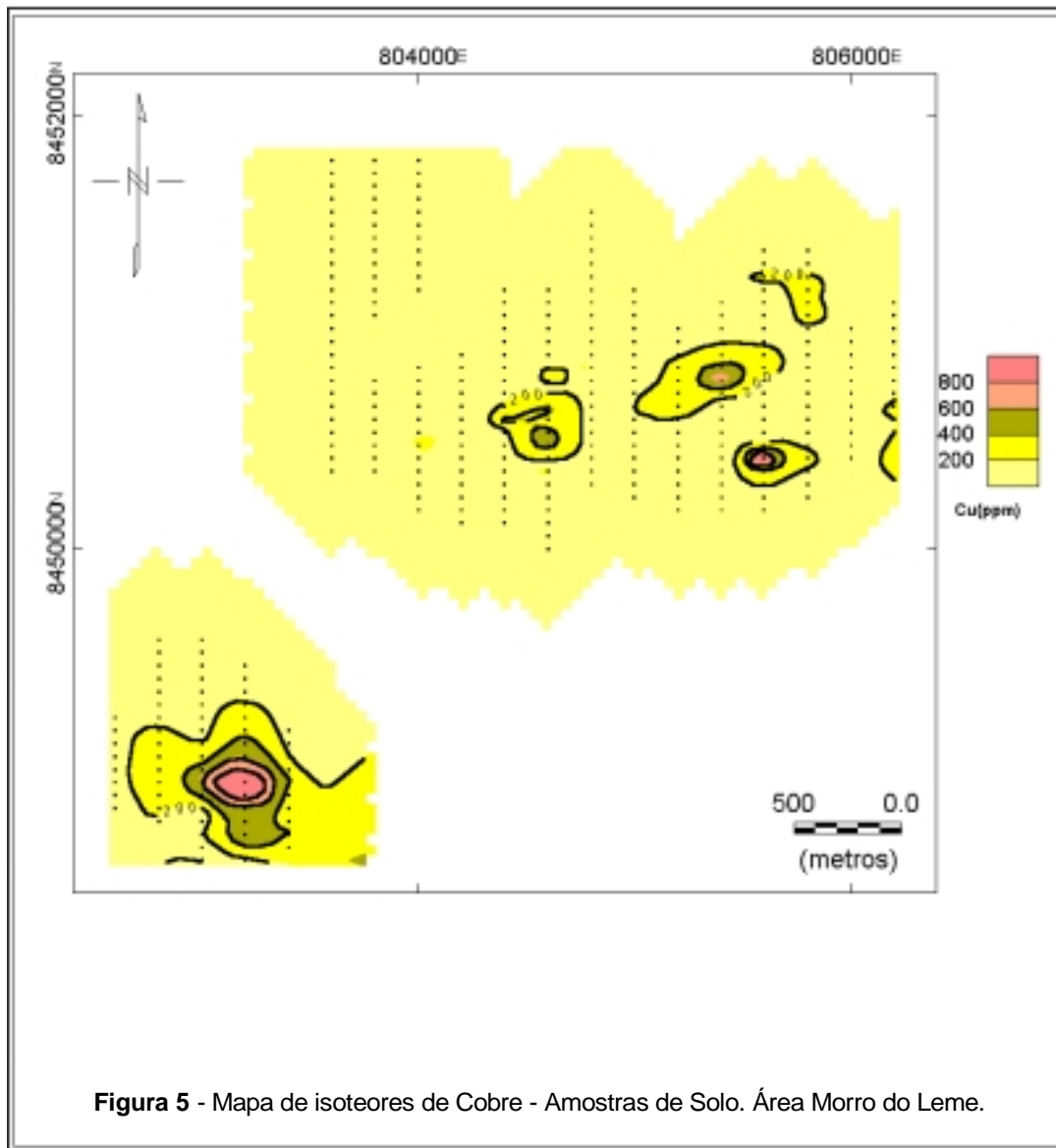
• Limite inferior de detecção

Tabela 4 - Sumário dos estimadores estatísticos em amostras de solo da Área Morro do Leme

Os padrões de distribuição de Cu, Zn, Co e Ni são semelhantes.

Os valores obtidos para cobre foram bastante variáveis. Os solos derivados da decomposição de rochas enriquecidas

em sulfetos apresentaram valores mais elevados (1.500 ppm) no Morro 1 e de (1.360 ppm) no Morro 3. No Morro 2 os valores encontrados foram baixos (**Figura 5**).



Foi observado que os solos encobertos por crostas laterítica e silexítica apresentam uma tendência de possuírem baixos valores de cobre (70 ppm). Este ocorre, na superfície, como malaquita, pre-

enchendo fraturas, geralmente associada a garnierita, ou sob a forma de óxidos impregnados na rocha alterada e no solo residual.

Os valores obtidos para Ni apresentam o maior coeficiente de variação e teores bastante elevados (até 35.200 ppm) (**Tabela 4**).

As rochas a olivina (dunitos) possuem os teores mais elevados em Ni. Por outro lado, a presença de silcretos (concreções silicosas) em algumas partes dos

morros, formando carapaças superficiais de espessura decimétrica capeando a rocha ultrabásica, é responsável pela diminuição dos teores de Ni em amostras de solo.

As maiores concentrações deste elemento verificaram-se na porção SE do Morro 1, com valores de até 15.000 ppm (**Figura 6**).

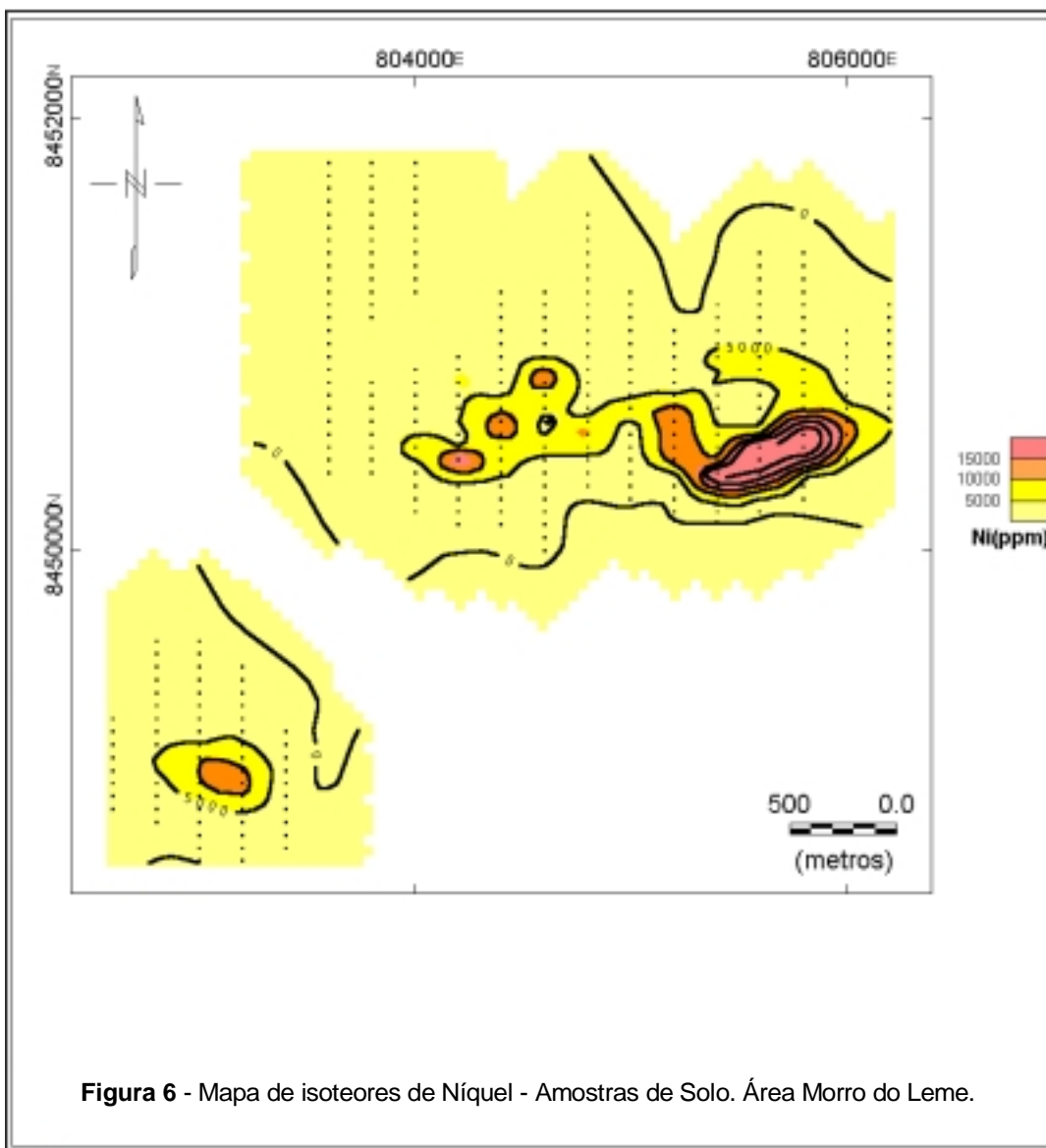


Figura 6 - Mapa de isotores de Níquel - Amostras de Solo. Área Morro do Leme.

Os teores de cobalto apresentam um comportamento semelhante aos de cobre e níquel. Os teores obtidos indicaram

um valor máximo de 660 ppm e coeficiente de variação mediano (**Figura 7**).

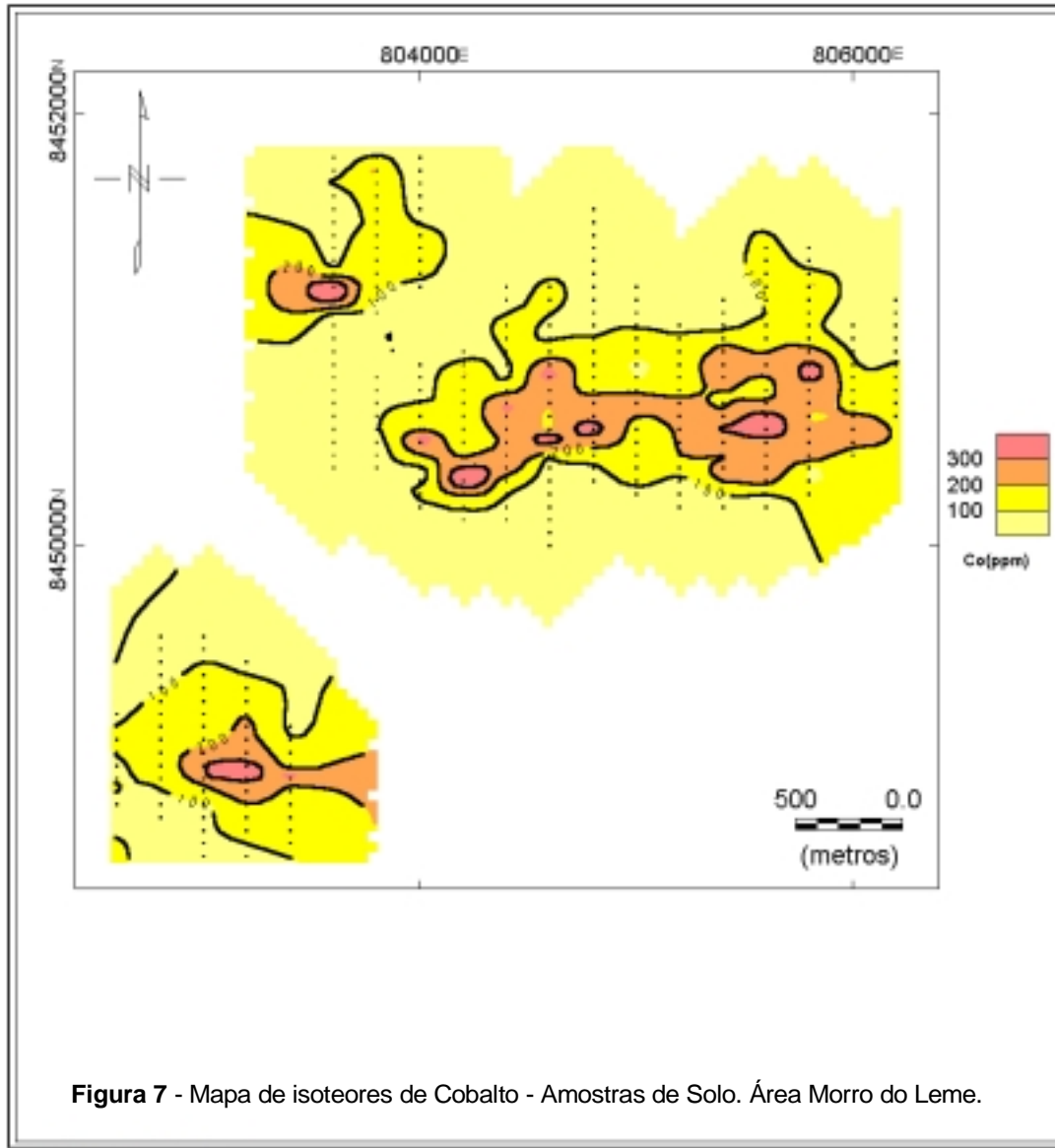
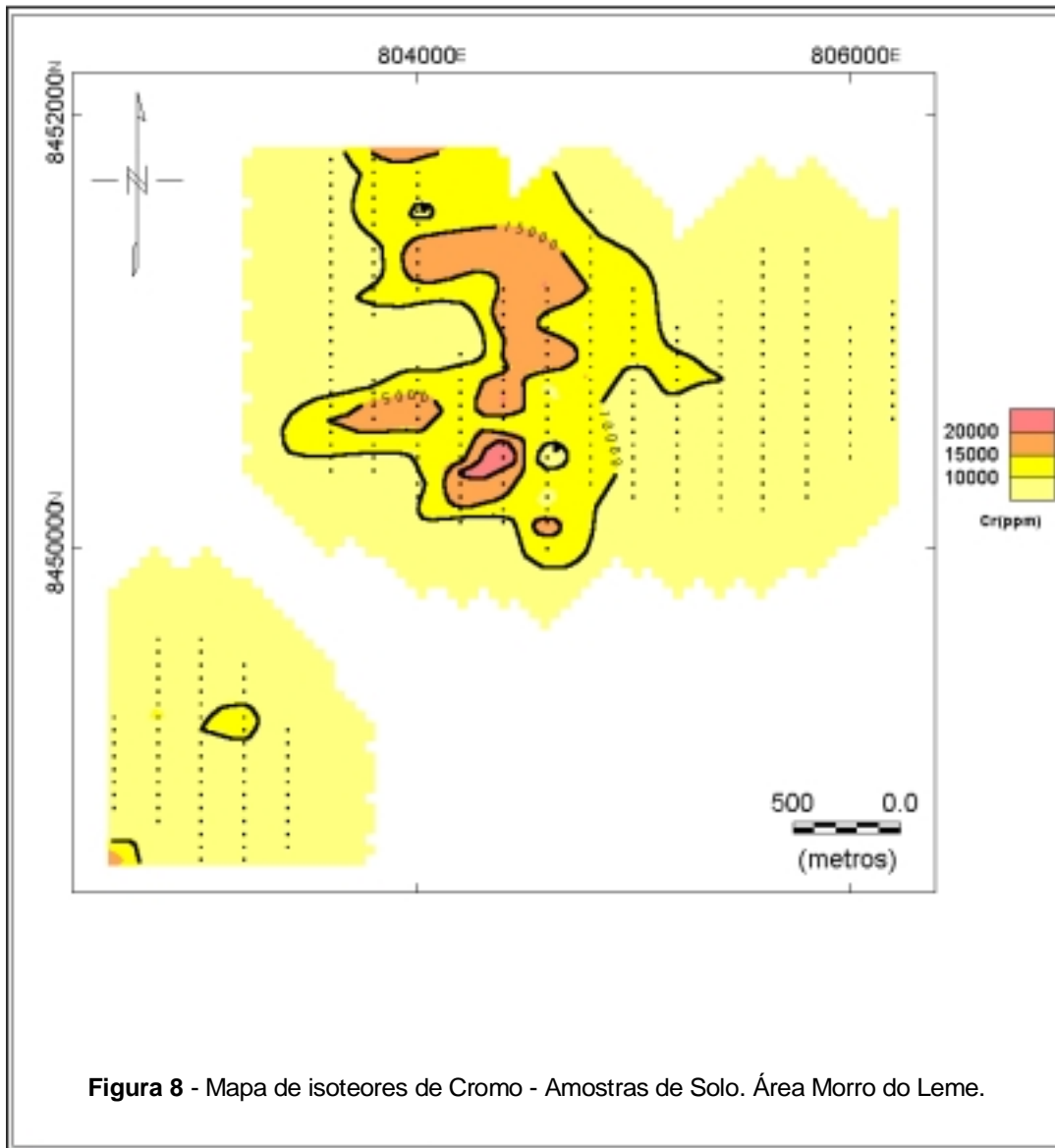


Figura 7 - Mapa de isotores de Cobalto - Amostras de Solo. Área Morro do Leme.

O cromo apresentou uma alta concentração na porção centro-oeste do Morro 1 com teor máximo de 27.500 ppm, estendendo-se ao Morro 2, às zonas de encos-

tas e às baixadas pediplanizadas fora do limite dos morros, cobertas por uma superfície detrito-laterítica marcadas pela curva de isoteores de 15.000 ppm (**Figura 8**).



Os teores de zinco indicaram duas pequenas anomalias localizadas no Morro

1, com valores acima de 150 ppm e um teor máximo de 460 ppm (**Figura 9**).

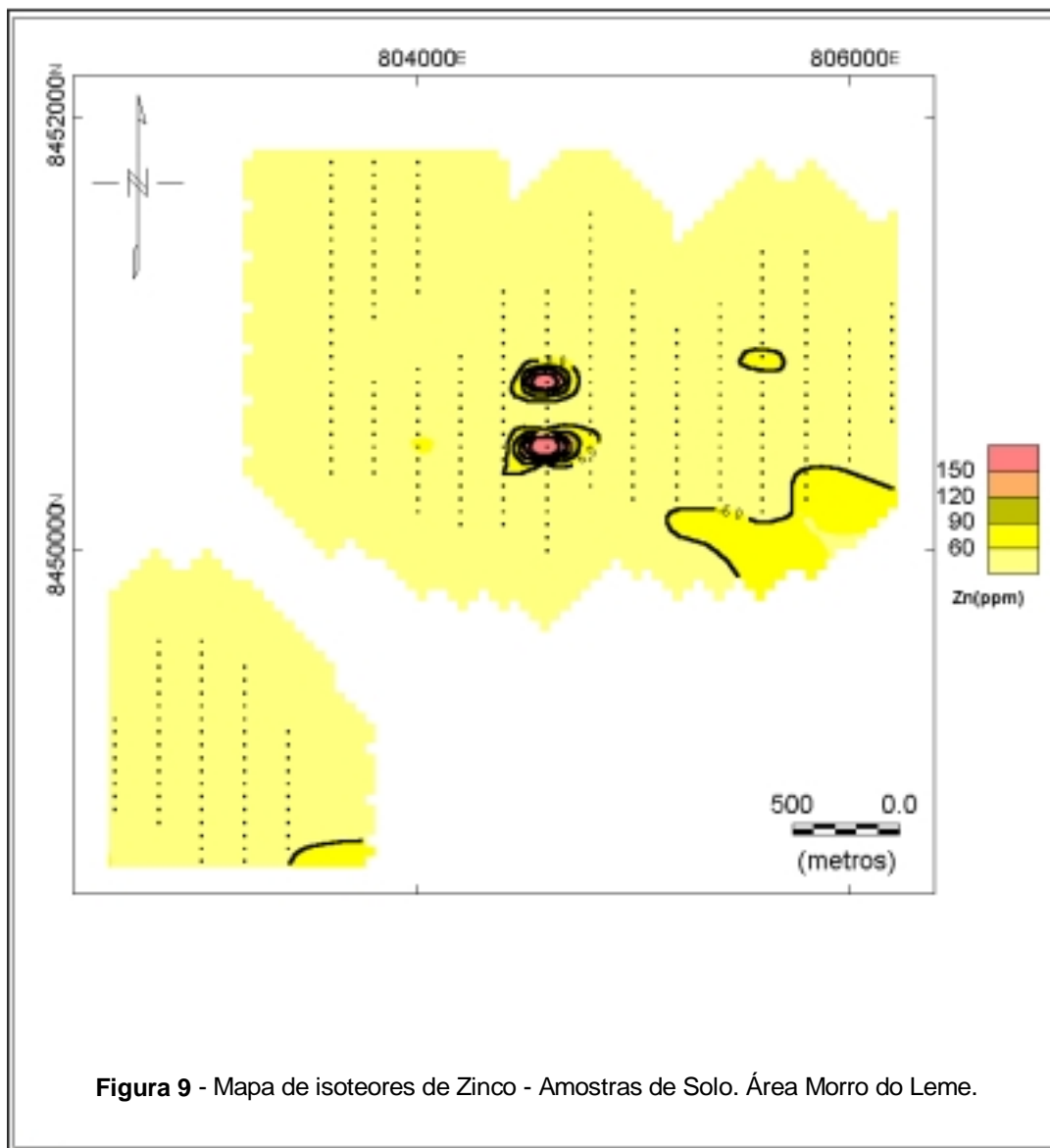


Figura 9 - Mapa de isotores de Zinco - Amostras de Solo. Área Morro do Leme.

A presença do ouro foi constatada em 51 amostras com teores iguais ou superiores ao limite inferior de detecção (20 ppb), com um valor máximo obtido de 120 ppb, apresentando uma distribuição bastante heterogênea. Tendo em vista possí-

veis associações com EGP em rochas ultrabásicas, os locais onde os valores obtidos foram relativamente significativos (**Figura 10**), poderão ser passíveis de serem investigados para a pesquisa de platinóides.

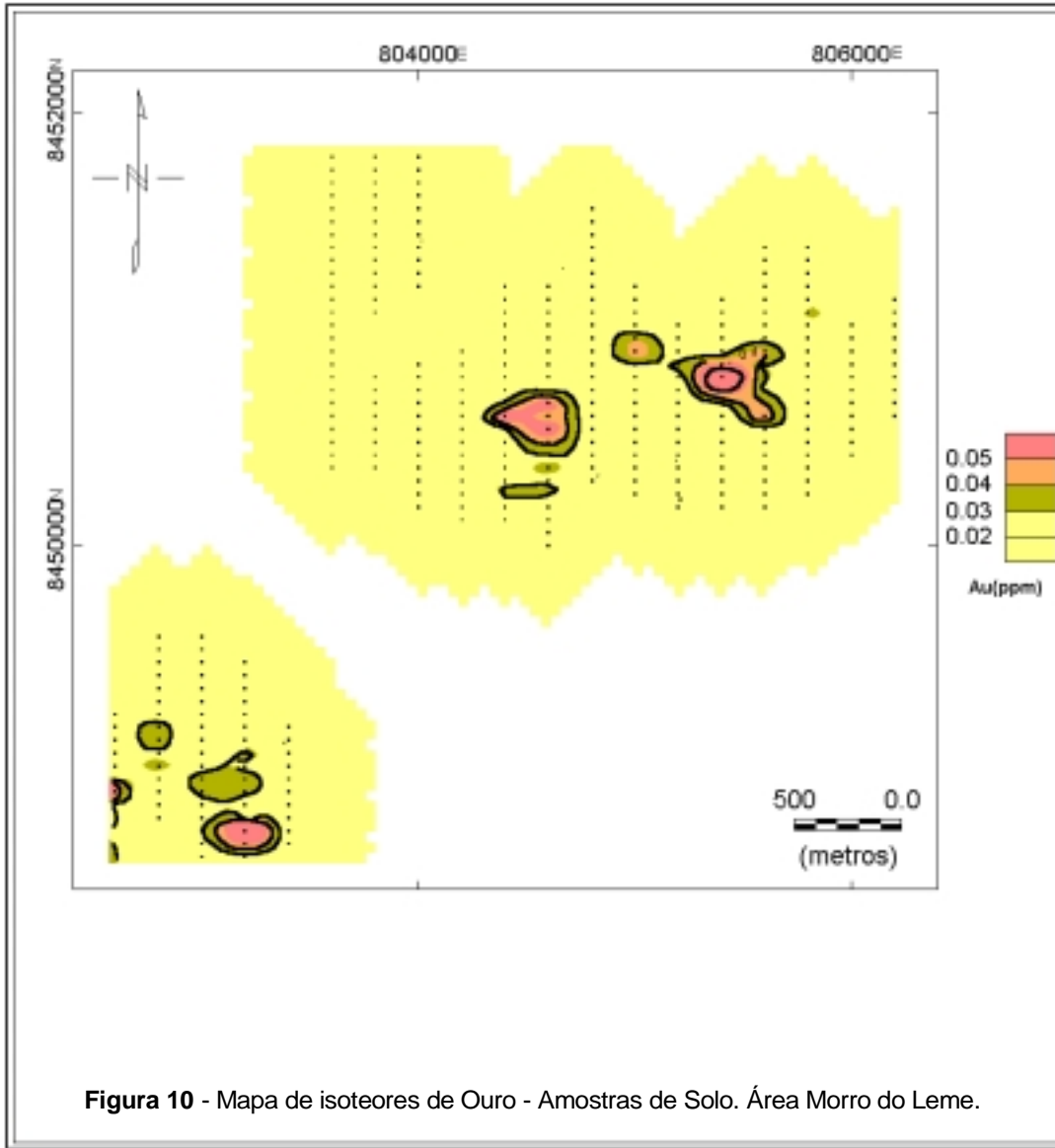


Figura 10 - Mapa de isotores de Ouro - Amostras de Solo. Área Morro do Leme.

Com a finalidade de se avaliar a distribuição e afinidade geoquímica entre os elementos foram calculados os coeficientes de correlação de Pearson entre Cu, Zn, Co, Ni e Cr (**Tabela 5**).

	Zn	Co	Ni	Cr
Cu	+ 0.281	+ 0.406	+ 0.346	- 0.092
Zn		+ 0.404	+ 0.234	- 0.007
Co			+ 0.556	+ 0.022
Ni				- 0.189

Tabela 5 - Coeficientes de correlação Pearson entre os teores de Cu, Zn, Co, Ni e Cr para amostras de solo do Morro do Leme (323 amostras)

Devido à mistura de tipos de solos entre a população amostrada (solos derivados de várias fontes) envolvendo não somente a área ocupada pelos morrotes como também as de baixadas e aquelas pediplanizadas, compostas por solos detrito-lateríticos e crostas ferruginosas (canga), os valores obtidos tenderam a se dispersar, diminuindo o fator de correlação.

Contudo, pode constatar-se entre os vários tipos de material coletado, um coeficiente de correlação negativo ou muito baixo do cromo com os outros elementos. O coeficiente de correlação mais elevado foi obtido entre Co-Ni.

Para as amostras coletadas no Morro 3, os coeficientes de correlação entre todos os elementos apresentaram-se bem mais elevados, devido um maior grau de homogeneidade das amostras de solo (derivadas de rocha ultramáfica) (**Tabela 6**).

	Zn	Co	Ni	Cr
Cu	+ 0.407	+ 0.727	+ 0.815	+ 0.103
Zn		+ 0.642	+ 0.494	+ 0.476
Co			+ 0.787	+ 0.367
Ni				+ 0.195

Tabela 6 - Coeficientes de correlação Pearson entre os elementos Cu, Zn, Co, Ni e Cr para amostras de solo coletadas no Morro 3 - Morro do Leme (67 amostras).

O cromo apresenta coeficientes de correlação positivos com os outros elementos, com maiores valores com Zn e Co. Destacam-se os altos coeficientes de correlação Cu-Ni, Cu-Co, Co-Zn e Ni-Co. Convém ressaltar que os valores obtidos para Cu no Morro 3 foram em média bem mais elevados que aqueles obtidos em outros locais do maciço, fato que não ocorreu com os demais elementos dosados.

3.5.2 - Análises Litogeoquímicas

As amostras de rocha foram coletadas aleatoriamente em afloramentos no Morro 1 para fins de análises petrográficas e litogeoquímicas. As amostras correspondem a serpentinito com minerais primários preservados (olivina \pm piroxênios), provenientes de peridotitos e dunitos. Estão presentes substituições da olivina por serpen-

tina e transformações dos piroxênios em tremolita.

Em um segundo estágio estes minerais foram transformados em argilomineerais e óxidos. As amostras coletadas pertencem ao perfil de alteração (regolito), dentro das zonas saprolíticas. A **Tabela 7** mostra os resultados de Cu, Co, Ni, Cr, Au, Pd, e Pt obtidos em amostras de rocha do Morro 1 e a análise petrográfica correspondente.

São observados valores variáveis de Cu e elevados de Ni devido a algumas amostras conterem vênulas de garnierita, preenchendo fraturas, falhas e clivagens no serpentinito (**Foto 4**). Outras vezes as amostras contém serpentina impregnada de óxidos de Ni com um enriquecimento em Co.

A **Tabela 8**, mostra os valores do coeficiente de correlação obtidos para Au, Pt, Pd, Co, Ni e Cr. Os valores de Au, Pd e Pt são correlacionados a teores mais elevados de Cu. O Co e Ni apresentam uma forte afinidade, porém uma baixa associação em relação ao Cu, Au, Pd e Pt.

3.5.3 - Testemunhos de Sondagem

Os resultados obtidos em amostras de testemunhos de sondagem referem-se as análises de Cu, Co, Ni, Cr, Au, Pd e Pt achando-se relatados a seguir.

Furo FS-01

No Furo FS-01 os dados de análise química, referentes a 34 amostras ao longo do perfil de sondagem, para Ni, Co, Cr, Cu, Au, Pd e Pt apresentaram valores de até 32.000 ppm (Ni), 620 ppm (Co), 4.250 ppm (Cr), 4.500 ppm (Cu), 354 ppb (Au), 1.215 ppb (Pd) e 205 ppb (Pt).

Na **Figura 11a** pode-se observar a distribuição dos valores obtidos.

Na parte superior de (0 a 28,90 m) do furo FS-01 (**Figura 11b**) foi encontrada uma elevada concentração de Ni (5.400-32.000 ppm). Próximo aos 150 m, ocorre uma mudança composicional na rocha, com

AMOSTRAS	Cu	Co	Ni		Cr	Au	Pd	Pt	COMPOSIÇÃO MINERALÓGICA APROXIMADA
NN-09-A*	338	250	3.383	-	-	13	10	<3	
NN-09-B*	374	345	1.718	-	-	13	5	<3	
NN-10*	33	56	1.063	-	-	8	3	<3	Sericita 45% - quartzo/sílica 30% - caulinita 15% - opacos 10%
NN-11*	1.052	245	>5.000	-	-	8	5	6	
NN-12*	379	174	>5.000	-	-	30	3	<3	Serpentina 80% - opacos + óxidos de ferro 15% - quartzo/sílica 5%
NN-3.261	15	120	15.000	1,5%	6.500	1	21	4	Serpentina 85% - sílica criptocristalina 10% - opacos 5%
NN-5.257	25	115	20.000	2%	7.000	<1	<1	<3	Serpentina 75% - argilominerais 15% - opacos + óxidos de ferro 10%
NN-5.259-A	490	245	20.000	2%	2.000	<1	<1	<3	Serpentina 60% - mica branca 20% - quartzo 10% - opacos 5% - sílica criptocristalina 5%
NN-5.259-B	50	335	30.000	3%	5.300	<1	33	<3	Serpentina 90% - opacos 10%
NN-5.455	15	680	25.000	2,5%	4.500	<1	36	<3	Serpentina 88% - opacos 10%
NN-5.849	5	110	20.000	2%	4.000	<1	<1	<3	Serpentina 85% - opacos 8% - quartzo 5% - mica branca - 2%
NN-5.855-A	10	1.050	65.000	6,5%	5.500	<1	<1	<3	Serpentina 70% - opacos + óxidos de ferro 15% - Sílica criptocristalina 10% - quartzo 5%
NN-5.855-B	50	1.275	130.000	13%	1.500	<1	<1	<3	Serpentina 20% - opacos + óxidos de ferro 5% - sílica criptocristalina 30% - mica branca 5% - quartzo 40%
NN-6.057	900	170	15.000	1,5%	5.500	<1	902	170	Serpentina 80% - opacos + óxidos de ferro 10% - sílica criptocristalina 5% - quartzo 5%
NN-6.059-A	15	115	7.5000		5.000	<1	19	<3	Serpentina 80% - opacos + óxidos de ferro 10% - sílica criptocristalina 5% - quartzo - 5%
NN-6.059-B	60	205	10.000	1%	5.500	<1	107	5	Serpentina 85% - opacos + óxidos de ferro 10% - sílica criptocristalina 2% - quartzo 3%
NN-6.059-C	950	165	15.000	1,5%	6.000	43	129	32	Serpentina 75% - opacos + óxidos de ferro 10% - sílica criptocristalina 5% - mica branca 5% - quartzo 5%
NN-6.061	5	95	28.000	2,8%	2.000	5	13	<3	Serpentina 80% - opacos + óxidos de ferro 10% - sílica criptocristalina 5% - quartzo 5%
NN-6.257	30	70	30.000	3%	3.800	<1	23	<3	Serpentina 88% - opacos + óxidos de ferro 10% - mica branca 2%
NN-6.263	5	215	13.000	1,3%	5.000	2	16	<3	Serpentina 80% - opacos + óxidos de ferro 10% - sílica criptocristalina 5% - quartzo 5%
NN-6.657	205	115	3.500	-	1.400	16	83	32	Serpentina 90% - opacos + óxidos de ferro 10%
NN-6.661	10	110	4.500	-	7.500	<1	6	5	Serpentina 85% - opacos + óxidos de ferro 5% - sílica criptocristalina 5% - quartzo 5%
NN-7.061	65	140	2.500		6.800	<1	3	5	Serpentina 20% - opacos + óxidos de ferro 20% - sílica criptocristalina 55% - quartzo 5%

Tabela 7 - Resultados de análises químicas (Cu, Co, Ni, Cr em ppm; Au, Pd, Pt em ppb) e mineralógicas em rocha do Morro 1 - Morro do Leme.

* Amostras não submetidas ao cálculo dos coeficientes de correlação de Pearson.

	Co	Ni	Cr	Au	Pd	Pt
Cu	- 0.154	- 0.152	+ 0.043	+ 0.633	+ 0.688	+ 0.728
Co		+ 0.880	- 0.325	- 0.161	- 0.128	- 0.144
Ni			- 0.485	- 0.153	- 0.138	- 0.150
Cr				+ 0.297	+ 0.080	+ 0.174
Au					+ 0.069	+ 0.151
Pd						+ 0.987

Tabela 8 - Coeficientes de correlação Pearson entre Cu, Co, Ni, Cr, Au, Pd e Pt para amostras de rocha do Morro 1 - Morro do Leme (18 amostras).

com um enriquecimento em olivina (dunito), refletindo em aumento do teor de Ni (2.400-5.600 ppm).

O Co apresenta um comportamento muito semelhante ao Ni com teores variando de 125 a 620 ppm na parte superior do Furo e menores valores na rocha fresca (80-100 ppm).

O Cr possui uma distribuição irregular ao longo de todo o perfil variando de 550 a 4.250 ppm (**Figura 11a**). Delgados níveis de cromitito foram observados nos intervalos 78,71 a 79,65 m e 178,10 a 179,10 m, apresentando os maiores teores de Cr ao longo do perfil.

Os resultados de Cu na zona de oxidação apresentam-se elevados (355-4.500 ppm); enquanto na rocha fresca os valores são muito baixos (5-65 ppm). Os metais nobres (Au, Pd e Pt) apresentam

um enriquecimento notável na zona de pedólito, sobretudo o Pd, até alcançar o *bed rock*, com significativos resultados para Au (24-354 ppb), Pd (78-1.215 ppb) e Pt (10-205 ppb). A partir dos 37,86 m de profundidade os teores destes elementos caem bruscamente, quase sempre abaixo do limite inferior de detecção.

Destaca-se a presença de sulfetos de Ni, Cu e Co disseminados na rocha fresca, próxima aos níveis inferiores do regolito (29 a 30 m), sugerindo a existência de uma zona com EGP+Au associada.

Os coeficientes de correlação de Pearson, dos dados analíticos de Co, Ni, Cr, Au, Pd e Pt relativos a parte superior (5,00-37,86 m) do furo FS-01 (**Figura 12**), encontra-se na **Tabela 9**. O grau de correlação entre estes elementos apresentaram as seguintes características:

	Co	Ni	Cr	Au	Pd	Pt
Cu	+ 0.579	+ 0.684	+ 0.098	+ 0.238	+ 0.454	+ 0.746
Co		+ 0.923	+ 0.111	- 0.427	- 0.085	+ 0.469
Ni			+ 0.343	- 0.237	+ 0.089	+ 0.547
Cr				- 0.054	+ 0.338	+ 0.185
Au					+ 0.803	+ 0.353
Pd						+ 0.709

Tabela 9 - Coeficientes de correlação Pearson entre Cu, Co, Ni, Cr, Au, Pd e Pt de amostras de testemunhos de sondagem, no intervalo de 5,00 a 37,86 m do FS-01.

- 1 - Alta correlação: (>0,700): Co-Ni, Au-Pd, Cu-Pt, Pd-Pt, Cu-Ni.
- 2 - Média correlação: (0,500 - 0,700): Co-Cu, Ni-Pt.
- 3 - Baixa correlação: (<0,500): Cu-Cr, Cu-Au, Cu-Pd, Co-Cr, Co-Au, Co-Pd, Co-Pt, Ni-Cr, Ni-Au, Ni-Pd, Cr-Au, Cr-Pd, Cr-Pt, Au-Pt.

O interrelacionamento dos coeficientes de correlação de Pt, Pd e Au e de Cu, Co, Ni e Cr (**Tabela 9**), mostra semelhante comportamento geoquímico para Pt-Pd, Pt-Cu, Pd-Au, Ni-Co, Ni-Cu (**Figura 12**), significando que o mesmo ambiente estudado (regolito), possui um comportamento geoquímico diferenciado, mas com alta afinidade, entre Pd, Pt, Au, Cu e Ni.

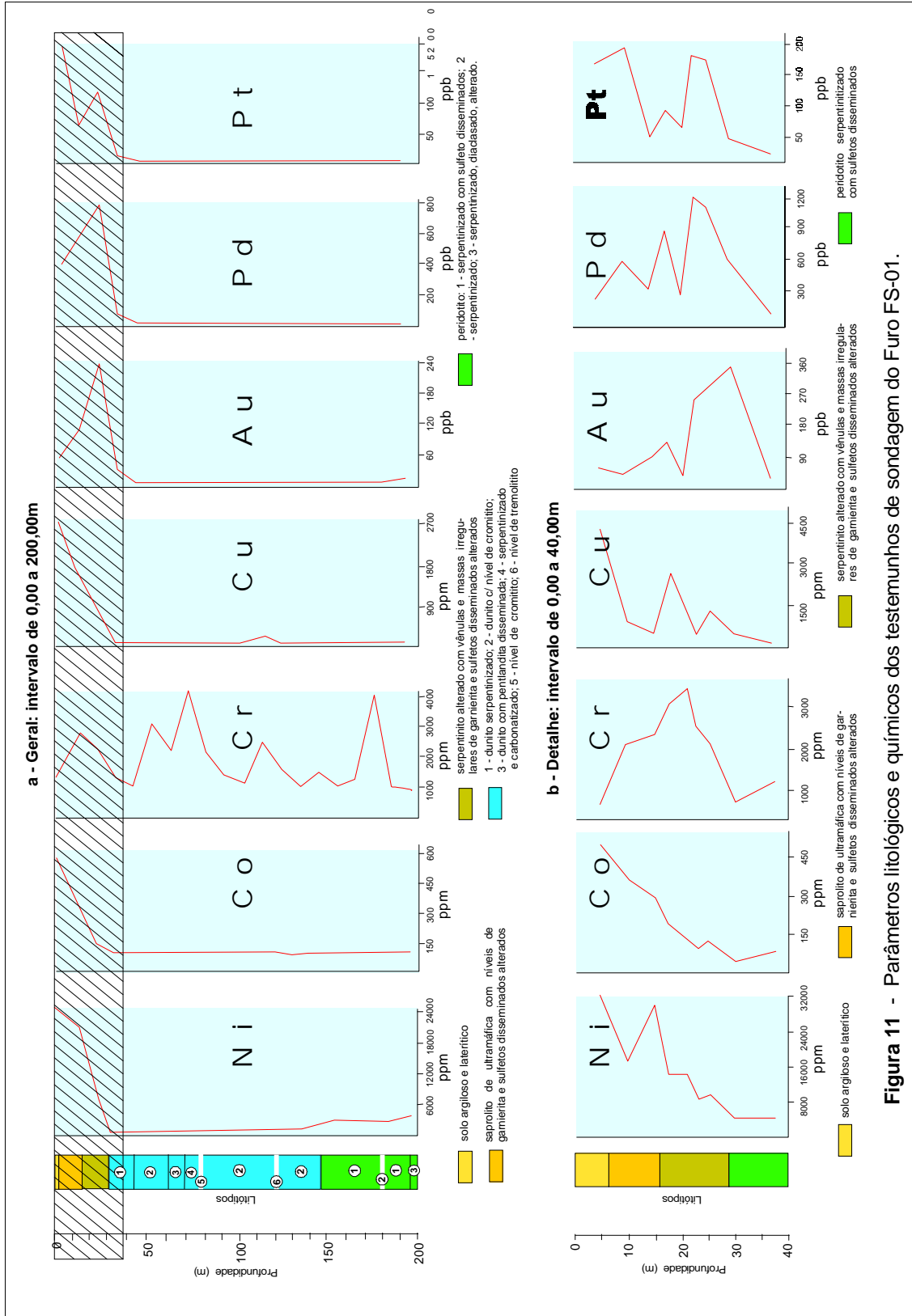
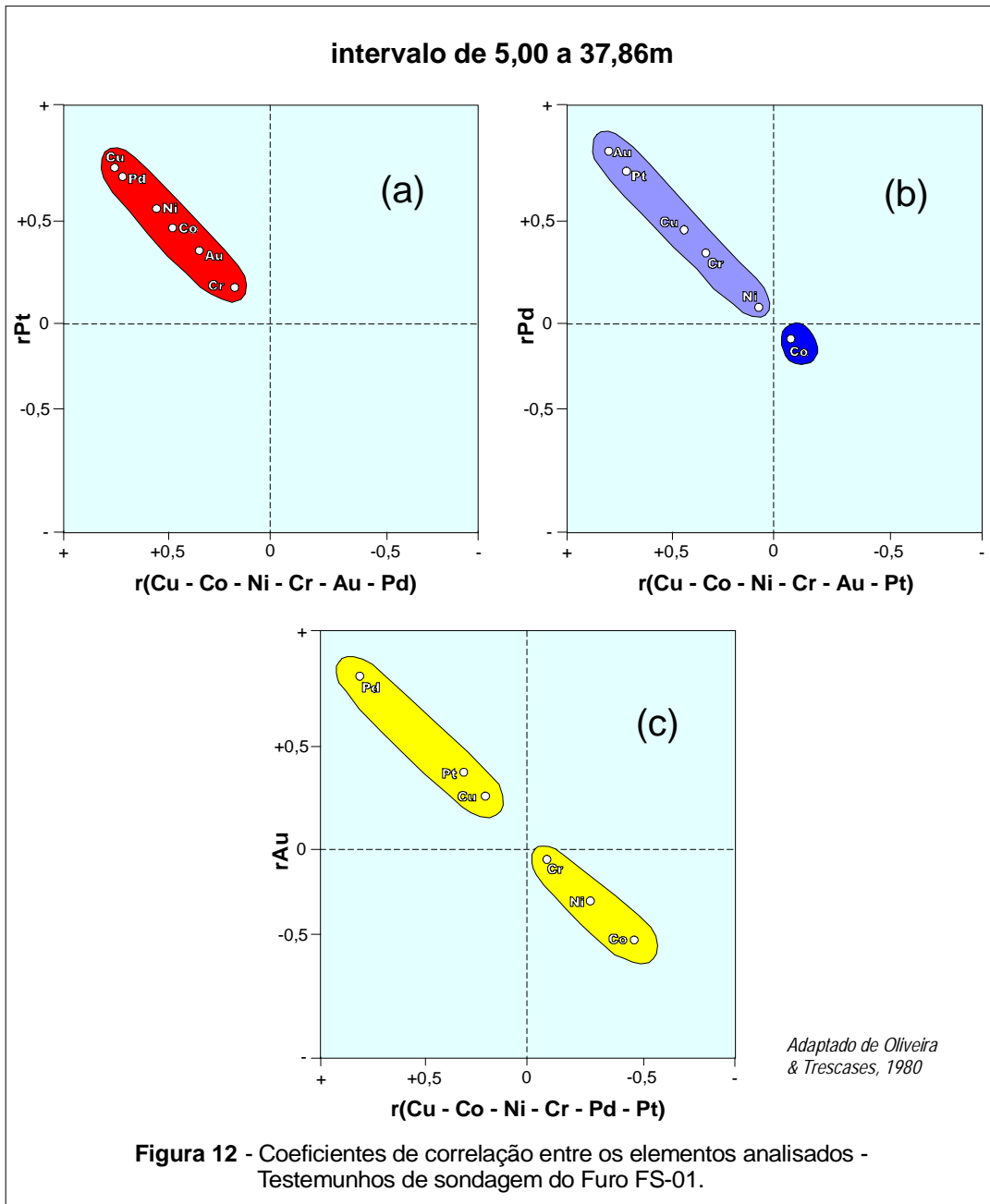


Figura 11 - Parâmetros litológicos e químicos dos testemunhos de sondagem do Furo FS-01.



O fator mais importante a ser ressaltado é que o perfil analisado corresponde a um horizonte fortemente afetado por processos pedogênicos, notadamente na parte superior (de 0 a 15 m), implicando conseqüentemente em diferentes processos de mobilização, lixiviação (transporte), deposição e concentração dos minerais metálicos.

Considerando-se as condições ambientais oxidantes para a área estudada, foi constatada uma mobilidade relativa intermediária para os elementos Cu, Co, Ni e Au, menor para Pd, e muito baixa para Cr e Pt, implicando em importantes modificações na concentração dos mesmos.

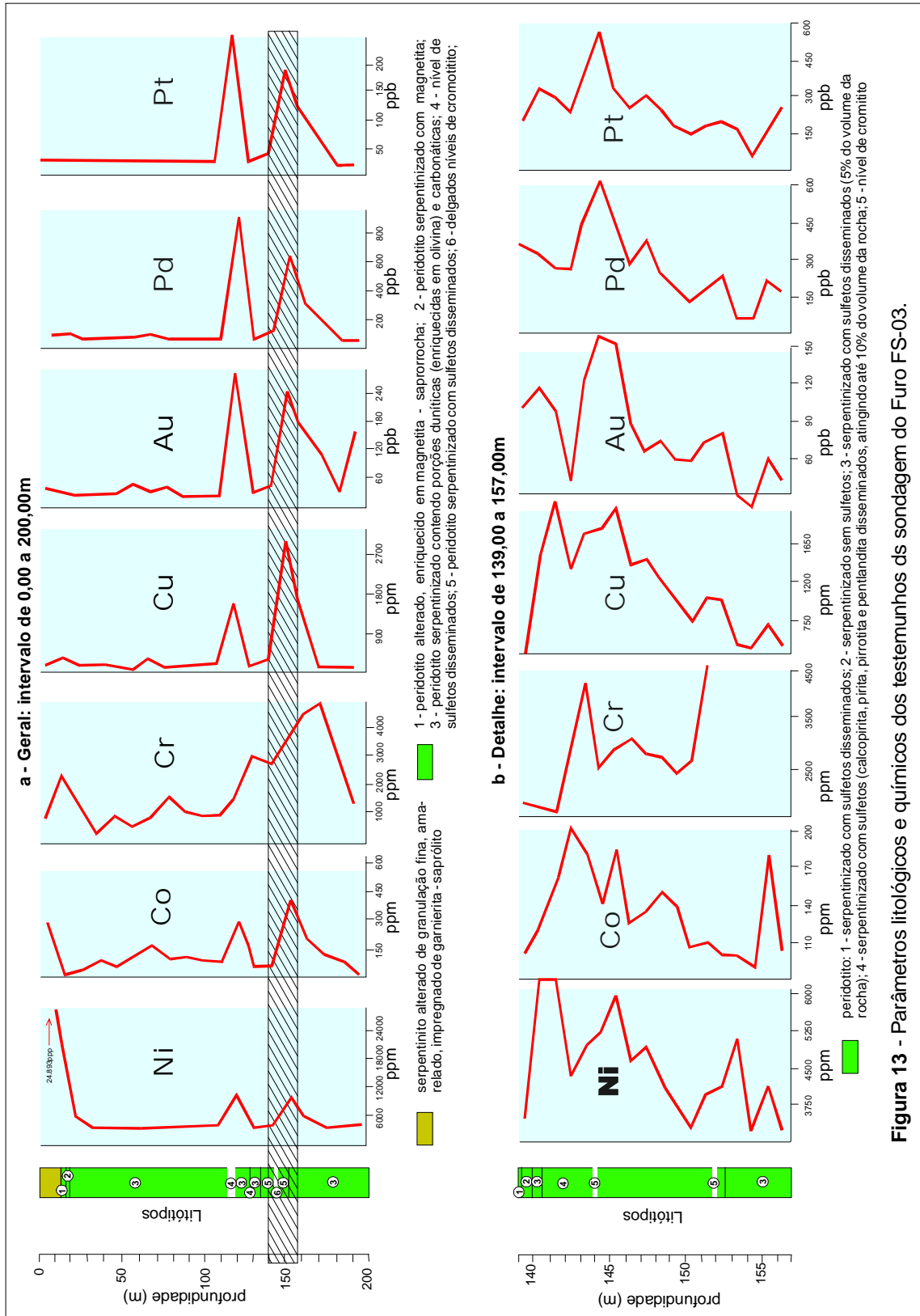
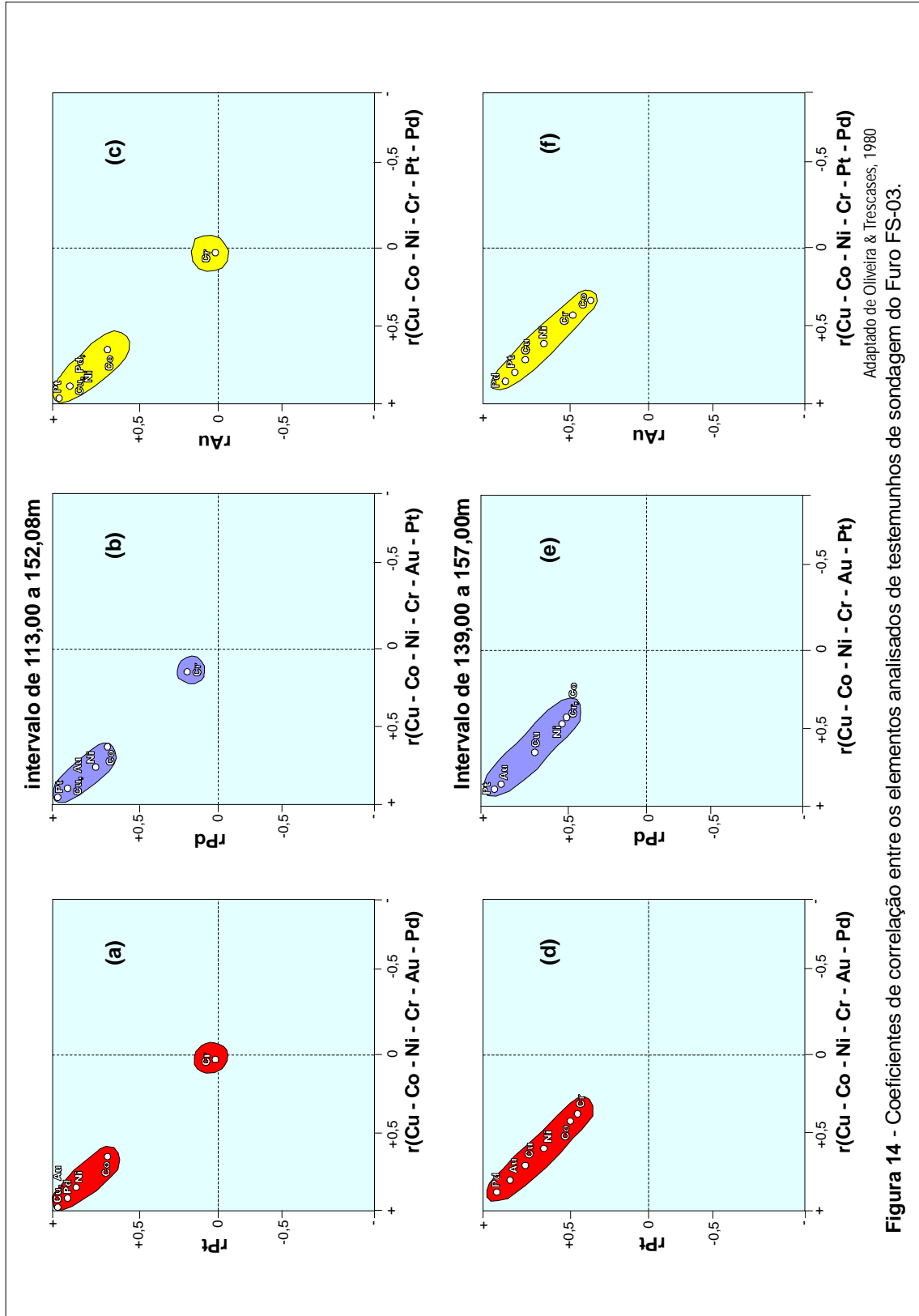


Figura 13 - Parâmetros litológicos e químicos dos testemunhos ds sondagem do Furo FS-03.



Adaptado de Oliveira & Trescases, 1980

Figura 14 - Coeficientes de correlação entre os elementos analisados de testemunhos de sondagem do Furo FS-03.

	Co	Ni	Cr	Au	Pd	Pt
Cu	+ 0.632	+ 0.807	+ 0.537	+ 0.717	+ 0.683	+ 0.727
Co		+ 0.443	+ 0.391	+ 0.348	+ 0.461	+ 0.392
Ni			+ 0.189	+ 0.613	+ 0.493	+ 0.608
Cr				+ 0.431	+ 0.467	+ 0.359
Au					+ 0.872	+ 0.796
Pd						+ 0.900

Tabela 11 - Coeficientes de correlação de Pearson entre Cu, Co, Ni Cr, Au, Pd e Pt de amostras de testemunhos de sondagem coletadas entre 139 a 157 m do FS-03.

Furo FS-04

No **Furo FS-04** os resultados de análise química referem-se a 21 amostras coletadas aleatoriamente ao longo do furo FS-04 e analisadas para Ni, Co, Cr, Cu, Au, Pd e Pt. Foram observados valores analíticos de até 24.500 ppm (Ni), 180 ppm (Co), 4.200 ppm (Cr), 625 ppm (Cu), 26 ppb (Au), 53 ppb (Pd) e 116 ppb (Pt) (**Figura 15**).

Na parte superior do perfil (regolito), 0,0 a 8,21 metros, destaca-se uma elevada concentração de Ni e um relativo aumento do teor de Co. No intervalo 32,0 a 36,0 metros, foi constatada a presença de sulfetos disseminados em peridotito serpentizado. Na porção inferior deste intervalo (de 35,06 a 38,81 m), ocorrem vênulas de carbonato preenchendo fraturas. No mesmo intervalo, esta presente um aumento significativo nos teores de Pt (33-116 ppb), Pd (18-53 ppb) e Cu (270-625 ppm) e um aumento mais discreto nos teores de Au (18-26 ppb), Cr (3.050-4.200 ppm) e Ni (3.150-3.850 ppm).

A partir dos 36 m de profundidade, os dados analíticos obtidos não mostram valores significativos para os elementos analisados.

3.5.3.1 - Síntese dos resultados analíticos em testemunhos de sondagem

Os resultados obtidos nos 3 furos de sondagem revelam as seguintes feições:

- 1 - Um enriquecimento de níquel laterítico dentro do regolito.
- 2 - No Furo **FS-01** a zona laterítica (40 m espessura) apresenta um marcado enriquecimento em Cu, Au, Pd e Pt.

3 - No **Furo FS-03** destaca-se a presença de uma zona principal enriquecida em sulfetos (139,0 a 157,0 m), contendo valores anômalos de Ni, Cu, Au, Pd e Pt (**Figura 16**).

4 - Comparando os coeficientes de correlação de Pearson, obtidos na zona de regolito do **Furo FS-01** em relação aqueles determinados na zona sulfetada do **Furo FS-03**, verifica-se que:

- No **Furo FS-01** desaparecem as correlações Au-Cu, Au-Co e Au-Ni, Au-Cr, Pd-Ni e Cu-Cr. Diminuem as correlações Pt-Au, Pd-Cu, Ni-Cr, Co-Cr, Pt-Cr e Pd-Cr e aumentam as correlações Co-Ni e Cu-Ni.
- No **Furo FS-03**, a zona com níveis sulfetados, apresenta uma alta correlação entre os elementos Cu-Ni-Co e Au-Pd-Pt, fato que não ocorre da mesma forma na zona de alteração do furo FS-01, onde os processos de mobilização desenvolveram-se sob um sistema aberto.
- O Cr no perfil ocorre em níveis de cromitito, presentes em serpentinitos. Delgadas camadas de cromitito também se sucedem intercalados a níveis sulfetados.

3.5.4 - Amostras de Canal - Trincheira

Na área foram coletadas um total de 44 amostras de canal em 5 trincheiras. A amostragem foi realizada em canaletas com cerca de 1 metro de comprimento, espaçadas a cada 2 metros. As amostras foram analisadas para Pt, Pd, Au, Cu, Ni, Co e Zn.

A trincheira n.º 1, com 34 m de extensão (**Figura 17**), está localizada no limite

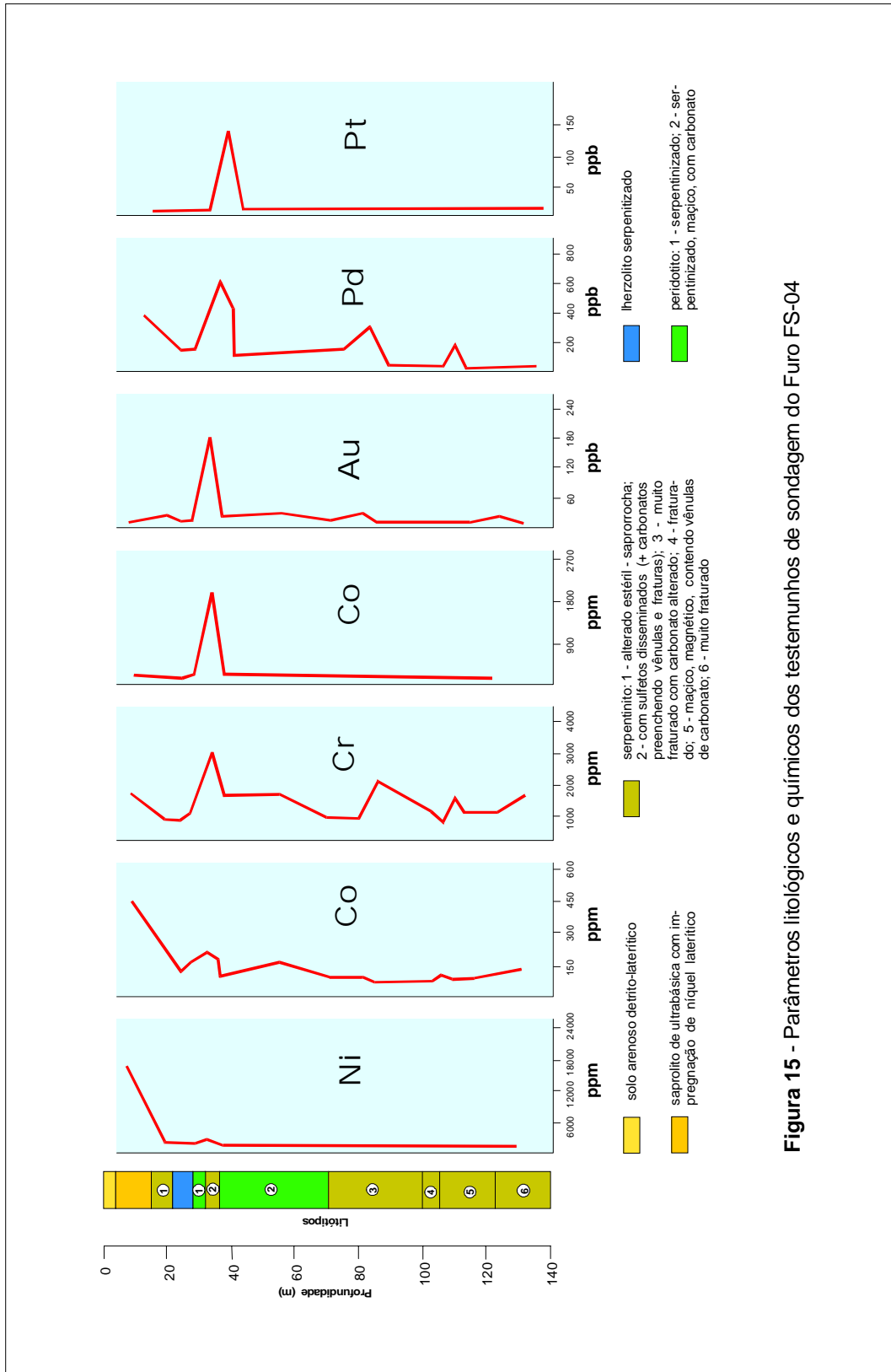


Figura 15 - Parâmetros litológicos e químicos dos testemunhos de sondagem do Furo FS-04

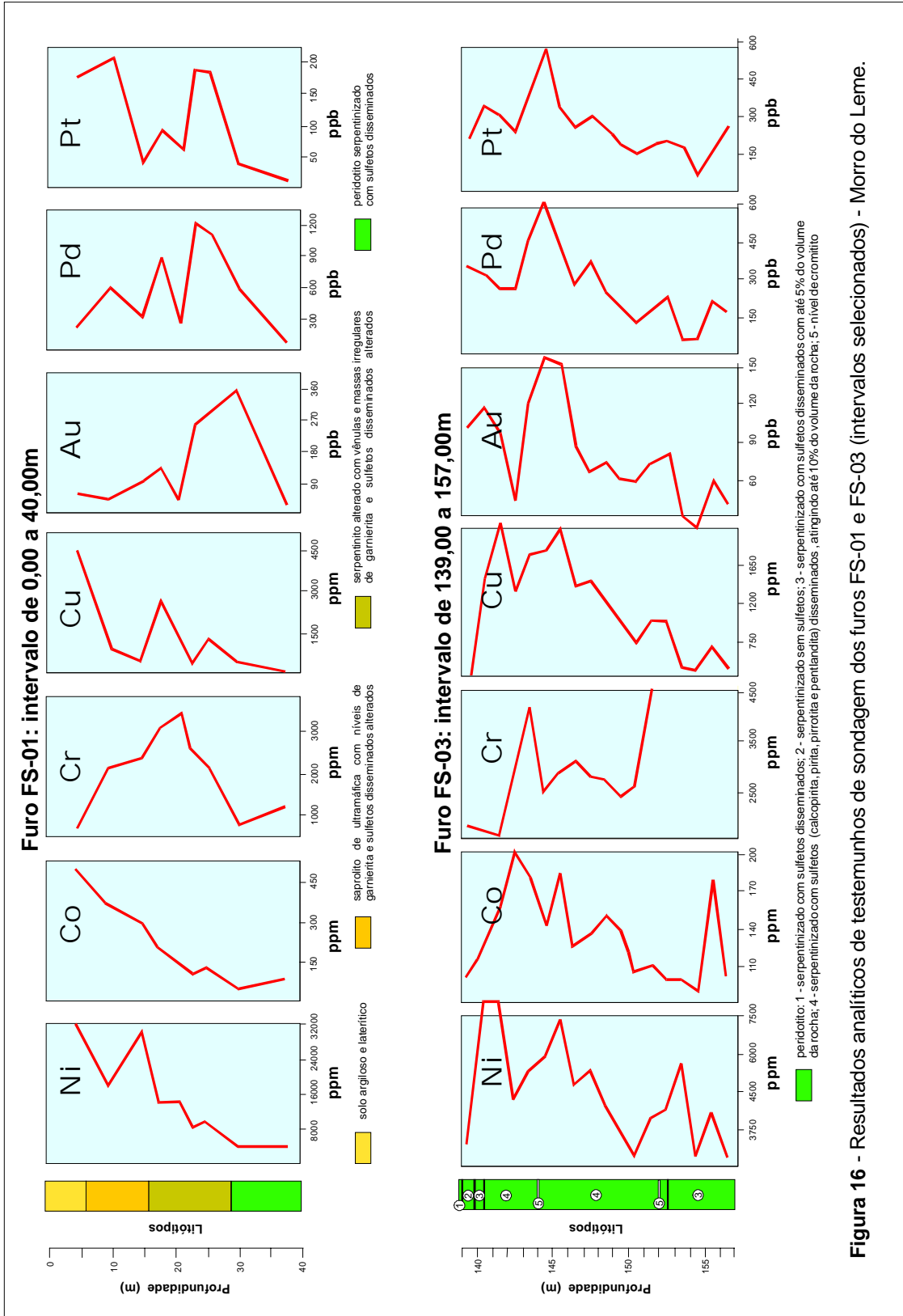


Figura 16 - Resultados analíticos de testemunhos de sondagem dos furos FS-01 e FS-03 (intervalos selecionados) - Morro do Leme.

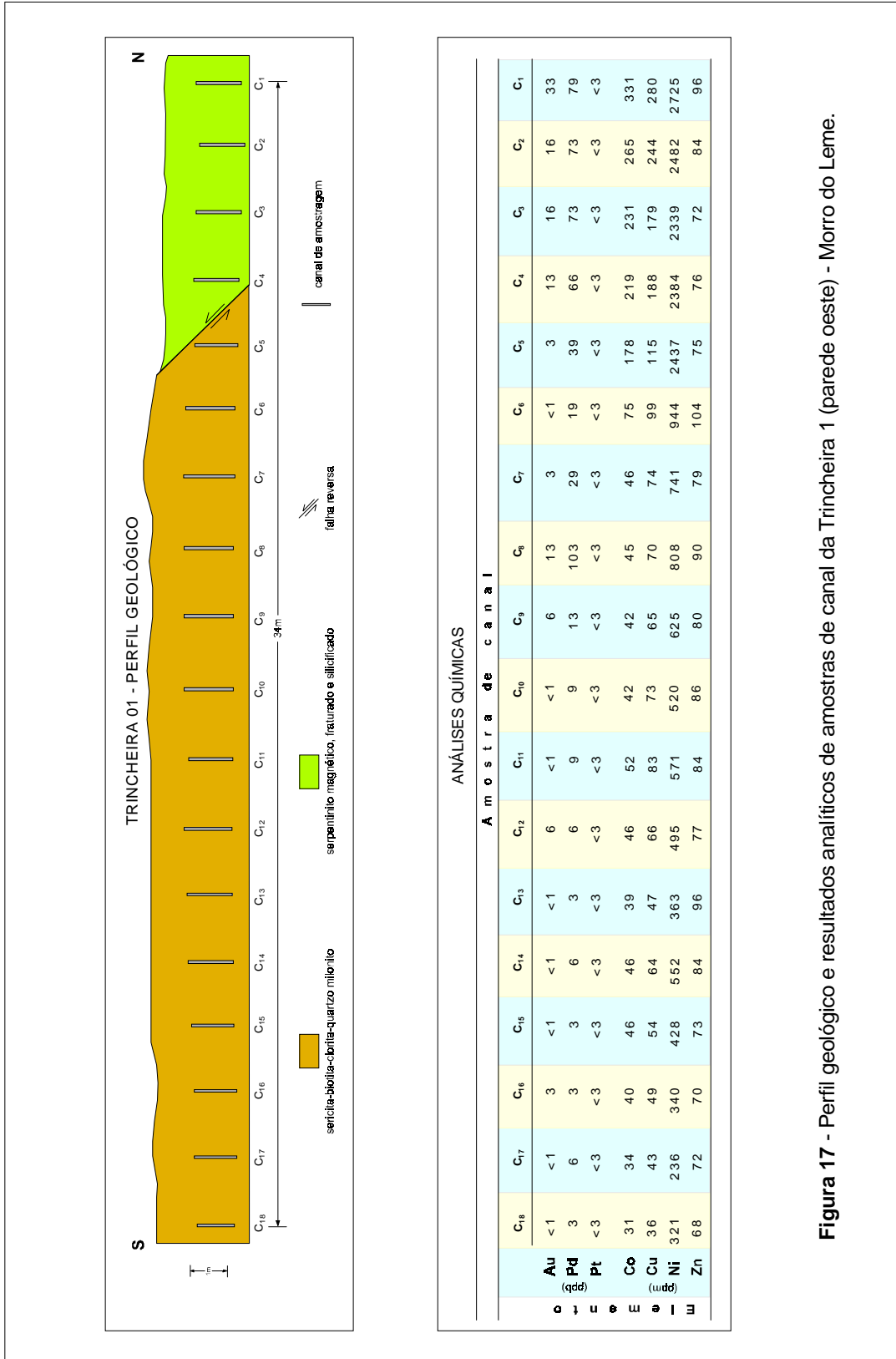


Figura 17 - Perfil geológico e resultados analíticos de amostras de canal da Trincheira 1 (parede oeste) - Morro do Leme.

sul do Morro 3 (**Figura 3**) na zona de contato de dunitos serpentinizados com sericita-biotita-clorita-quartzo milonitos (**Foto 6**). Foram analisadas 18 amostras que revelaram teores de até 103 ppb (Pd) e 33 ppb (Au). Os teores de Pt obtidos são inferiores ao limite de detecção (<3 ppb). Para os demais elementos analisados, os valores obtidos alcançaram em até 280 ppm (Cu), 2.725 ppm (Ni), 331 ppm (Co) e 104 ppm (Zn).

A trincheira n.º 2 com 20 m de extensão (**Figura 18**) esta localizada no centro do Morro 1, em zona de falha, de direção N20E, cortando o peridotito hidrotermalizado. As 11 amostras analisadas indicaram valores entre 59-199 ppb (Pt), 53-243 ppb (Pd) e 9-63 ppb (Au). Para os demais elementos os teores oscilaram entre 26-198 ppm (Cu), 3.243-5.000 ppm (Ni), 107-334 ppm (Co) e 49-149 ppm (Zn).

As trincheiras n.ºs. 3, 4 e 5, com 10m de extensão, estão localizadas na parte leste do Morro 1 (**Figura 19**), nas proximidades do furo de sonda 01, local onde foram constatadas as maiores anomalias de níquel e cobre em amostras de solo. Afloram dunitos serpentinizados cortados por fraturas preenchidas por garnierita e sílica (**Foto 3**). Os teores obtidos em 15 amostras analisadas, oscilaram entre 3-149 ppb (Pt), 1-193 ppb (Pd) e 2-43 ppb (Au). Para os demais elementos analisados, os valores obtidos variaram de 15-1.327 ppm (Cu), >5.000 ppm (Ni), 212-1.552 ppm (Co) e 102-438 ppm (Zn).

3.6 - Potencialidade Metalogenética

De acordo com o que foi constatado durante este trabalho, fundamentado nos estudos dos testemunhos de sondagem, corroborados pelas observações feitas em superfície, (trincheiras e cortes laterais), e através dos resultados obtidos em análise química de amostras de solo e de rocha, sugere-se duas distintas origens para as ocorrências minerais do morro do Leme; a primeira associada a concentração de níquel laterítico e a segunda a concentrações magmáticas de sulfetos/cromita.

3.6.1 - Concentrações de Níquel Laterítico

O manto de alteração (regolito) no Morro do Leme oscila em torno dos 20-40 m de profundidade. Os fatores climáticos, clima quente e úmido tropical, associado a uma variação sazonal no regime de chuvas, (altas precipitações entre novembro e abril e uma estação seca, entre maio e outubro) provocou um intemperismo sobre as rochas ultrabásicas do maciço, desenvolvendo uma crosta laterítica ferruginosa na parte superior do perfil (pedólito). Constatou-se no Morro 1, a existência de altas concentrações de Ni laterítico como produto residual derivado do intemperismo químico das rochas cumuláticas ricas em olivina (dunitos e peridotitos) (**Figura 20**).

Existem diversos modelos de classificação para ocorrências de Ni laterítico, baseado em alteração de rochas hospedeiras, composição, clima, drenagem e história geomorfológica da área. Butt (1975); Golightly (1981); Alcock (1988). Brand *et al* (1997), classificam em 3 tipos principais os depósitos, que se adaptam perfeitamente ao que foi constatado no Morro do Leme:

Tipo A: depósitos de Ni silicático, formados por silicatos de Mg-Ni (garnierita), contidos nas porções mais profundas do saprólito;

Tipo B: depósitos de Ni silicático, distribuídos nas argilas esmectíticas (nontronita), situadas na parte superior do saprólito ou no pedólito;

Tipo C: depósitos de óxidos e oxidróxidos de Fe (goethita), formando uma camada no contato pedólito-saprólito.

3.6.2 - Concentrações Magmáticas de Sulfetos/Cromita

As concentrações de sulfetos magmáticos no Morro do Leme, estão presentes em níveis sulfetados, às vezes em camadas de cromitito, como constatados no furo FS-03 e estudadas por Angeli *et al*. (1997b). Segundo estes autores as camadas de cromitito apresentam 45 a 55% de cromita, 40 a 50% de serpentina, 2 a 3% de magnetita e 1 a 2% de sulfetos (pirrotita e calcopirita). Variações microtexturais reve-

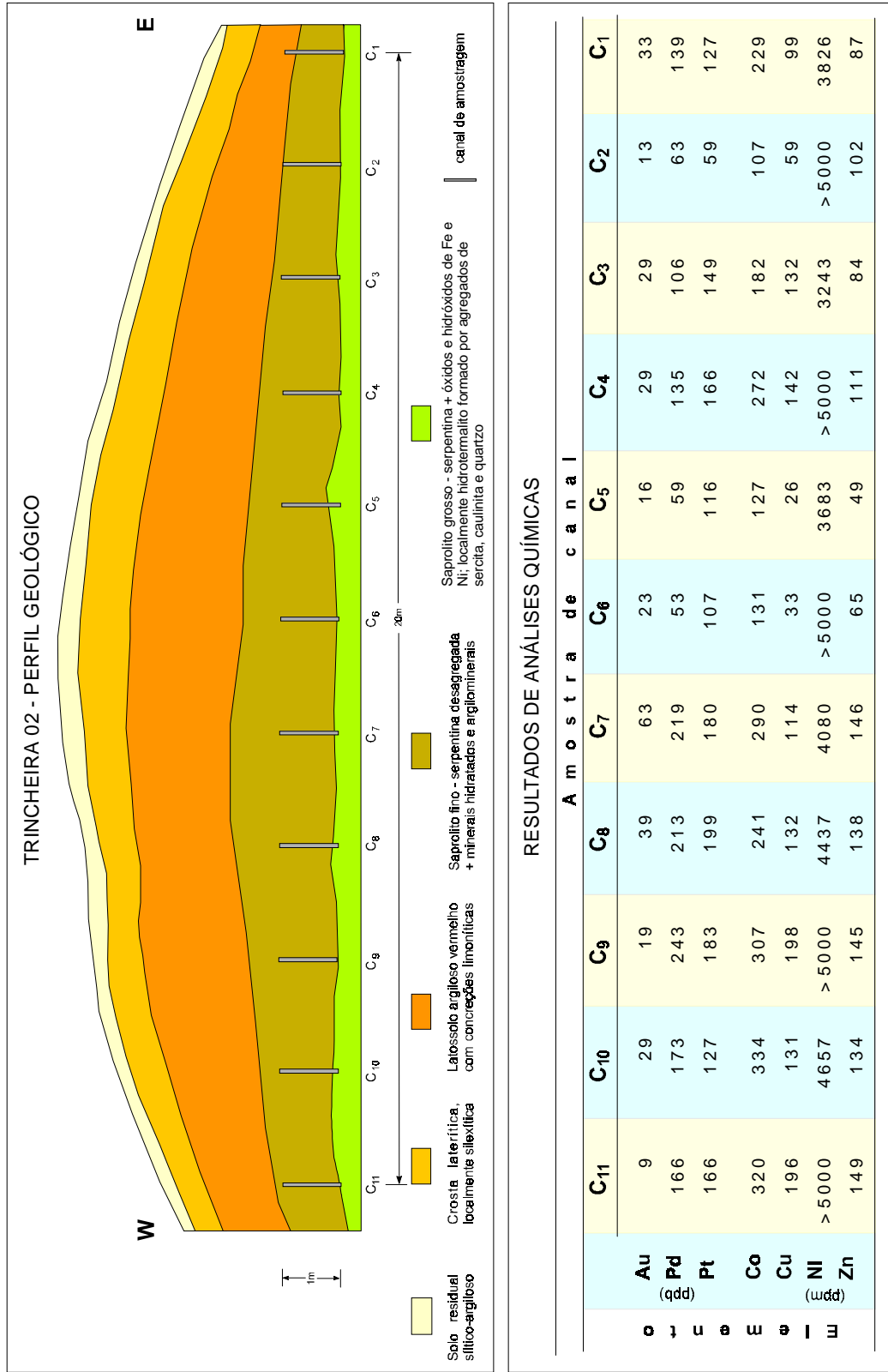


Figura 18 - Perfil geológico e resultados analíticos de amostras de canal da Trinchera 02 - Morro do Leme

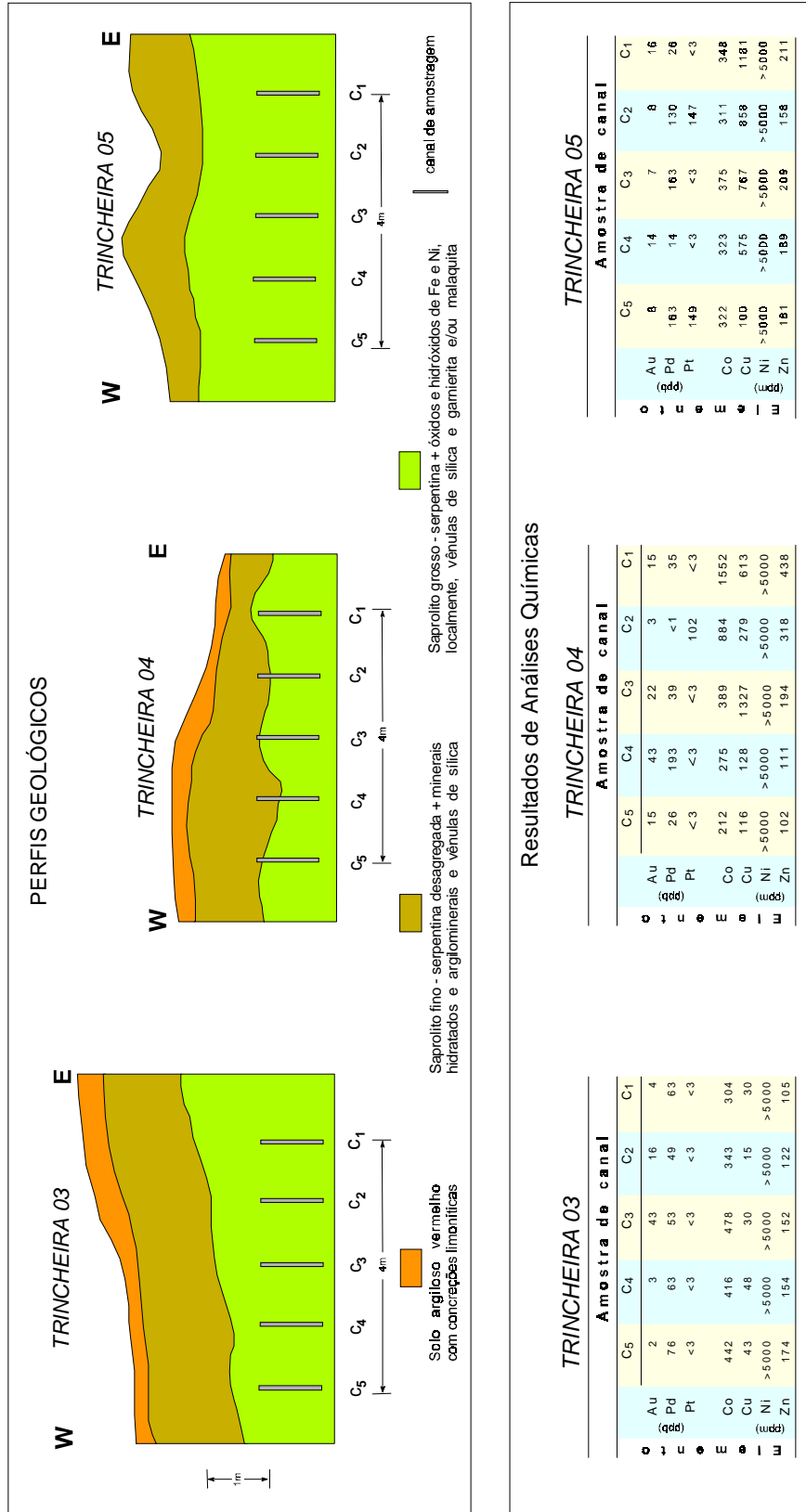
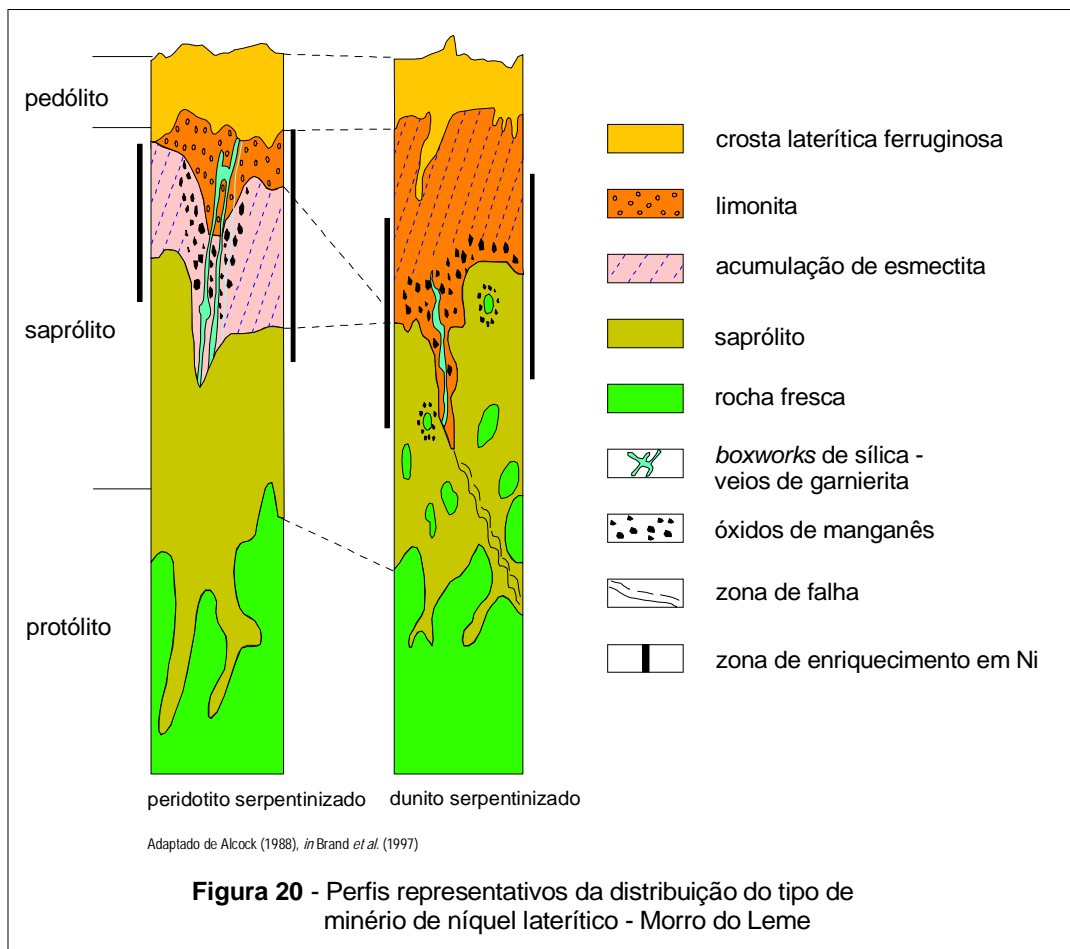


Figura 19 - Perfis geológicos e resultados analíticos de amostras de canal das Trincheiras 03, 04 e 05 - Morro do Leme



lam bandamento incipiente e textura em rede (*mesh texture*), esta última típica de complexos ofiolíticos (Leblanc & Nicolas, 1992). As cromitas foram submetidas a análises difratométricas e correspondem a ferro-cromitas, fato que segundo Angeli *et al.* (1997b) deve-se relacionar ao metamorfismo que afetou o maciço. Os EGP foram investigados por ensaio de fusão de rocha total e revelaram valores máximos de Pt (730 ppb), Pd (39 ppb), Ir (30 ppb) e Rh (22 ppb).

3.7 – Considerações Finais

Através dos dados obtidos, o maciço ultramáfico do Morro do Leme possui características importantes para a ocorrência de EGP + Au, relacionadas à presença de níveis com sulfetos (calcopirita, pirita e pentlandita) e cromititos, em peridotitos e dunitos, como foram constatados nos perfis

de sondagem. Valores anômalos destes elementos no perfil laterítico (regolito) e em amostras de rocha, coletadas em afloramentos, sugerem enriquecimento supergênico para estes elementos.

No Morro 1, destaca-se a presença de uma ocorrência de Ni na ordem de 1,5%, provavelmente associado a enriquecimento supergênico, além de zonas anômalas de Cu e Co, identificadas em amostras de solo.

Constatou-se neste corpo através de testemunhos de sondagem a presença de níveis ricos em sulfetos de Ni e Cu, com elevadas concentrações de EGP.

As trincheiras estão localizadas sobre as zonas anômalas em Cu, Au, Pd e Pt de amostras de solo e apresentaram expressivos valores de Ni, Pd e Pt.

4 - Área Morro Sem Boné

4.1 - Introdução

A Área Morro Sem Boné localiza-se a cerca de 30 km a NW da Área Morro do Leme (**Figura 1**), onde se encontra um corpo isolado de forma elipsoidal, com eixo maior (direção NE-SW), com aproximadamente 5,5 km, e eixo menor (direção NW-SE) com cerca de 1,1 km (área total de 6 km²) (**Figura 21**). Este apresenta desnível de cotas de 200 m em relação ao nível de base e declive das encostas em torno de 45° (**Foto 7**). Predomina vegetação rala do tipo cerrado, transicionando no lado SW, para uma floresta tropical.

O regime pluvial da área caracterizada por uma estação chuvosa (novembro – abril) e outra seca (maio – outubro).

4.2 - Geologia

A Área Morro Sem Boné foi inicialmente descrita no Projeto Alto Guaporé (Barreto e Costa, 1974) onde se destaca como um corpo serpentínico. Estudos de avaliação das potencialidades econômicas deste corpo foram desenvolvidos por Gouveia & Gouveia (1980), que reconheceram anomalias significativas de Cu, Co, Ni e Cr. Recentemente, este corpo foi alvo de intensiva atividade de pesquisa mineral pela Unigeo Geologia e Mineração Ltda. - UGM, através da execução de um programa de sondagem visando, avaliar os depósitos de Ni laterítico.

As unidades estratigráficas regionais da área são formados pela seqüência Metavulcanossedimentar Nova Brasilândia, Suíte Intrusiva Básico-Ultrabásica Cacoal, Suíte Intrusiva Alto Candeias e Formação Guaporé (Scandolaro *et al.* 1992, 1996 e 1997).

Afloram no Morro Sem Boné, rochas ultramáficas serpentinizadas às vezes recobertas por produtos de alteração secundária e intempérica, tais como silcretes formando carapaças (**Foto 8**). No sopé do morro desenvolve-se depósito de talus, com largura superior a 2 km, marcado por

um solo laterítico de cor vermelho escuro.

O contato desse corpo ultramáfico com as rochas encaixantes acha-se encoberto por uma espessa cobertura de solo, depósitos de tálus, sedimentos inconsolidados siltico-arenosos da Formação Guaporé e as aluviões recentes da planície do rio Guaporé e tributários.

O serpentinito apresenta estrutura foliada ou maciça, com textura granoblástica fina e constituída essencialmente por serpentina (até 95%), e óxidos de Fe, Ni e Cr (até 20%).

A serpentina ocorre em agregados lamelares ou microlamelares e fibrosos, entremeados e recortados por fraturas preenchidas por minerais opacos e/ou sílica cripto e microcristalina. Os minerais opacos muitas vezes estão intensamente oxidados e substituídos por hidróxidos de Fe (**fotomicrografias 3 e 4**). Em poucas amostras foram também constatadas a presença de argilominerais. O serpentinito possui distintos graus de alteração intempérica.

Os depósitos coluviais e eluviais dispostos em tálus são constituídos por material siltico-argiloso formando crostas lateríticas (canga) e blocos de serpentinitos de tamanho variado.

Quartzo, sílica criptocristalina a microcristalina mostra-se em quantidades localmente elevadas e formam carapaças silicosas (silcretes) oxidadas e espessas.

Processos de silicificação, sericitização e argilização da serpentina também foram constatados na extremidade SW do morro, onde as rochas se apresentam intensamente fraturadas (**fotos 9 e 10**). No ponto NN-01 a rocha apresenta uma tênue foliação marcada por sericita orientadas segundo N60E/37SE, resultado de um cisalhamento rúptil-dúctil. Uma zona de fraturas foi constatada a cerca de 200m a norte (ponto NN-02), segundo a direção N15E/75NW, compatível com a estrutura-

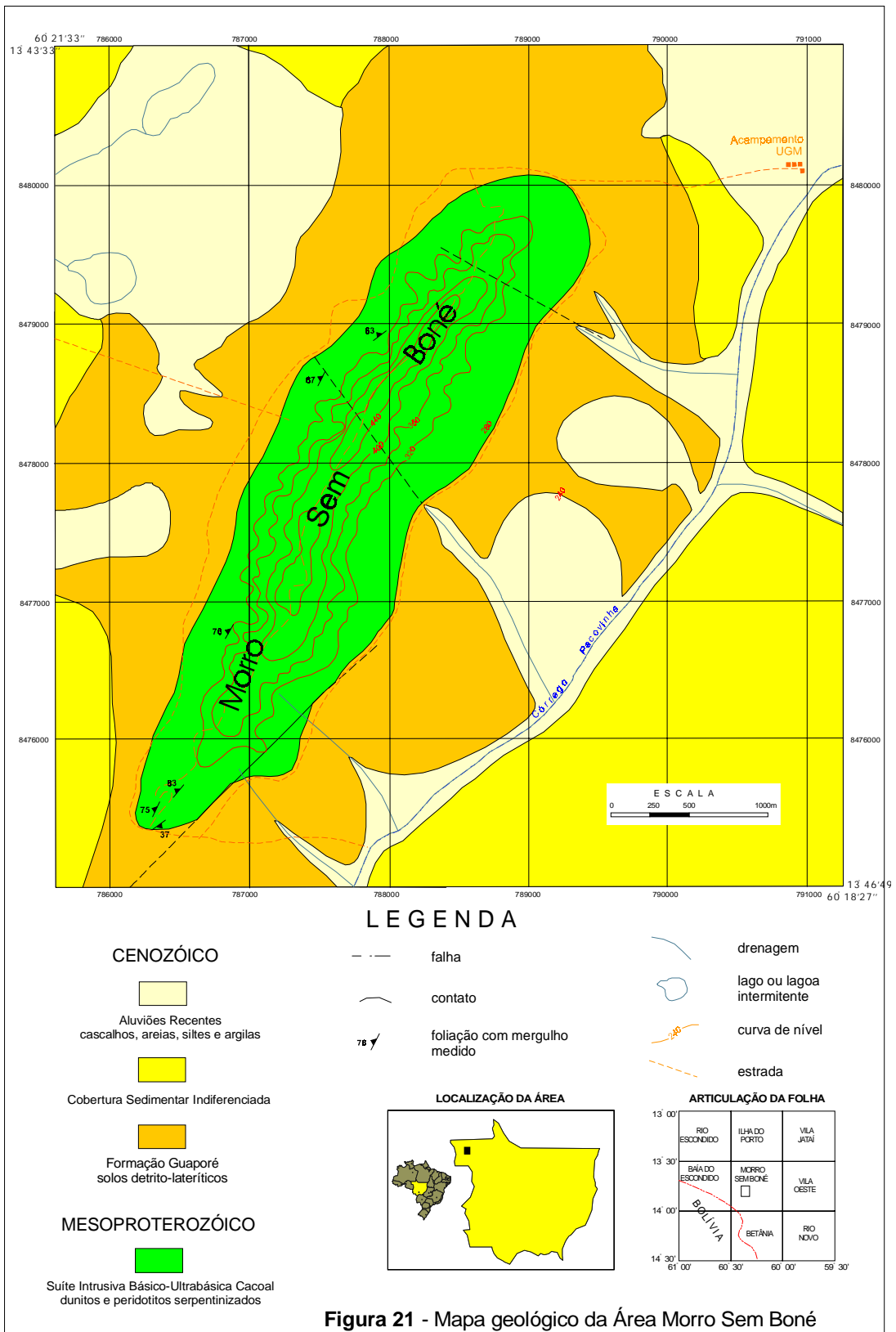
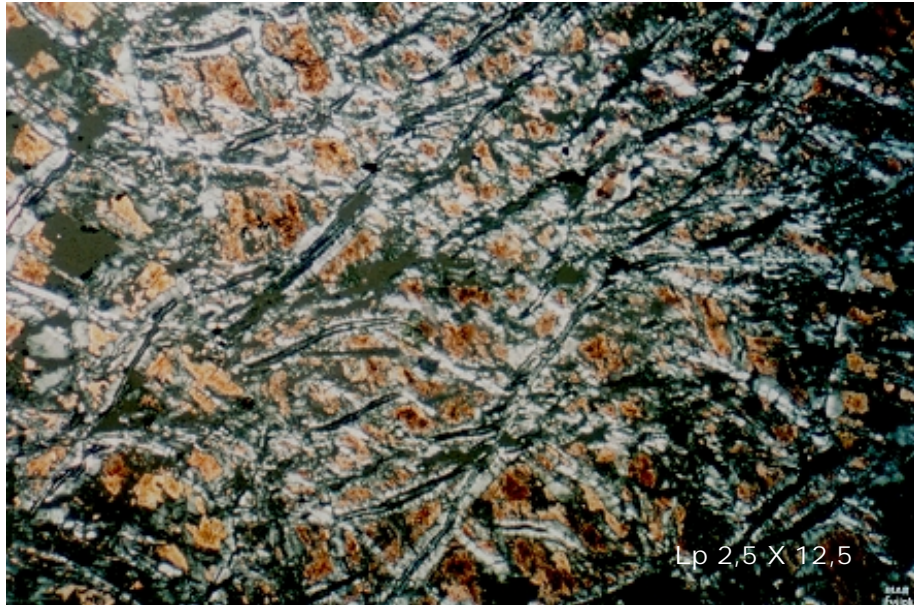




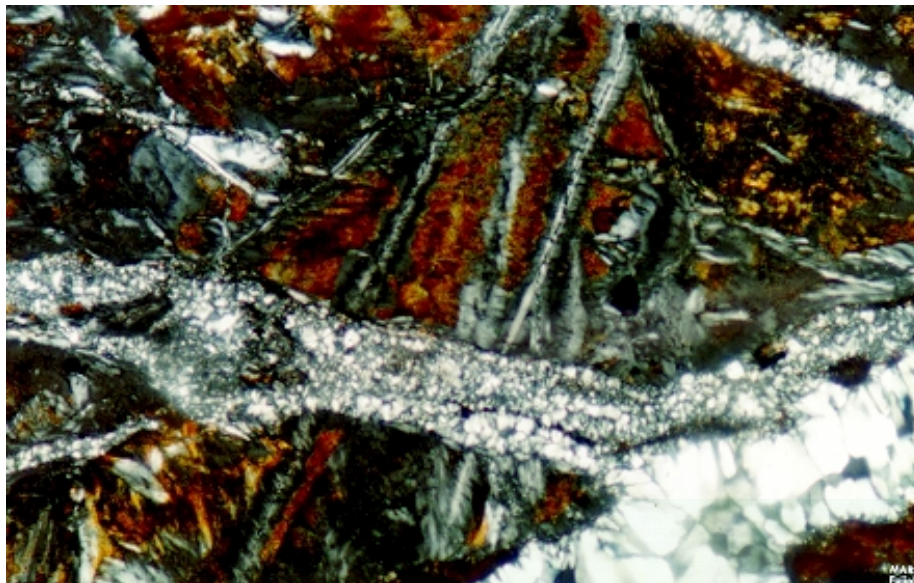
Foto 7 - Porção central do Morro Sem Boné a exibir relevo ravinado, formas festonadas nos flancos e alta declividade das encostas.



Foto 8 - Silexito, formado por sílica cripto a microcristalina impregnada por óxidos e hidróxidos de ferro em substituição a minerais ferromagnesianos lixiviados de rocha ultrabásica serpentinizada, exibindo fraturas subhorizontalizadas. Morro Sem Boné, ponto NN 745.



Fotomicrografia 3 - Serpentinito, parcialmente silicificado e alterado exibindo agregados de serpentina fibrosa e lamelar substituídos por sílica, cripto a microcristalina, garnierita e hidróxidos de ferro. Morro Sem Boné, ponto NN 08.



Fotomicrografia 4 - Detalhe dos agregados de serpentina lamelar cortada por microvênulas de quartzo e sílica cripto a microcristalina. Morro Sem Boné, ponto NN 125.



Foto 9 - Serpentinito a exibir fraturas subhorizontais preenchidas por sílica. Encosta oeste do Morro Sem Boné, proximidades do ponto NN 935.

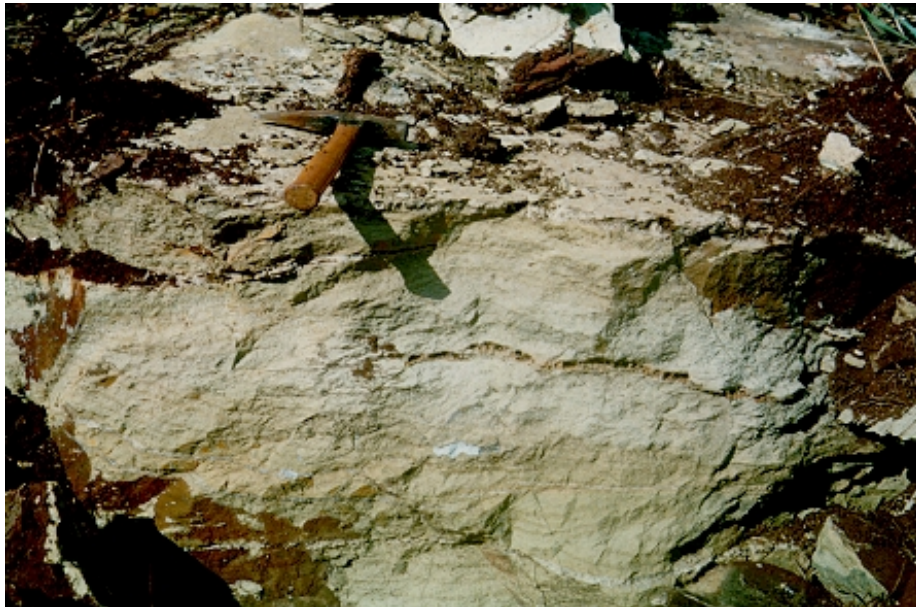


Foto 10 - Crosta sílico-ferruginosa em substituição a rocha ultrabásica serpentinizada. Corte vertical no Morro Sem Boné, proximidades do ponto CF 96.

ção geral do maciço. No restante do morro observaram-se apenas fraturas superficiais de alívio de tensão sem orientação definida.

O perfil pedológico apresenta uma semelhança ao do Morro do Leme. Do topo para a base ocorre um delgado nível laterítico, seguido por um nível silicoso com textura microcristalina e criptocristalina, formando estruturas do tipo *box work*, com quartzo e calcedônia. Grada para uma rocha composta essencialmente por serpentina de cor amarela ou esverdeada, muitas vezes cortada por vênulas de garnierita (**Foto 11**) ou malaquita (**Foto 12**), na parte inferior do saprólito.

4.3 - Prospecção Geoquímica

As atividades de prospecção geoquímica na área do projeto constaram da coleta e análise de amostras de solo, rocha e canal (trincheira).

Em uma primeira etapa de campo foi elaborada uma malha de amostragem

em 10 perfis transversais ao eixo principal do morro, eqüidistantes de cerca 500 metros, com estações de coleta de amostras de solo a cada 50 metros. (**Figura 22**). Nesta etapa foram coletadas 153 amostras de solo, a uma profundidade de cerca 60 cm, assim como 35 amostras de rocha, para análise petrográfica e litogeoquímica. Em uma segunda etapa de campo foram coletadas 43 amostras de canal, utilizando de cortes laterais abertos para instalação de plataformas de sondagem pela Unigeo Geologia e Mineração Ltda. – (*UGM – Anglo American*) em regiões que apresentaram resultados anômalos de Cu e Au (amostras de solo) e Cu, Au, Pt e Pd (amostras de rocha).

4.3.1. - Resultados Analíticos e Interpretação dos Dados

4.3.1.1 - Solo

O tratamento estatístico dos dados analíticos de Cu, Zn, Co, Ni, Cr e Au forneceu os parâmetros contidos na **Tabela 12**.

	Distribuição suposta	Valor Mínimo (ppm)	Valor Máximo (ppm)	Média Geométrica	Desvio Padrão	Coefficiente de Variação	Grau de Detecção
Cu	Log-Normal	12	2.900	59.255	3.029	1.554	153:153
Zn	Log-Normal	13	395	46.820	1.727	0.590	153:153
Co	Log-Normal	74	2.150	359.839	1.816	0.654	153:153
Ni	Log-Normal	1.320	32.000	8.531.341	2.072	0.837	153:153
Cr	Log-Normal	700	18.750	6.704.496	1.755	0.610	153:153
Au	Log-Normal	*0.020	0.200	0.035	2.111	0.865	16:153

* limite inferior de detecção

Tabela 12 - Sumário dos estimadores para Cu, Zn, Co, Ni, Cr e Au, obtido a partir dos dados analíticos das amostras de solo do Morro Sem Boné (153 amostras).

Os teores de Cu oscilaram de 12 a 2.900 ppm, com elevado coeficiente de variação (**Tabela 12**). O mapa de isoteores (**Figura 23**) indica a presença de zonas anômalas, destacando-se uma anomalia situada na extremidade SW da área (LT-100SW) com valores de até 2.900 ppm.

Os valores médios obtidos para Ni são elevados ocorrendo teores máximos de até 32.000 ppm e apresentando-se mais elevados do que aqueles encontrados na área do Morro do Leme. Os valores anômalos mais relevantes apresentam-se na porção NE (LT 10 e LT 20) (**Figura 24**).

Os teores de cobalto são maiores que aqueles do Morro do Leme, com valores de até 2.150 ppm. As maiores anomalias foram observadas nas porções NW e central, LT 10, LT 49 e LT 61 (**Figura 25**).

A zona que apresentou as maiores concentrações de Cr localiza-se na parte ocidental, junto aos depósitos elúvio-coluvionares lateritizados, na zona de tálus, formados por blocos de serpentinitos, marcada pela curva de 12.000 ppm de cromo (**Figura 26**).

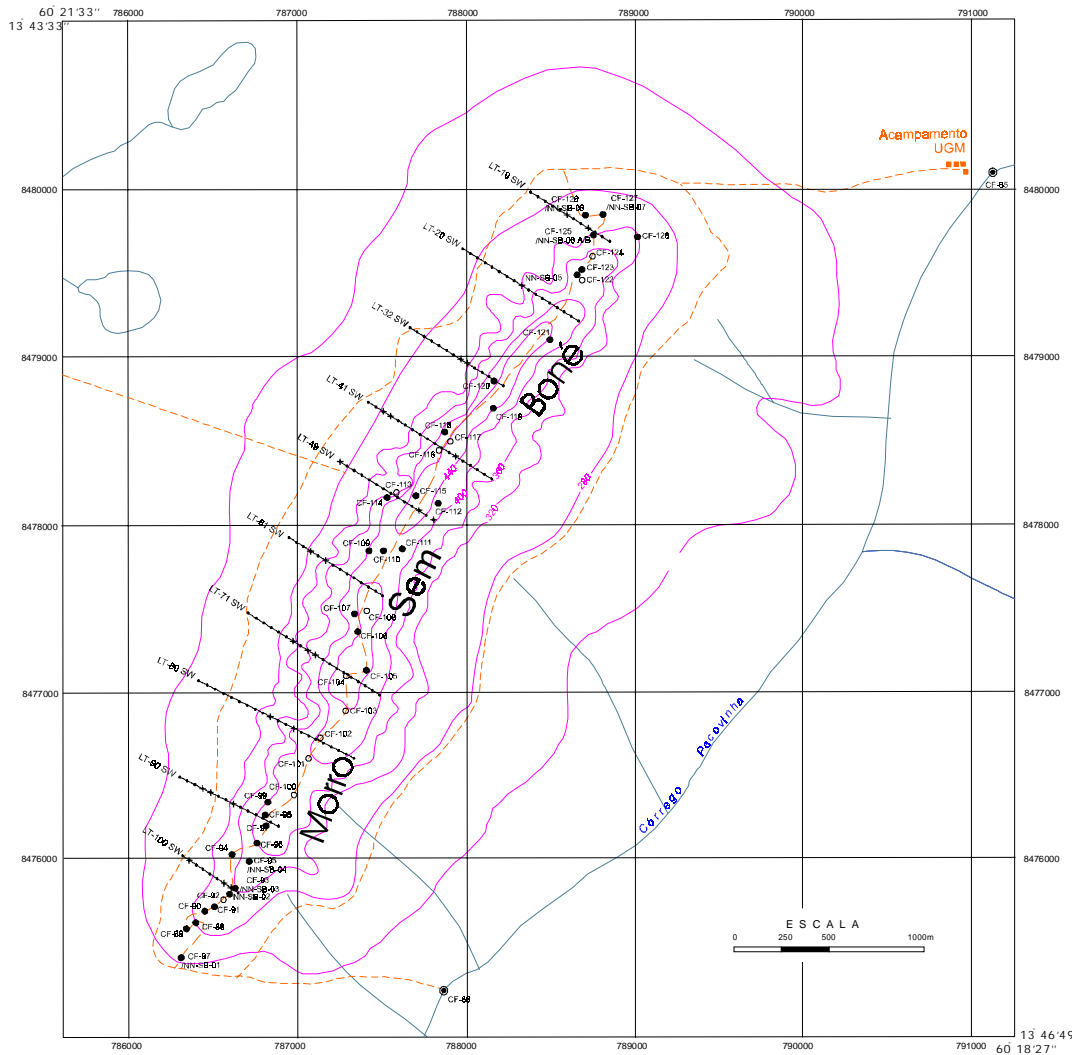
O mapa de isoteores de Zn (**Figura 27**) mostra a existência de duas anomalias



Foto 11 - Serpentinito maciço intercalado por vênulas de garnierita. Corte em estrada do Morro Sem Boné, ponto NN 05.



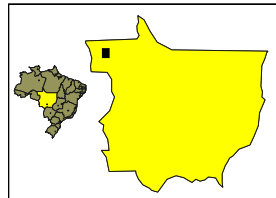
Foto 12 - Vênulas de malaquita preenchendo fraturas subhorizontais truncadas por fraturas de cisalhamento. Corte de estrada do Morro Sem Boné, proximidades do ponto CF 124.



LEGENDA

- amostra de solo - 1ª fase de campo
- amostra de solo - 2ª fase de campo
- ⊙ amostra de sedimento de corrente e de concentrado de bateia
- + amostra de rocha - 1ª fase de campo
- amostra de rocha - 2ª fase de campo
- picada aberta
- drenagem
- lago ou lagoa intermitente
- curva de nível
- estrada

LOCALIZAÇÃO DA ÁREA



ARTICULAÇÃO DA FOLHA

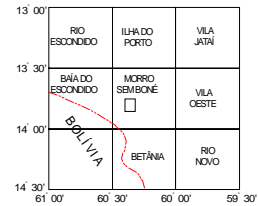


Figura 22 - Localização das amostras da Área Morro Sem Boné

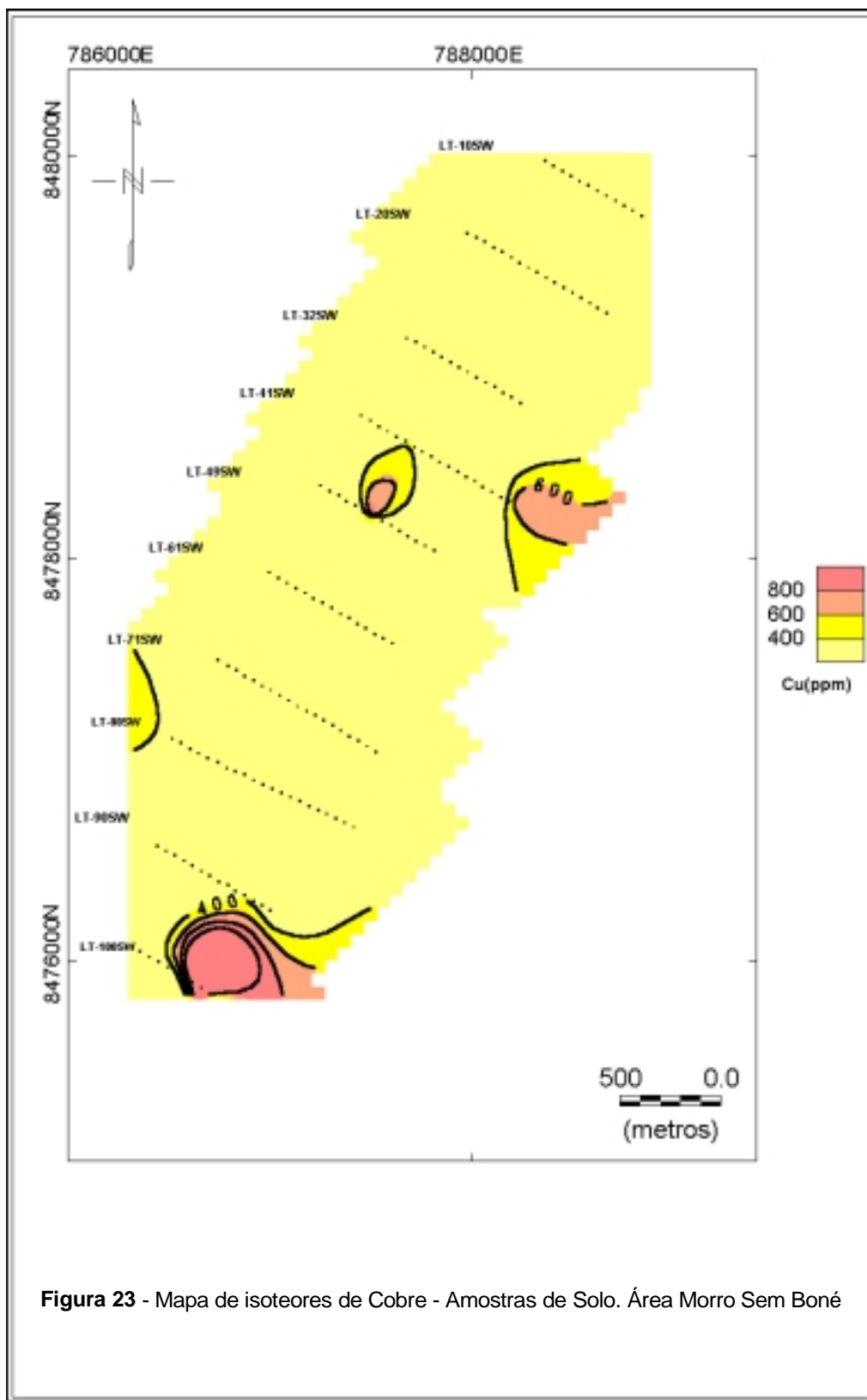
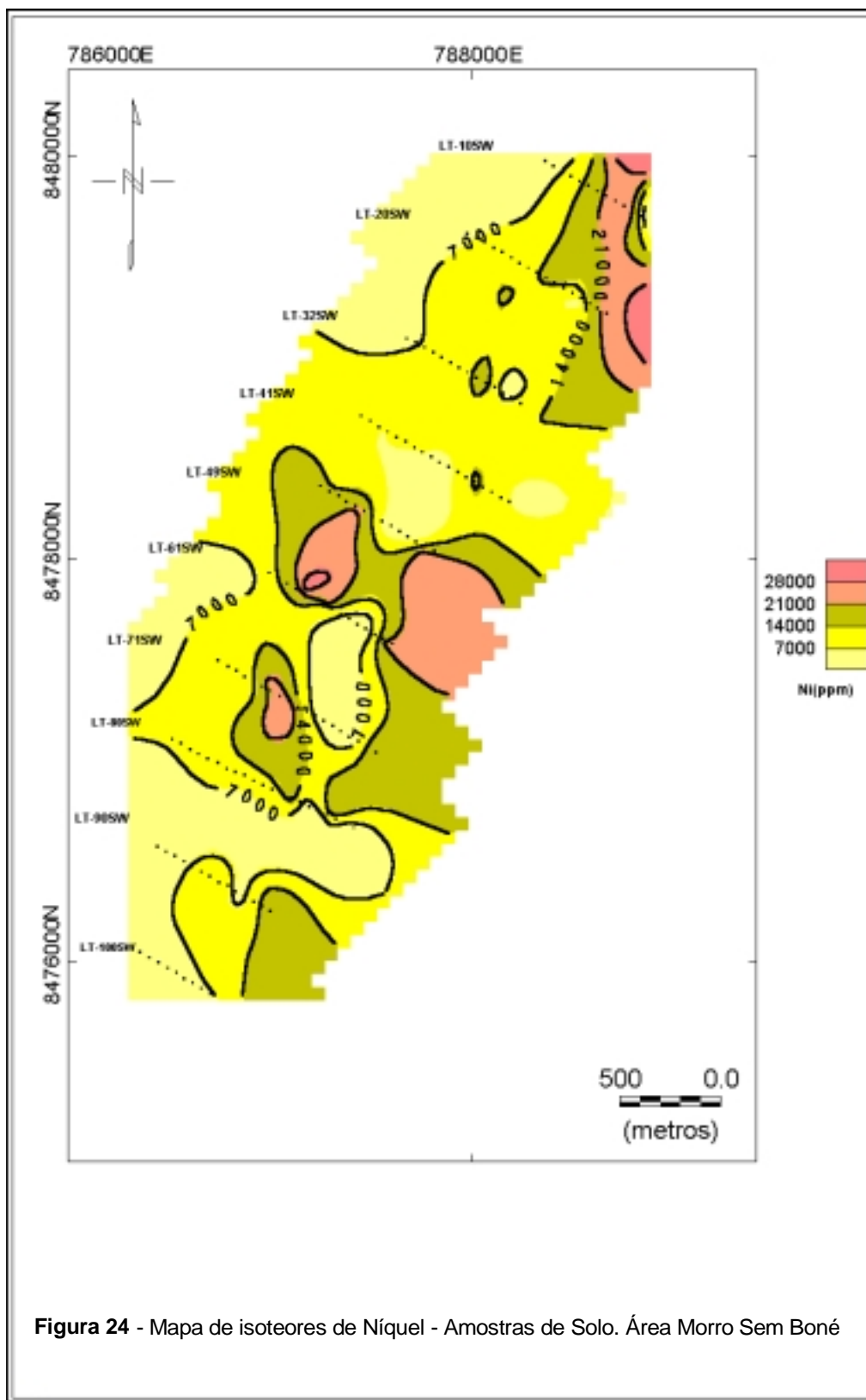


Figura 23 - Mapa de isocopes de Cobre - Amostras de Solo. Área Morro Sem Boné



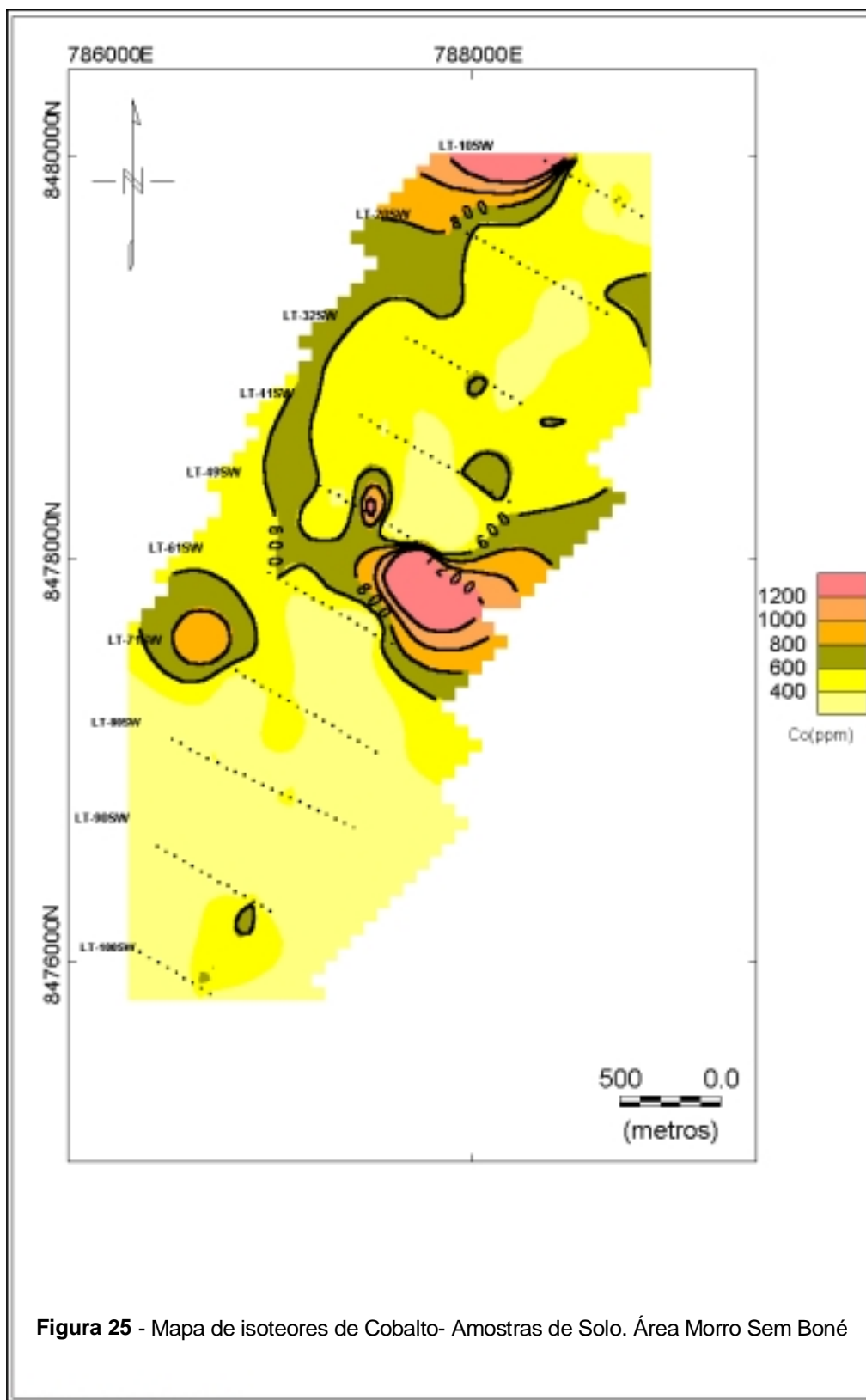


Figura 25 - Mapa de isotores de Cobalto- Amostras de Solo. Área Morro Sem Boné

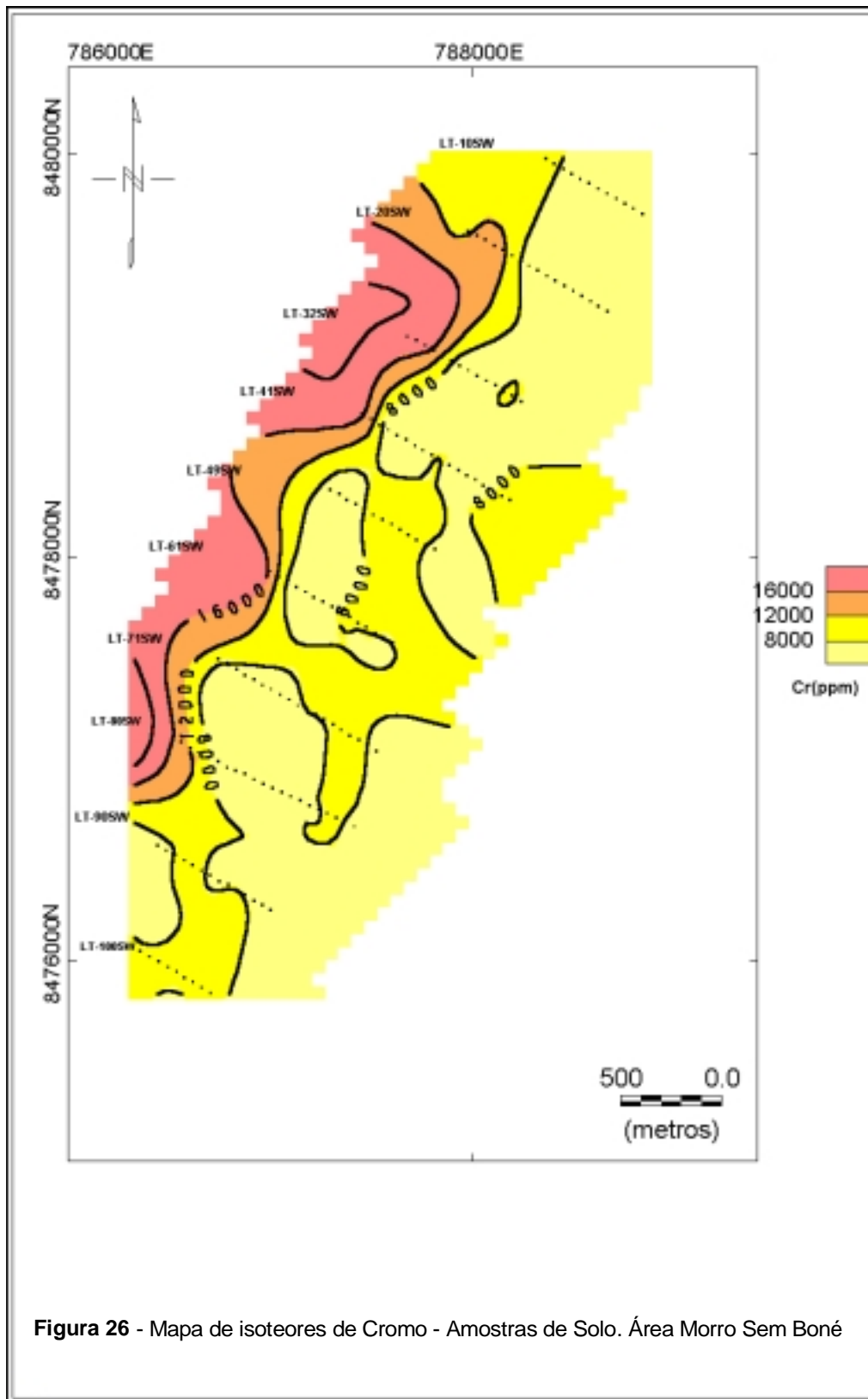


Figura 26 - Mapa de isotores de Cromo - Amostras de Solo. Área Morro Sem Boné

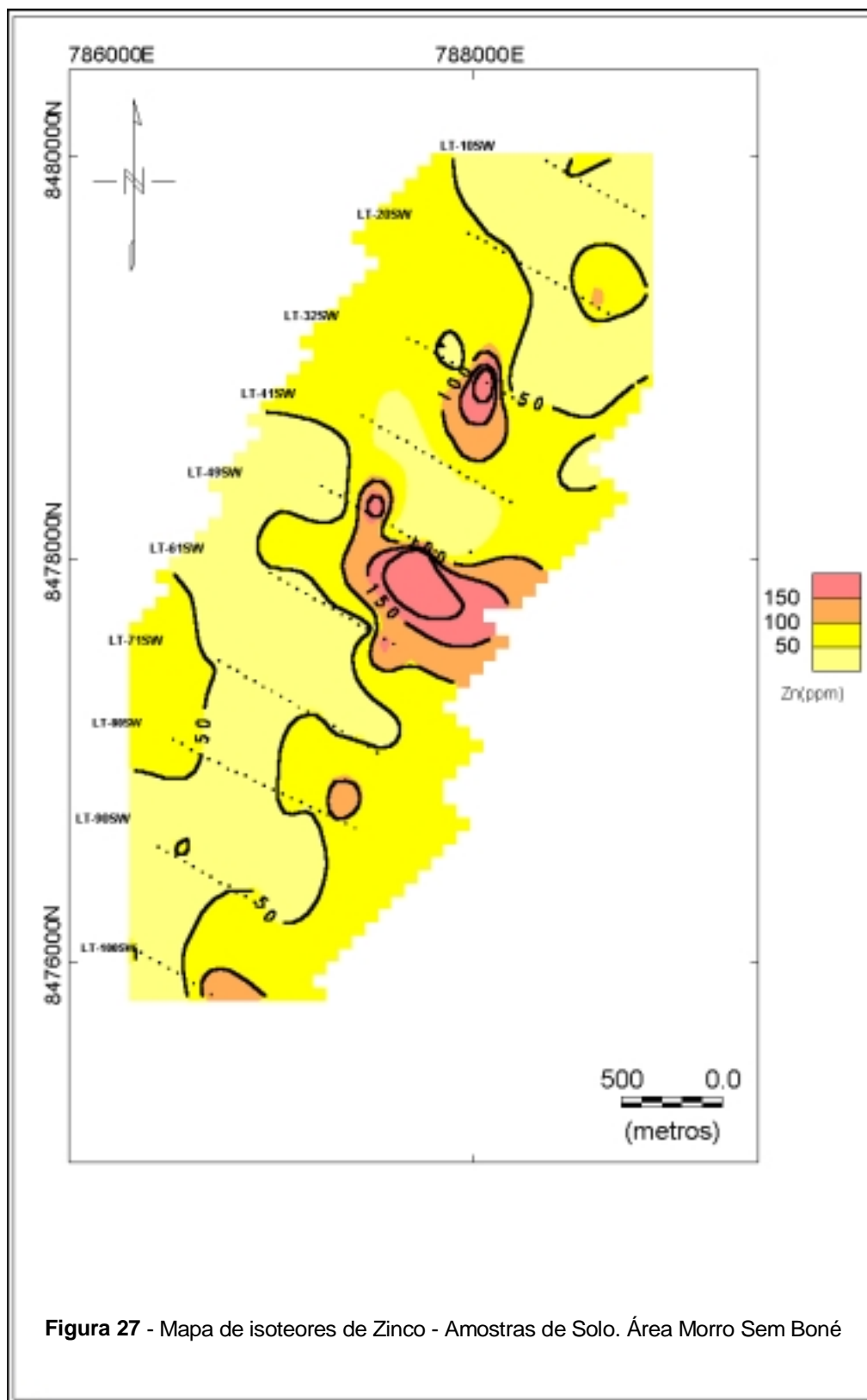


Figura 27 - Mapa de isotores de Zinco - Amostras de Solo. Área Morro Sem Boné

lias, nas porções central (LT 49 e LT 61) e norte (LT 32). Destaca-se o seu baixo coeficiente de variação.

O Au foi detectado com teores superiores a 20 ppb (limite inferior de detecção) em apenas 16 amostras, apresentando valor máximo de 200 ppb (amostra

LT41SW-30SE). Metade destas amostras são provenientes da mesma linha de amostragem (LT 41SW) (**Figura 28**).

Na área do Morro Sem Boné os baixos coeficientes de correlação obtidos indicam falta de correlação dos elementos analisados (**Tabela 13**).

	Zn	Co	Ni	Cr	Au
Cu	+ 0.248	+ 0.170	- 0.098	+ 0.152	+ 0.519
Zn		+ 0.522	+ 0.275	+ 0.108	+ 0.027
Co			+ 0.325	+ 0.096	+ 0.220
Ni				- 0.442	+ 0.134
Cr					- 0.134

Tabela 13 - Coeficientes de Correlação Pearson entre os teores de Cu, Zn, Co, Ni, Cr e Au para amostras de solo coletadas no Morro Sem Boné (153 amostras).

Os alvos principais na prospecção geoquímica para EGP são indicados pelas zonas anômalas Cu-Au determinadas nos mapas de isotores. Como destaque as linhas LT-41SW e LT-100SW, onde foram obtidos os melhores resultados para estes elementos.

4.3.1.2 - Rocha

As amostras de rocha foram coletadas aleatoriamente durante a primeira etapa de campo ao longo das 10 linhas transversais, em afloramentos de rocha ultrabásica serpentinizada ou seu produto intemperizado (saprólito).

Os teores obtidos para Cu, Co, Ni, Cr, Mg, Au, Pd e Pt em 35 amostras e composição mineralógica, são mostradas na **Tabela 14**.

O conteúdo de Ni é geralmente elevado, com valor máximo de 19.250 ppm, ocorrendo sob a forma de impregnações de Ni residual e até em delgadas vênulas de garnierita preenchendo fraturas na rocha. O Cr e Co apresentam valores discretos, destacando-se apenas uma amostra com alto valor de Co (909 ppm). Os teores de Cu são comumente baixos, com exceção de apenas uma amostra com 875 ppm, consequência da presença de sulfeto de Cu, oxidado e disseminado na rocha (LT-100SW), coincidente com anomalia de Cu em amostra de solo (2.900 ppm).

Os teores obtidos para Au, Pd e Pt

foram geralmente baixos, quase sempre inferiores ou próximos do limite inferior de detecção, destacando-se a amostra 45SE coletada na linha LT-80SW, proveniente de um serpentinito extremamente alterado, com 890 ppb de Pd, 32 ppb de Pt e 33 ppb de Au.

4.3.1.3 - Amostras de Canal – Trincheira

Os resultados analíticos referem-se a 43 amostras de canal (**Figura 16**), revelando teores oscilando entre <3-499 ppb (Pt), <1-612 ppb (Pd) e <1-123 ppb (Au); 7-966 ppm (Cu), 27-555 ppm (Zn), 93- 5.000 ppm (Co) e 1.606 - 5.000 ppm (Ni).

4.4 - Considerações Finais

Os resultados obtidos na amostragem de solo no Morro Sem Boné confirmaram o alto potencial para Ni laterítico, além de Cu e Co, relatados por Gouveia e Gouveia (1980). Quando comparados aos resultados obtidos em amostras de solo no Morro do Leme verificou-se que no Morro Sem Boné (**tabelas 4 e 12**), os teores de Ni e Co são em média bem mais elevados, enquanto que para os demais elementos analisados (Cu, Zn, Cr e Au) os resultados são equivalentes.

Os maiores valores de cobre encontram-se preferencialmente na meia encosta do morro e localmente na zona de tálus (Linha LT-80SW).

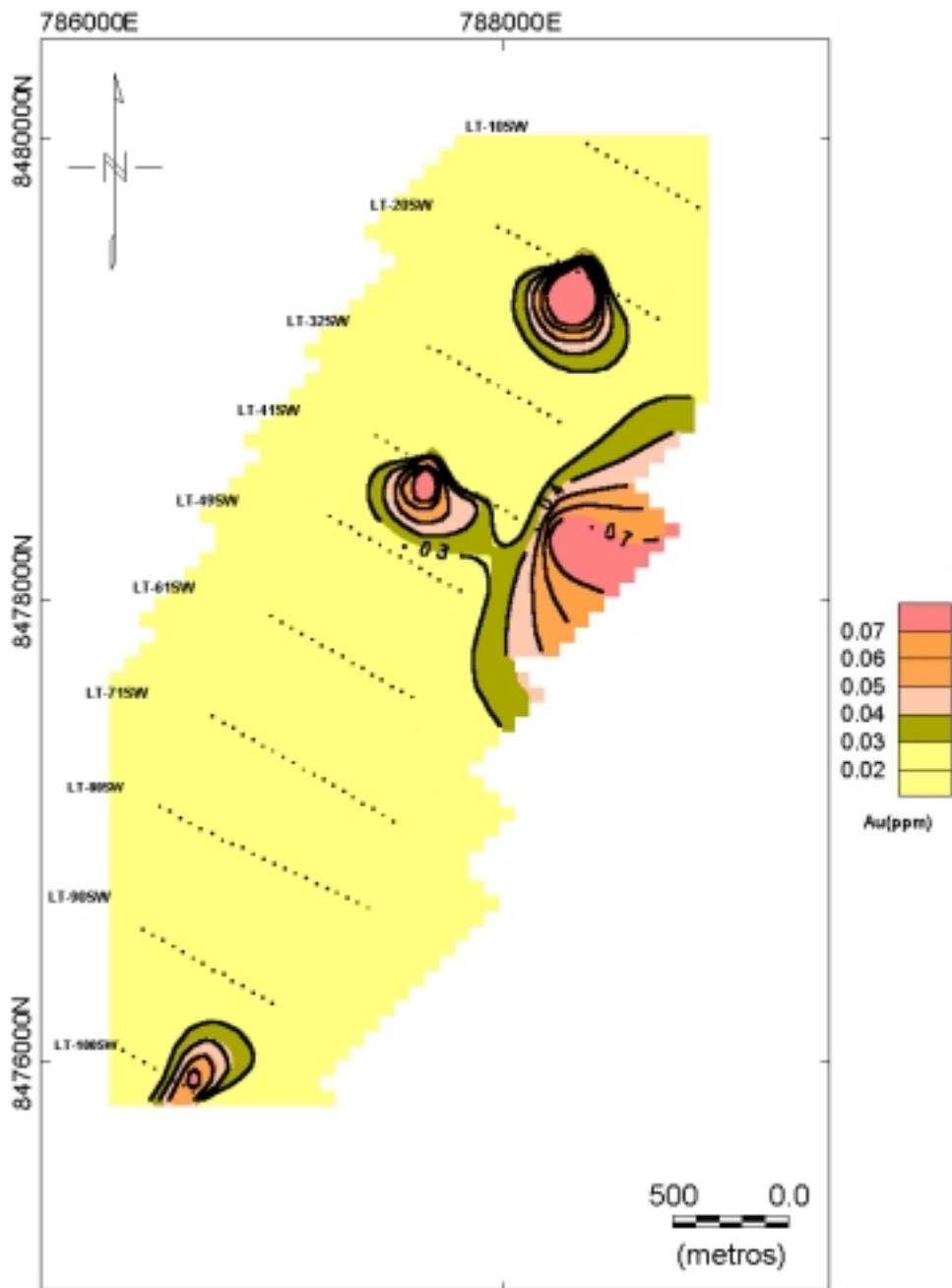


Figura 28 - Mapa de isotores de Ouro - Amostras de Solo. Área Morro Sem Boné

AMOSTRAS	Cu	Co	Ni	Cr	Mg	Au	Pd	Pt	COMPOSIÇÃO MINERALÓGICA APROXIMADA
NN-01	41	60	668	-	-	10	<1	<3	Quartzo/sílica - 62%, opacos - 20%, sericita - 10%, argilominerais - 8%
NN-02	54	151	1.343	-	-	18	<1	<3	
NN-03	79	106	>5.000	-	-	30	10	27	Serpentina - 90%, opacos/óxidos de Fe - 8%, quartzo/sílica - 2%
NN-04	465	909	>5.000	-	-	13	3	<3	
NN-05	7,7	116	>5.000	-	-	5	<1	<3	Serpentina - 92%, opacos/óxidos de Fe - 8%
NN-06 ^A	12	108	3.351	-	-	5	<1	<3	
NN-06B	30	135	>5.000	-	-	33	<1	<3	Serpentina - 92%, opacos/óxidos de Fe e Ni - 8%
NN-07	9,0	80	2.825	-	-	23	3	<3	Serpentina - 60%, sílica - 30%, opacos/óxidos de Fe - 10%
NN-08	6,7	75	>5.000	-	-	23	<1	<3	Serpentina - 70%, sílica - 20%, opacos/óxidos de Fe e Ni - 10%
NN-0125	15	85	10.750	725	11,00	1	<1	5	serpentina-75% sílica cripto/microcrist.-10% argilominerais -10%, opacos/óxidos Fe-5%
NN-0140	10	85	15.750	1.300	20,00	<1	1	5	serpentina - 80%, opacos/óxidos de Fe - 15%, sílica cripto a microcristalina - 5%
NN-0240	5	75	2.400	575	21,50	<1	<1	<3	serpentina - 80%, opacos/óxidos de Fe - 20%
NN-0335	10	80	5.000	725	22,00	<1	1	5	serpentina - 90%, opacos - 10%
NN-0340	5	90	2.800	750	22,00	<1	<1	<3	serpentina - 90%, opacos/óxidos de Fe - 10%
NN-0410	5	75	2.300	975	23,00	26	<1	<3	serpentina - 90%, opacos/óxidos de Fe - 10%
NN-0415	55	75	7.300	850	20,50	<1	1	5	serpentina - 85%, opacos/óxidos de Fe - 15%
NN-0460	5	75	1.900	1.050	0,62	<1	<1	<3	quartzo - 55%, sílica criptocristalina - 25%, opacos/óxidos de Fe - 20%
NN-0500	5	70	14.500	925	13,20	<1	<1	<3	serpentina - 90%, sílica criptocristalina a microcristalina - 5%, opacos/óxidos de Fe - 5%
NN-0505-A	10	95	7.800	2.550	20,50	2	<1	<3	serpentina - 88%, opacos 10%, sílica cripto a microcristalina - 2%
NN-0505-B	5	110	12.500	850	20,50	1	6	<3	serpentina - 83%, opacos/óxidos de Fe - 20%
NN-0555	15	85	19.250	1.125	21,50	1	4	3	sílica cripto a microcristalina - 80%, opacos/óxidos de Fe - 20%
NN-0565	5	170	15.750	1.175	19,50	1	4	<3	serpentina - 90%, opacos - 10%
NN-0615	10	95	4.200	525	20,50	2	<1	<3	serpentina - 90%, opacos/óxidos de Fe - 10%
NN-0630	5	105	7.100	925	20,50	1	2	<3	serpentina - 95%, opacos - 3%, sílica cripto a microcristalina - 2%
NN-0730	5	90	11.000	675	22,50	2	2	<3	serpentina - 90%, opacos - 10%
NN-0740	5	85	12.500	575	18,50	<1	20	15	serpentina - 96%, opacos - 2%, sílica cripto a microcristalina - 2%
NN-0745	5	120	8.100	725	20,50	6	<1	<3	serpentina - 94%, opacos/óxidos de Fe - 5%, sílica cripto a microcristalina - 1%
NN-0845	25	85	6.000	425	22,50	6	890	32	serpentina - 95%, opacos/óxidos de Fe - 5%
NN-0860	5	85	2.050	725	23,50	<1	<1	5	serpentina - 93%, opacos/óxidos de Fe - 5%, sílica cripto a microcristalina - 2%
NN-0915	5	120	6.800	5.200	15,20	<1	<1	<3	serpentina - 85%, opacos/óxidos de Fe - 10%, sílica cripto a microcristalina - 5%
NN-0920	15	90	3.650	3.900	21,50	<1	<1	<3	serpentina - 90%, opacos/óxidos de Fe - 10%
NN-0935	5	85	2.150	4.200	23,00	<1	<1	<3	serpentina - 90%, opacos/óxidos de Fe - 10%
NN-1005	70	105	3.750	4.800	11,20	<1	<1	<3	serpentina - 90%, opacos/óxidos de Fe - 10%
NN-1030	30	100	1.850	4.100	20,00	1	26	<3	serpentina - 85%, opacos/óxidos de Fe - 10%, sílica cripto a microcristalina - 5%
NN-1035	875	210	9.500	5.700	14,20	<1	66	5	serpentina 75%, opacos/óxidos Fe- 10%, quartzo - 10%, sílica cripto/microcristalina - 5%

Tabela 14 - Resultados de análises químicas (Cu, Co, Ni, Cr em ppm, Mg% e Au, Pd, Pt em ppb) e mineralógicas em rocha do Morro Sem Boné.

As zonas anômalas em Cu, identificados na linha LT-100SW, merecem prioridades para a prospecção para EGP. Nestes locais estão presentes anomalias de primeira ordem de Cu, com teores acima de 500 ppm (**Figura 23**).

Os resultados preliminares obtidos para Co abrem perspectivas para este elemento se constituir um subproduto de uma eventual extração de Ni laterítico.

No Morro Sem Boné, os dados obtidos em solo para Ni laterítico indicaram um alto potencial a ser investigado. De acordo com os resultados encontrados pode-se verificar que os maiores teores destes elementos estão distribuídos na meia encosta do morro, destacando-se a sua porção setentrional. Teores menores ocupam o flanco SW do maciço (linha LT-100SW).

Entre as 153 amostras de solo, apenas 16 acusaram a presença de Au

com valores iguais ou acima do limite inferior de detecção (20 ppb), com o máximo obtido de 200 ppb.

Em amostras de rocha o teor máximo de Au foi de 33 ppb. Os valores máximos obtidos para Pd e Pt foram obtidos em uma amostra com 890 ppb de Pd e 32 ppb de Pt.

Os dados obtidos para amostras de canal revelaram valores de até: 499 ppb (Pt), 612 ppb (Pd) e 123 ppb (Au) e para os demais elementos até 966 ppm (Cu), 555 ppm (Zn), > 5.000 ppm (Ni) e (Co).

Para uma avaliação mais segura sobre a potencialidade econômica de platinóides e metais associados seria fundamental determinar a existência de possíveis níveis sulfetados em profundidade, abaixo do perfil laterítico, a partir de serviços de geofísica e avaliar a associação geoquímica e mineralógica de Cu-Co-Ni-Au-Pd-Pt presentes nos testemunhos de sondagem.

5 - Conclusões

Os maciços do Morro do Leme (MT-10) e Morro Sem Boné (MT-11) fazem parte de um conjunto de vários corpos ultramáficos serpentinizados que afloram no oeste do Estado de Mato Grosso, alojados tectonicamente em metassedimentos ao longo de falhas, e/ou zonas de cisalhamento, com direção preferencial NW-SE. Alguns corpos de menor expressão são presumidos através dos dados de magnetometria, ocorrendo sub-aflorantes. No sul de Rondônia, corpos básico-ultrabásicos diferenciados e também intrusivos na Seqüência Metavulcanossedimentar Nova Brasilândia parecem fazer parte de um conjunto neste ambiente geotectônico, atribuídos a Suíte Básico-Ultrabásica Cacoal, mostrando-se favoráveis para a prospecção de EGP + Au e metais básicos.

As áreas estudadas, com base nos resultados obtidos, apresentam características favoráveis a exploração econômica de Ni laterítico. A presença de níveis sulfetados em peridotitos sugere a continuidade de trabalhos de prospecção para EGP.

I) Morro do Leme (MT-10)

- No perfil laterítico destaca-se uma notável concentração de Ni residual, acompanhado, eventualmente, por teores anômalos de Cu, Co, EGP + Au, relacionados

à concentração supergênica.

- Sulfetos de origem magmática, ocorrem em níveis enriquecidos representados principalmente por calcopirita, pirrotita, pirita e pentlandita. Estas zonas contêm valores anômalos de Ni, Cu, Au, Pd e Pt. Também foram constatados delgados níveis de cromitito com indícios de EGP, que merecem ser melhor investigados.

II) Morro Sem Boné (MT-11)

- Os resultados obtidos na amostragem de solo e canal - trincheira revelaram teores de Ni e Co em média bem mais elevados em comparação com os do Morro do Leme, enquanto que os demais elementos analisados (Pt, Pd, Au, Cu, Zn e Cr) os resultados são equivalentes.

- No ambiente supergênico os coeficientes de correlação obtidos indicam uma grande dispersão dos elementos analisados. Mesmo para elementos que costumam apresentar alto índice de correlação neste ambiente, como o par Ni-Co, aqui mostra um índice de correlação discreto. A topografia acidentada do morro aliada ao alto gradiente das encostas deve ter contribuído para uma maior dispersão dos elementos químicos. As zonas anômalas de Cu + Au demonstram uma correlação moderada a forte com EGP, principalmente com Pd.

6 - Recomendações

Em furos de sondagens do **Morro do Leme**, observam-se serpentinitos com níveis ricos em sulfetos (calcopirita, pirita, pirrotita e pentlandita), merecendo destaque por apresentarem anomalias de Cu e EGP+Au. Desta forma, recomenda-se:

- A realização de levantamentos geofísicos de IP ou EM, nas áreas com anomalias geoquímicas e/ou ocorrência de sulfetos, visando delimitar possíveis concentrações desses elementos em sub-superfície.

- Após a delimitação de possíveis anomalias geoquímicas/geofísicas, sugere-se a realização de furos de sondagem exploratórios para uma melhor definição da continuidade lateral dos níveis sulfetados\cromita já identificados.

No **Morro Sem Boné** as zonas anômalas de Cu + Au + EGP necessitam de um maior detalhamento, utilizando-se principalmente de levantamentos geofísicos, para a uma melhor definição de possíveis níveis sulfetados com EGP associados.

7 - Referências Bibliográficas

- ALCOCK, R.A. The character and occurrence of primary resources available to the nickel industry. In G.P. Tyroler and C.A Landolt (Editors). Extractive Metallurgy of Copper, Nickel and Cobalt. The metallurgical Society, 1988, p.67-89.
- ANGELI, N. Geologia e metalogenia de complexos metamáfico/ultramáficos no Brasil Oriental. Tese de Livre-Docência, IGCE-UNESP, Rio Claro, 1997a, 150p.
- ANGELI, N.; GREGO, M.I.B.M.; VIDIGAL, F.G. & CARVALHO, S.G. Pesquisa de platinóides e ouro no maciço metamáfico/ultramáfico do Morro do Leme, Mato Grosso. Simp. Geol. Centro-Oeste, VI, Cuiabá, 1997b, SBG, *Anais....*, p.49-51.
- BARRETO, B. de F. & COSTA, S.A. de G. Projeto Alto Guaporé, Relatório Final, Folha Cabixi - SD.20-X-D. Goiânia, DNPM/CPRM, 1974. 1 Lv. V. IX, 30 p.
- BRAND, N.W.; BUTT, C.R. M & ELIAS, M. Classification and features of the nickel laterites. In Exploration Geochemistry in Lateric Terrains. Workshop Notes, CRC Leme Restricted Report, 1997, 46R.
- BUTT, C.R.M. Nickel laterites and bauxites. CSIRO Australia, Division of Mineralogy, Perth. Report, 1975, FP 12, 34 pp.
- GOLIGHTLY, J.P. p.710-735, 1981. Nickeliferous laterite deposits. Economic Geology, 75th Anniversary V., p. 710-735, 1981.
- GOUVEIA, C.A.T. & GOUVEIA J.G.B. Prospecção geoquímica do corpo serpentinitico do Morro Sem Boné - Vila Bela, Mato Grosso, 1980. CONGR. BRAS. GEOL., XXXI, *Ata....*, Camboriú, vol. 3, p.1525-1539.
- LEBLANC, N. and NICOLAS, A. Les chromitites ophiolitiques. Chron. Rech. Min., 507, p.3-25, 1992.
- PROJETO CABECEIRAS DO RIO GUAPORÉ: Levantamento Aerogamaespectométricos e Aeromagnetométricos, Mato Grosso. Relatório Final. Rio de Janeiro, PROSPEC/CPRM/DNPM, 1978, 1v., mapas.
- SCANDOLARA, J.E.; RIZZOTTO, G.J. & SILVA, L.C. Geologia da Região de Nova Brasilândia, Rondônia. XXXVII CONGR. BRAS. GEOL., *Anais....*, São Paulo, p.154-155, 1992.
- SCANDOLARA, J.E., *et al.* Revisão da Geologia do Estado de Rondônia e Áreas Adjacentes. XXXIX CONGR. BRAS. GEOL., *Anais....*, Salvador, vol. 1, p. 47-50, 1996.
- SCANDOLARA, J.E., *et al.* Mapa Geológico do Estado de Rondônia. Porto Velho. CPRM, 1997 (inédito).