

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

**ZINCO, CHUMBO E COBRE DE PALMEIRÓPOLIS
ESTADO DE TOCANTINS**

Superintendência Regional de Goiânia
2000

EQUIPE TÉCNICA

ELABORAÇÃO DO INFORME

Joffre Valmório de Lacerda Filho
Gerente de Recursos Minerais

Ivan Wilson Brandão Oliveira
Gerente de Rel. Institucionais e Desenvolvimento

Cipriano Cavalcante Oliveira
Supervisor

Ivan Wilson Brandão Oliveira
Executor do Informe

Valdivino Patrocínio da Silva
Digitalização

Gláucia Fátima de Oliveira Afonso
Digitação

Vergílio Augusto Radaelli
Revisão do Texto

Vergílio Augusto Radaelli
Diagramação e Montagem

EXECUÇÃO DA PESQUISA

Odair Olivatti
Coordenação de Recursos Minerais

Lorenzo Jorge Eduardo Cuadros Justo
Ivan Wilson Brandão Oliveira
Coordenação Técnica - Div. Pesquisas Próprias

Armando Teruo Takahashi
Vergílio Augusto Radaelli
José Augusto Figueiredo
Ivan Wilson Brandão Oliveira
Chefes do Projeto

Renato Sales de Andrade
Geoquímica

Murilo Machado Pinheiro
José dos Anjos Barreto Filho
Geofísica

Impressão pela Superintendência Regional de Porto Alegre. Coordenação: Geól. Luís Edmundo Giffoni

Informe de Recursos Minerais Série Oportunidades Minerais - Exame Atualizado de Projeto, nº 10

Ficha Catalográfica

O48 Oliveira, Ivan Wilson Brandão
Zinco, chumbo e cobre de Palmeirópolis - Estado do Tocantins. -
Goiânia : CPRM, 2000.

1 v. ; il - (Informe de Recursos Minerais, Série Oportunidades Minerais
- Exame Atualizado de Projeto, n.º 10)

1. Depósitos Minerais: Brasil
I. Título
II. Série

CDU 553.4 (81)
CDD 553.4

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, cujas listagens são apresentadas ao fim deste Informe:

- 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 Projetos;
- 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. Os endereços e e-mails correspondentes estão listados na contracapa.

1. Introdução

O presente documento contém, de maneira resumida, os resultados da pesquisa efetuada na porção norte da Seqüência Vulcano-Sedimentar de Palmeirópolis, situada na região sul do Estado do Tocantins.

Os trabalhos de pesquisa executados até o final da década de 70 permitiram a descoberta de dois depósitos de sulfeto maciço (corpos C-1 e C-2), associados a rochas vulcânicas da seqüência, contendo mineralizações de Zn, Cu, Pb, Cd, Ag (e Au subordinado).

A evolução dos conhecimentos, através da continuidade dos trabalhos, em

etapas posteriores da pesquisa, levou a uma confirmação do potencial, fato este substanciado na descoberta de dois novos corpos de minério (C-3 e C-4).

Estes depósitos, no seu conjunto, se assemelham aos encontrados freqüentemente em distritos mineiros de seqüências vulcano-sedimentares pré-cambrianas.

O modelo genético admitido é o denominado *Volcanic Hosted Massive Sulphide* (VHMS), levando-se em consideração o ambiente geológico e as características das mineralizações.

2. Localização, Vias de Acesso e Infra-Estrutura

As áreas de pesquisa estão situadas no município de Palmeirópolis, região sul do Estado do Tocantins. Distam 520km de Goiânia pelas rodovias GO-080 e BR-153, ambas asfaltadas, até a cidade de Santa Tereza, situada a 390km de Goiânia, à margem daquela BR (Belém-Brasília).

O acesso até a cidade de Palmeirópolis, a partir da BR-153, é efetuado pela rodovia GO-343, principal eixo viário regional, que liga Santa Tereza a Paranã, com apenas 46km asfaltados (trecho Santa Tereza a Trombas). Palmeirópolis dista 130km da Belém-Brasília, sendo que, desta cidade aos depósitos de minério, o acesso é efetuado por estradas municipais e/ou vicinais, com distancia média de 25km (figura 1).

A infra-estrutura energética da região faz parte dos sistemas Furnas e Tucuruí. Palmeirópolis é suprida através de subestação com capacidade de 34,5KV, encontrando-se em operação linha de 138KV, ligando o centro de distribuição de Porangatu

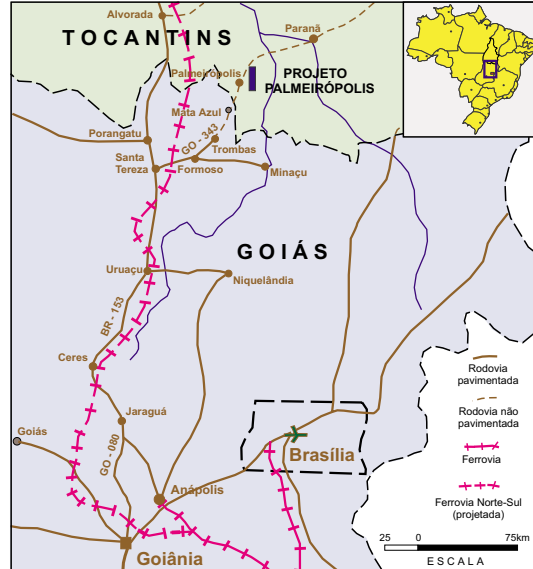


Figura 1 - Localização e acesso

à cidade de Minaçu e esta, às instalações da mina de amianto da SAMA, distantes 100km de Palmeirópolis (figura 2).

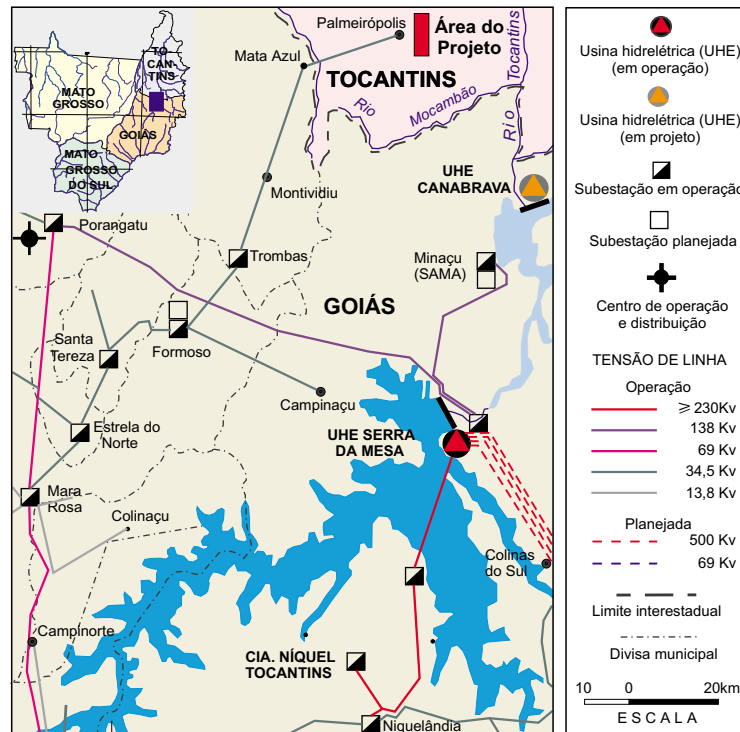


Figura 2 - Infra-estrutura energética

3. Situação Legal

A situação das áreas de pesquisa, quanto ao seu aspecto legal, pode ser visua-

lizada no **quadro 1** a seguir.

Quadro 1 - Situação Legal

DNPM	ALVARÁ	ÁREA ha*	SITUAÇÃO LEGAL
811.686/75	5062/80	1.000	Relatório Final aprovado D.O.U. de 17/01/97.
811.689/75	5040/80	1.000	Relatório Final aprovado D.O.U. de 17/01/97.
811.702/75	6113/80	1.000	Relatório Final aprovado D.O.U. de 17/01/97.
800.744/78	3107/82	1.050	Relatório Final aprovado D.O.U. de 21/03/97
860.310/84	1639/91	500	Relatório Final aprovado D.O.U. de 17/01/97.
860.317/84	1641/91	500	Relatório Final aprovado D.O.U. de 17/01/97.

4. Fisiografia

O relevo da região onde se localiza a Seqüência Vulcano-Sedimentar de Palmeirópolis é caracterizado por terrenos pouco acidentados, com cotas variando em torno de 400m. Nesta superfície arrasada destacam-se os morros Preto e do Acampamento, com cotas máximas pouco superiores a 500m, além do Morro Solto, *inselberg* que se sobressai expressivamente no centro da região, com altitude superior a 700m.

Esta superfície morfológica arrasada, de idade pleistocênica, exhibe intenso processo de laterização desenvolvido no Ciclo Morfológico Velhas. Possui drenagem dendrítica a subdendrítica de baixa densidade e apresenta franco contraste com o relevo acidentado das serras Dourada, a Oeste, Canabrava, a Sudeste e Araí, a Leste. Todas elas com cotas máximas superiores a 800m.

Os maiores coletores de águas nas áreas de trabalho são o Rio Mucambinho e

o Ribeirão Mutum, ambos perenes e afluentes pela margem esquerda do Rio Maranhão. O Rio Mucambinho cruza a região no sentido oeste-leste, passando cerca de 2km a norte do Corpo C-1, enquanto que o Ribeirão Mutum localiza-se a 6km a NW do Corpo C-3.

O clima predominante na região é o do tipo AW, caracterizado por duas estações bem definidas: uma chuvosa, no período de outubro a março, com precipitação média anual variando de 1.020mm a 2.075mm e outra seca, no período abril a setembro.

Remanescentes da vegetação primitiva em grande parte substituída por culturas agrícolas ou pastagens são caracterizados pelo cerrado denso ou sujo. Nas áreas de maior umidade, ou em locais de solos mais ricos provenientes da alteração de rochas anfíbolíticas, desenvolvem-se matas de grande porte.

5. Contexto Geológico Regional

O substrato geológico mais antigo é representado por terrenos granito-gnáissicos. Associam-se-lhes unidades possivelmente paleoproterozóicas, constituídas pelos complexos Diorito-Granodiorítico Rio Maranhão e Granulítico-Charnockítico de Porangatu, além do Complexo Metamórfico Aruanã-Pindorama.

Ainda no Paleoproterozóico destacam-se: a sedimentação de rochas do Grupo Araí caracterizando bacia do tipo *rift* continental, as intrusivas graníticas anorogênicas (Serra da Mesa e Serra Dourada), o Complexo de Canabrava, este constituído por uma suite máfico-ultramáfica acamadada e granulitizada, que apresenta íntima relação de contato com a Seqüência Vulcano-Sedimentar de Palmeirópolis, do Mesoproterozóico.

Esta seqüência, metamorfizada ao fácies anfibolito, bordejada aquele maciço ultramáfico; é caracterizada na base, por um vulcanismo fissural diferenciado (basaltoriolito), sendo que a unidade anfibolitizada (basaltos) está cortada por intrusões graníticas, cuja maior expressão é o Granito do Morro Solto.

A este conjunto, predominantemente vulcânico, associam-se, além de vulcanoclásticas finas xistificadas, sedimentos químicos silicosos e sílico-ferríferos (*chert* e *BIF*, respectivamente). Metassedimentos de natureza pelítico-aluminosa a oeste e um pacote heterogêneo vulcanoclástico terrígeno, a leste, estão sobrepostos às metavulcânicas basais.

Provavelmente, em continuidade aos sedimentos pelítico-aluminosos da seqüência, porém com relação de contato duvidosa, instalaram-se durante o meso-neoproterozóico seqüências metassedimentares marinhas de margem passiva, cuja zona interna é representada pelos sedimentos do Grupo Serra da Mesa e, a zona externa, pela sedimentação Paranoá.

O Neoproterozóico é representado por terrenos que exibem certa analogia aos terrenos granito-*greenstones*. São constituídos por granitos sintectônicos gnaissificados da unidade Ortognaisses do Oeste de Goiás, pela Seqüência Metavulcano-sedimentar de Mara Rosa, rochas ultramáficas da Suite Gabro-diorítica de Amaralina e granitos *sin a* tarditectônicos pertencentes às suites graníticas Santa Tereza e Chapada (**figura 3**)

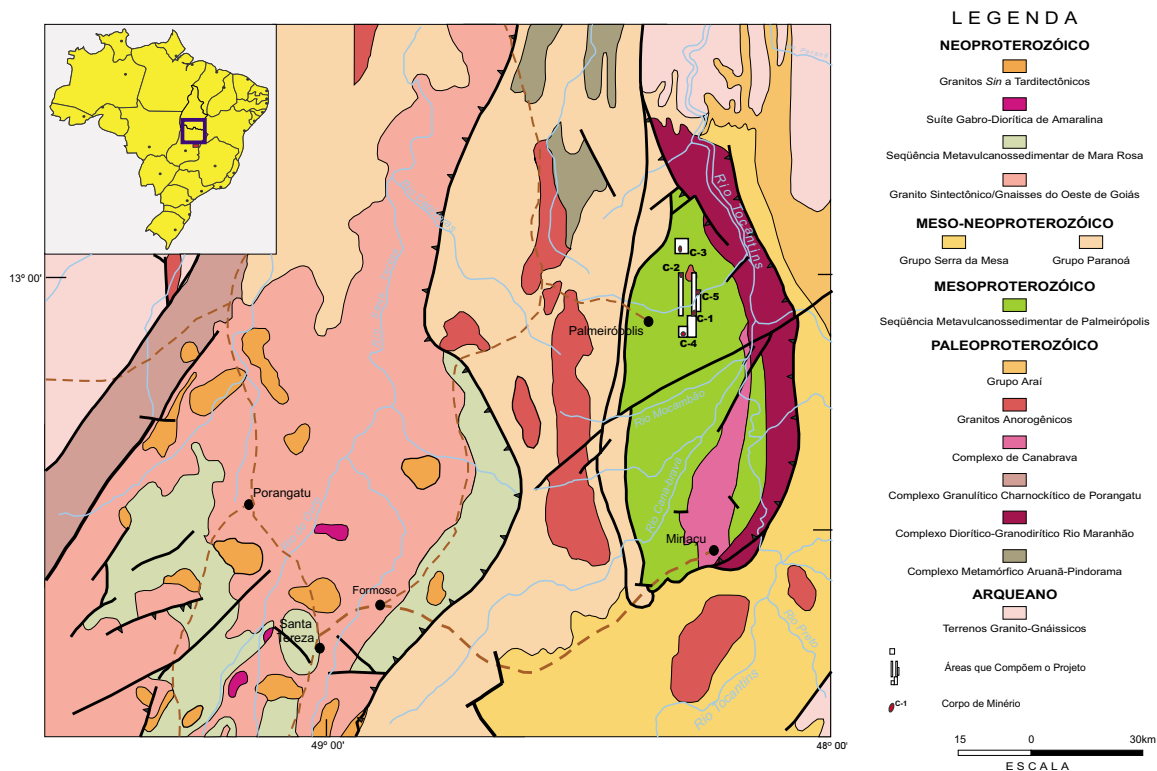


Figura 3 - Esboço geológico regional

6. Características da Metalogenia Regional

As características metalogenéticas regionais, em que pese a origem das mineralizações, está intimamente relacionada aos eventos deformacionais superimpostos à tectônica brasileira, i. e, aos Lineamentos Transbrasilianos.

A região é, portanto, sob o ponto de vista metalogenético, de caráter diversificado, tanto em relação aos tipos de depósito como aos ambientes e unidades geotectônicas a eles associados. Assim pode-se listar, de acordo com as unidades hospedeiras, as seguintes mineralizações:

- ouro associado às seqüências vulcano-sedimentares e às zonas de cisalhamento relacionadas aos sedimentos do Grupo Paranoá,

- amianto/crisotila relacionado a intrusivas ultramáficas, mais especificamente ao Complexo de Canabrava,

- depósitos de sulfeto maciço (Zn, Pb, Cu) associados à Seqüência Vulcano-Sedimentar de Palmeirópolis,

- mármore, manganês, calcário e barita associados às seqüências sedimentares marinhas,

- estanho, berilo, ouro e rubelita associados aos granitos intrusivos,

- zircão e terras raras associados à intrusiva alcalina.

7. Nível de Conhecimento e Trabalhos Realizados

O nível de conhecimento atingido com os trabalhos realizados nas áreas do projeto, está relacionado à metodologia de pesquisa adotada, i. e., por aproximações sucessivas nas escalas:

1:50.000 regional
1:10.000 semidetalhe
1:2.000 detalhe

Foram realizados mapeamento geológico, geoquímica, geofísica, sondagem e escavações (superficiais e subterrâneas). Os quadros 2 e 3 apresentam um resumo dos trabalhos executados em alvos e sub-alvos selecionados, nas escalas de semidetalhe e detalhe, respectivamente.

Quadro 2 - Trabalhos de Semidetalhe Realizados nos Alvos de Pesquisa (1:10.000)

ALVOS/ ATIVIDADES	1P	2P	3P	4P	6P	7P	8P	9P	10P	11P	12P	13P	14P	15p	16P	17P	18P	4PW	2PA /1P	11/ 12P	
Topografia		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Mapeamento Geológico	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x							x	x	x
Geoquímica de solo	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Geofísica Terrestre	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x							x	x	

Quadro 3 - Trabalhos de Detalhe Realizados nos Alvos de Pesquisa (1:2.000)

SUBALVOS/ ATIVIDADES	2P	2PA	3P	4P	9PA	10P	8P-1	8P-2	8P-3	8P-4	8P-5	4PW	8P2E xNE	2PA/ 1P1	2PA/ 1P2
Mapeamento Geológico	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Geoquímica de Solo	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Geofísica Terrestre	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x	x	x
Poços	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x	x	
Sondagem Prospectiva	x	x	x	x	x	x	x	x					x	x	x
Sondagem nos corpos de minério	C-1				C-2	C-4			C-3						

7.1 - Geologia Local

As áreas objeto dos trabalhos de pesquisa, estão localizadas na porção norte da Seqüência Vulcano-Sedimentar de Palmeirópolis. Esta seqüência é constituída, nas áreas mencionadas, por três unidades: Unidade Central composta por um substrato de rochas gabróicas sotopostas a uma plataforma de rochas anfíbolíticas derivadas de basaltos toleíticos de piso oceânico (MORB). Essas rochas estão sobrepostas por vulcanitos xistificados intercalados com anfíbolitos e dispostos em duas pilhas vulcânicas (N e S). Esta unidade é atravessada por intrusão granítica (Morro Solto) e

contém formação ferrífera bandada (BIF) do tipo *Algoma*, além de sedimentos quartzosos (*chert*) e sílico-grafitosos intercalados. A Unidade de Leste é representada por xistos heterogêneos de natureza fragmentar lítica ou com textura porfiroblástica, intercalando níveis de rochas anfíbolíticas. A Unidade de Oeste, de natureza pelítico-aluminosa, compreende um pacote de estauroilita-granada-mica-quartzo xistos porfiroblásticos com variações/intercalações para xistos a cianita e xistos finos (pelitos), grafita xistos, quartzitos e níveis de rochas calcissilicáticas, além de sills (?) e diques (?) de rochas básicas.

Os quatro depósitos de sulfeto descobertos, estão diretamente relacionados à Unidade Central, predominantemente vulcânica, mais especificamente às rochas que compõem as duas pilhas vulcânicas mencionadas ou em zonas xistificadas produto de alteração hidrotermal de anfíbolitos

(contato anfíbolito-xistos).

O Corpo C-1, juntamente com o Corpo C-4, estão localizados na Pilha Vulcânica Sul, enquanto que os corpos C-2 e C-3 estão relacionados à Pilha Vulcânica Norte (figura 4).

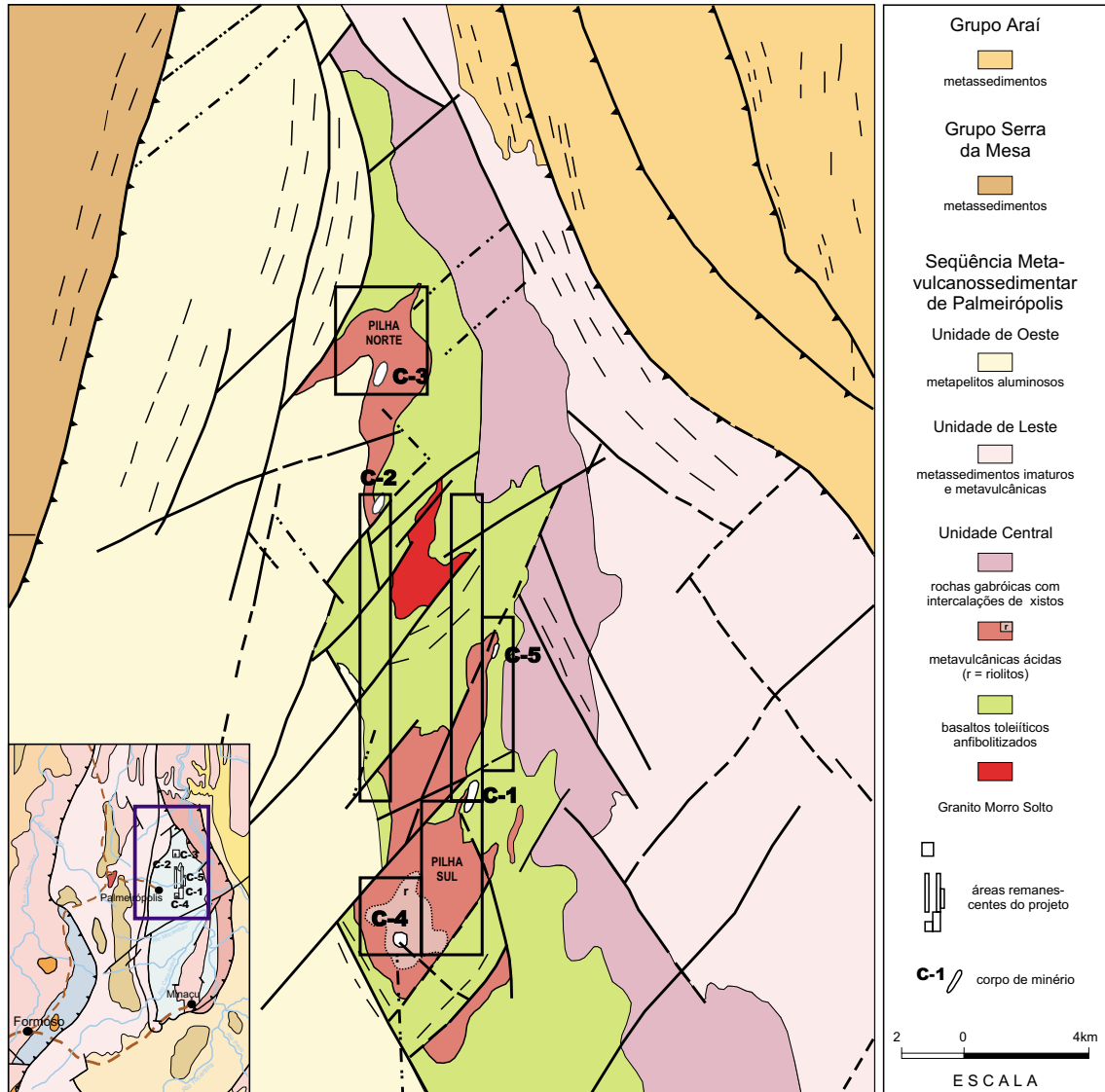


Figura 4 - Geologia local

7.2 - Prospecção Geoquímica

Na fase regional foram coletadas 1.740 amostras de sedimento de corrente analisadas por AA para Cu, Pb e Zn numa densidade de 1 amostra por quatro km² de área de captação da drenagem.

Nas fases seguintes (semidetalhe e detalhe) foram coletadas 30.429 amostras de solo em uma malha de 200 x 80m e de 50 x 20m, respectivamente, utilizando o método analítico da fase regional para a determinação dos mesmos elementos.

A prioridade de seleção para trabalhos de semidetalhe foi ditada pela existência de anomalia de primeira ordem para pelo menos dois elementos, sendo que o tamanho da área foi determinado pelo máximo de representatividade compatível com a área de captação da drenagem. Para a escala de detalhe, a escolha das áreas foi direcionada pela presença de anomalia consistente para mais de um elemento, cujo halo estivesse associado a condutor EM.

7.3 - Prospecção Geofísica

Os trabalhos de geofísica em escala regional constituíram-se de levantamento HEM totalizando 1.554 km de linhas de vôo espaçadas de 500m.

Na fase de semidetalhe e detalhe foram inicialmente aplicados vários métodos para teste (Magnetometria, VLF, IP, IP Gradiente, Turan, *Mise-à-la-masse*, Slingram e Gravimetria) com o intuito de estabelecer-se uma sistemática eficaz. A metodologia adotada resultou na seguinte rotina:

- semidetalhe: EM/Slingram com espaçamento de 200m entre perfis
- detalhe: EM/Slingram e/ou IP, em perfis com 100m ou 50m de intervalo.

Visando melhor delinear a continuidade do topo de condutor, em profundidade, foram efetuados levantamentos com Turan. O método *Mise-à-la-masse* foi efetuado para testar o comportamento de condutor relacionado à mineralização detectada em furo de sonda. O primeiro método foi efetuado apenas no corpo C-1 e o segundo nos corpos C-1, C-2 e C-4. O Corpo C-3 apresentou excelente resposta ao método EM-Slingram, não necessitando da aplicação de outros métodos.

7.4 - Poços e Trincheiras

A verificação do caráter residual das anomalias de solo na fase de detalhe, foi efetuada através de escavação de poços até a cota superior do nível freático, com amostragem de metro em metro. As trincheiras tiveram como objetivo a verificação de contatos geológicos quando mascarados por solo contendo níveis de crosta laterítica.

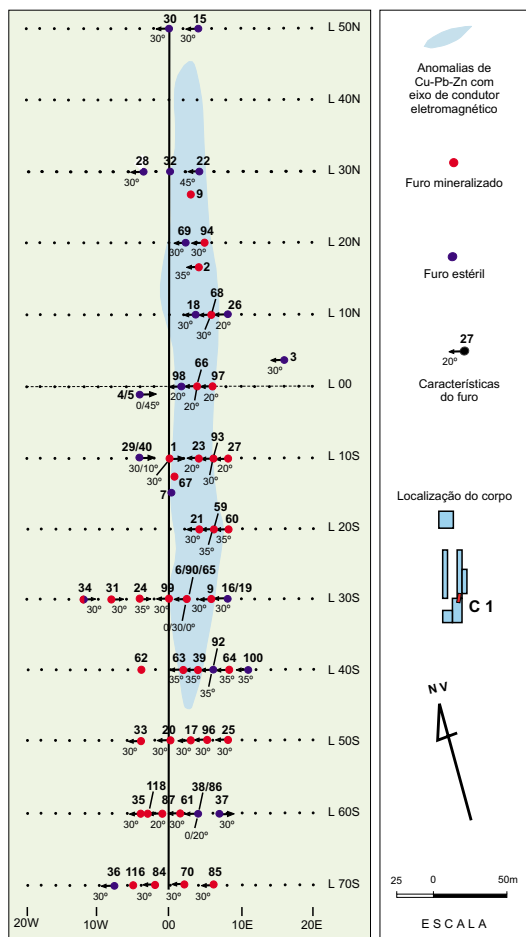


Figura 5 - Malha de sondagem - Corpo C 1

O total de material removido atingiu aproximadamente 1.570 m³.

7.5 - Sondagem

Os trabalhos de sondagem foram efetuados em duas fases: prospectiva e malha. A primeira fase foi desenvolvida prioritariamente, porém não exclusivamente, em áreas de detalhe (subalvos) que apresentaram prioridade um, isto é, halo anômalo de geoquímica de 1ª ordem, para pelo menos dois elementos, possuindo caráter residual testado através de poços e condutor EM de 1ª prioridade. A segunda fase foi executada em zonas que apresentaram mineralização consistente (espessura e teor) em furos da primeira fase, localizados em perfis espaçados de 100m, com distância variável entre furos (figuras 5 a 8).

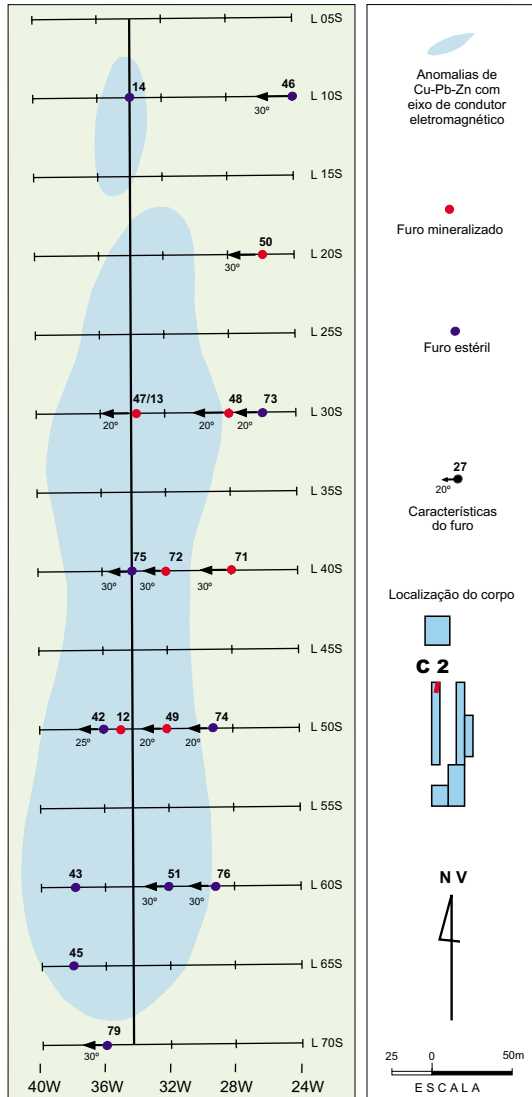


Figura 6 - Malha de sondagem - Corpo C 2

Foram executados no total 165 furos de sonda a diamante com testemunhagem contínua em vários diâmetros, numa metragem global de aproximadamente 32.500m assim distribuídos:

Corpo C-1	70 furos	13.100m
Corpo C-2	19 furos	2.337m
Corpo C-3	25 furos	6.436m
Corpo C-4	19 furos	5.000m
Subtotal		26.873m

Os restantes 5.600m foram executados em alvos fora da área de interesse deste trabalho.

7.6 - Trabalhos Subterrâneos

Foi efetuada a escavação de uma galeria com inclinação de 30° no Corpo C-1 com 64,2m de comprimento, disposta transversalmente ao corpo de minério e com um ramal de 8,5m ao longo do mesmo, visando a obter-se material para ensaios de beneficiamento em escala piloto e, paralelamente, verificar-se o modelo até então adotado para a morfologia do corpo. Este modelo admitia, à época, o nível mineralizado como estratiforme, e, como tal, a "camada" do minério acompanharia os dobramentos da encaixante, os quais foram assim interpretados através de correlação entre litotipos atravessados pelos furos de sonda.

O modelo assim concebido não foi comprovado, fato que levou a uma nova interpretação, com conseqüente alteração nos valores das reservas.

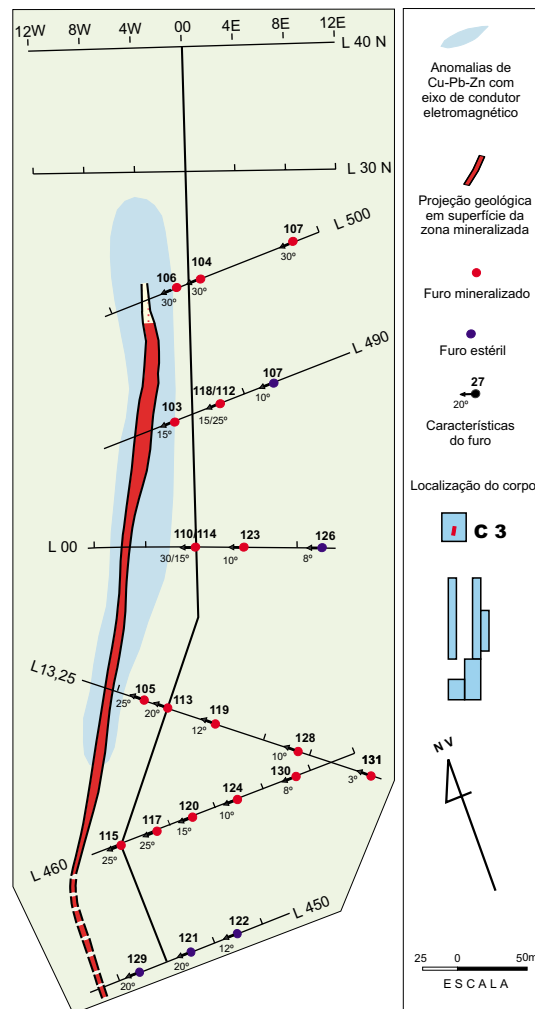


Figura 7 - Malha de sondagem - Corpo C 3

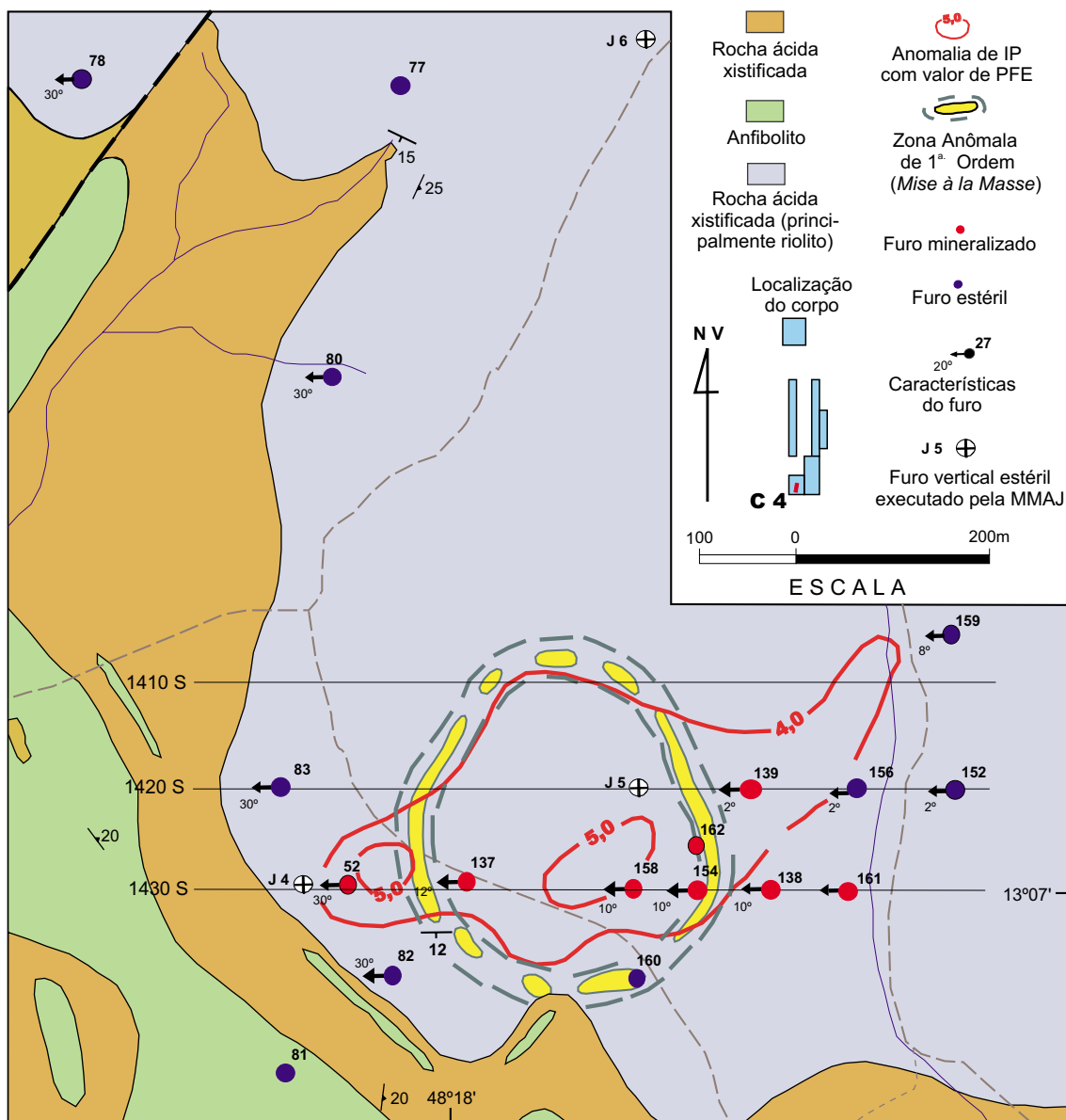


Figura 8 - Geologia e malha de sondagem - Corpo C 4

7.7 - Ensaios de Beneficiamento

Foram realizados 3 (três) estudos/ensaios de beneficiamento do minério para o projeto: dois (bancada e piloto) no Corpo C-1 e um no Corpo C-3 (bancada).

Os ensaios em bancada no Corpo C-1 foram efetuados em amostras de dois furos executados especificamente para tal fim em diâmetro H. Já os estudos em planta piloto,

embora efetuados em amostra retirada da galeria de pesquisa (40t), sofreram um impacto nos seus resultados devido à rápida oxidação a que foi submetida a amostra, entre a estocagem e efetiva realização dos ensaios tecnológicos (2 anos).

No Corpo C-3 foram desenvolvidos trabalhos em uma amostra composta por um quarto de testemunhos dos furos que interceptaram zonas de minério.

8. Mineralização

8.1 - Características

As zonas mineralizadas a Zn e Cu, com Pb subordinado dos depósitos C-1, C-2 e C-3, estão associadas ao contato anfibolito/xistos das pilhas vulcânicas que constituem a Unidade Central, em zona de alteração hidrotermal. O pacote hospedeiro da mineralização ocupa calhas de sinformes com amplitude máxima inferior a 500m - Corpos C-1 e C-2 (ou flanco) Corpo C-3.

Estes três corpos de minério possuem porção oxidada de *gossan* em superfície, (figuras 9 a 11). A zona mineralizada, no corpo C-3 possui profundidade máxima atingida inferior a 400m.

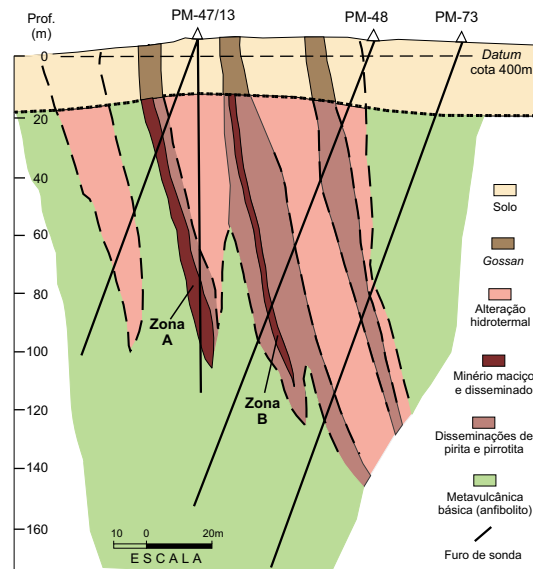


Figura 10 - Seção geológica - Corpo C 2

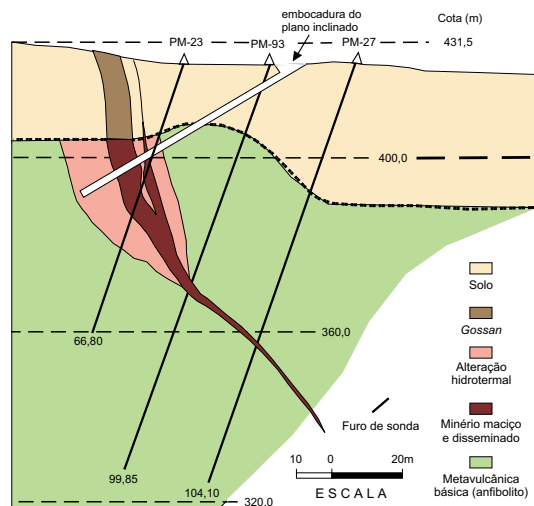


Figura 9a - Seção geológica 10S - Corpo C 1

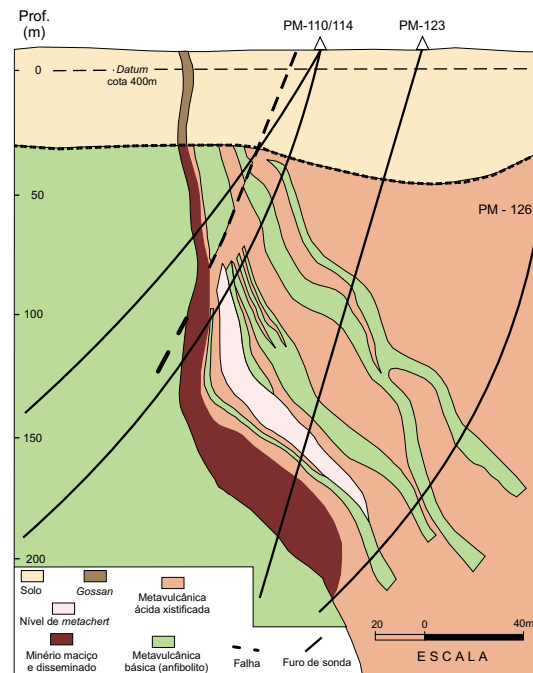


Figura 11a - Seção geológica 00 - Corpo C 3

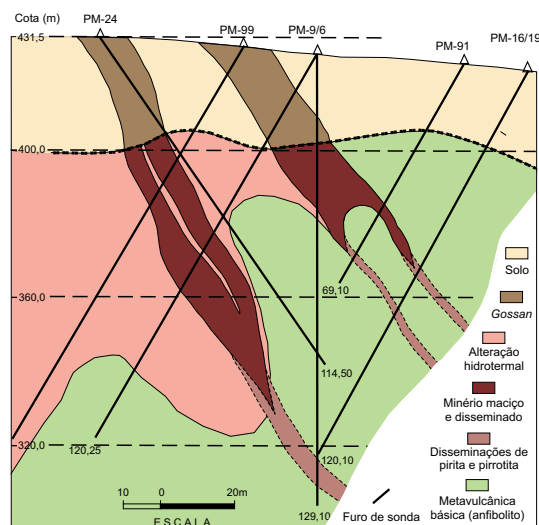


Figura 9b - Seção geológica 30S - Corpo C 1

Os minerais de minério são representados por pirrotita, pirita, esfalerita, calcopirita e galena, nesta ordem de abundância; constituem minério do tipo maciço composto por mais de 50% em volume de sulfeto em relação a rocha total e, de minério disseminado, onde raramente esta relação excede a 20%. O minério maciço apresenta estruturas brechóide e bandada: a brechóide, comum aos três corpos, é caracterizada por fragmentos de tamanhos variados da rocha encaixante (quartzo, xisto e anfíbólito) imersos na massa

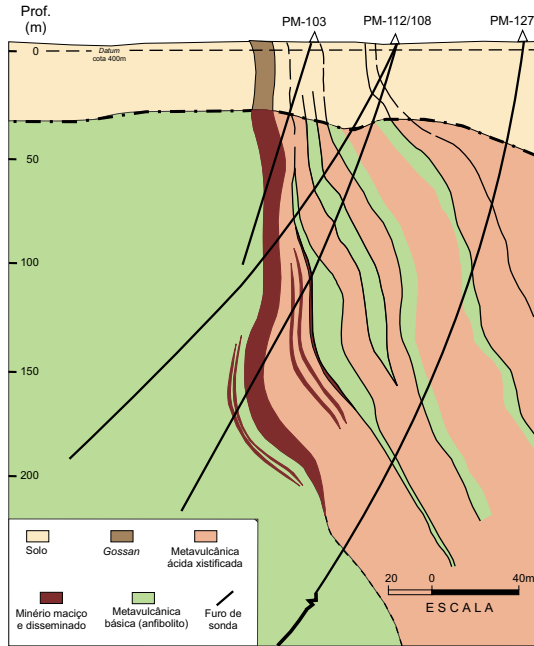


Figura 11b - Seção geológica 490 - Corpo C 3

de sulfetos; o minério com estrutura bandada, apenas encontrado no Corpo C-3, caracteriza-se por faixas de cor marrom de composição pirítico-esfalerítica e amareladas de composição pirítico-calcopirítica. O minério disseminado apresenta-se em cordões ao longo da xistosidade, disperso na massa da encaixante e, em pequenos veios preenchendo fraturas freqüentemente coalescentes (**prancha 1**).

A parte conhecida do Corpo C-4 (**figura 12**) difere dos demais corpos nas seguintes características:

- está encaixado em rochas riolíticas (topo da Pilha Vulcânica Sul).

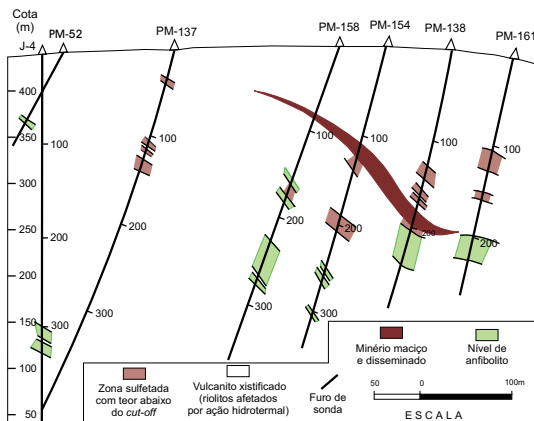
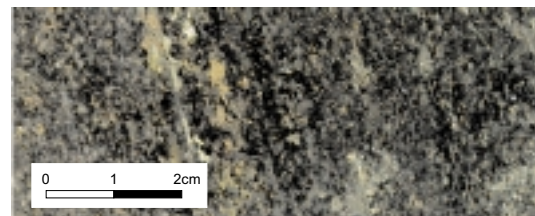


Figura 12 - Seção geológica 1430S - Corpo C 4

- sua maior parte é formada por minério disseminado. Entretanto, apresenta fraturas submétricas preenchidas por sulfeto brechóide (maciço) constituindo um depósito a Zn e Pb.

Em termos de elementos menores todos os corpos possuem Cd e Ag. Apenas os corpos C-3 e C-4 possuem análises sistemáticas para Au. No Corpo C-1, o ouro teve sua presença detectada através dos ensaios realizados em concentrados do minério.

Prancha 1 - Tipos de minério



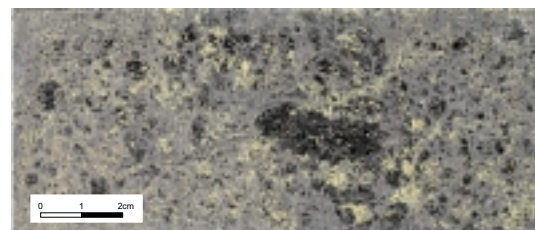
Disseminado



Disseminado



Maciço Bandado



Maciço Brechóide

8.2 - Morfologia dos Corpos de Minério

Todos os quatro corpos de minério estão deformados em diferentes estágios. Os Corpos C-1, C-2 e C-3 apresentam caráter lenticular, alto mergulho para SE, formas

achatadas e estiradas ao longo da xistosidade N10°-20°E mascarando a característica "estratigráfica" destes tipos de depósito (porção maciça no topo, discordante ortogonalmente com a zona de minério disseminado). Possuem, portanto, controle estrutural marcante, muito embora o zoneamento mineralógico tenha sido preservado (minério maciço com altos teores em Zn e o disseminado contém teores expressivos de cobre, em geral). Os Corpos C-1, C-2 e C-3 possuem, respectivamente, 1.100 m, 300 m e 500m de extensão conhecida. A espessura real máxima constatada é superior a 15 m no Corpo C-3.

Os esforços a que foram submetidos os corpos de minério proporcionaram remobilização, fato este demonstrado pelas fraturas de variadas espessuras preenchidas por sulfeto maciço brechóide.

O Corpo C-4 difere totalmente dos demais, não só quanto à encaixante (riolitos xistificados e alterados hidrotermalmente com níveis de anfíbolitos intercalados), como também em relação a sua forma: aparenta ser do tipo *stockwork* anelar, levando-se em consideração o contorno da anomalia detectada através do método *Mise-à-la-masse* (figura 8).

8.3 - Modelo Geológico

O modelo admitido para os depósitos de sulfeto de Palmeirópolis, levando-se em consideração o ambiente geológico e as características da mineralização, é o que se denomina VHMS (*Volcanic Hosted Massive Sulphide*) sulfeto maciço encaixado em vulcânicas.

Os depósitos em ambientes geológicos semelhantes no Canadá, na Austrália e na África do Sul possuem aspectos análogos quanto à mineralogia, ordem de abundância relativa dos minerais sulfetados e aspectos texturais relacionados ao conteúdo mineralógico/metálico, i. e.: a) minério maciço com alto teor em Zn enquanto que o minério disseminado possui alto teor de Cu; b) minério maciço com textura brechóide constituída por quartzo e fragmentos da encaixante, produto de deformação pós-diagenética e, c) alteração hidrotermal intimamente associada à zona sulfetada (cloritização, silicificação e carbonatização).

Entre os depósitos descritos na literatura o depósito de Geco, no Canadá, é o que apresenta aspectos mais semelhantes aos de Palmeirópolis, quanto à deformação e textura do minério.

9. Resultados Obtidos e Conclusões

9.1 Reservas

Os cálculos das reservas executados pelo método clássico das seções médias levaram em consideração um *cut-off* de 0,3%

para Cu e/ou 3,0% para Pb + Zn. As reservas por alvará, constantes nos relatórios finais podem ser visualizadas no **quadro 4**.

Quadro 4 - Reservas por Alvará, segundo os Relatórios Finais de Pesquisa

Corpo de Minério	DNPM Alvará	Tipo de Reserva	Tonelagem	Teores Médios						
				Porcentagem				g/t		
				Zn	Pb	Cu	S	Cd	Ag	Au
C 1	811.686/75	Medida	310.000	5,07	1,20	1,08	7,90	115,00	25,88	Na
		Indicada	45.000	6,78	1,55	0,73	9,18	166,70	26,61	-
	5062/80	Inferida	11.000	10,87	2,53	0,41	10,63	257,33	32,43	-
		Total	366.000	5,45	1,28	1,02	8,13	125,52	26,16	-
	811.702/75	Medida	942.000	4,31	1,19	1,11	7,61	107,97	26,16	Na
		Indicada	299.000	6,42	1,76	1,54	9,70	147,96	43,09	-
Inferida		140.000	7,68	2,11	2,23	11,49	173,07	61,41	-	
6113/80	Total	1.381.000	5,11	1,41	1,32	8,45	123,23	33,40	-	
Corpo C 1	Total 2 Alvarás	Medida	1.252.000	4,50	1,19	1,10	7,69	109,71	26,09	Na
		Indicada	344.000	6,45	1,73	1,43	9,64	150,41	40,92	-
		Inferida	151.000	7,91	2,14	2,09	11,43	179,20	59,36	-
		Total	1747.000	5,18	1,38	1,25	8,43	123,71	31,88	-
Corpo C 2	811.689/75	Medida	186.000	6,11	1,19	0,43	12,54	153,61	23,30	Na
		Indicada	113.000	5,23	1,06	0,49	11,70	137,17	21,95	-
	504080	Inferida	30.000	6,56	1,46	0,55	13,50	162,47	21,54	-
		Total	329.000	5,86	1,17	0,46	12,34	127,70	22,57	-
Corpo C 3	800.774.78	Medida	1.078.000	4,84	0,31	1,26	16,71	137,55	27,84	0,11
		Indicada	349.000	3,70	0,38	0,73	15,41	93,65	30,60	0,16
	3107/82	Inferida	44.000	1,72	0,22	0,63	10,88	40,87	17,59	0,13
		Total	1.471.000	4,48	0,32	1,11	16,23	124,23	28,19	0,12
Corpo C 4	860.317/84	Medida	587.000	4,60	1,06	0,33	7,12	57,80	16,60	0,04
		Indicada	3177.00	4,60	1,06	0,33	7,12	57,80	16,60	0,04
	1641/91	Inferida	746.000	3,00	0,31	7,12	57,80	16,60	0,04	
		Total	1650.000	4,46	0,32	7,12	57,80	16,60	0,04	
Corpo C 5	860.310/84	Medida	38.400	3,00	0,30	-	-	-	-	-
		Indicada	235.520	3,00	0,30	-	-	-	-	-
	1639/91	Inferida	38.400	3,00	0,30	-	-	-	-	-
		Total	312,320	3,00	0,30	-	-	-	-	-
Total Geral		Medida	3.141.400	5,56	0,96	7,80	110,82	24,43	-	
		Indicada	1.358.520	5,48	0,71	9,03	87,04	23,92	-	
		Inferida	1009.4000	4,15	0,59	7,84	76,13	22,55	-	
		Total	5.509.320	5,28	0,83	8,11	98,60	23,95	-	

Na = amostras de testemunhos não analisadas para Au (vide 7.7- Ensaio de Beneficiamento)

A continuidade dos trabalhos de pesquisa levados a efeito nos depósitos correspondentes aos corpos C-1 e C-3 através de sondagem adicional, e, reinterpretação da morfologia da zona mineralizada dos corpos C-1 e C-2, (**figuras 9a a 10**), após os levantamentos efetuados na galeria de pesquisa aberta no corpo C-1, levaram a uma

reavaliação dos cálculos de reserva anteriores, os quais são mostrados no **quadro 5**.

O **quadro 6** apresenta um resumo das reservas totais por corpo de minério, enquanto que no **quadro 7** são apresentadas as reservas de ouro para os corpos C-3 e C-4.

Quadro 5 - Reservas por Alvará, obtidas por trabalhos de pesquisa posteriores à apresentação dos Relatórios Finais (sondagem adicional nos corpos C-1 e C-3 e reinterpretação da morfologia da zona mineralizada dos corpos C-1 e C-2).

Corpo de Minério	DNPM Alvará	Tipo de Reserva	Tonelagem	Teores Médios						
				Porcentagem				g/t		
				Zn	Pb	Cu	S	Cd	Ag	Au*
C 1	811.686/75	Medida	222.290,25	6,96	1,68	1,27	8,77	190,47	31,79	-
		Indicada	46844,62	10,36	2,56	0,71	9,55	245,75	33,37	-
	5062/80	Inferida	60.484,12	10,39	2,63	0,79	9,44	249,03	32,00	-
		Total	329.618,99	8,07	1,98	1,10	9,00	209,07	32,05	-
	811.702/78	Medida	1.139.007,80	3,89	1,07	0,97	6,94	103,39	23,67	-
		Indicada	545.245,62	4,45	1,17	1,21	8,41	110,68	29,69	-
6113/80	Inferida	720.534,28	4,70	1,09	1,03	10,84	114,01	49,68	-	
	Total	2.604.787,70	4,23	1,10	1,04	8,32	107,85	32,12	-	
Corpo C 1	Total 2 Alvarás	Medida	1.561.298,05	4,33	1,16	1,01	7,20	115,79	24,83	-
		Indicada	592.090,24	4,92	1,28	1,17	8,50	121,36	29,98	-
	Inferida	781.081,40	5,14	1,21	1,01	10,73	124,46	48,31	-	
	Total	2.934.406,69	4,66	1,20	1,04	8,40	119,22	32,11	-	
Corpo C 2	811.689/75	Medida	297.501,50	5,59	1,28	0,41	11,94	146,53	21,65	-
		Indicada	156.440,12	4,90	1,19	0,39	11,58	132,67	21,38	-
	5040/80	Inferida	143.696,54	4,39	1,16	0,36	11,44	121,65	20,57	-
Corpo C 3	800.744/78	Medida	3.685.950,00	3,17	0,19	1,18	13,56	91,71	17,70	-
		Indicada	412.418,00	0,55	0,10	0,69	7,13	17,67	18,68	-
	3107/82	Inferida	61.744,00	-	-	0,96	7,86	6,00	3,05	-
Corpo C 4	800.744/78	Medida	586.968,00	4,60	1,06	0,33	7,12	57,80	16,60	0,04
		Indicada	317.280,00	4,60	1,06	0,33	7,12	57,80	16,60	0,04
	3107/82	Inferida	745.608,00	3,00	0,31	7,12	57,80	16,60	0,04	
Corpo C 4	Total	Medida	1.649.856,00	4,45	0,32	7,12	57,80	16,60	0,04	
		Inferida	745.608,00	3,00	0,31	7,12	57,80	16,60	0,04	
	Total	1.649.856,00	4,45	0,32	7,12	57,80	16,60	0,04		

* = Ensaios analíticos para Ouro em testemunhos só foram realizados nos corpos C-3 e C-4.

Quadro 6 - Reservas totais por corpo de minério

Corpo de Minério	Tipo de Reserva	Tonelagem	Teores Médios						
			Porcentagem				g/t		
			Zn	Pb	Cu	S	Cd	Ag	Au*
Corpo C 1	Medida	1.561.298,05	4,33	1,16	1,01	7,20	115,79	24,83	-
	Indicada	592.090,24	4,92	1,28	1,17	8,50	121,36	29,98	-
	Inferida	781.018,40	5,14	1,21	1,01	10,73	124,46	48,31	-
	Total	2.934.406,69	4,66	1,20	1,04	8,40	119,22	32,11	-
Corpo C 2	Medida	1.297.501,50	5,59	1,28	0,41	11,94	146,53	21,65	-
	Indicada	156.440,12	4,90	1,19	0,39	11,58	132,67	21,38	-
	Inferida	143.693,54	4,39	1,16	0,36	11,44	121,65	20,57	-
Corpo C 3	Medida	3.685.950,00	3,17	0,19	1,18	13,56	91,70	17,70	0,60
	Indicada	412.418,00	0,55	0,10	0,69	7,13	17,67	18,68	0,12
	Inferida	61.744,00	-	-	0,96	7,86	6,00	3,05	0,04
Corpo C 4	Medida	586.968,00	4,60	1,06	0,33	7,12	57,80	16,60	0,04
	Indicada	317.280,00	4,60	1,06	0,33	7,12	57,80	16,60	0,04
	Inferida	745.608,00	3,00	0,31	7,12	57,80	16,60	0,04	
Total Geral	Medida	6.131.717,55	3,71	0,57	1,01	11,24	97,24	19,60	-
	Indicada	1.478.228,36	3,11	0,89	0,77	8,16	79,98	23,04	-
	Inferida	1.732.063,94	4,61	0,65	9,13	91,30	30,74	-	
Total Geral	Total	9.342.009,85	4,30	0,91	10,36	93,41	22,21	-	

O corpo C-5, considerado como corpo de minério para efeito de relatório final e cumprimento de prazo, função da importante consistência das anomalias geofísica e geoquímica em zona de geologia favorável, teve suas reservas calculadas utilizando-se os valores do *cut-off* em zona sulfetada detectada em apenas um único furo de sonda realizado.

As análises químicas recebidas posteriormente revelaram, entretanto, baixos valores, não tendo sido portanto confirmadas suas reservas. Face a isso, este corpo não é considerado no cômputo geral das reservas constantes dos quadros 5 e 6.

Quadro 7 - Reserva de Au nos corpos C-3 e C-4 (únicos com análises sistemáticas par Au)

Corpo de Minério	Tipo de Reserva	Ton.	Au (g/t)	Au contido	
				g	oz.*
C-3 + C-4	Medida	4.272.918	0,52	2.221.917,40	71.44,29
	Indicada	729.698	0,08	58.375,84	1.877,03
	Inferida	807.352	0,04	32.294,08	1.038,39
Total Geral		5.809.968	0,40	2.312.587,32	74.359,71

oz* - 1 Onça troy = 31,1 g

9.2 Perspectivas Econômicas/Potencialidades

Não obstante alguns fatores críticos a serem analisados, tais como: tonelagem de cada corpo inferior a 5,0mt, teores médios totais em cada corpo de minério para Cu + Pb + Zn abaixo de 7% (C-1 6,9%; C-2 6,73%; C-3 4,17%; C-4 4,77%), as perspectivas econômicas relevantes são ressaltadas levando-se em consideração o seguinte:

- caráter polimetálico do minério,
- a possibilidade de recuperação inicial do enxofre para produção de ácido sulfúrico,
- presença de ouro como provável sub-produto,
- custo de lavra levando-se em consideração a baixa profundidade da mineralização (Corpo C-1 a C-3),
- baixos investimentos no beneficiamento do minério levando-se em conta o método flotação,
- capacidade energética incrementada com a entrada em operação da Hidrelétrica de Serra da Mesa,

- potencial para aumento de reserva: corpos C-1 e C-3 estão abertos para uma possível ampliação das reservas em pelo menos uma extremidade e entre seções, as quais estão espaçadas de 100 m (espaçamento largo em relação à morfologia dos corpos e sua deformação). Além disso, há que se considerar possibilidade de ampliação do conhecimento em profundidade no corpo C-1 e, no corpo C-4.

Quadro 8 - Reservas medidas e indicadas dos corpos C_1, C-2, C-3 e C-4

Tipo de Reserva	Ton	percentagem				g/t		
		Zn	Pb	Cu	S	Cd	Ag	Au
Medida + Indicada	7.609.945,9	3,59	0,63	1,11	10,64	93,88	20,26	0,46

9.3 Considerações Finais

Os resultados auferidos através da execução dos trabalhos de pesquisa assim enfocados, além da descoberta dos corpos de minério, merecem as considerações que se seguem, quanto à perspectiva de avaliação/recuperação do ouro.

a. Au contido

Sobre este aspecto, o metal contido do corpo C-3 (reserva medida: 3.685.950t x 0,6 g/t de Au) é significativo: 2,211570t de Au contido. A um preço de US\$ 10,00/g, (2,211570t = 2.211.570g x 10 = 22.115.700 US\$), obtem-se um valor de 22,1 milhões de dólares para o ouro contido *in situ* no corpo C-3. Isto apenas na zona considerada minério, isto é, na faixa que compreende valores iguais ou superiores ao *cut off*. (0,3% para Cu e 3,0% para Zn + Pb).

b. Ensaios tecnológicos do minério do Corpo C-3

Os resultados dos ensaios de beneficiamento (quadro 9), obtidos das análises químicas no concentrado de flotação do Corpo C-3, sugerem que o ouro e a prata estão relacionados mais intimamente com a calcopirita, enquanto que o cádmio tem maior afinidade pela esfalerita; entretanto baixos teores de ouro, prata e cádmio também foram encontrados nos demais concentrados.

Quadro 9 - Ensaio de beneficiamento

Produto	Au mg/kg	Ag mg/kg	Cd mg/kg
Alimentação	0,62	31,0	0,024
Concentrado de calcopirita	1,15	150,0	155,0
Concentrado de esfalerita	0,40	40,0	1.150,0
Concentrado de pirita e pirrotita	0,37	38,0	28,0
Rejeito (minerais de ganga silicatada)	0,07	8,0	10,0

C. Resultados analíticos obtidos no furo PM-121 Corpo C-3

Este furo, localizado na extremidade sul do Corpo C-3 (Seção 450 da **figura 7**), atravessou zona sulfetada com predominância de pirrotita e pirita apresentando teores dos elementos principais (Cu, Pb e Zn) abaixo

do *cut-off* considerado. Possui espessura aparente de 9,0m e intervalo de 4,5m com teor médio de 3,25g/t de Au. Esta zona sulfetada possui continuidade geofísica com a seção 460, localizada a cem metros a N (**figura 7**). Pelo fato de não possuir teores compatíveis com o *cut off* considerado, este intervalo não foi computado no cálculo de reservas.

d. Ouro no Corpo C-1

Este corpo, juntamente com o Corpo C-2, e ao contrário do Corpo C-3, não teve suas amostras submetidas a análises sistemáticas para ouro. Entretanto, os ensaios de beneficiamento revelaram teores de 1,10, 1,80 e 1,85g/t de Au respectivamente nos concentrados de Cu, Pb e Zn, porém com baixa recuperação (4%). Não obstante, pelo balanço metalúrgico 77% do Au está no rejeito "Rougher" do Zn, material que contém a maioria da pirita no minério.

10. Relatórios Disponíveis

01. CENTRO DE TECNOLOGIA MINERAL. CETEM. 1987. **Caracterização Mineralógica do Corpo C-3 do Minério Sulfetado de Palmeirópolis Enriquecido de Ouro, Prata e Cadmio.** (Convênio DNPM/CPRM) - Relatório de Andamento elaborado para a CPRM. Rio de Janeiro: CETEM, Nov. 1987.
02. _____. 1988. **Estudo de Caracterização Mineralógica e Beneficiamento do Minério de Cu-Pb-Zn de Palmeirópolis em Escala de Bancada, Corpo C-3.** (Convênio DNPM/CPRM) - Relatório de Projeto elaborado para a CPRM. Rio de Janeiro: CETEM, Maio/1988. 22 p. il.
03. _____. 1988. **Estudo de Beneficiamento do Minério de Cu-Pb-Zn de Palmeirópolis. Escalas de Bancadas e Piloto Corpo C-1.** - Relatório de Projeto elaborado para a CPRM. Rio de Janeiro: CETEM, 1988. 48 p. il. (Convênio DNPM/CPRM).
04. COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM. 1982. **Projeto Palmeirópolis: Relatório Final de Pesquisa. (Áreas-A).** DNPM's 811.683-92/75, 811.701-03/75 Alvarás: 5018 a 5020, 5036-5042, 5062, 5269 e 6113 e DOU's de 16/9/80, 17/9/80, 23/9/80 e 17/10/80. Goiânia, CPRM, 1982. v. I a XVI.
05. _____. 1982. **Projeto Palmeirópolis: Adendo as Reservas de Metal Contido nos Corpos C-1 e C-2 Ag e S.** DNPM's 811.686/75, 811.689/75 e 811.702/75 e Alvarás 5060, 5062, 6113. DOU 16/9/80, 17/9/80 e 17/10/80. (Texto e tabelas). Goiânia: CPRM, 1982.
06. _____. 1984. **Projeto Palmeirópolis: Relatório Final de Pesquisa. Área GO 07/78.** Goiânia: CPRM, 1984. v. I a IV. DNPM 800.744/78. Alvará 3107. DOU DE 02/8/82.
07. _____. 1993. **Projeto Palmeirópolis: Relatório Final de Pesquisa. Áreas GO-03-82, GO-05-82, GO-10-82, GO-56-84, GO-57-84.** DNPM's 860.310/84, 860.312/84, 860.317/84, 861.161/84 e 861.615/84. Alvarás nº 1639-41, 1644-5. DOU de 29/4/91. 46.p. il + anexos. Goiânia: CPRM, 1993.