

Ofício nº XXXX/2018 – PR/CPRM

Brasília, de maio de 2018

Ao: Sr. Superintendente da ANM de Tocantins

**Dr. Fabiano Piñeiro Miranda**

Quadra 304 Norte, QC 01, Alameda 01, Lote 01, Centro

Palmas - TO

CEP 77006-352

Assunto: Requerimento de Autorização para pesquisa complementar

**Ref. Processos DNPM nºs 800.744/78 - 811.686/75 - 811.689/75 - 811.702/75 860.310/84 - 860.317/84**

A **Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM**, Empresa Pública vinculada ao Ministério de Minas e Energia, com as atribuições do **SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL**, com sede no Setor Bancário Norte – SBN - Quadra 02, Asa Norte Bloco H - Edifício Central Brasília - Brasília - DF - CEP: 70.040-904, inscrita no CNPJ nº 00.091.652/0001-89, neste ato representado na forma de seu Estatuto Social, aprovado pelo Decreto nº 1.524, de 20.06.95, por seu Diretor-Presidente, **ESTEVES PEDRO COLNAGO**, vem mui respeitosamente solicitar **AUTORIZAÇÃO PARA PESQUISA COMPLEMENTAR PARA OS PROCESSOS ACIMA EPIGRAFADOS**.

Como é do conhecimento de V.Sa., a CPRM está envidando esforços para licitação, ainda este ano, das áreas de **polimetálicos de Palmeirópolis (TO)**, cobre de Bom Jardim(GO), carvão de Candiota (RS) e Fosfato de Miriri (PE/PB), todos com relatório final de pesquisa devidamente aprovados pelo DNPM.

Objetivando o aproveitamento racional e célere das riquezas constantes na área, e tendo em vista que a atual titular investiu e investirá muito na pesquisa complementar, vimos apresentar novo Plano de Pesquisa (anexo), visando a reavaliação das reservas minerais de COBRE, CHUMBO, ZINCO, PRATA, CÁDMIO e OURO existentes e não contempladas.

Neste contexto, a **autorização para pesquisa complementar** se mostra uma alternativa viável e também uma excelente ferramenta, capaz de trazer possibilidades de adequação de trabalhos apresentados em épocas passadas, e que apesar de manterem a qualidade técnica, não dispunham do aparato necessário para uma pesquisa mais detalhada e aprofundada.

Diante das razões apresentadas, solicitamos a devida **AUTORIZAÇÃO** proposta neste requerimento, para o desenvolvimento de novos trabalhos de pesquisa, objetivando a **PESQUISA COMPLEMENTAR DAS RESERVAS DE COBRE, CHUMBO, ZINCO, PRATA, CÁDMIO e OURO**, contidas nos processos em apreço.

Antecipadamente agradecemos a atenção dispensada.

Atenciosamente,


**ESTEVES PEDRO COLNAGO**  
Diretor-Presidente da CPRM

# PLANO DE TRABALHO

## PLANO DE PESQUISA COMPLEMENTAR

<b>PROCESSOS DNPM Nº</b>	800.744/78 - 811.686/75 - 811.689/75 - 811.702/75 - 860.310/84 - 860.317/84
--------------------------	--

<b>TITULAR:</b> COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS
<b>CNPJ:</b> 00.091.652/0001-89
<b>MUNICÍPIO:</b> PALMEIRÓPOLIS - TO
<b>SUBSTÂNCIAS:</b> COBRE, CHUMBO, ZINCO, PRATA, CÁDMIO E OURO

<b>RESPONSÁVEL TÉCNICO:</b> RICARDO WOSNIAK	 <p><b>CPRM</b> Serviço Geológico do Brasil</p>
<b>FORMAÇÃO:</b> GEÓLOGO	
<b>CREA:</b> PR-75.471/D (Registro Nacional: 1703400682)	

<b>DATA</b>	27/04/2018
-------------	------------

## Sumário

1. INTRODUÇÃO .....	1
2. CONSIDERAÇÕES TÉCNICAS .....	1
3. OBJETIVOS .....	2
4. CONSIDERAÇÕES PERTINENTES .....	3
4.1. QUANTO AO HISTÓRICO DO PROCESSO MINERAL .....	3
5. CONSTATAÇÕES PRELIMINARES.....	5
6. QUANTO A AUTORIZAÇÃO PARA PESQUISA COMPLEMENTAR .....	9
7. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA .....	9
7.1. LOCALIZAÇÃO E VIAS DE ACESSO .....	9
7.2. POLIGONAL REQUERIDA.....	10
7.3. CLIMA .....	11
7.4. VEGETAÇÃO.....	11
7.5. RECURSOS HÍDRICOS.....	12
7.6. GEOLOGIA REGIONAL.....	13
7.6.1. Província Tocantins .....	15
7.6.1.1. Bloco Cavalcante-Natividade.....	16
7.6.1.2. Faixa Brasília.....	16
7.6.1.3. Maciço de Goiás.....	16
7.6.1.4. Arco Magmático de Goiás.....	18
7.7. GEOLOGIA LOCAL .....	19
7.7.1. Unidades Geológicas .....	20
7.7.2. Litotipos.....	26
7.7.3. Arcabouço Estrutural.....	29
7.8. TIPO DE DEPÓSITO .....	31
7.8.1. Mineralização e Alteração Hidrotermal .....	31
7.8.2. Modelo Metalogenético.....	32
8. PLANO DE TRABALHO PARA PESQUISA COMPLEMENTAR.....	33
8.1. OBJETIVO DA PESQUISA .....	33
8.2. ESCOPO PROPOSTO AO TRABALHO DE PESQUISA.....	33
8.2.1. ETAPA DE PESQUISA ÁREAS ALVO COM RELATIVO POTENCIAL ECONÔMICO.....	34
8.2.1.1. Levantamento Topográfico .....	35
8.2.1.2. Mapeamento Geológico .....	35
8.2.1.3. Prospecção Geoquímica .....	35
8.2.1.4. Prospecção Geofísica .....	35
8.2.1.5. Trincheiras.....	36

8.2.1.6.	Sondagem .....	36
8.2.1.7.	Microanálises .....	43
8.2.2.	ETAPA DE PESQUISA DETALHE (C1-C3-C4) .....	43
8.2.2.1.	Sondagem .....	43
8.2.3.	Estudo Básico de Engenharia .....	595
8.2.3.1.	Local do Empreendimento (SITE) .....	55
8.2.3.2.	Lavra.....	55
8.2.3.3.	Planta de Beneficiamento .....	55
8.2.3.4.	Desativação e Pós Fechamento de Mina .....	55
8.2.4.	Estudos e documentos com vistas ao licenciamento ambiental .....	56
8.2.4.1.	Para a Pesquisa Mineral Adicional Sugerida .....	56
8.2.4.2.	Para o início da Lavra.....	56
8.3.	SEQUÊNCIA DOS TRABALHOS TÉCNICOS .....	57
8.4.	ORÇAMENTO PARA PESQUISA .....	57
8.4.1.	MATRIZ DE CUSTOS ESTIMADOS.....	57
8.5.	CRONOGRAMA FÍSICO FINANCEIRO.....	59
9.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	60
10.	RELATÓRIO FINAL DE PESQUISA .....	60
11.	RESPONSABILIDADE TÉCNICA.....	64

## 1. INTRODUÇÃO

O depósito polimetálico de Palmeirópolis, assim tratado pela presença associada de Pb-Zn-Cu-Cd-Ag-Au, localiza-se no município homônimo, região sul do estado do Tocantins. Distante cerca de 520 km de Goiânia.

Até o final da década de 1970, a CPRM executou na região do referido depósito diversos trabalhos de pesquisa, dentre eles, destaca-se: mapeamento geológico em escalas 1:10.000 e 1:2.000; coleta de 1.740 amostras de sedimento de corrente, analisadas por AA para Cu, Pb e Zn; coleta de 30.429 amostras de solo em malhas regulares 200 x 80 m e 50 x 20 m; 165 furos de sondagem rotativa diamantada em vários diâmetros (32.500 m); 81 poços de pesquisa; uma galeria com inclinação de 30° no corpo C1, com 64,2 m de comprimento transversalmente ao corpo de minério e com um ramal de 8,5 m ao longo do corpo de minério; testes de beneficiamento em escala de bancada.

A partir de 2014, a CPRM desenvolveu amplo trabalho de resgate, validação e reinterpretação dos dados históricos do projeto, elaborando uma base digital de dados geológicos com todos os dados disponíveis no espaço 3D. Com base no banco de dados de sondagem rotativa e amostragem de superfície e utilizando uma combinação de softwares técnicos de mineração, construíram-se wireframes detalhadas dos corpos mineralizados que formam a base para as estimativas dos recursos.

Como resultado, os recursos inferidos totais para o depósito, considerando-se um cut-off de 1% Pb+Zn, corresponde a 6,54 Mt de minério, com teor médio de 0,79% Cu, 0,57% Pb e 3,63% Zn.

Após o estudo de reavaliação, verificou-se a necessidade de um maior investimento em pesquisa na região e possa-se agregar mais reservas aos já reportados nos estudos da CPRM. Desta forma, apresenta-se neste documento uma proposta de pesquisa complementar desenvolvida a partir dos resultados obtidos nos estudos de reavaliação.

Todas as informações atualizadas relativas ao conhecimento geológico do depósito de Palmeirópolis estão presentes no relatório de Reavaliação do Patrimônio Mineral, assim como dados de levantamentos geofísicos, geoquímico e também dados gerados a partir da modelagem geológica tridimensional do depósito.

## 2. CONSIDERAÇÕES TÉCNICAS

O início das pesquisas pela CPRM remete a meados dos anos de 1970. Ao analisar os dados magnéticos do Projeto Aerogeofísico Serra da Mesa, seus técnicos identificaram anomalias associadas a rochas de natureza básica e ultrabásica. Desde então, foram gerados, a princípio, 30 requerimentos para pesquisa de níquel nas proximidades da localidade Morro Solto.

A partir de mapeamentos geológicos, constatou-se a presença de anfíbolitos finos e de sulfetos, principalmente pirita disseminada. Em amostras de solo dessa região detectaram-se valores de cobre variando entre 150 a 700 ppm, culminando na prospecção de elementos como zinco e chumbo e, subordinadamente, prata, cádmio, bismuto e ouro.

Em 1976, iniciaram-se os trabalhos de prospecção preliminar nos 30 blocos originais, com mapeamento geológico e prospecção geoquímica por amostragem de sedimento de corrente de cunho regional, em escala 1:60.000. Esses trabalhos resultaram na seleção de quatro alvos, denominados 1P, 2P, 3P e 4P, detalhados em escala 1:5.000, com acréscimo de geoquímica de solo e geofísica por métodos de magnetometria e VLF (Very Low Frequency), gerando-se, assim, subalvos nas áreas 2P e 4P (atualmente, corpos C1 e C2, respectivamente), selecionados para investigação na escala 1:2.000. Durante essa etapa de pesquisa, 17 áreas foram recomendadas para descarte, restando, portanto, 13 áreas dos 30 requerimentos originais.

Com os resultados da prospecção preliminar, foi dado início à primeira fase de pesquisa, desenvolvida em duas etapas: a primeira, destinada aos subalvos individualizados na fase de prospecção, consistiu em mapeamento geológico, geoquímica de solo, geofísica (magnetometria e Slingram) em escala 1:2.000 e abertura de poços; já a segunda fase, relativa à sondagem, com

execução de dois furos na área do subalvo 2P, resultou na descoberta de mineralização de sulfetos de Cu, Pb e Zn associados a elementos calcófilos como Ag, Cd e Bi.

Entre os anos de 1978 e 1979, deu-se início à segunda fase de pesquisa, na qual, além das atividades de detalhe retromencionadas, retrabalharam-se os dados de geoquímica de sedimentos de corrente da fase de prospecção preliminar, resultando em mais três alvos: 5P, 6P e 7P. O conhecimento da existência de depósitos de sulfetos maciços em sequências vulcanosedimentares de outras partes do mundo levaram a CPRM a requerer mais 15 áreas para pesquisa contíguas às 13 remanescentes dos primeiros pedidos.

Com o avanço do conhecimento técnico, os parâmetros geológicos, geoquímicos e geofísicos tiveram de ser reavaliados e reestruturados, o que resultou em nova sistemática de pesquisa. Assim, foi adotada uma sucessão de quatro escalas: regional (1:50.000), semidetalhe (1:10.000), detalhe (1:2.000) e desenvolvimento (1:1.000). De posse dos resultados, constatou-se a necessidade de renovação dos alvarás de pesquisa por mais dois anos, uma vez que novos depósitos foram sendo encontrados.

Deu-se início à terceira fase de pesquisa, com a execução de trabalhos de semidetalhe e detalhe, em escalas 1:10.000 e 1:2.000, respectivamente, em 1986, por meio de acordo de cooperação técnica firmado entre CPRM, DNPM e MMAJ (Metal Mining Agency of Japan), que teve como produto o relatório da Japan International Cooperation Agency (JICA) publicado em 1989 (JICA/MMAJ, 1989).

No decorrer da década de 1990, foram entregues os últimos relatórios finais de pesquisa dos alvarás DNPM, restando, até então, seis áreas de aproximadamente 1.000 ha correspondentes aos processos nºs 8000.744/1978, 811689/1975, 811686/1975, 860310/1984, 860317/1984 e 811702/1975.

### **3. OBJETIVOS**

A Reavaliação do Depósito Palmeirópolis foi um projeto executado pela equipe da DIEMGE e finalizado no ano de 2016. Esse trabalho visou o resgate e validação dos dados (furos de sondagem, análises químicas e mapas) gerados pela CPRM na década de 1970, a fim de realizar uma nova modelagem geológica, estimativa de recursos e avaliação econômica à luz do conhecimento geológico atual e tecnologias modernas. A realização de tal estudo se fez necessária devido ao fato de que a CPRM ainda detém 7 processos minerários ativos junto ao DNPM nesse depósito de zinco. Portanto, esse projeto serviu de parâmetro para a realização de avaliações econômicas em nível conceitual, que permitiram estimar os valores preliminares dos ativos minerais e a melhor forma de atuação da CPRM em futuras licitações.

Os modelos geológicos gerados na Reavaliação do Depósito envolveram trabalhos de organização de dados de sondagem, importação de furos e interpretações das seções, elaboração de um modelo tridimensional por link da geologia x teor e estimativa de recursos. Como resultado, os recursos inferidos totais para o depósito, considerando-se um cut-off de 1% Pb+Zn, corresponde a 6,32 Mt de minério, com teor médio de 0,81% Cu, 0,55% Pb e 3,58% Zn distribuídos em três corpos mineralizados denominados C1, C3 e C4.

Levando-se em consideração os requisitos, segundo o código internacional JORC, que devem ser atendidos para a classificação dos recursos, de acordo com o grau de confiabilidade, em medido, indicado e inferido, os recursos avaliados neste estudo foram classificados em sua totalidade como inferidos.

As razões para essa classificação estão relacionadas no relatório de Reavaliação, e descritas a seguir: Dados adquiridos na década de 1980, com pouca precisão da posição espacial dos trabalhos exploratórios executados naquela época (amostragem de solo, geofísica terrestre, poços de pesquisa), ausência de medidas de desvios nas perfurações, ausência de suporte amostral para realização de estudos geoestatísticos e definição das correlações dos teores pela variografia no depósito.

Condições precárias de acondicionamento e preservação dos testemunhos de sondagem após inúmeros transportes sem o devido rastreamento, bem como a organização anterior do acervo, composto por boletins de sondagem, certificados analíticos, fichas de descrição dos afloramentos,

logs de sondagem, perfis de poços de pesquisa, perfis e mapas geológicos, comprometem tanto a materialidade das informações quanto a eficiência de quaisquer auditorias internas ou externas que possam vir a ser realizadas.

Ausência de um banco de dados digital que possa ser auditável e de ferramentas de QA/QC acarretou a migração para categoria de recursos inferidos, com baixo nível de confiança.

Dessa forma, assume-se a continuidade de corpos e teores baseada em afloramentos observados em campo e nas perfurações, mas a confiabilidade na estimativa não é suficiente para permitir a aplicação de parâmetros técnicos e econômicos para um planejamento mineral detalhado.

#### 4. CONSIDERAÇÕES PERTINENTES

##### 4.1. QUANTO AO HISTÓRICO DO PROCESSO MINERAL

As áreas da CPRM compreendem seis processos minerários, todos em nome da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), totalizando 5.500 ha, todos com relatórios finais de pesquisa aprovados. Atualmente, há uma solicitação do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) para retificação da poligonal de um dos alvarás, modificada por esse órgão no passado.

A seguir, será apresentado um estudo detalhado da situação das áreas referentes aos processos nºs 811.686/75, 811.689/75 e 811.702/75 (um único relatório final de pesquisa).

Todos esses processos (Quadro 1) estão situados em Palmeirópolis (TO), em terras de propriedade de Raimundo Barbosa da Costa e outros. Estudos levados a efeito pelo DNPM indicam que houve necessidade de alterar o vetor de amarração, para melhor acostamento das áreas.

**Quadro 1 – Detalhamento dos processos do projeto Palmeirópolis junto ao DNPM**

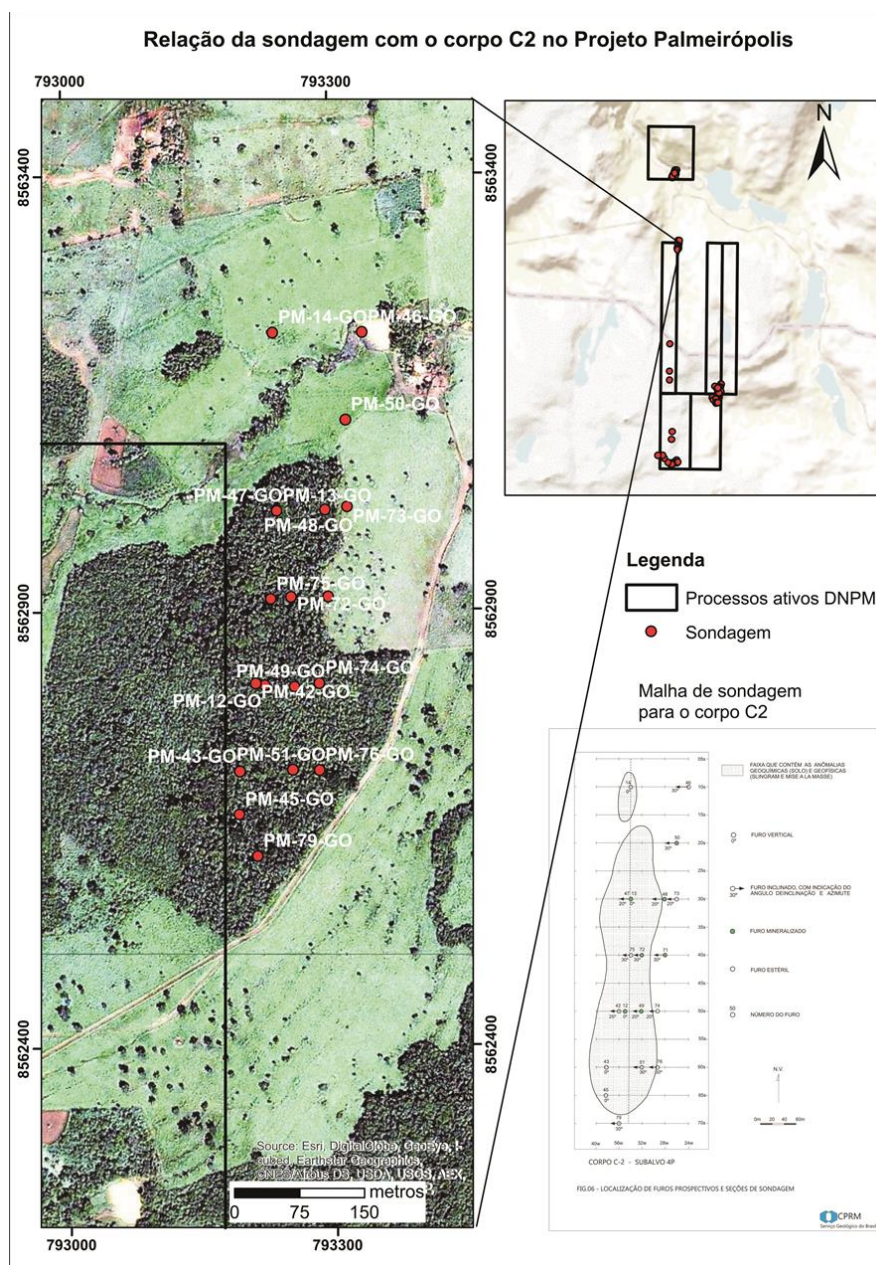
<b>Memorial Descritivo Segundo Requerimento de Pesquisa</b>	<b>Memorial Descritivo Segundo Alvará de Pesquisa Outorgado</b>
<b>Processo nº 811.686/75</b>	
Esta área é delimitada por um retângulo com as seguintes características: vértice 1 dista <b>13.150m</b> , no rumo verdadeiro <b>81º00'SW</b> , a partir da confluência dos rios Mocambinho e Maranhão. Os lados, a partir do vértice 1, têm os seguintes comprimentos e rumos verdadeiros: lado 1-2 - 1.000m-rumo E; lado 2-3 - 10.000m-rumo S; lado 3-4 - 1.000m-rumo W; lado 4-1 - 10.000m-rumo N.	Área delimitada por um retângulo que tem um vértice a <b>13.163m</b> , no rumo verdadeiro <b>81º10'SW</b> , da confluência dos rios Mocambinho e Maranhão, e os lados divergentes desse vértice, com os seguintes comprimentos e rumos verdadeiros: 1.000m-E e 10.000m-S.
<b>Processo nº 811.689/75</b>	
Esta área é delimitada por um retângulo com as seguintes características: vértice 1 dista <b>15.100m</b> , no rumo verdadeiro <b>82º30'SW</b> , a partir da confluência dos rios Mocambinho e Maranhão. Os lados, a partir do vértice 1, têm os seguintes comprimentos e rumos verdadeiros: lado 1-2 - 10.000m-rumo S; lado 2-3 - 1.000m- rumo W; lado 3-4 - 10.000m-rumo N; lado 4-1 - 1.000m-rumo E.	Área delimitada por um retângulo que tem um vértice a <b>15.142m</b> , no rumo verdadeiro <b>82º19'SW</b> , da confluência dos rios Mocambinho e Maranhão, e os lados divergentes desse vértice, com os seguintes comprimentos e rumos verdadeiros: 10.000m-S e 1.000m-W.
<b>Processo nº 811.702/75</b>	

Esta área é delimitada por um retângulo com as seguintes características: vértice 1 dista **18.450m**, no rumo verdadeiro **49°00'SW**, a partir da confluência dos rios Mocambinho e Maranhão. Os lados, a partir do vértice 1, têm os seguintes comprimentos e rumos verdadeiros: lado 1-2 - 2.000m-rumo E; lado 2-3 - 5.000m-rumo S; lado 3-4 - 2.000m-rumo W; lado 4-1 - 5.000m-rumo N.

Área delimitada por um retângulo que tem um vértice a **18.459m**, no rumo verdadeiro **49°22'SW**, da confluência dos rios Mocambinho e Maranhão, e os lados divergentes desse vértice, com os seguintes comprimentos e rumos verdadeiros: 2.000m-E e 5.000m-S.

As áreas desses três processos (Figura 1), a partir de 1976, foram deslocadas. Especificamente com relação ao Processo DNPM 811.689/75, os furos de sondagem relativos ao corpo C2 ficaram fora da área originalmente requerida.

**Figura 1 – Espacialização de furos de sondagem no corpo C2.**



Após trabalhos de campo para checagem das coordenadas dos vértices das áreas desses processos, a CPRM corroborou que, com o deslocamento da área originalmente requerida no Processo nº 811.689/75, os furos de sondagem referentes ao corpo C2, efetivamente, encontram-se fora da área. Constatou-se, ainda, que os relatórios finais de pesquisa (todos aprovados pelo DNPM, segundo DOU de 17.01.1997) não se encontram anexos a esses processos, muito embora constem nos autos que eles estariam apensos ao Processo DNPM 811.686/75, levando, assim, à necessidade de que seja solicitado ao DNPM que o relatório final de pesquisa seja anexado em pelo menos um desses três processos.

A CPRM solicitou novamente ao DNPM-SEDE, em janeiro de 2017, a remessa dos processos nºs 811.686/75, 811.689/75 e 811.702/75 para Brasília, objetivando o reestudo das áreas originalmente requeridas nesses processos, visto que a Superintendência do DNPM/TO não tem condições técnicas para efetuar-los. Argumentou-se, junto ao superintendente, que, na época, os estudos (demarcação de áreas) foram realizados com instrumentos de pouca precisão, baseando-se nos dados planialtimétricos disponíveis. Assim, a CPRM não poderia ser prejudicada. O superintendente do DNPM/TO informou que situações semelhantes a esta têm sido comunicadas ao DNPM e submetidas à análise por esse órgão.

Procedeu-se, também, ao levantamento dos processos nºs DNPM 864.218/04 e 864.259/07, não pertencentes à CPRM, mas adjacentes ao Processo DNPM nº 811.689/75 da CPRM (Quadros 2 e 3).

#### **Quadro 2 – Histórico do processo DNPM nº 864.218/04**

<b>Data</b>	<b>Histórico do Processo DNPM 864.218/04</b>
27.07.2005 (DOU)	Indeferimento do requerimento de pesquisa e área colocada em disponibilidade pelo prazo de 60 dias (Artigo 26 do Código de Mineração).
13.02.2006 (DOU)	Após análise pela Comissão, foi publicada a homologação da proposta apresentada por Ananias Ponce Lacerda Neto – firma individual.
24.04.2006	MINERATINS protocolizou pedido de reconsideração contra a não aceitação da Proposta de Habilitação ao Edital.
13.06.2006	Encaminhamento do processo à Procuradoria Distrital – 6º Distrito/DNPM/GO, para emissão de parecer.
07.10.2009	Procuradoria Distrital do DNPM emite parecer.
14.02.2014	AR 27.02.2014 foi encaminhada pelo Superintendente do DNPM em Tocantins, intimando o Sr. Ananias Ponce Lacerda Neto a se manifestar sobre a alegação partida da recorrente (MINERATINS), no tocante à imputação da legitimidade daquele que assinou o documento inaugural da proposta de habilitação.
02.07.2014	Ananias Ponce Lacerda Neto – firma individual – se manifesta, esclarecendo que a assinatura do requerimento de disponibilidade é do procurador do requerente, e Minas Sérgio Taveira de Camargo.

Conforme se observa, o Processo DNPM 864.218/04 encontra-se pendente de decisão final pelo DNPM, com relação à disponibilidade da área.

**Quadro 3 – Dados do processo DNPM nº 864.259/07**

Descrição	Data
197 - AUT PESQ/INDEFERIMENTO PRORROGAÇÃO PRAZO ALVARÁ	12.09.2013
255 - AUT PESQ/CUMPRIMENTO EXIGÊNCIA PROTOCOLI	28.03.2013
252 - AUT PESQ/PRORROGAÇÃO PRAZO EXIGÊNCIA CONCEDIDO	29.01.2013
251 - AUT PESQ/PRORROGAÇÃO PRAZO EXIGÊNCIA SOLICITADO	23.11.2012
227 - AUT PESQ/PAGAMENTO MULTA EFETUADO	18.10.2012
252 - AUT PESQ/PRORROGAÇÃO PRAZO EXIGÊNCIA CONCEDIDO	27.09.2012
224 - AUT PESQ/AUTO INFRAÇÃO MULTA PUBLICADA	21.05.2012
251 - AUT PESQ/PRORROGAÇÃO PRAZO EXIGÊNCIA SOLICITADO	15.05.2012
250 - AUT PESQ/EXIGÊNCIA PUBLICADA	19.03.2012
236 - AUT PESQ/DOCUMENTO DIVERSO PROTOCOLIZADO	07.04.2011
293 - AUT PESQ/RELATORIO PESQ PARCIAL APRESENTADO	01.10.2010
264 - AUT PESQ/PAGAMENTO TAH EFETUADO	28.01.2010
264 - AUT PESQ/PAGAMENTO TAH EFETUADO	29/01/2009
264 - AUT PESQ/PAGAMENTO TAH EFETUADO	29/01/2008
323 - AUT PESQ/ALVARÁ DE PESQUISA 03 ANOS PUBL	30/11/2007
100 - REQ PESQ/REQUERIMENTO PESQUISA PROTOCOLIZADO	25/05/2007

Segundo informações obtidas junto ao Superintendente do DNPM/TO, a área referente a esse processo será colocada em disponibilidade para pesquisa.

Com relação aos processos nºs 860.310/84 e 860.317/84 (um único relatório final de pesquisa), eles estão situados em Palmeirópolis (TO), em terras de Raimundo Barbosa da Costa e outros. Os referidos processos não tiveram modificação pelo DNPM das áreas originalmente requeridas quando da outorga dos respectivos alvarás de pesquisa. A CPRM foi quem solicitou a redução das áreas desses alvarás, de 1.000 ha para 500 ha. O relatório final de pesquisa foi aprovado (DOU de janeiro de 1997) e encontra-se anexo ao Processo DNPM nº 860.310/84.

O Processo nº 800.744/78 está situado em Palmeirópolis (TO), em terras de Raimundo Barbosa da Costa e João dos Santos Reis. Apresenta relatório final de pesquisa aprovado e publicado no DOU de 24.02.1997, porém não se encontra anexado ao processo. Em virtude de não estar totalmente mineralizada, a área foi reduzida de 10.000 ha para 1.050 ha.

## 5. CONSTATAÇÕES PRELIMINARES

Essa síntese, congrega os principais trabalhos produzidos pela CPRM – relatórios de consultoria e artigos acadêmicos gerados entre 1975-2003 – que versam sobre a área do Projeto Palmeirópolis. As questões abordadas, portanto, são de cunho descritivo a respeito da evolução do conhecimento sobre a área.

Ribeiro Filho e Teixeira (1981) utilizaram a designação informal Sequência Vulcanossedimentar Palmeirópolis. Figueiredo, Leão Neto e Valente (1981) e Leão Neto e Ollivatti (1983) mantiveram a denominação para caracterizar um conjunto de litotipos formado por micaxistos (metapelitos), anfíbolitos finos (metabasaltos), anfíbólio-xisto (metandesito), quartzitos finos (metacherts), metapiroclásticas e pequenos corpos intrusivos de composição ácida.

Leão Neto e Ollivatti (1983) sintetizaram os dados coletados por todas as empresas que à época trabalhavam na Sequência Metavulcanossedimentar de Palmeirópolis em um relatório intitulado “Projeto Palmeirópolis”, acompanhado por um mapa em escala 1:50.000 de toda a área de

abrangência dessa sequência (Figura 2), incluindo partes das unidades adjacentes. Esses autores dividiram a referida sequência em três unidades:

- Basal: constituída por anfíbolitos ortoderivados sobrepostos por piroclásticas de composição ácida a intermediária, com sedimentos grauváquicos. Essas camadas, por sua vez, sobrepostas por outro pacote formado por anfíbolitos com camadas de quartzito puro a ferruginoso e de granada-muscovita-quartzo-xisto.
- Intermediária: composta, predominantemente, por sedimentos imaturos, onde predominam biotita-quartzo-xistos feldspáticos, biotita-anfíbólio-xistos (metarriodacitos e metarriolitos) com produtos de sedimentação pelítica e precipitação química. Para os autores citados, os corpos de minério da CPRM estariam nessa unidade, no contato com as rochas vulcânicas básicas anfíbolitizadas da unidade basal.
- Unidade de topo: composta, predominantemente, por sedimentos pelíticos aluminosos (titanita-biotita-muscovita-quartzo-xisto, cianita-biotita-muscovita-quartzo-xisto, granada-muscovita-quartzo-xisto, cianita-estaurolita-muscovita-quartzo-xisto), com intercalações de precipitação química (chert e formação ferrífera bandada) com diques e sills básicos.

Leão Neto e Ollivatti (1983) defendem a existência de três direções estruturais marcantes: i) direção estrutural NS, relacionada a esforços durante o alojamento do Complexo de Cana Brava, paralela à unidade basal da sequência, paralela a S0, que, por sua vez, é paralela a S1, resultante de dobramentos isoclinais que afetaram a área; ii) conjunto de estruturas de direção N350-400E, resultante de provável esforço compressivo com mergulhos altos, tanto para NW quanto para SE; iii) conjunto de direção N300-400W, restrito à porção NE da sequência.

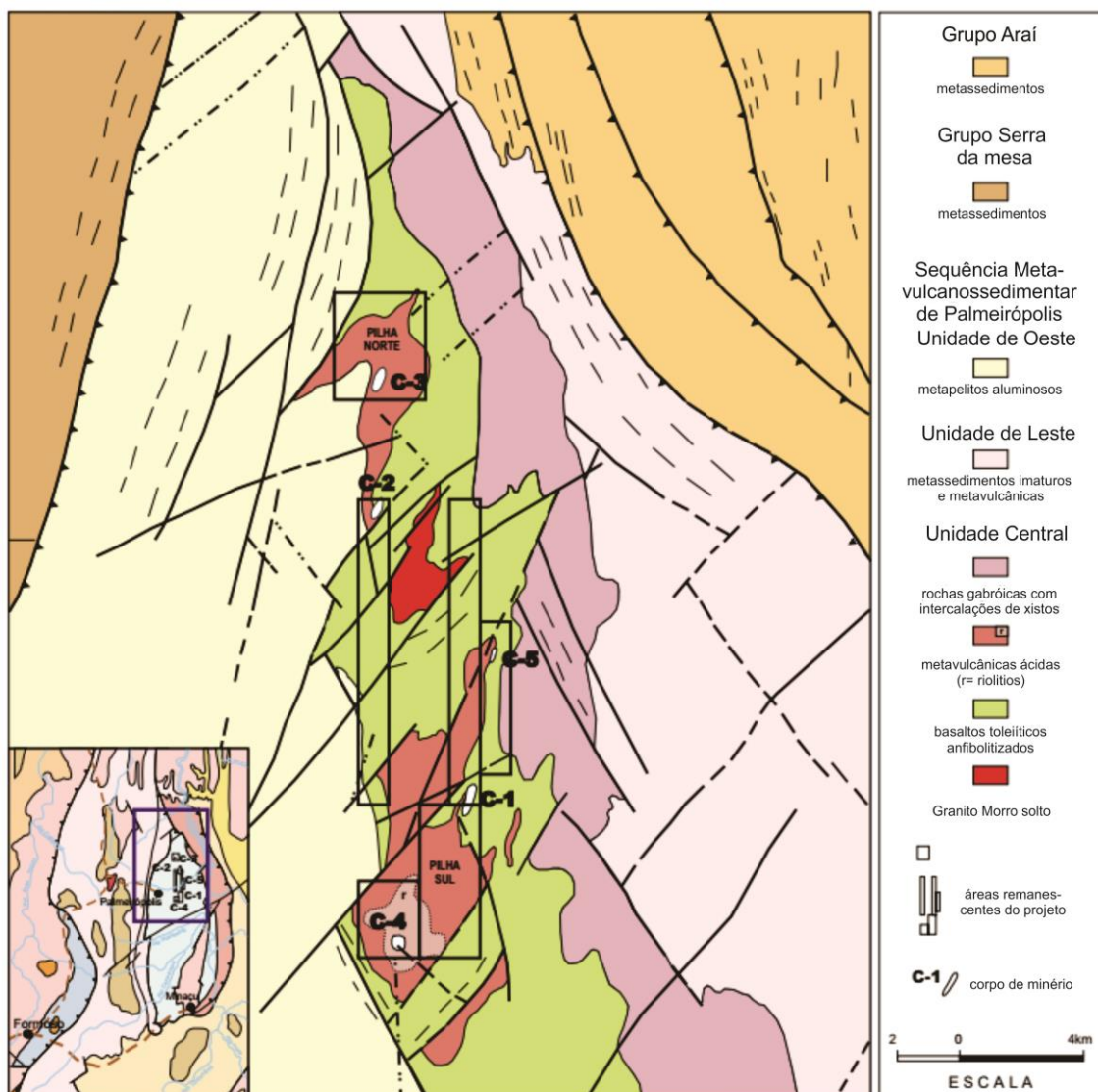
Segundo Araújo e Nilson (1987), os três corpos de minério descobertos pela CPRM ocorrem em área bastante arrasada. O mapa geológico das áreas das mineralizações foi elaborado com base em fotointerpretação (fotografias coloridas em escala 1:25.000), em dados de furos de sondagem e em poucos afloramentos.

Para Leão Neto e Ollivatti (1983), os corpos C1 e C2 estão localizados na mesma posição estratigráfica do corpo C1, ou seja, no contato entre anfíbolitos e um pacote de rochas composto predominantemente por biotita-quartzo-xisto feldspático, estaurolita-granada-biotita-quartzo-xisto, biotita-anfíbólio-xisto, biotitito e cloritito. Araújo e Nilson (1987) sugerem que o corpo C3, em função da geologia da área, também estaria no mesmo contexto litológico-estratigráfico dos corpos C1 e C2. Para a CPRM, o depósito é formado por lentes dobradas de pouca espessura e comprimento variável. Essas lentes estariam controladas em charneiras de dobras menores, apertadas em estilo isoclinal, que compõem dobras maiores do tipo sinclínio, alinhadas segundo NNE, com eixos apresentando caimento de 10 a 20° para SE.

Os três corpos de minério estão associados a um pacote de rochas composto, essencialmente, por antofilita e biotita, com quantidades variáveis de cordierita, estaurolita, granada, ganita, plagioclásio e quartzo, que constitui um conjunto de vulcânicas básicas submetidas a processo hidrotermal relacionado à origem do depósito.

O depósito de Palmeirópolis foi classificado pela CPRM como Volcanic Hosted Massive Sulphide (VHMS) em função de sua semelhança com outros depósitos encontrados em distritos mineiros nos quais as mineralizações sulfetadas estão relacionadas a sequências vulcanossedimentares pré-cambrianas, considerando o ambiente geológico e as características das mineralizações.

**Figura 2 – Esboço geológico local, com as áreas do patrimônio mineral da CPRM e posição dos principais corpos mineralizados.**



Fonte: OLIVEIRA, 2000.

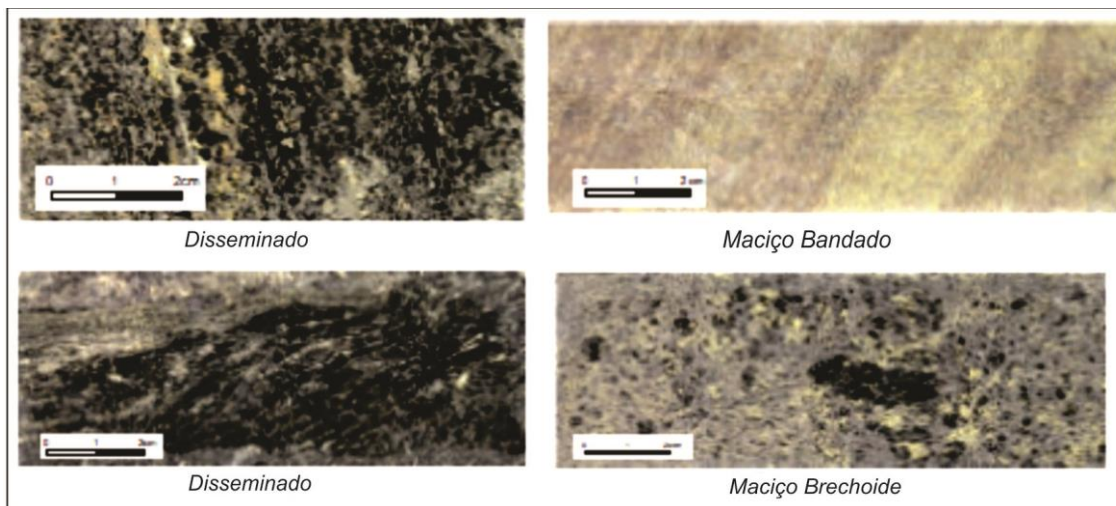
Oliveira (2000) cita que os minerais de minério são constituídos por pirrotita, pirita, esfalerita, calcopirita e galena, nessa ordem de abundância; formam o minério do tipo maciço composto por mais de 50% em volume de sulfeto em relação à rocha total. Apresentam estruturas variadas em brecha e bandada (Figura 3). As brechas são comuns aos três corpos e se tipificam por apresentarem fragmentos de dimensões variadas da rocha encaixante (quartzo, xisto e anfibolito) imersos na massa de sulfetos. O minério com estrutura bandada, apenas encontrado no corpo C3, caracteriza-se por faixas de cor marrom, de composição pirítico-esfalerítica, e amareladas, de composição pirítico-calcopirítica.

O minério disseminado raramente excede 20% do total da rocha. Apresenta-se em filetes ou striped ao longo da xistosidade, disperso na massa da encaixante, com pequenos veios e vênulas preenchendo fraturas que se aglutinam.

A parte conhecida do corpo C4 difere dos demais corpos pelas seguintes características: está encaixado em rochas de composição riolítica (topo da pilha vulcânica sul) e sua maior parte é

formada por minério disseminado. Entretanto, apresenta fraturas submilimétricas preenchidas por sulfeto brechoide (maciço), constituindo um depósito Zn-Pb.

**Figura 3 – Tipos de minério encontrados nos depósitos de Palmeirópolis.**



## 6. QUANTO A AUTORIZAÇÃO PARA PESQUISA COMPLEMENTAR

Objetivando o aproveitamento racional e célere das riquezas constantes na área, e tendo em vista que a atual titular investiu e investirá muito na pesquisa complementar, vimos apresentar novo Plano de Pesquisa, visando a reavaliação das reservas minerais de COBRE, CHUMBO, ZINCO, PRATA, CÁDMIO E OURO existentes e não contempladas.

Neste contexto, a autorização para pesquisa complementar se mostra uma alternativa viável e também uma excelente ferramenta, capaz de trazer possibilidades de adequação de trabalhos apresentados em épocas passadas, e que apesar de manterem a qualidade técnica, não dispunham do aparato necessário para uma pesquisa mais detalhada e aprofundada.

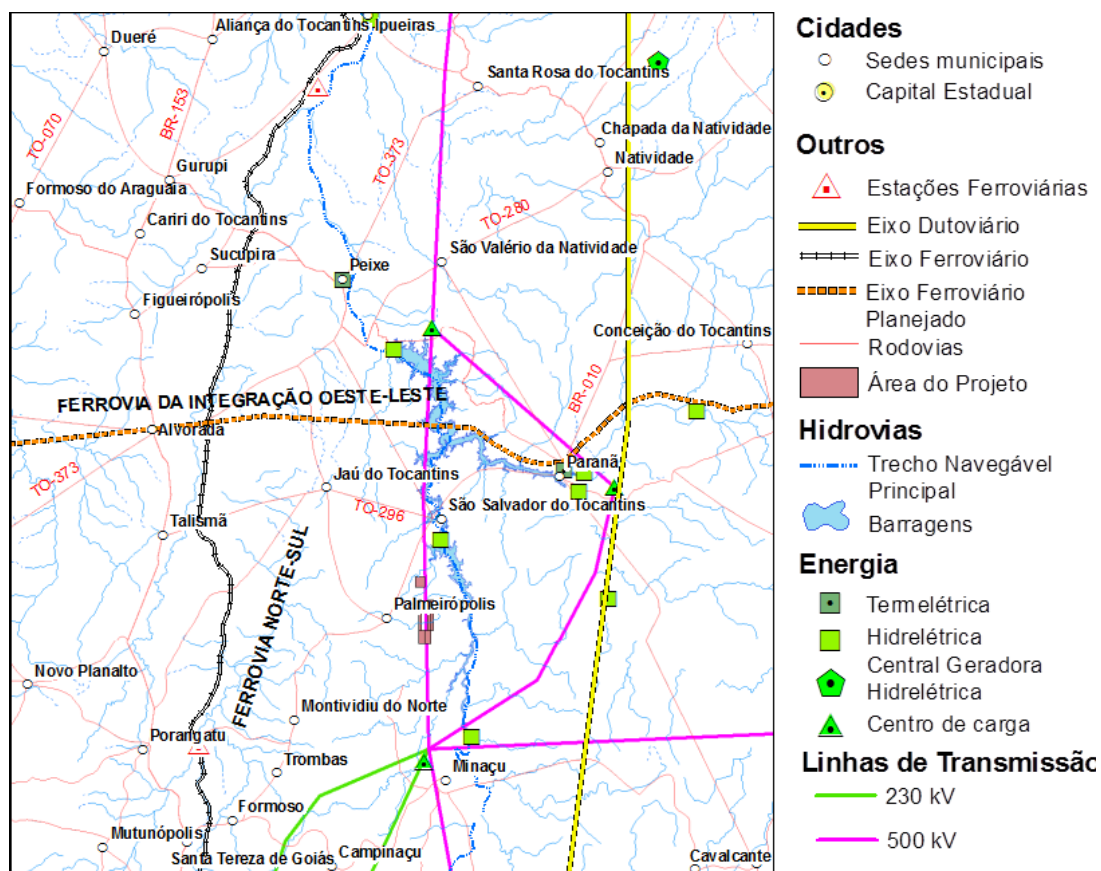
## 7. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

### 7.1. LOCALIZAÇÃO E VIAS DE ACESSO

As áreas de pesquisa estão situadas no município de Palmeirópolis, região sul do estado do Tocantins. As referidas áreas distam cerca de 520 km de Goiânia, com acesso pelas rodovias GO-080 e BR-153, ambas asfaltadas, até a cidade de Santa Tereza, situada a 390 km de Goiânia, à margem da Rodovia 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 46 km asfaltados (trecho Santa Tereza-Trombas). Palmeirópolis dista 130 km da Rodovia Belém-Brasília e dessa rodovia até os depósitos de minério o acesso é efetuado por estradas municipais e/ou vicinais, com distância média de 25 km (Figura 4).

**Figura 4. Localização, modal e infraestrutura de apoio da região de influência do Projeto Palmeirópolis.**



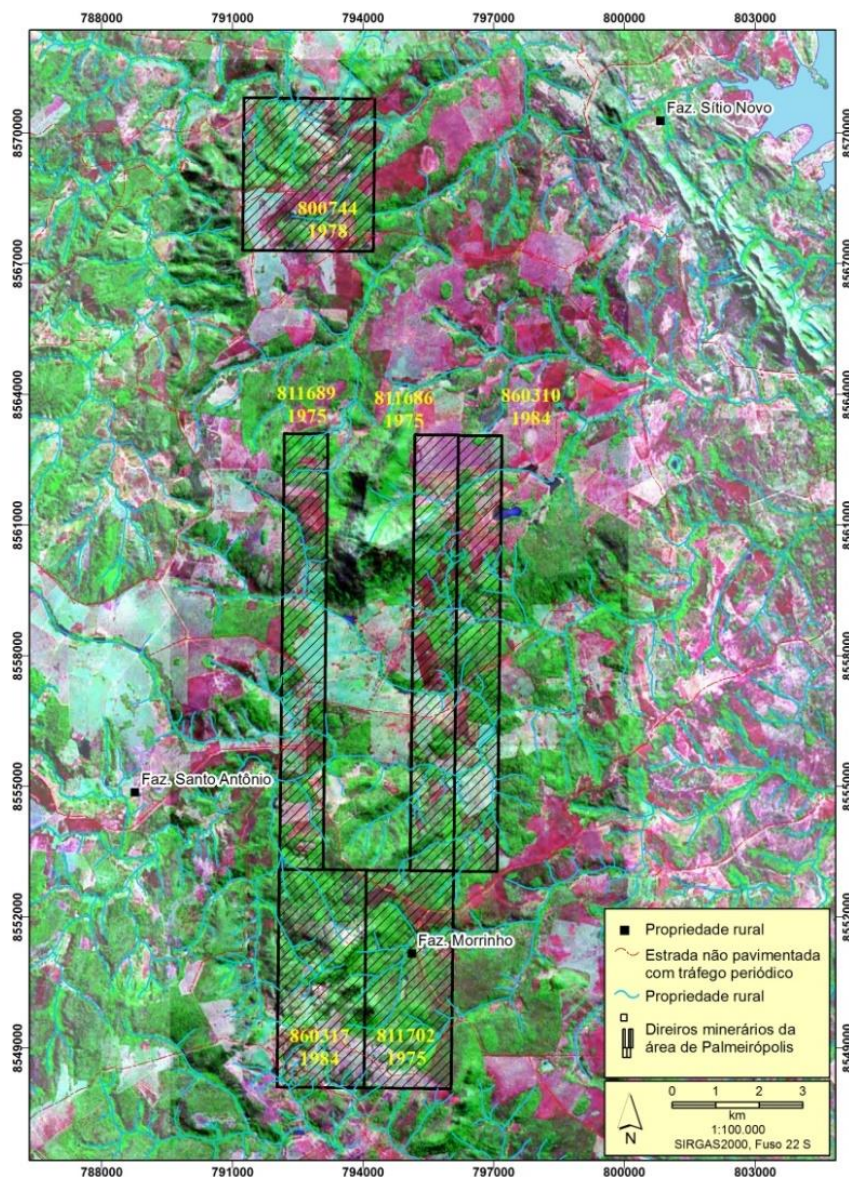
## 7.2. POLIGONAL REQUERIDA

O projeto é composto por seis áreas (Quadro 4) que se encontram com seus relatórios de pesquisa aprovados pelo DNPM, não havendo restrições (Figura 5).

**Quadro 4 – Situação legal dos direitos minerários da CPRM no projeto Palmeirópolis junto ao DNPM**

Processo	Ano	Situação	Data de Aprovação (RFP)
800.744	1978	Aprovado	21.03.97
811.686	1975	Aprovado	17.01.97
811.689	1975	Aprovado	17.01.97
811.702	1975	Aprovado	17.01.97
860.310	1984	Aprovado	17.01.97
860.317	1984	Aprovado	17.01.97

**Figura 5 – Espacialização dos direitos minerários do projeto Palmeirópolis.**



### 7.3. CLIMA

O clima local é tropical semiúmido, com temperatura média anual variando entre 24 a 26°C, umidade relativa do ar de 70 a 75% e índice pluviométrico médio de 1.700 mm. Possui duas estações bem definidas, uma seca (maio-setembro) e outra chuvosa (outubro-abril).

### 7.4. VEGETAÇÃO

Na Região Hidrográfica do Tocantins-Araguaia estão presentes os biomas Floresta Amazônica, ao norte e noroeste, e Cerrado nas demais áreas. O desmatamento da região se intensificou a partir da década de 1970, com a construção de rodovias, hidrelétricas e expansão das atividades agropecuárias e de mineração. No município de Palmeirópolis, remanescentes da vegetação pristina de cerrado, embora raros, ainda são presentes. São observadas diferentes formações vegetais,

típicas do cerrado, como mata de galeria, mata seca e cerradão (formações de porte arbóreo, ou formações florestais), cerrado sentido restrito, com seus subtipos, e veredas (formações savânicas) e formações campestres, como o campo sujo de cerrado.

De modo geral, a cobertura vegetal original encontra-se muito descaracterizada em função de sua substituição por culturas agrícolas e ampla utilização como área de pastagem. Nas áreas de maior umidade ou em locais de solos mais ricos provenientes da alteração de rochas anfibolíticas, desenvolvem-se matas de grande porte (OLIVEIRA, 2000).

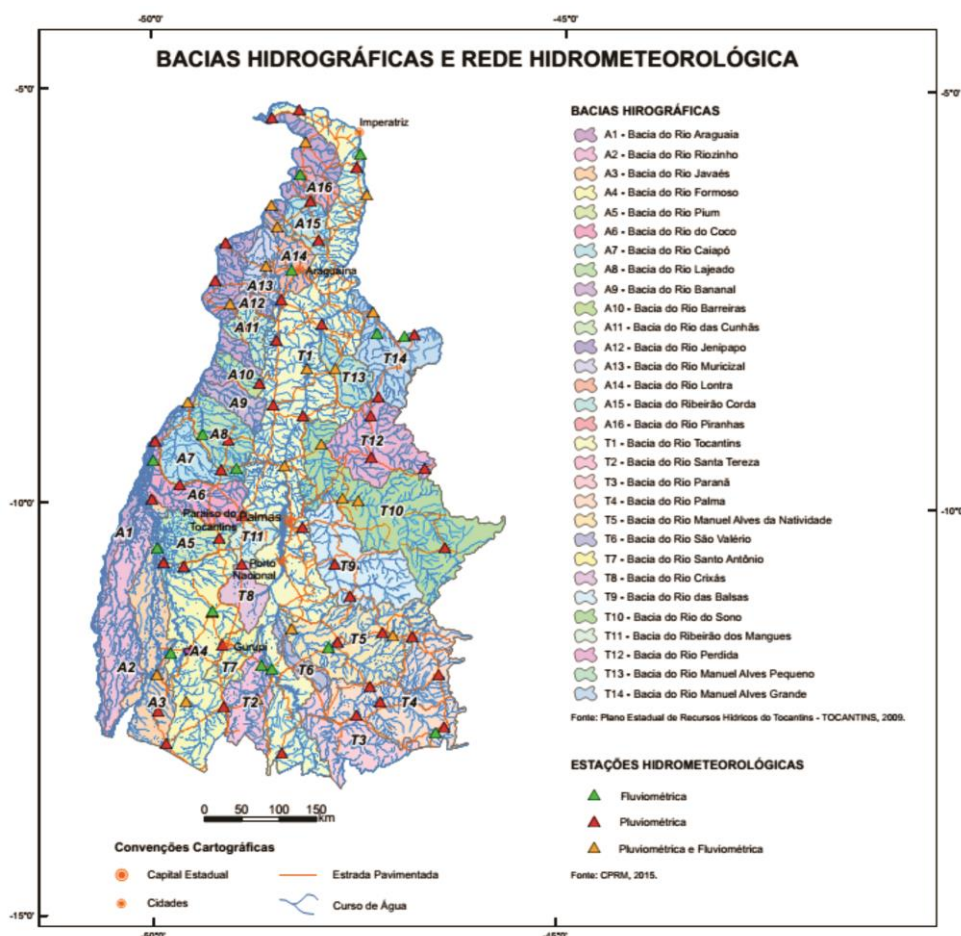
## 7.5. RECURSOS HÍDRICOS

O município de Palmeirópolis está situado na Bacia Hidrográfica do Rio Tocantins, em seu terço de montante (Figura 6).

Os afluentes do rio Tocantins que drenam as áreas da CPRM são o ribeirão Mutum e o córrego Mucambinho, que apresentam boa qualidade em suas águas. Próximo à cidade de Palmeirópolis, há uma estação pluviométrica (Figura 6).

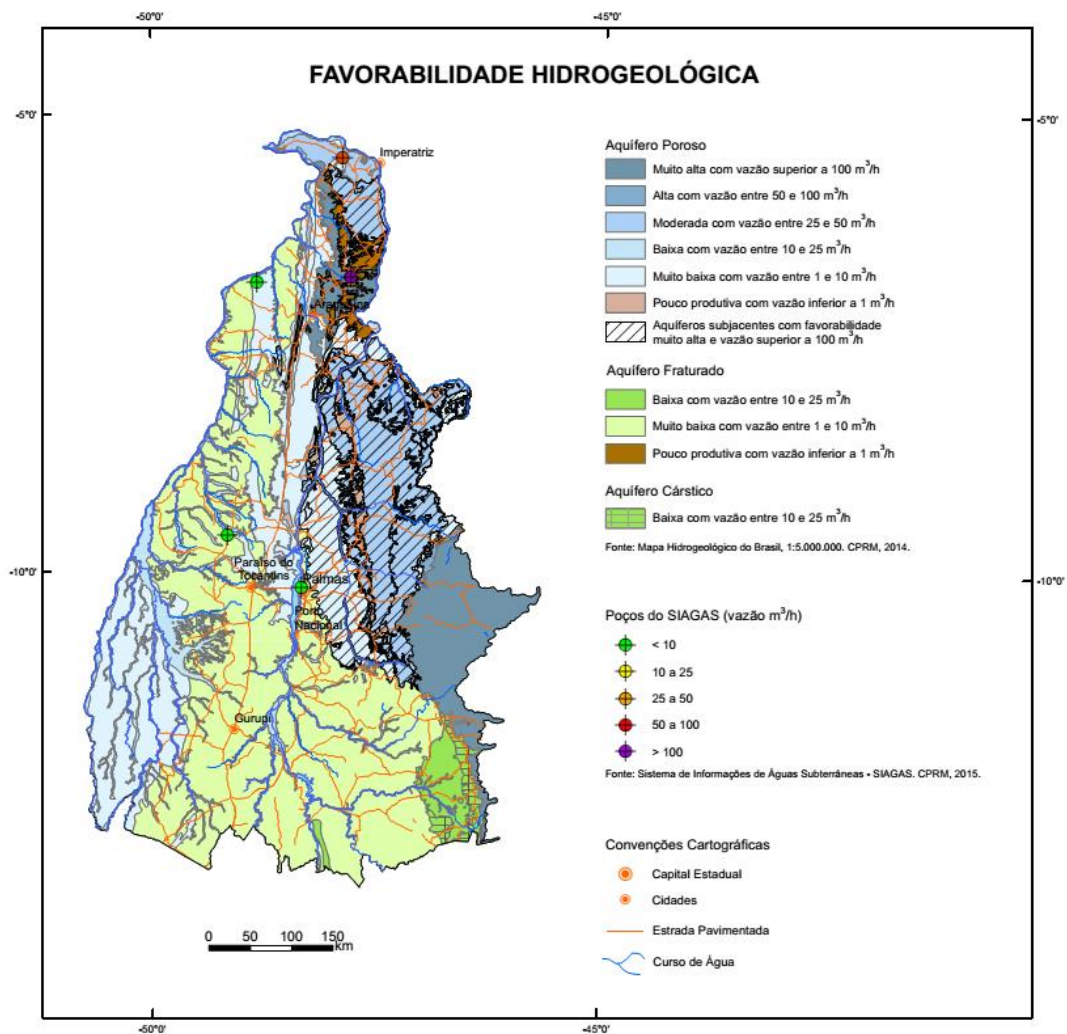
Quanto ao potencial de águas subterrâneas, as condições geológicas induzem à existência de aquíferos fraturados de baixa vazão (Figura 7). Existe apenas um poço cadastrado no município, em zona urbana, extraíndo, a 35 m de profundidade, uma vazão de 1,8 m<sup>3</sup>/h a partir de um aquífero freático (cascalho e areia) (Figura 8).

**Figura 6 – Bacias hidrográficas e rede hidrometeorológica do estado do Tocantins.**



Fonte: CPRM, 2006.

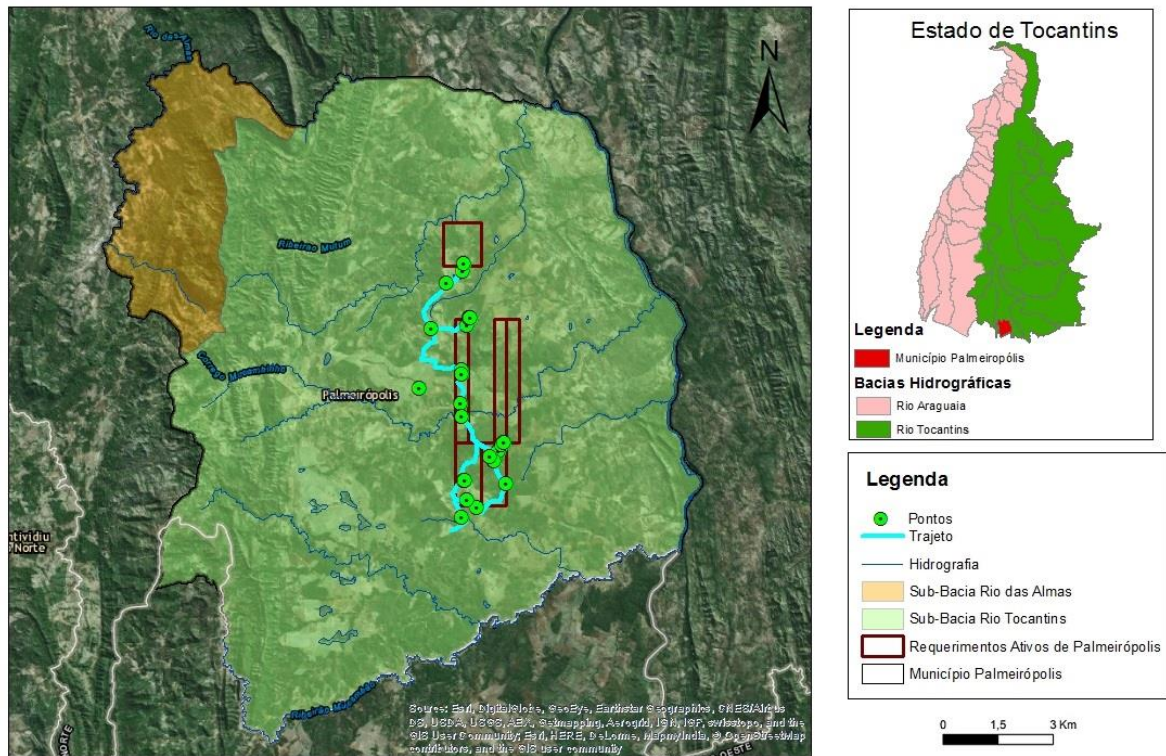
**Figura 7 – Mapa de favorabilidade hidrogeológica do estado do Tocantins.**



Fonte: CPRM, 2006.

**Figura 8** – Bacias hidrográficas inseridas nas áreas de alvará de pesquisa da CPRM.

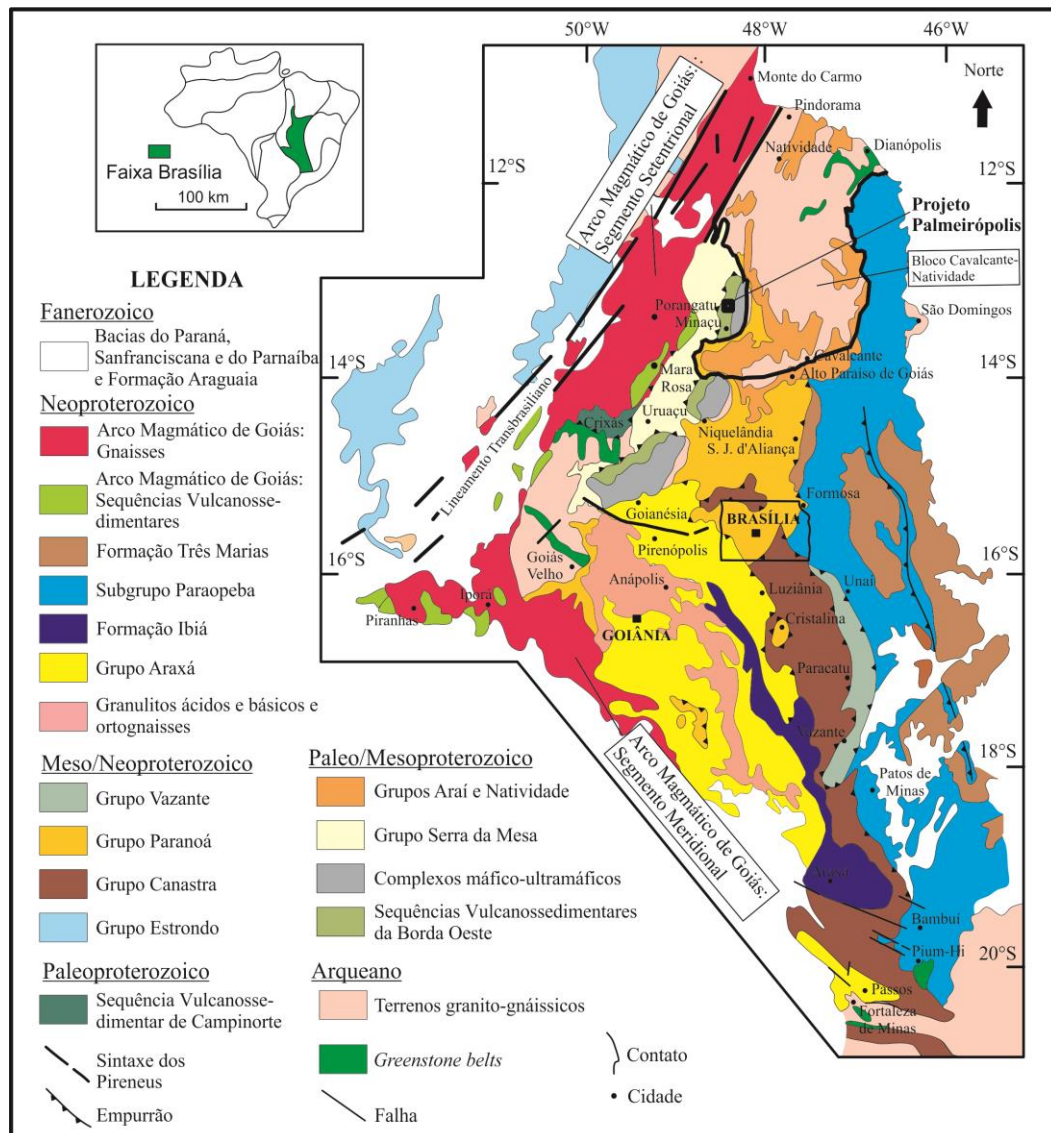
## Mapa de Sub-Bacias Hidrográficas do Município de Palmeirópolis



### 7.6. GEOLOGIA REGIONAL

Situada na porção centro-norte da Faixa Brasília, dentro da Província Tocantins, a Sequência Metavulcanossedimentar de Palmeirópolis (SMVSP) é uma unidade geológica com aproximadamente 2.500 km<sup>2</sup>, formando uma faixa descontínua que inclui as sequências metavulcanossedimentares Indianópolis e Juscelândia (ARAÚJO; FAWCETT; SCOTT, 1995). Tem seus limites mais representativos, a leste, com a suíte máfico-ultramáfica acamadada do Complexo de Cana Brava e com o Grupo Araí, marcado pela Falha do Rio Maranhão, e a oeste, com os metassedimentos do Grupo Serra da Mesa. A área encontra-se inserida geotectonicamente na Faixa Brasília, entre os crátons Amazonas e do São Francisco (Figura 9).

**Figura 9 – Mapa geológico regional da faixa Brasília.**



Fonte: Modificado de MARINI et al., 1974 apud DARDENNE, 2000.

### 7.6.1. Província Tocantins

A Província Estrutural do Tocantins (ALMEIDA et al., 1977), estabelecida na região centro-oeste do Brasil, abrange os estados de Goiás e Tocantins e o Distrito Federal, e as porções meridionais dos estados de Pará e Mato Grosso e oeste de Mato Grosso do Sul e de Minas Gerais. Constitui um sistema de orógenos brasileiros caracterizado por três cinturões dobrados – faixas Brasília, Araguaia e Paraguai –, formados em decorrência da convergência e colisão dos crátons Amazônico, a oeste, do São Francisco, a leste, e Paranapanema, a sudoeste. Esses orógenos são entidades de significância na província, por sua importância geotectônica e metalogenética na estruturação e evolução do Escudo Brasileiro (PIMENTEL; FUCK; GIOIA, 2000; PIMENTEL; JOST; FUCK, 2004).

Fuck et al. (1993), Fuck (1994), Dardenne (2000) e Pimentel, Jost e Fuck (2004) dividiram a Província Tocantins nas seguintes unidades tectônicas: Zona Cratônica e Maciço de Goiás; Faixa Brasília, com suas Zonas Interna e Externa; Arco Magmático de Goiás; e Faixa Paraguai-Araguaia. Nessa proposta, individualizaram o Maciço de Goiás como um microcontinente envolvido nos processos colisionais brasileiros e destacaram deste uma faixa de acreção crustal neoproterozoica denominada Arco Magmático de Goiás (PIMENTEL et al., 1991; PIMENTEL e FUCK, 1992).

Compondo o contexto geotectônico e tido como o embasamento subjacente ao domínio externo da Faixa Brasília, ocorre um fragmento crustal informalmente chamado de Bloco Cavalcante-Natividade (FUCK et al., 2014).

Para melhor entendimento, essas entidades geológicas serão apresentadas de acordo com sua área de ocorrência, de leste para oeste.

#### 7.6.1.1. Bloco Cavalcante-Natividade

O Bloco Cavalcante-Natividade (FUCK et al., 2014) é um núcleo paleoproterozoico exposto na região leste da área. Representa uma extensão do Cráton do São Francisco e é considerado o embasamento da Faixa Brasília setentrional envolvido e deformado na orogenia brasileira. É constituído por associações de terrenos tipo TTG e greenstone belts, gnaisses orto- e paraderivados, granitos peraluminosos sin- a pós-colisionais e rochas supracrustais gnaissificadas, incluindo metavulcânicas e metassedimentares meso- a neoproterozoicas. A idade do magmatismo varia entre 2.3, 2.2 e 2.15 Ga e sugere geração de diferentes fragmentos de crosta continental juvenil, com retrabalhamento no Paleoproterozoico (FUCK et al., 2014).

Determinação U-Pb em zircão de tonalitos e granodioritos gnáissicos do Bloco Cavalcante-Natividade, a leste do Lineamento Transbrasiliiano (LTB), indicam idade de cristalização de 2142±11 Ma (FRASCA et al., 2015).

#### 7.6.1.2. Faixa Brasília

Almeida (1967, 1968, 1981), Almeida, Hasui e Brito-Neves (1976), Almeida et al. (1977) e Hasui e Almeida (1970) procederam às primeiras sugestões de compartimentação geotectônica e aos primeiros estudos geocronológicos baseados em métodos Rb-Sr e K-Ar de grande abrangência na Província Tocantins.

Os estudos desenvolvidos por esses autores permitiram as primeiras definições referentes à Faixa Brasília, quais sejam: (i) a Faixa Brasília é composta por várias unidades de rochas metassedimentares depositadas e deformadas na borda oeste do Cráton do São Francisco; (ii) o metamorfismo e a deformação são progressivos e mais enérgicos em direção a oeste; (iii) idades K-Ar confirmavam a importância do evento termal neoproterozoico, mas também sugeriam com constância rochas mais antigas recicladas no Evento Brasileiro; (iv) grandes terrenos gnáissicos e granulíticos, expostos especialmente em suas porções centro, oeste e norte, constituiriam o embasamento antigo das sequências supracrustais da faixa, compreendendo o denominado Maciço Mediano de Goiás (ALMEIDA; HASUI; BRITO-NEVES, 1976; MARINI et al., 1984).

A arquitetura da Faixa Brasília compreende os seguintes compartimentos envolvidos na orogenia brasileira: (i) terrenos granito-greenstone; (ii) cinturões paleoproterozoicos; (iii) bacia intracontinental – rifte intracontinental paleo-mesoproterozoico; (iv) sequência pós-rifte; (v) bacia oceânica mesoproterozoica; (vi) Arco Magmático de Goiás; (vii) bacia marginal de arco; (viii) raiz de arco magmático; (ix) bacia de margem passiva; (x) bacia de antepaís (MOREIRA et al., 2008).

Baseando-se em dados referentes à intensidade de deformação e à polaridade dos eventos metamórficos, diversos autores (COSTA E ANGEIRAS, 1971; DARDENNE, 1978; FUCK, 1994; FUCK et al., 1987, 1994; LACERDA FILHO et al., 1999; MARINI, 1981, citados por MOREIRA et al., 2008) distinguiram dois domínios principais na Faixa Brasília, aos quais denominaram Zona Externa e Zona Interna. A região compreendida pela Zona Externa é um cinturão de dobramentos com vergência para o Cráton do São Francisco, consistindo em depósitos sedimentares de margem passiva metamorfizados em fácies xisto-verde.

Fuck et al. (2006) subdivide a zona interna em três porções, representadas por: núcleo metamórfico do Complexo Anápolis-Itaçu, rochas do Maciço de Goiás e crosta juvenil do Arco Magmático de Goiás.

#### 7.6.1.3. Maciço de Goiás

O Maciço de Goiás é uma fração continental, um bloco alóctone, que colidiu com a margem ocidental sanfranciscana no Neoproterozoico, que apresenta evolução crustal marcadamente longa e complexa. É composto por seis complexos de ortogneisses e cinco greenstone belts metamorfizados em baixo grau, com idades arqueanas e paleoproterozoicas. Em sua parte norte afloram os complexos Hidrolina, Moqué, Caiamar e Anta, os quais alojam os greenstone belts de Crixás, Pilar de Goiás e Guarinos. Ao sul estão os complexos de Caiçara e Uvá e os greenstone belts Serra de Santa Rita e Faina.

Dados recentes de Jost et al. (2010, 2013) indicam ser o Maciço de Goiás uma parte exótica e alóctone que foi amalgamada à província durante os estágios finais da orogenia brasileira. Segundo esses autores, as rochas mais antigas do Maciço de Goiás são tonalitos, granodioritos e dioritos polideformados, que apresentam idade de cristalização de 3040 Ma a 2930 Ma. As rochas mais novas, por sua vez, são tonalitos, monzogranitos e granodioritos tabulares formados entre 2876 e 2846 Ma. As duas idades demonstram a existência de duas fases magmáticas e, possivelmente, a existência de segmentos crustais independentes.

Um importante retrabalhamento dessas rochas durante o Paleoproterozoico (ca. 2,2-2,0 Ga) produziu magmatismo granítico e sequências supracrustais. Na parte norte do Maciço de Goiás, sucessões metavulcanossedimentares (Juscelândia, Palmeirópolis e Indaianópolis) de alto grau metamórfico mostram rochas metavulcânicas bimodais com características geoquímicas anorogênicas, datadas em 1,3-1,25 Ga e em 0,79 Ga (DELLA GIUSTINA; OLIVEIRA; PIMENTEL, 2009; FERREIRA FILHO et al., 2010; PIMENTEL et al., 2003).

As sequências de rochas supracrustais de Juscelândia, Palmeirópolis e Indaianópolis recobrem, tectonicamente, na ordem, os volumosos complexos máfico-ultramáficos diferenciados de Cana Brava, Barro Alto e Niquelândia, todos metamorfizados em fácies granulito. Esses complexos, formados a partir da cristalização de câmaras magmáticas básicas, são marcados por controvérsias quanto à idade de cristalização. Recentemente, datações U-Pb SHRIMP em zircão (PIMENTEL et al., 2003) forneceram idades de cristalização em 797 Ma e de metamorfismo granulítico em torno de 770-750 Ma, as últimas confirmando as datações U-Pb (zircão) obtidas por Ferreira Filho et al. (1994). O metamorfismo granulítico de 770-750 Ma é indicativo de evento orogênico precoce do Neoproterozoico, parcialmente preservado no Maciço de Goiás, porém geralmente obliterado pelos eventos metamórficos principais ocorridos entre 650-600 Ma, relacionados aos episódios colisionais que estruturaram toda a Faixa Brasília.

O evento magmático ocorrido em 1,25 Ga, que teria originado as rochas vulcânicas bimodais (Sequência Metavulcanossedimentar de Palmeirópolis e correlatas), seria responsável também pelas intrusões máficas acamadadas do tipo serra dos Borges e serra da Malacacheta. Dados geoquímicos das rochas vulcânicas máficas dessas sequências indicam composições semelhantes a MORB, sugerindo ambiente tectônico de rifte continental, que teria culminado na abertura de uma bacia oceânica. As grandes intrusões acamadadas, situadas junto às sequências metavulcanossedimentares, são formadas, principalmente, por cumulos de olivina mais plagioclásio, com troctolitos abundantes e leucotroctolitos, associados a olivina-gabros, gabros, anortositos e piroxenitos (FERREIRA FILHO et al., 2010).

Dentre esses complexos, Cana Brava, situado a leste da Sequência Metavulcanossedimentar de Palmeirópolis, encontra-se disposto segundo direção N-S e próximo à Falha do Rio Maranhão. Formado basicamente por rochas máfico-ultramáficas com texturas protomiloníticas até ultramiloníticas, o complexo encontra-se deformado com intensidade crescente em direção à sua porção basal, sendo o metamorfismo na fácies granulito (LIMA, 1997). As rochas que formam o complexo podem ser subdivididas em três zonas:

- Máfica inferior: Formada por metagabronoritos, com metanoritos subordinados e eventuais intercalações de metapiroxenito e olivina-metagabro-norito coronítico.
- Ultramáfica: Composta por repetições de camadas de metaperidotito e piroxenito sobrepostas por websterito.
- Máfica superior: Predomínio de camadas de metagabro-noritos, metanoritos e olivina-metagabro-noritos melanocráticos com intercalações de piroxenito (metawebsteritos).

feldspáticos e olivina-metawebsteritos) e intrusões de norito e quartzonorito (MOREIRA et al., 2008).

A evolução magmática do Complexo de Cana Brava, segundo Girardi e Kurat (1982) e Correia (1994), ocorreu pela cristalização de um único pulso de magma em um sistema fechado. Entretanto, Lima (1997) reconhece a presença de unidades cíclicas compostas pela injeção de vários pulsos magmáticos representando um sistema aberto.

Constituindo a maior parte da porção oeste do Maciço de Goiás, encontram-se ainda as rochas do Grupo Serra da Mesa, composto por rochas metassedimentares, com ocorrência desde o norte do estado de Goiás até o estado do Tocantins. Moreira et al. (2008) dividem esse grupo em duas unidades: A, basal, composta por quartzitos, e B, de topo, metapsamo-pelítica.

A idade do Grupo Serra da Mesa é presumida como meso-neoproterozoica, sendo que sua atribuição ao Mesoproterozoico deve-se à intrusão de rochas alcalinas do Peixe, com idade U-Pb em zircão de  $1503 \pm 5$  Ma (KITAJIMA, 2002).

#### 7.6.1.4. Arco Magmático de Goiás

O Arco Magmático de Goiás (PIMENTEL et al., 2000; PIMENTEL; FUCK, 1992; PIMENTEL; FUCK; GIOIA, 1998; PIMENTEL; FUCK; SILVA, 1996) se estende desde a região de Arenópolis e Bom Jardim de Goiás (GO) até Silvanópolis (TO), onde é recoberto por rochas sedimentares da Bacia do Parnaíba, ocupando a porção mais ocidental da Faixa Brasília, e limitado a noroeste pelo Lineamento Transbrasiliano. Representa o testemunho de uma crosta juvenil que registra a abertura e o fechamento de um grande domínio oceânico entre os paleocontinentes Amazônico e São Francisco-Congo, no período entre 900 a 550 Ma.

O Arco Magmático de Goiás é dividido em arco meridional e setentrional. A porção norte, denominada Arco de Mara Rosa, compreende um arco de ilha juvenil de idade 900-800 Ma (LAUX et al., 2005; PIMENTEL; FUCK, 1992) e um arco continental mais jovem, chamado de Arco de Santa Terezinha de Goiás, com sequências metavulcanossedimentares com idade entre 670-630 Ma (FUCK et al., 2002, 2006; JUNGES; PIMENTEL; MORAES, 2002). O fragmento de arco de ilha chamado Mara Rosa corresponde a tonalitos e granodioritos gnáissicos calcialcalinos, depletados em LILE e HFSE, com idades de cristalização U-Pb entre  $848 \pm 4$  Ma a  $810 \pm 4$  Ma, TDM entre 1480 e 910 Ma e  $\epsilon\text{Nd}(T_{840})$  com valores de +1.56 a +5.14, sugerindo fontes juvenis (FRASCA et al., 2015). O arco continental mais jovem, com idade entre 670-630 Ma (Arco de Santa Terezinha de Goiás), envolve um compartimento mais recente, com idades U-Pb em zircão entre 590 e 540 Ma, onde ocorrem rochas que intrudem e reciclam as unidades mais antigas.

O Arco de Mara Rosa possui unidades toleíticas e calcialcalinas com razões isotópicas  $\text{Sr}^{87}/\text{Sr}^{86}$  iniciais baixas e valores  $\epsilon\text{Nd}$  positivos, com idade modelo TDM principalmente entre 0,8 e 1,1 Ga (LAUX et al., 2005). As associações de arco mais novas têm valores  $\epsilon\text{Nd}(T)$  entre +2,8 e -15,1, sendo a maioria das rochas com  $\epsilon\text{Nd}$  negativo, levando Laux et al. (2005) a concluir por provável formação em margem continental ativa no final da orogenia brasileira e envolvimento de crosta continental mais antiga nesse evento.

A predominância de composição calcialcalina dessas rochas magmáticas indica a ação de contínuos processos relacionados à subducção. Acrescentam Dantas et al. (2007) que, na região setentrional do arco, as rochas plutônicas são peraluminosas, mas com assinatura isotópica de material juvenil relacionado à evolução de arcos. Citam idades modelo TDM variando entre 1,5 a 1,2 Ga. Contudo, maior participação de material derivado de crosta continental antiga é misturada às rochas juvenis, refletindo idade modelo TDM entre 2,6 e 1,7 Ga. Apõem, ainda, a presença de rochas máficas e ultramáficas em faixas alongadas e deformadas interpretadas como restos de crosta oceânica estirada e colocada de forma descontínua ao longo do Lineamento Transbrasiliano.

Durante a evolução do Orógeno Brasília, em sua fase pré-colisional houve subducção de litosfera oceânica e desenvolvimento de rochas plutônicas de arcos de ilhas e cordilheiranos, associados a outros gnaisses representantes das sequências metavulcanossedimentares de Mara Rosa no setor setentrional. Já o estágio colisional arco-continente representa a maturidade química do arco, pois

apresenta LILE moderados a elevados, HFSE baixos a moderados, enriquecimento em ETRL e depleção em ETRP sem anomalia de Eu. Possuem fontes mistas e heterogêneas, parte de reciclagem crustal, partes juvenis, com TDM desde 2610 a 960 Ma, em média em torno de 1,2 Ga, e  $\epsilon\text{Nd}$  variando de -25,44 a +6,13. No estágio de arco maduro, em geral formado por granitoides evoluídos, apresenta padrões comuns ao arco continental pós-colisional. Há maior enriquecimento em HFSE e ETRL do que em LILE. As idades de cristalização são próximas a 545 Ma. Rochas básicas pós-orogênicas analisadas apresentam fontes crustais e juvenis e TDM entre 1490 e 820 Ma, com  $\epsilon\text{Nd}(\text{T530})$  variando de -1,11 a +4,26 (FRASCA et al., 2015). O Lineamento Transbrasiliiano, por sua vez, encerra em seu interior porções do embasamento e dos dois arcos magmáticos, todos submetidos a intensa deformação. Faixas granulíticas em zonas de transpressão e zonas de cisalhamento transcorrentes obliteram as suturas entre os blocos crustais, embaralhando e interrompendo unidades. Apresenta arquitetura assimétrica e de vergência dupla, semelhante a uma mega “pop-up”.

## 7.7. GEOLOGIA LOCAL

No contexto do Projeto Brasília-Goiás, Barbosa et al. (1969) citaram de forma regional a SMVSP, referindo-se à área a oeste do Complexo Máfico-Ultramáfico de Niquelândia com a ocorrência de xistos feldspáticos e quartizitos micáceos sobrepostos a anfibolitos. Dessa maneira, relacionando as rochas félsicas com o Grupo Araxá e as máficas como parte do Maciço de Cana Brava.

Na execução do Projeto Serra Dourada, Marini et al. (1977) reavaliaram os dados do Projeto Brasília-Goiás e associaram as rochas anteriormente tidas como Grupo Araxá às rochas do Grupo Serra da Mesa.

Ribeiro Filho e Teixeira (1981), em trabalho na porção oeste dos maciços de Cana Brava e Niquelândia, consideraram que esses complexos seriam áreas desmembradas de uma única sequência vulcanossedimentar, designando-a Sequência Vulcanossedimentar de Palmeirópolis. Entretanto, como Danni e Leonardos (1978) já a haviam denominado Sequência Vulcanossedimentar de Indaianópolis, a denominação de Ribeiro Filho e Teixeira (1981) passou a ser restrita à região de Palmeirópolis (ARAÚJO; NILSON, 1987).

No final da década de 1970, a CPRM realizou diversos trabalhos dentro da SVSP, que culminou em 30 áreas requeridas com teores significativos de cobre. Por meio desses trabalhos, Figueiredo, Leão Neto e Valente (1981) estabeleceram, informalmente, para a parte norte da sequência, três unidades: a) leste, composta predominantemente por pelitos; b) central, predominantemente vulcânica; c) oeste, com predomínio vulcânico terrígeno. A parte central foi tida como basal e as da borda, representando o topo da estratigrafia.

Posteriormente, Leão Neto e Ollivatti (1983) subdividiram a SMVSP em cinco unidades, com a unidade 1 representando a porção mais basal e a unidade 5, o topo. Em síntese, as unidades são compostas por:

- Unidade 1: vulcânica básica, formada por anfibolitos de granulação grossa, por vezes bandados e aspecto gabroico.
- Unidade 2: sedimentos vulcânicos e terrígenos (metagrauvacas, lapilli tufos e brechas vulcânicas) associados a sills ultrabásicos.
- Unidade 3: metavulcânicas básicas anfibolitizadas com metacherts e BIFs.
- Unidade 4: rochas de composição intermediária a ácida xistificadas.
- Unidade 5: sedimentos pelíticos aluminosos contendo sedimentação química.

Em estudo sobre a petrologia e as mineralizações da SMVSP, Araújo (1986) propõe ocorrências de sulfetos associadas às rochas metavulcânicas máficas pertencentes a uma imensa zona de rochas alteradas hidrotermalmente e caracteriza os corpos de minérios como de origem vulcanogênica.

Em relação ao metamorfismo, Araújo, Fawcett e Scott (1995), baseados em dados de química mineral e assembleias minerais, sugerem um evento metamórfico com temperaturas e pressão

estimadas em 550 a 625°C e 2 a 5,5 kbar, típicas de fácies anfibolito com evidências de retrometamorfismo a fácies xisto-verde. Entretanto, citam que não é possível o uso de outros marcadores de geotermobarometria, pois a composição não habitual dos minerais da zona de alteração é diferente do intervalo normal da maioria dos geotermobarômetros.

Datações realizadas em rochas dessa sequência, com o método Rb-Sr em rocha total, sugerem idades de homogeneização isotópica de  $1157 \pm 0,15$  Ma com algum retrabalhamento durante o Ciclo Brasileiro (GIRARDI et al., 1978).

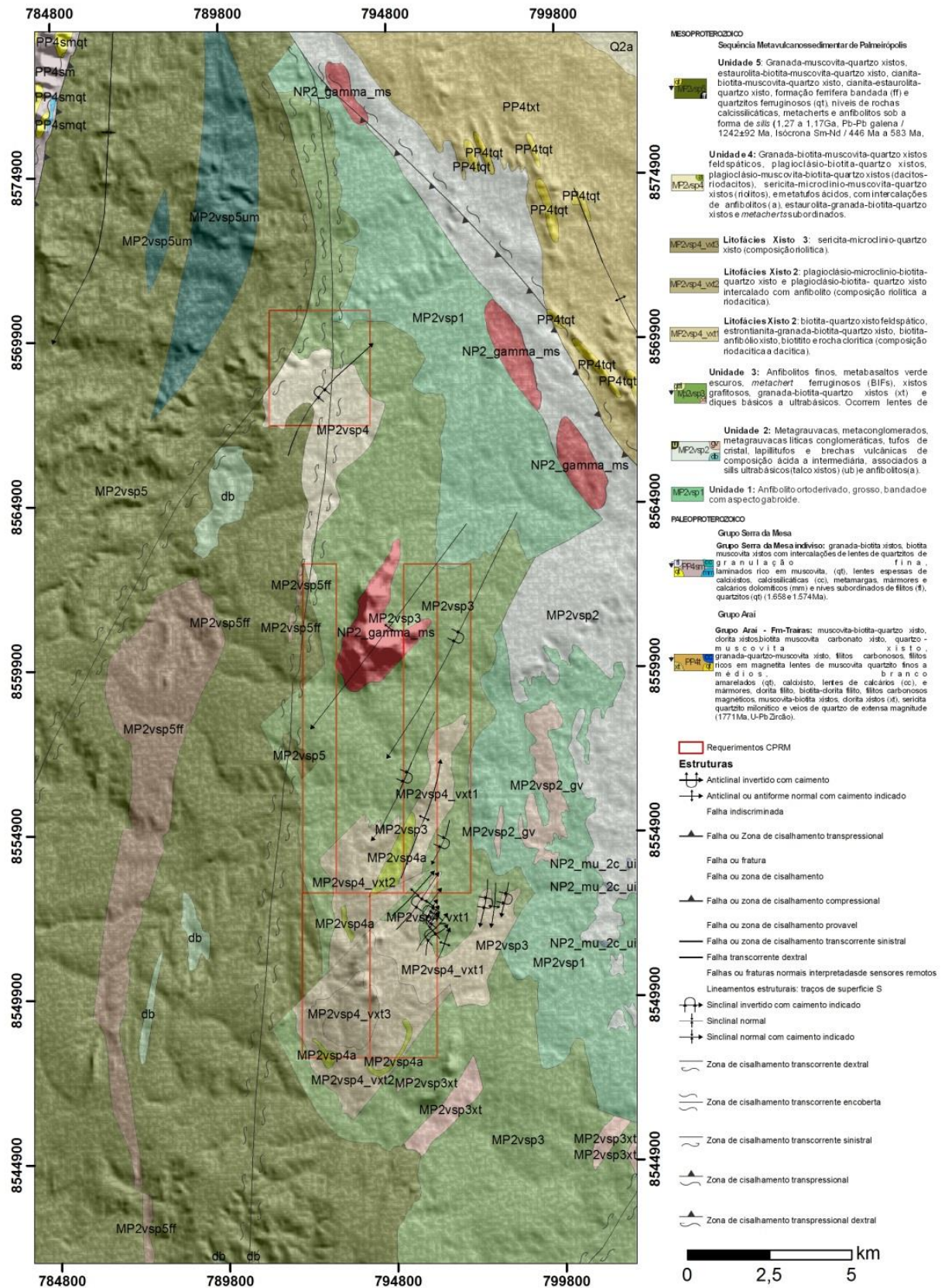
Dados isotópicos Pb-Pb oriundos de galenas contidas nos depósitos indicam idades entre 1270 a 1170 Ma. (ARAÚJO; FAWCETT; SCOTT, 1995). Já as idades K-Ar encontram-se no intervalo de 446 a 583 Ma, representando, possivelmente, o fechamento do orógeno brasileiro na Faixa Brasília (GIRARDI et al., 1978). Esses resultados, embora não sejam conclusivos, sugerem uma idade de 1300 Ma para a SMVSP.

#### **7.7.1. Unidades Geológicas**

Os alvos estão localizados na porção norte da SMVSP, cujas associações de rochas são divididas em unidades denominadas de acordo com sua posição dentro da sequência (Figura 10).

Segundo Figueiredo, Leão Neto e Valente (1981), a SMVSP, de modo geral, pode ser dividida, informalmente, em três unidades: Oeste, Central e Leste.

**Figura 10 – Mapa geológico local mostrando as subdivisões da SMVSP na área do projeto.**



Fonte: Modificado de FRASCA et al., 2015.

A Unidade de Oeste possui natureza pelítico-aluminosa composta por estaurolita-granada-mica-quartzo-xistos, apresentando textura porfiroblástica. Podem ocorrer intercalações de xistos a cianita e pelitos xistificados, grafita-xisto, quartzitos e níveis de rochas calcissilicáticas, além de diques e sills básicos (Figura 11).

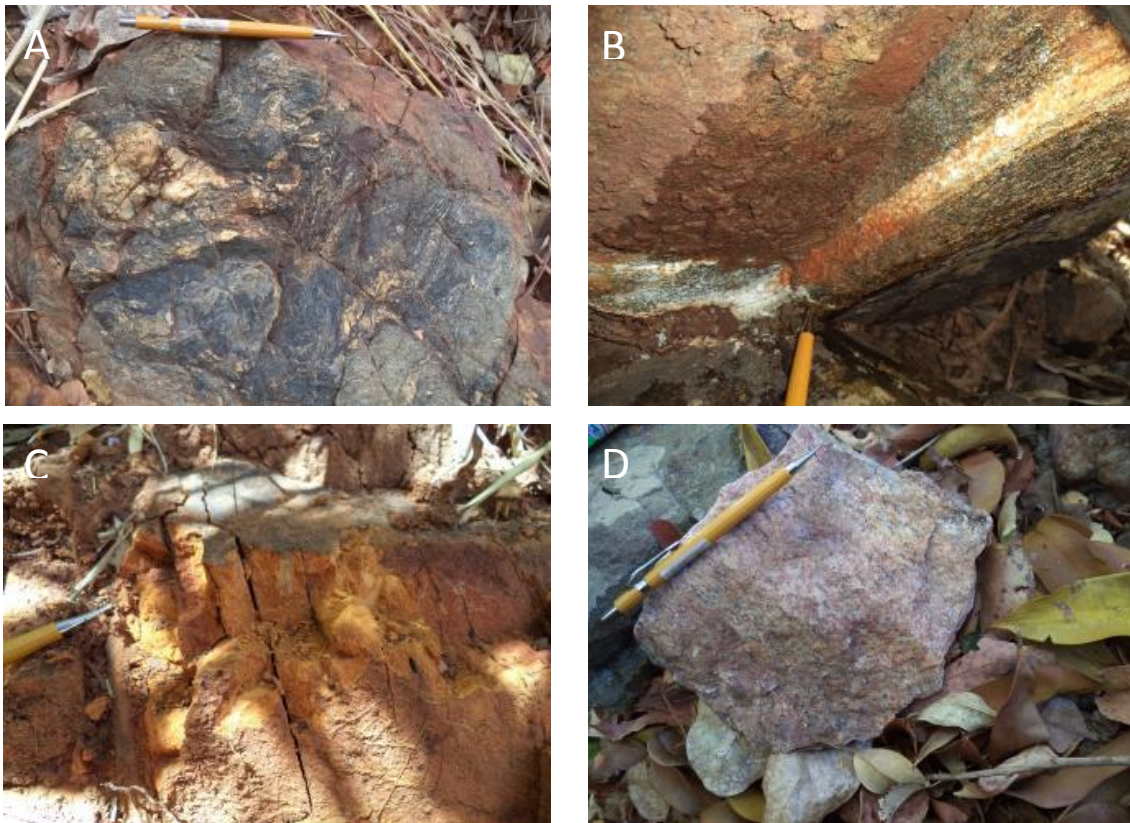
**Figura 11 – Metassedimentos da unidade de Oeste da SMVSP.**



Nota: A: perfil em corte de estrada; B e C: detalhe de pelitos xistificados.

A Unidade Central é a que possui relação direta com os quatro depósitos de sulfetos (Figura 12). É composta por rochas gabroicas sobrepostas por rochas anfibolíticas derivadas de basaltos toleíticos de fundo oceânico (MORB). No topo dessa unidade têm-se vulcanitos xistificados intercalados com anfibolitos. Intrudindo a unidade, tem-se o Granito Morro Solto, considerado sintectônico à SMVSP. Observam-se, ainda, com ocorrência restrita, formação ferrífera, sedimentos quartzosos (chert) e sílico-grafitosos intercalados (OLIVEIRA, 2000).

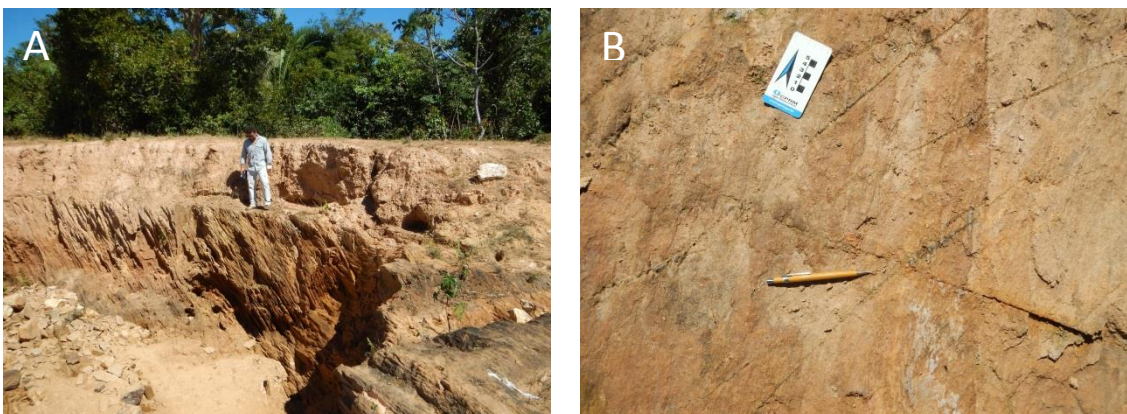
**Figura 12 – Rochas da unidade Central da SMVSP.**



Nota: A: metabasaltos toleíticos deformados; B: rocha com textura gabroica; C: anfibolito alterado; D: amostra de granito tipo Morro Solto.

A Unidade de Leste é constituída por metassedimentos imaturos (Figura 13) e metavulcânicos, essencialmente compostos por xistos heterogêneos com fragmentos líticos ou com textura porfiroblástica com intercalações de rochas anfibolitizadas.

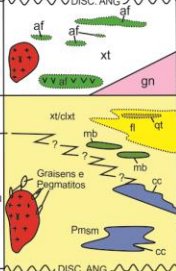
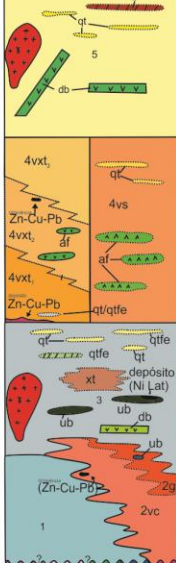

**Figura 13 – Metassedimentos da unidade de Leste da SMVSP.**



Nota: A: vista geral dos metassedimentos imaturos; B: detalhe dos fraturamentos.

Por meio de acordo de cooperação técnica estabelecido entre CPRM, DNPM e JICA/MMAJ, que teve como produto o relatório final publicado em 1989 (JICA/MMAJ, 1989), estabeleceu-se, a partir de mapeamentos de superfície e dados de subsuperfície, uma coluna estratigráfica com os litotipos presentes na região, bem como o tipo de metamorfismo sofrido e a metalogenia associada (Figura 14).

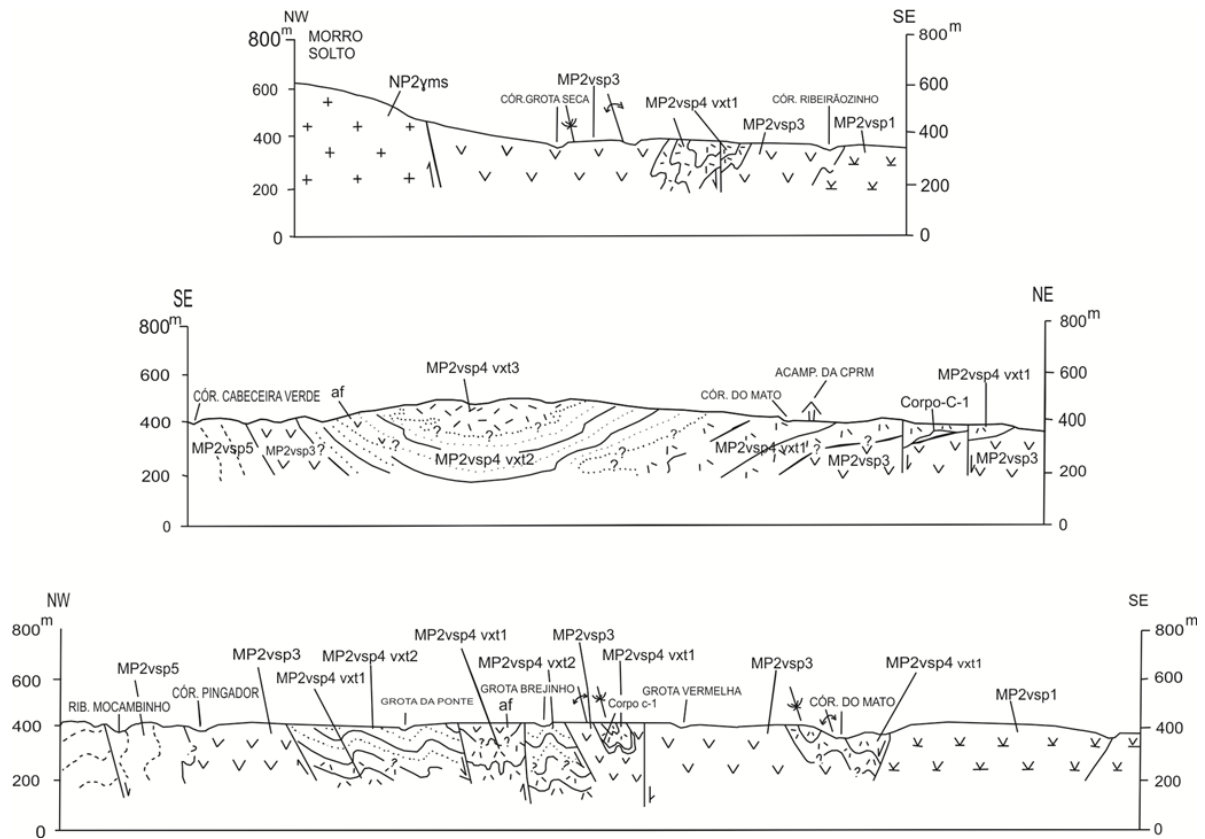
**Figura 14 – Coluna estratigráfica da sequência metavulcanossedimentar de Palmeirópolis.**

UNIDADE GEOTECTÔNICA	UNIDADE GEOLÓGICA	SIMBOLOGIA	EMPLIHAMENTO ESTRATIGRÁFICO	LITOLOGIA	LITOAMBIÊNCIA	METALOGENIA	FÁCIES METAMÓRFICA	CICLOS TECTONICO MAGMÉTICOS	IDADE GEOLOGICA
Cobertura Sedimentar Dobrada	Grupo Paranoá (DARDENNE, 1979)	Pspa	Pspa	UNIDADE FOTOINTERPRETADA: Litologias citadas na bibliografia: quartzitos, filitos calcíferos e grafíticos, calcoxistos, mármore calcíticos e dolomíticos e sericita-quartzitos.	Sedimentação característica das fácies distais (Plataform).	Calcário contendo ocorrências de Pb, Zn, Cu e Ag. Grafita em níveis xistosos irregulares Magnetita disseminada e bolsões de Mn supergênicos associados a filitos.	Xistos-Verdes	Brasiliano 550-700 Ma	PROTEROZOICO SUPERIOR 1100-570 Ma
Geossinclinal/Órgeno Eu Mioceno	Grupo Serra da Mesa (MARR, 1976) e unidade de baixo grau metamórfico de posicionamento e correlação duvidosos	ct Pm1 Pmsm		- granitos intrusivos qt - quartzitos granatíferos xt - qzo-mv xistos, qzo-sc xistos, bt-mv xistos, gd-mv xistos, calcoxistos e cl-mv-qzo xistos af - intrusões básicas anfibolitizadas, tipo Morro da Bota gn - gnaissos bandados (embasamento ?) qt - sericita quartzitos magnéticos fi - filitos cinza, localmente magnéticos xt - qzo-cl xistos, cl-qzo xistos com leitos de quartzitos friáveis e grafita xistos mb - rochas básicas retrometamorfizadas em xistos magnesianos cc - mármore calcíticos, tipo fazenda Bom Jardim clxt - clorita xistos e quartzitos foliados UNIDADE FOTOINTERPRETADA: - granitos sintectônicos da Serra Dourada e Serra da Mesa. Pmsm - Litol. cit. na bibl.: xistos grafíticos, mv-qzo xistos, gd-mv-qzo xistos, bt-mv-qzo xistos e quartzitos puros a micáceos e calcários (cc).	Regime cataclástico que envolveu, provavelmente, rochas do embasamento e órgeno.  Sedimentação em provável ambiente de transição entre as fácies proximais e distais com manifestações vulcânicas subordinadas. Durante a orogênese do Grupo Serra da Mesa deu-se a intrusão dos granitos potássicos/calco-alcalinos, estaníferos. Persiste a dúvida se a ascensão desses granitos foi em estado sólido ou não.	Favorabilidade para a presença de Sn e bens minerais ligados a pegmatitos, dentro e ao redor dos corpos graníticos.  Calcário e grafita em corpos irregulares, descontínuos. Magnetita disseminada nos filitos.  Barita, calcário e grafita. Bens minerais ligados a gnaissos e pegmatito: Sn, F, Ta, Nb, berilo, turmalina e muscovita.	Anfibolito Baixo a Xistos-Verdes Alto	Uruaçuano 900-1300 Ma	PROTEROZOICO MÉDIO 1900-1100 Ma
Cinturão Metamórfico Vulcanossedimentar, Ensimático Faixa Minaçu - Palmeirópolis	Sequência Vulcanossedimentar de Palmeirópolis (RIBEIRO FILHO e TEIXEIRA, 1981)	Pip		- granito intrusivo sintectônico do Filo 5 - est-bt-mv-qzo xistos, cl-bt-mv-qzo xistos, gd-mv-qzo xistos, ci-est-mv-qzo xistos contendo 'sills' e diques básicos (db), formação ferrífera bandada (ff) e quartzitos, (qt) às vezes ferruginosos e/ou grafíticos. 4vxt <sub>1</sub> - sc-mc-qzo xistos (composição riolítica) 4vxt <sub>2</sub> - pl-mc-bt-qzo xistos e pl-bt-qzo xistos, com intrínsecas intercalações de anfibolitos (af); composição riolítica e riocácica 4vxt <sub>3</sub> - bt-qzo xistos, feldspáticos, est-gd-bt-qzo xistos, bt-anf. xistos, biotíticos e cloríticos (composição dacítica a riocácica) com sedimentação química associada. 4vs - gd-bt-mv-qzo xistos feldspáticos, micaxistos, portadores de cianita e metatufos ácidos, com níveis de quartzitos (qt) e anfibolitos (af) 3 - Metavulcânicas básicas anfibolitizadas: rochas escuras, de granulção fina, à base de plagioclásio e hornblenda, localmente, enriquecidas em biotita, granada ou segregações carbonáticas. É comum a presença de níveis descontínuos de quartzitos puros (qt) ou ferruginosos (qtfe) e de gd-bt-mv-qzo xistos (xt), além de diques básicos (db) e ultrabásicos (ub). 2gv - Metagrauvas, metagrauvas líticas e metaconglomerados com pequenos 'sills' ultrabásicos 2vc - Tufos de cristal, lapilítufos e brechas vulcânicas, xistificados, de composição ácida a intermediária, associados a sedimentos grauvaquianos. 1 - Anfibolito ortoderivado, grosseiro, bandado, com aspecto gabroico	Sedimentação pelítica aluminosa final da sequência, acompanhada por precipitações químicas (cherts e formações ferríferas).  Conjunto vulcanossedimentar que se seguiu ao período de vulcanismo essencialmente básico da bacia: vulcanismo fissural e de 'neck' (?), ácido a intermediário, favorável à concentração de metais-base e ouro além de vulcanoclásticas finas e de sedimentação pelítica e precipitações químicas associadas.  Vulcanismo fissural básico, inicial da bacia, acompanhado de vulcanoclásticas grosseiras, contendo brechas e bombas vulcânicas, além de deposição de sedimentos grauvaquianos. O pacote foi cortado por intrusões ácidas (Granito Morro Solto), básicas e ultrabásicas. Trata-se de um ambiente altamente favorável à concentração de Au, Cu, Pb, Zn, Ni e Cr	Fe, nas formações ferríferas e cianita, associada a quartzo em zonas de falhas.  Depósitos de sulfeto maciços e disseminados de Zn, Cu e Pb, do tipo 'STRATABOUND', de origem vulcanogênica (corpos C-1 e C-2 e a ocorrência da fazenda Cabeceira Verde, da CPRM).  Ocorrências de pequenos níveis maciços de sulfetos de Zn, Cu e Pb, de origem vulcanogênica, detectados em furos de sonda, pela Billiton Metais. Depósitos de Ni laterítico, supergênico concentrado sobre 'sill' ultrabásico, pertencente a Billiton Metais.	Anfibolito Médio a Alto	Transamazônico 1900-2100 Ma	PROTEROZOICO INFERIOR 2600-1900 Ma
Complexos Básico-Ultrabásicos Mucio Básico-Ultrabásico de Canabrava		Acb		mg - metagabros, metanoritos e metagabronitos sp - serpentinitos px - piroxenitos mb - rochas básicas e ultrabásicas retrometamorfizadas: epidoto-anfibolito e xistos magnesianos (tremolita xistos, clorita-talco, xistos, etc.)	Cinturão de grandes complexos polifásicos, básico-ultrabásicos diferenciados, originados a partir de magmas basálticos, picríticos, intrusivos em rochas crustais granulíticas.	Mineralização de amianto crisotila (ct), tipo 'STOCK WORK' em serpentinito, explorado pela SAMA.	Granulito	Jequié 2600-2800 Ma	ARQUEANO 2600 Ma

Fonte: Modificado de JICA/MMAJ, 1989.

Baseados em descrições anteriores, utilizaram-se na elaboração deste trabalho a divisão proposta por Leão Neto e Ollivatti (1983) e as siglas adotadas em "Geologia do estado de Goiás e do Distrito Federal" (MOREIRA et al., 2008). As relações dessas litologias podem ser vistas nos perfis da Figura 15.

**Figura 15 – Perfis esquemáticos da região da SMVSP.**



Fonte: Modificado de JICA/MMAJ, 1989.

A Unidade 1 (MP2vsp1) representa a base da sequência. É constituída por anfibolito grosso de aspecto gabroico e ocorre, principalmente, na porção centro-leste da sequência.

A Unidade 2 (MP2vsp2) encontra-se em contato com as rochas da Unidade 1 e é composta por metagrauvacas, metagrauvacas líticas e conglomeráticas, tufos de cristal, lapilli tufos e brechas vulcânicas xistificadas de composição ácida a intermediária e anfibolitos (MP2vsp2a), além de ocorrências de metaconglomerados e sills ultrabásicos e talco-xistos (MP2vsp2ub). A maior parte dessa unidade situa-se na porção leste da sequência e faz contato com as unidades do Grupo Araí.

A Unidade 3 (MP2vsp3) é predominantemente composta por metavulcânicas básicas anfibolitizadas de granulometria fina, rica em biotita, granada e segregações de carbonato. São foliadas e de coloração verde-escura (FRASCA et al., 2015). São comuns níveis descontínuos de metacherts, por vezes ferruginosos (formação ferrífera – MP2vsp3ff), granada-biotita-muscovita-quartzo-xisto, xisto grafitoso e diques básicos e ultrabásicos.

Dados petroquímicos oriundos dos anfibolitos sugerem tratar-se de metavulcânicas toleíticas de cadeia meso-oceânica (ARAÚJO, 1986; ARAÚJO; NILSON, 1987).

A Unidade 3 tem sua área de ocorrência na porção centro-oeste, dentro da sequência e em contato com as unidades 2 e 5.

A Unidade 4 (MP2vsp4) é composta por granada-biotita-muscovita-quartzo-xistos feldspáticos, plagioclásio-biotita-quartzo-xistos, plagioclásio-muscovita-biotita-quartzo-xistos (dacitos-riodacitos), sericita-microlínio-muscovita-quartzo-xistos (riolitos) e metatufos ácidos com intercalações de anfibolito, estaurólita-granada-biotita-quartzo-xisto e metachert. Apresenta-se como um conjunto predominantemente vulcânico, após o estágio essencialmente básico da bacia. Possui características de vulcanismo fissural e de neck, variando de intermediário a ácido com rochas metavulcânicas anfibolitizadas (MP2vsp4a) na base e metarriolitos no topo.

Essa unidade encontra-se, em sua maior parte, circundada pela Unidade 3 e é possivelmente na interface rocha básica/rocha ácida dessa unidade que estão contidos os depósitos de Zn, Cu e Pb, além de Ag e Cd associados.

A Unidade 5 (MP2svp5) está no topo da sequência e é formada por metapelitos aluminosos intercalados por rochas calcissiliciclásticas, formações ferríferas, filitos grafitosos e metacherts. Os metapelitos são basicamente xistos quartzosos com muscovita, granada, biotita, cianita e estauroлита, que constituem porfiroblastos com dimensões até centimétricas. Ocorrências de anfibolitos (MP2svp5a) em forma de lentes são comuns.

Ocupa, proporcionalmente, a maior área entre as unidades, ocorrendo na porção oeste da sequência. Encontra-se em contato direto com as rochas do Grupo Serra da Mesa.

O Granito tipo Morro Solto (MPyms) é formado por corpos elipsoidais de granitos alcalinos que intrudem a SMVSP, principalmente as unidades 2, 3 e 4, com destaque para a porção homônima no centro da sequência e próxima aos depósitos de sulfetados. De acordo com Moreira et al. (2008), são rochas de coloração cinza-claro a esbranquiçadas, de granulação variando entre média e grossa e com bordas apresentando aspecto gnáissico. Possui composição com porcentagens entre albita/oligoclásio, microclínio, quartzo e hornblenda sódica. Diques de aplitos são comuns nas zonas com as encaixantes.

Dados de Rb-Sr obtidos por Drago et al. (1981) em hornblendas forneceram idades de  $955 \pm 56$  Ma, com razão inicial  $0,713 \pm 0,002$  tida como a idade de cristalização. Amostras originadas de um pequeno corpo granítico dessa unidade forneceu uma isócrona Rb-Sr com idade de  $1330 \pm 67$  Ma (FUCK et al., 1989). Portanto, se considerada a contemporaneidade das intrusões graníticas com as sequências vulcanossedimentares, infere-se que essa unidade possui idade variando entre 1300 a 1000 Ma (MOREIRA et al., 2008).

### **7.7.2. Litotipos**

Por meio de amostras de afloramento e, principalmente, com as amostras oriundas dos furos de sondagem (117), Guimarães e Araújo (1979) sugerem a divisão dos litotipos encontrados na região do Projeto Palmeirópolis em nove supergrupos e 18 grupos relacionados entre si, devido às características das paragéneses mineralógicas (Quadro 5; Figuras 16 e 17).

Para Araújo (1986), em estudos desenvolvidos em furos de sondagem, é possível dividir dois grandes pacotes de rochas: um formado por anfibolitos e outro por rochas compostas por antofilita e biotita  $\pm$  cordierita.

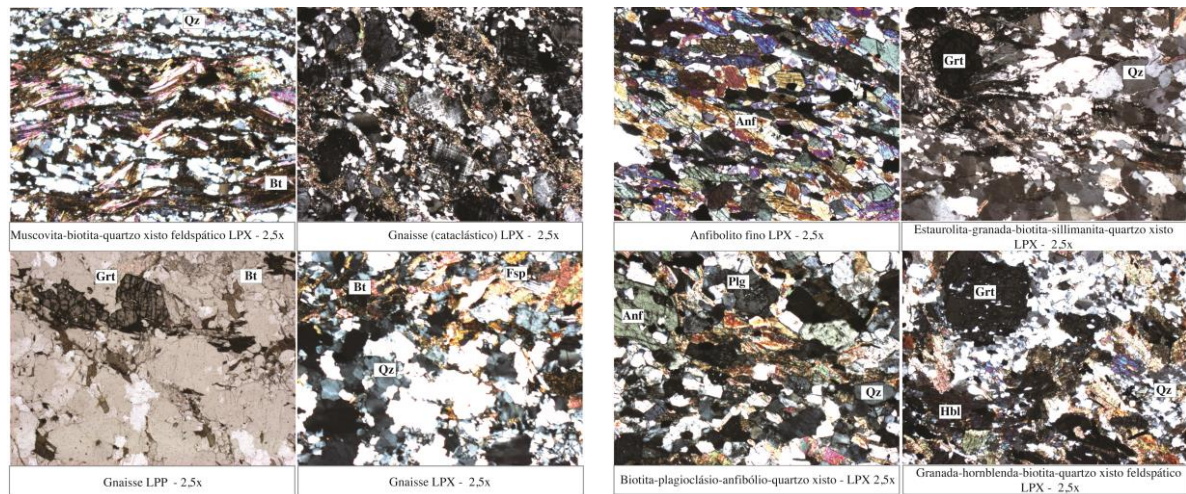
Os anfibolitos são constituídos, principalmente, por hornblenda e plagioclásio e estão intimamente associados aos corpos de minério. A hornblenda é o principal constituinte dessas rochas, satisfazendo de 60 a 80% do volume total; o restante é formado por plagioclásio variando entre 10 a 25%; têm-se, como minerais acessórios, granada, titanita, ilmenita, epidoto, carbonato, quartzo e apatita.

**Quadro 5 – Litotipos identificados na região do projeto Palmeirópolis**

<b>Supergrupo I</b>		Grupo 1: xisto e k-feldspato.
<b>Supergrupo II</b>	Metassedimentos (metarenito feldspático e/ou pelito e/ou marga) e/ou metavulcânica ácida	Grupo 2: Muscovita-biotita-plagioclásio-quartzo-xisto
		Grupo 3: Granada-muscovita-biotita-plagioclásio-quartzo-xisto.
<b>Supergrupo III</b>	Metassedimentos aluminosos (pelito ou grauvas) e/ou vulcânicas aluminosas	Grupo 4: Estauroлита-granada-plagioclásio-biotita-quartzo-xisto
		Grupo 5: Granada-muscovita-estauroлита-silimanita-plagioclásio-biotita-quartzo-xisto
		Grupo 6: Plagioclásio-biotita-quartzo-xisto com silimanita/cianita
<b>Supergrupo IV</b>	Metassedimento (pelito ferruginoso ou grauvas) e/ou metavulcânicas intermediárias	Grupo 7: Granada-plagioclásio-biotita-quartzo-xisto e anfibólio e estauroлита
<b>Supergrupo V</b>	Metassedimento (pelito ferruginoso) e/ou metavulcânicas	Grupo 8: Cumingtonita-gedrito-xisto e/ou estauroлита/cianita e granada
<b>Supergrupo VI</b>	Metavulcânica intermediária/básica e/ou metassedimentos	Grupo 9: Anfibólio-plagioclásio-biotita-quartzo-xisto
		Grupo 10: Granada-hornblenda-biotita-quartzo-xisto
<b>Supergrupo VII</b>	Rocha vulcânica básica e/ou metamarga	Grupo 11: Biotita-plagioclásio-anfibolito (hornblendito)
		Grupo 12: Granada-quartzo-plagioclásio-anfibolito
<b>Supergrupo VIII</b>	Rochas metabásicas	Grupo 13: Anfibolitos, plagioclásio-anfibolito com e sem quartzo
		Grupo 14: Metabasitos
		Grupo 15: Diopsídio-hornblenda-plagioclásio-anfibolito
<b>Supergrupo IX</b>	Metapelitos ferruginosos e/ou rocha ultrabásicas	Grupo 16: Granada-biotita-anfibolito
		Grupo 17: Rochas de quimismo ultrabásico (tremolitos, estauroлита-biotita-granada-hornblenda-clorita-xisto)
<b>Supergrupo X</b>	Brechas	Grupo 18: Fragmentos angulosos de quartzo-biotita-xisto, anfibolito e cristais de anfibólio e plagioclásios

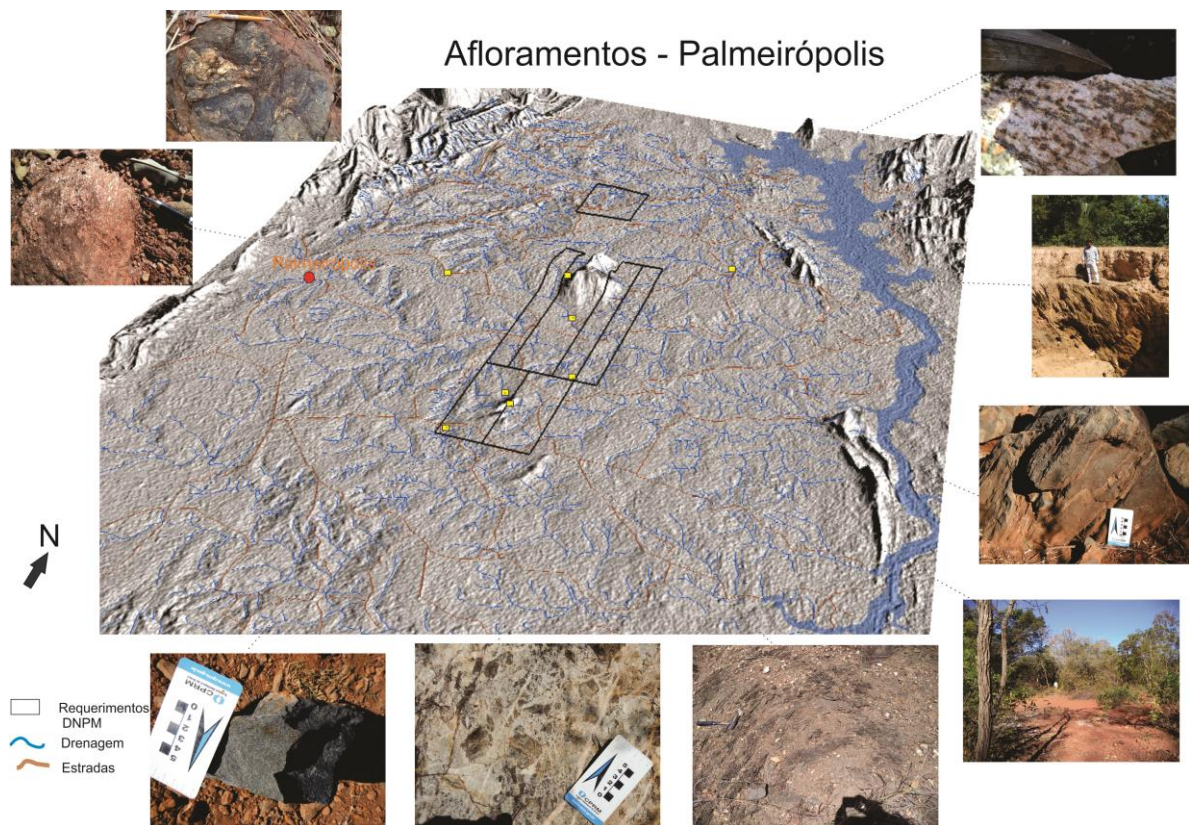
Fonte: Modificado de GUIMARÃES; ARAÚJO, 1979.

**Figura 16 – Microfotografias dos principais litotipos da região de Palmeirópolis.**



As rochas formadas por antofilita e biotita  $\pm$  cordierita possuem diferentes ocorrências, com proporções distintas entre minerais associados como quartzo e feldspatos, que se encontram dispostos em leitos granoblásticos. Minerais acessórios como ganita, actinolita, cumingtonita, diopsídio e sillimanita também são encontrados, além de apatita, titanita e zircão.

**Figura 17 – Afloramentos presentes na região dos depósitos de Palmeirópolis.**



### 7.7.3. Arcabouço Estrutural

Devido à escassez e descontinuidade de afloramentos na área, a história deformacional ainda não é bem compreendida. Entretanto, Figueiredo, Leão Neto e Valente (1981) reconhecem três direções estruturais marcantes. Em ordem cronológica, esses autores colocam a Unidade Central como referência, pois esta contém as rochas mais antigas da área. A primeira tem direção N20°-30°E, originada por um dobramento isoclinal com planos axiais de alto mergulho tanto para SE quanto para NW, que coincidem com a xistosidade S1. Os eixos e as lineações têm mergulho para SW, variando de 10° a 20°. Formando um anticlinal, sintectonicamente a essa fase tem-se a intrusão do Granito tipo Morro Solto. Na etapa final desse evento e com diminuição da atividade vulcânica, ocorre um entulhamento de sedimentos terrígenos grosseiros e imaturos, seguido de vulcanismo básico e tufos líticos de composição intermediária e granulação variada, originando a Unidade de Leste. Após essa fase, a deposição de sedimentos terrígenos pelíticos associados a precipitados químicos silicosos e ferruginosos dá origem à Unidade de Oeste.

A formação dessa sequência é seguida por uma deformação que crenulou a xistosidade S1, formando dobras assimétricas fechadas (Figura 18) e uma clivagem de fratura (S2) com direção N60°-70°E. É possível que tenha havido reativação das falhas ligadas ao primeiro estágio evolutivo.

**Figura 18 – Feições estruturais da região do projeto Palmeirópolis.**



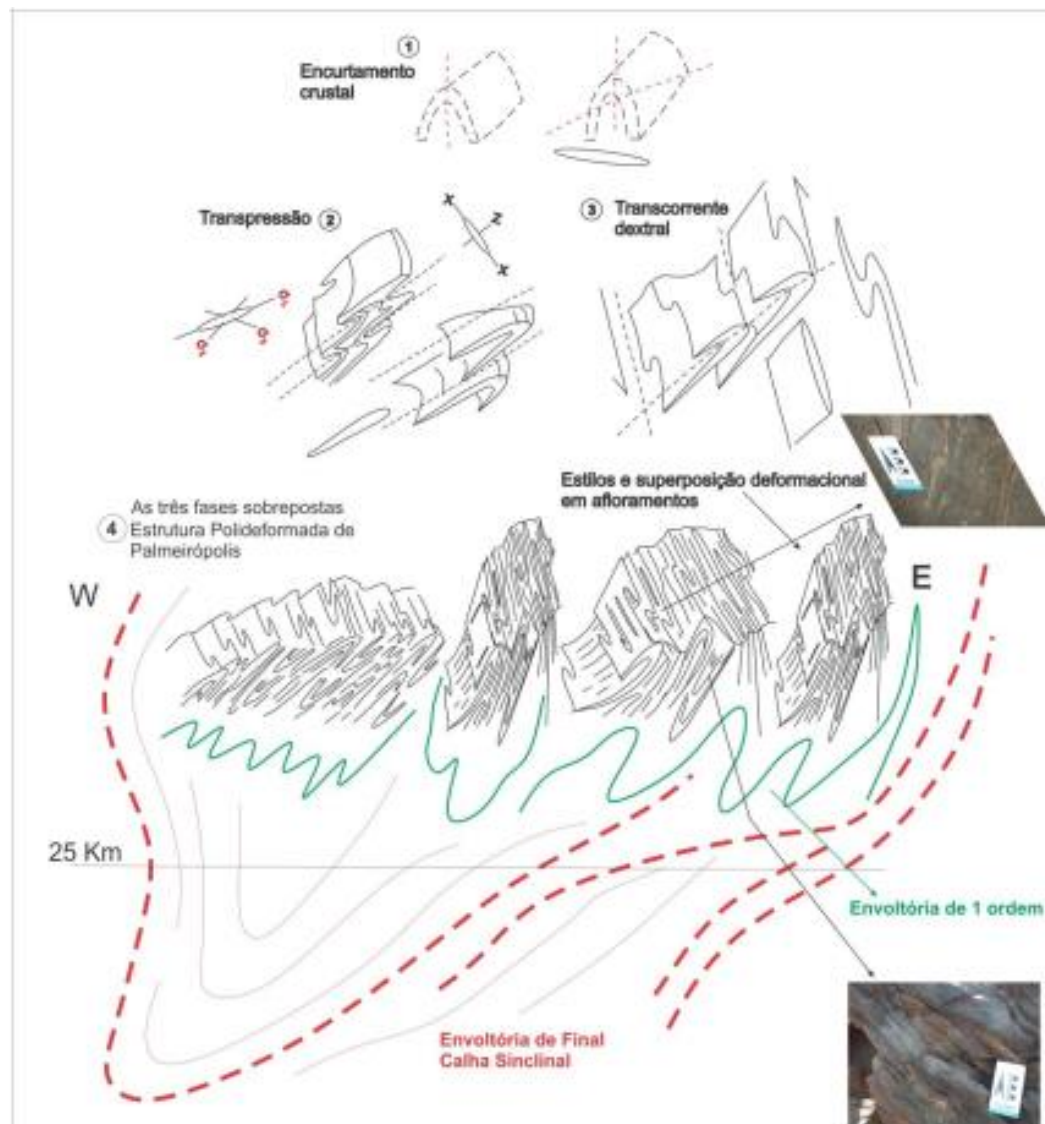
Nota: A: lineação de crenulação nos anfíbolitos; B: *boudin* de quartzo em anfíbolito; C: anfíbolito com dobras tipo “m”; D: amostra de xisto dobrada; E: veio de quartzo com dobra tipo “Z” em anfíbolito; F: xisto dobrado.

Por fim, todo o pacote sofreu dobramentos suaves, levemente assimétricos, com direção NS-10°E, com planos axiais verticalizados e eixos sub-horizontalizados.

Entretanto, em estudos mais recentes empreendidos pelo “Projeto metalogenia e geologia da porção centro-norte da faixa Brasília”, Frasca et al. (2015) observam que a SMVSP foi alterada tectonicamente por deformações polifásicas e, no geral, não progressivas. Esses autores ressaltam que, possivelmente, muito pouco da estratigrafia original e estruturas primárias encontram-se preservadas, devido aos intensos processos deformacionais e metamórficos.

Frasca et al. (2015) sintetizam a possível evolução tectônica da SMVSP, que seria constituída por três fases deformacionais (Figura 19). A primeira refere-se a um encurtamento crustal gerando dobras fechadas e assimétricas marcadas na foliação principal S1. Seguindo esse evento, a fase 1 é sobreposta por uma transpressão com atitudes N/S de baixo a alto ângulo, com mergulhos variando entre 35° e 80° e crescentes de oeste para leste. A terceira fase é predominantemente composta por sistemas de transcorrências de sentidos dextrais e sinistrais que sobrepõem as demais, dando origem a atitudes N/S, lineações de estiramento sub-horizontais e paralelas a subparalelas ao strike (FRASCA et al., 2015).

**Figura 19 – Esquema de deformações polifásicas para a SMVSP.**



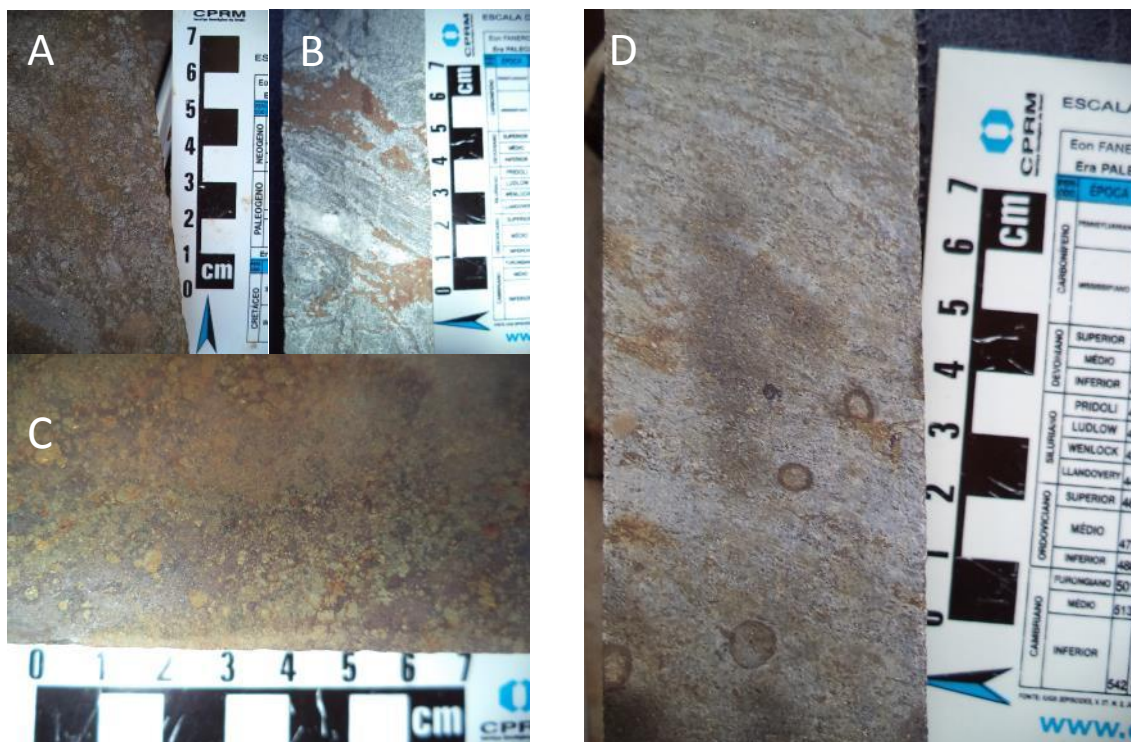
Fonte: Modificado de FRASCA et al., 2015.

## 7.8. TIPO DE DEPÓSITO

### 7.8.1. Mineralização e Alteração Hidrotermal

Os minerais-minério encontrados nos depósitos são representados, em ordem de abundância, por pirrotita, pirita, esfalerita calcopirita e galena. Para fins de classificação, adotou-se como minério maciço aquele composto por 50% em volume de sulfetos em relação à rocha total, e minério disseminado aquele onde raramente a relação sulfeto/rocha total excede 20% (Figura 20). O minério do tipo maciço ocorre em dois tipos de estrutura: brechoide, que é caracterizada por fragmentos de tamanhos variados da rocha encaixante circundados por sulfeto maciço; e bandado (restrito ao corpo C3), que se caracteriza pela intercalação de faixas de coloração amarronzada, com composição pirita/esfalerita, e amareladas, de composição pirita/calcopirita. O minério disseminado ocorre segundo a xistosidade, disperso na rocha e em vênulas preenchendo fraturas.

**Figura 20 – Prancha com os tipos de minério encontrados nos depósitos de Palmeirópolis.**



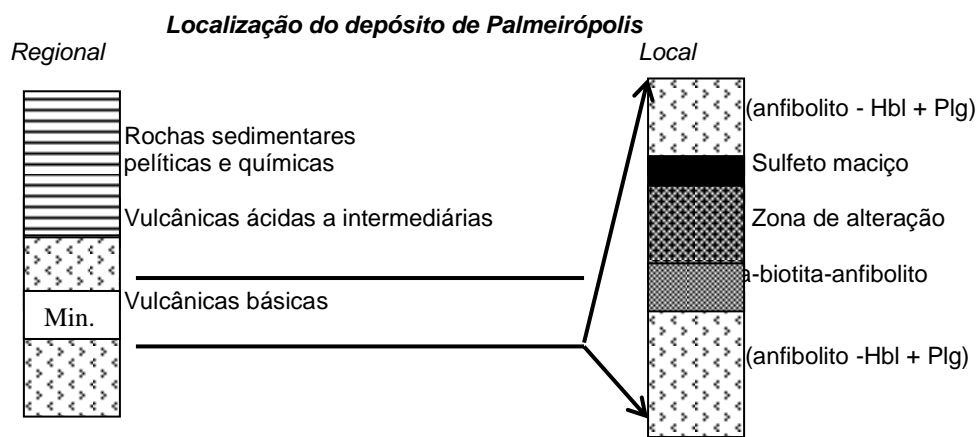
Nota: A, B, C: sulfeto maciço; D: sulfeto disseminado.

Os corpos sulfetados, segundo Figueiredo, Leão Neto e Valente (1981) e Leão Neto e Ollivatti (1983), C1, C2 e C3, estão associados ao contato entre os anfibolitos e um pacote de composição ácido-intermediária, formado, principalmente, por biotita-quartzo-xisto feldspático, estauroлита-granada-biotita-quartzo-xisto, biotita-anfibólio-xisto, biotitito e cloritito (Figura 21). Já o corpo C4 difere dos demais, pois está encaixado em rochas ácidas de composição riolítica e é formado, em maior parte, por minérios disseminados, uma vez que o minério maciço ocorre preenchendo fraturas submétricas. De acordo com Araújo e Nilson (1987), as rochas do corpo C4 são consideradas de natureza ácida (rochas a muscovita, feldspato potássico e quartzo), que foram afetadas por processo de alteração hidrotermal primária, antes mesmo do metamorfismo regional. Esse processo é semelhante ao que ocorreu nas rochas a antofilita e biotita encontradas em outros corpos.

A morfologia dos corpos mineralizados difere entre si em vários aspectos, principalmente no que se refere à deformação. Os corpos C1, C2 e C3 possuem aspecto lenticular com alto mergulho para SE. Apresentam forte controle estrutural com remobilização de sulfetos maciços brechoides preenchendo diversos tipos de fraturas. O corpo C4 aparenta ser do tipo stockwork anelar, revelado pelo contorno da anomalia geofísica por meio do método mise-à-la-masse.

A ocorrência de ouro tem sido relatada em alguns testes, embora não se tenha ainda ideia clara de sua gênese e provável teor. Apenas os corpos C3 e C4 tiveram análises sistemáticas para Au. O corpo C1 apresentou uma ocorrência em ensaios realizados em concentrados do minério.

**Figura 21 – Representação esquemática dos corpos mineralizados e suas encaixantes.**



Fonte: Modificado de ARAÚJO; NILSON, 1987.

### 7.8.2. Modelo Metalogenético

O modelo admitido para os depósitos de sulfetos de Palmeirópolis é o Volcanic Hosted Massive Sulphide (VHMS) do tipo estratiforme e stratabound, devido ao ambiente geológico e características da mineralização (ARAÚJO, 1986; ARAÚJO, 1996; ARAÚJO; NILSON, 1987). Os modelos desse tipo são considerados como produtos hidrotermais de células geotermiais convectivas, alimentadas, principalmente, por água presente na região de formação, como água do mar nos depósitos de origem submarina. A presença de rochas a antofilita e biotita ricas em Mg e pobres em Na na região de Palmeirópolis é totalmente consistente com tal modelo.

Diversos estudos sobre geoquímica das rochas da SMVSP (ARAÚJO, 1986; ARAÚJO, 1996; ARAÚJO; FAWCETT; SCOTT, 1995; ARAÚJO; NILSON, 1987) indicam uma afinidade com basaltos de cadeia meso-oceânica (MORB) e a ausência de sedimentação terrígena associada ao pacote de rochas básicas leva a crer que o eixo central da abertura desse oceano de idade proterozoica encontrava-se distante da crosta continental. Outro tipo de ambiente sugerido para a formação desse tipo de mineralização seria em bacias marginais formadas atrás de um arco magmático (ARAÚJO; NILSON, 1987).

Devido à recristalização metamórfica da esfalerita e da pirita e sua estrutura estratiforme, adota-se uma origem pré-metamórfica singenética para os sulfetos.

Os depósitos de sulfetos maciços associados a Palmeirópolis, devido às características de gênese e evolução, estão localizados em diversos locais, como os de Chipre e Turquia, onde os

corpos sulfetados usualmente ocorrem no contato entre duas unidades de rochas máficas com altos teores de Cu-Zn. Entretanto, o depósito de Palmeirópolis ainda apresenta teores de Pb subordinado. Outro comparativo se dá com o depósito de Geco, no Canadá, que se encontra deformado e metamorfozado na fácies anfibolito e com distintas zonas de alteração hidrotermal (ARAÚJO; SCOTT; LONGSTAFFE, 1996).

As prováveis fontes para os metais dentro de um sistema geotermal convectivo são as rochas pelas quais o fluido hidrotermal percola. Os teores de Cu, Zn e Pb presentes nos anfibolitos de Palmeirópolis podem ter sido carregados por meio de lixiviação desse pacote de rochas (ARAÚJO, 1986). No que se refere ao enxofre contido no depósito, este pode ter entrado no sistema geotermal a partir da água do mar. Outra hipótese, também devido ao grande volume de rochas ígneas máficas contemporâneas aos corpos sulfetados, seria a de um componente magmático para a origem do enxofre (ARAÚJO; NILSON, 1987).

## **8. PLANO DE TRABALHO PARA PESQUISA COMPLEMENTAR**

### **8.1. OBJETIVO DA PESQUISA**

Assim os próximos passos para o investimento no projeto Palmeirópolis tem como objetivo:

- 1) Aumentar o nível de confiabilidade nos recursos reportados migrando para categoria no mínimo de indicado com o adensamento nas malhas de sondagem de 100 m para 50 m e;
- 2) Estudos complementares e sondagem nas áreas alvos favoráveis a mineralização e com relativo potencial econômico que certifiquem as informações utilizadas aumentando o nível de conhecimento geológico categorizando recursos inferidos.

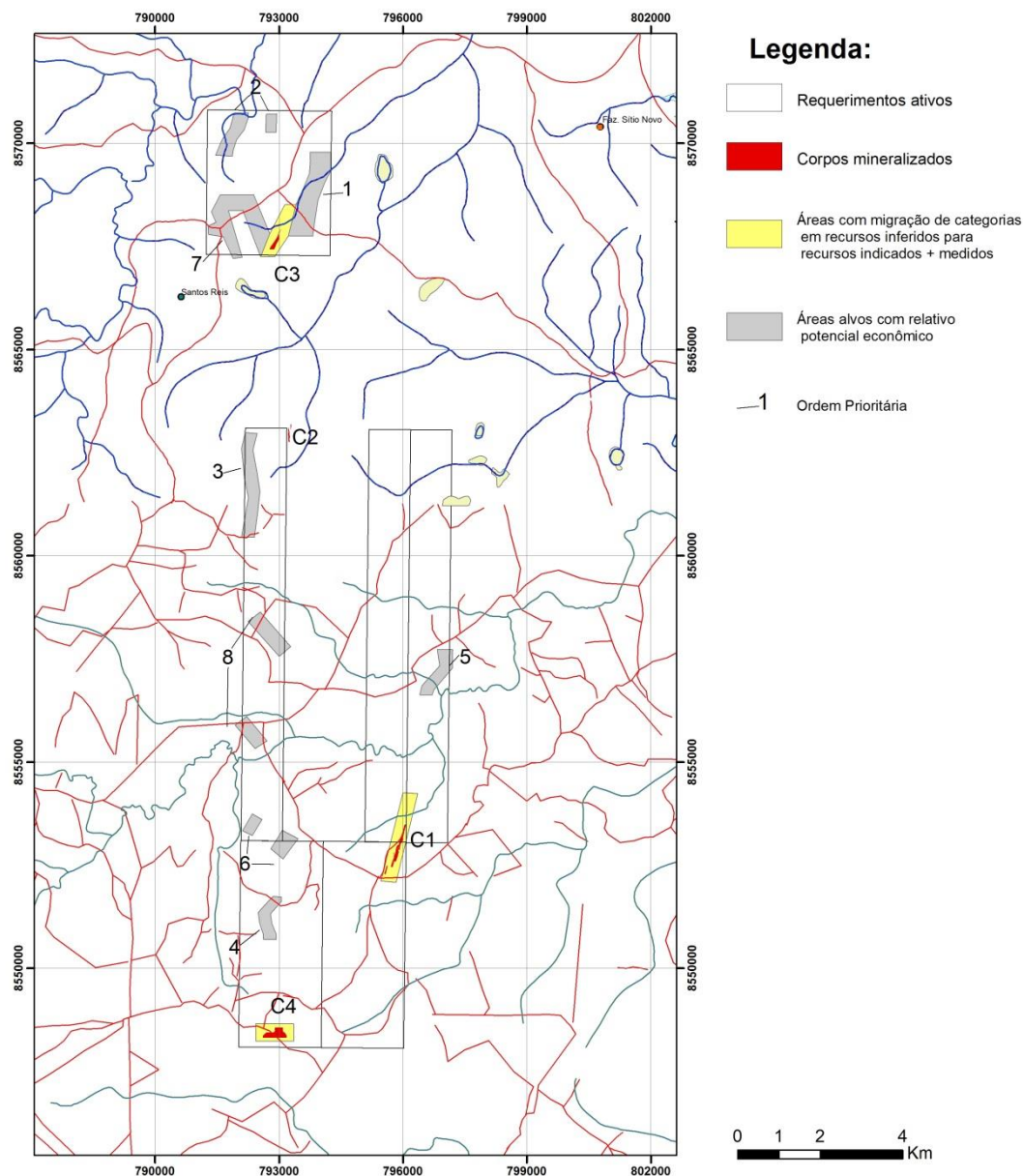
### **8.2. ESCOPO PROPOSTO AO TRABALHO DE PESQUISA**

O Escopo proposto pra os próximos investimentos são pautados nos resultados obtidos durante a reavaliação do depósito, principalmente em grandes mudanças na classificação do recurso que foram causados pela:

- A Falta de precisão da posição espacial dos trabalhos exploratórios;
- Ausência de medidas de desvios nas perfurações, ausência de suporte amostral para realização de estudos geoestatísticos;
- As condições precárias de acondicionamento e preservação dos testemunhos de sondagem;
- Ausência de um banco de dados digital que possa ser auditável e de ferramentas de QA/QC.

Com base nesses problemas durante a reavaliação e os requisitos básicos, segundo o código internacional JORC, que devem ser atendidos para a classificação dos recursos, de acordo com o grau de confiabilidade, em medido, indicado e inferido. Os recursos avaliados neste estudo foram classificados em sua totalidade como inferidos.

Em vista disso, o presente trabalho sugere-se duas medidas necessárias de pesquisa complementar para o depósito de Palmeirópolis (Figura 22):



**Figura 22. Localização das áreas para investimento mínimo.**

### **8.2.1. ETAPA DE PESQUISA ÁREAS ALVO COM RELATIVO POTENCIAL ECONÔMICO**

Contudo, esses trabalhos de Reavaliação do Depósito de Palmeirópolis nas áreas adjacentes aos corpos mineralizados tratados aqui neste capítulo foram apenas de representação regional do depósito modelado. Entretanto, com base na geologia do depósito, geoquímica e principalmente nas anomalias detectadas no aerolevanteamento VTEM, as áreas alvos com potencial econômicos foram delimitadas e priorizadas em relação uma as outras.

O aerolevanteamento foi executado pela companhia Microsurvey no ano de 2008, cedido por Lara do Brasil Mineração Ltda. e Votorantim Metais (VOTORANTIM, 2008), consiste de um aerolevanteamento de aeromagnetometria e Versatile Time Domains Eletromagnetic (VTEM). Suas linhas de voo de produção foram orientadas na direção E-W, com espaçamento de 250 m, linhas de controle de orientação N-S com espaçamento de 2.500 m e altura média de voo de

100 m. Esses dados foram adquiridos por helicóptero. O sistema VTEM utilizado possui frequência de base 30 Hz, com impulso de forma de onda trapezoidal e 25 canais de aquisição (cuja numeração varia entre 10 e 34) no regime off times somente para a componente vertical (z) do campo eletromagnético induzido.

Os pickings dos condutores VTEM foram gerados a partir de um algoritmo de propriedade da Microsurvey/Geotech. Essas anomalias foram modeladas com o software EMIT Maxwell, parte executada, a pedido de Votorantim Metais, pela Reconsult Geofísica, e parte por geofísicos da CPRM. A modelagem da CPRM visou à complementação de modelos preexistentes dentro dos polígonos das áreas de sua propriedade.

O aerolevanteamento de VTEM marcou 533 pickings de condutores em toda a extensão da área de execução. Destes selecionamos 59 no interior das propriedades minerais da CPRM, de modo que a modelagem foi realizada para 31 anomalias. Desta forma sugere-se a seguinte sequência de atividades exploratórias para estas áreas denominadas com potencial econômico.

#### 8.2.1.1. Levantamento Topográfico

Nas áreas alvos com potencial econômicos, deverão ser abertas malhas topográficas, estabelecendo um sistema de coordenado de linhas, com espaçamento e extensão adequados de 100m, tendo por objetivo locar os demais trabalhos de pesquisa de detalhe (geoquímica de solo, geofísica, trincheiras, sondagens etc.). Todas as linhas serão niveladas para corrigir os dados obtidos na prospecção geoquímica, geofísica e sondagens rotativas.

Para efeito de planejamento, estimamos que serão abertas 62 Km de linhas com levantamento topográfico plani-altimétrico, isto não inclui os trabalhos necessários à locação das poligonais envolventes das áreas de pesquisa e locação dos respectivos pontos de amarração.

#### 8.2.1.2. Mapeamento Geológico

Realização de mapeamento geológico de detalhe (1:5.000), ao longo das linhas topográficas abertas, com o objetivo de auxiliar a interpretação dos dados geoquímicos e geofísicos, bem como na locação de trabalhos de trincheiras (se houver) e sondagem. Caso haja realmente trabalhos de aberturas de trincheiras estas serão mapeadas na escala de 1:200.

#### 8.2.1.3. Prospecção Geoquímica

Detalhamento com implantação de uma malha para coleta de amostras de solos, visando uma melhor delimitação da zona mineralizada, para efeitos e ajustes da locação dos furos de sonda propostos no item 2.6..

A amostragem nestas áreas deverá ser feita em malhas regulares de 100 m N - S x 20 m E - W. A amostragem é sempre realizada no horizonte B, porém, nem sempre este horizonte é desenvolvido nos perfis pedológicos laterizados da região. Com base neste fato muitas vezes a amostragem é feita em uma profundidade constante normalmente de 40 cm, a qual poderá ser objeto em estudos orientativos posteriores.

Nesta etapa estimamos que serão coletadas 3.090 amostras de solo as quais deverão ser analisadas multivariáveis, como os padrões utilizados atualmente pela CPRM.

#### 8.2.1.4. Prospecção Geofísica

Está comprovado que possíveis mineralizações polimetálicas sulfetadas, associadas a sequência Vulcano sedimentar de Palmeirópolis estão relacionadas a fortes anomalias eletromagnéticas. Através dos métodos geofísicos magnetométricos é também possível estabelecer os alinhamentos estruturais maiores, tais como trend e zonas de cisalhamento.

Esse resultado pode indicar que algumas zonas condutivas e também magnéticas que foram mapeadas no levantamento aeromagnetométrico e de VTEM, o que sugerem que zonas de pirrotita podem acompanhar a paragênese da calcopirita e esfalerita na mineralização.

Estimamos a necessidade de executar 50 Km lineares de PROMIS e magnetometria para confirmação e detalhamento dos aerolevantamentos.

#### 8.2.1.5. Trincheiras

Após a execução dos trabalhos anteriores descritos e de posse do mapa integrado de anomalias (geoquímica + geofísica), e caso achem necessário é recomendado a abertura de trincheiras, sendo estes situados encima dos núcleos anômalos, devido o alto mergulho da foliação principal. Pela quase ausência de afloramentos na sequência Vulcano Sedimentar de Palmeirópolis o trabalho inicialmente executado é da abertura de trincheiras com direção E-W, perpendicular à estrutura da bacia e direção dos corpos mineralizados.

Aberta às trincheiras deverão ser niveladas e mapeadas geologicamente na sua parede norte, na escala de 1:200 e em seguida são amostradas. Amostragem é do tipo em canal sendo os mesmos espaçados de 1 em 1 metro sendo está feita na parede norte de forma perpendicular à foliação mais penetrativa e em seguida as amostras encaminhadas para o laboratório onde serão analisadas de modo multivariável como os utilizados atualmente pela CPRM.

Um outro grande objetivo da abertura de trincheiras é de ajuste do ângulo de inclinação dos furos de sondagem rotativa propostos no item 2.6.. Estimamos para cálculo de orçamento que serão escavados aproximadamente 800 metros cúbicos de trincheiras, distribuídas de acordo com as conveniências técnicas e selecionadas pelos trabalhos anteriores. Nas trincheiras está prevista a coleta de 400 amostras do tipo canal.

#### 8.2.1.6. Sondagem

Se em qualquer das etapas do trabalho de pesquisa forem constatados resultados negativos, os mesmos deverão ser suspensos, sendo apresentado um relatório a CPRM com os dados e interpretações obtidas na área.

Estimamos a execução de cerca de 32.127 metros de sondagem com testemunhagem contínua, amostrando-se para análise química os intervalos considerados de interesse. Calcula-se que sejam submetidas a análises cerca de 3.200 amostras. Nesta fase da pesquisa serão colhidas amostras representativas que serão analisadas por ICP-MS, Fire Assay e Absorção Atômica para os elementos Zn, Cu, Pb, Ag, Cd e Au.

Através destes resultado e integração com os anteriores definir as 3(três) dimensões do(s) corpo(s) mineralizado(s), permitindo sua perfeita avaliação, com relação a teores médios, espessura da faixa mineralizadas, comportamento em sub-superfície, capeamento, etc.

Executada a sondagem os testemunhos devem ser encaminhados para um para descrição, amostrados e arquivados. Na descrição destes testemunhos, além da denominação da rocha, deve-se anotar a percentagem de testemunho recuperado, o aspecto geral da rocha, tipo e grau de alteração e o ângulo entre as foliações e o eixo do testemunho. Para uma perfeita descrição normalmente o testemunho é lavado e os intervalos com sulfetos visíveis são marcados com giz de cera de 0.5 em 0.5 metro para serem amostrados posteriormente. A amostragem deverá ser feita cortando o testemunho ao meio com uma serra com disco diamantado e em seguida o metro de testemunho amostrado é ensacado e levado ao laboratório onde serão analisadas multivariavelmente(Zn, Cu, Pb, Ag, Cd e Au).

A pesquisa nos alvos com potenciais poderá ser dividida em etapas, iniciando-se com malhas mais abertas e adensando até a malha sugerida, de forma a diluir os investimentos no tempo e

evitando-se sondagens excessivas em áreas de pouco interesse. Desta forma, os furos de sondagem foram categorizados em oito (8) alvos de prioridade, sendo eles:

### ***Alvo 1***

Estimamos a execução de cerca de 6.571 metros de sondagem com testemunhagem contínua, distribuídos em 24 furos com metragem mínima de 91 m, máxima de 479 m e média de 274 m, amostrando-se para análise química os intervalos considerados de interesse (Quadro 6).

**Quadro 6 – Ordem de prioridade, seção vertical, coordenadas da boca, azimuth, mergulho dos furos de sondagem propostos para o ALVO 1**

BHID	X	Y	Z	LENGTH	AZIMUTE	MERGULHO
A1.11	793777.1	8568607	378.88	305	270	45
A1.12	793777.1	8568607	378.88	360	270	60
A1.13	793777.1	8568607	378.88	479	270	75
A1.21	793731.6	8568099	378.82	199	270	45
A1.22	793731.6	8568099	378.82	243	270	60
A1.23	793731.6	8568099	378.82	341	270	75
A1.31	793916.9	8569099	373.49	91	270	45
A1.32	793916.9	8569099	373.49	109	270	60
A1.33	793916.9	8569099	373.49	147	270	75
A1.41	794076.9	8569598	361.68	282	270	45
A1.42	794076.9	8569598	361.62	326	270	60
A1.43	794076.9	8569598	361.62	421	270	75
A1.51	793734.8	8568355	377.82	223	270	45
A1.52	793734.8	8568355	377.82	257	270	60
A1.53	793734.8	8568355	377.82	332	270	75
A1.61	793847.8	8568845	377.88	211	270	45
A1.62	793847.8	8568845	377.88	263	270	60
A1.63	793847.8	8568845	377.88	384	270	75
A1.71	794136.3	8569347	365.80	301	270	45
A1.72	794136.3	8569347	365.80	323	270	60
A1.73	794136.3	8569347	365.80	376	270	75
A1.81	793681.3	8567852	383.05	159	270	45
A1.82	793681.3	8567852	383.05	188	270	60
A1.83	793681.3	8567852	383.05	251	270	75

### ***Alvo 2***

Estimamos a execução de cerca de 5.882 metros de sondagem com testemunhagem contínua, distribuídos em 18 furos com metragem mínima de 106 m, máxima de 594 m e média de 327 m, amostrando-se para análise química os intervalos considerados de interesse (Quadro 7).

**Quadro 7 – Ordem de prioridade, seção vertical, coordenadas da boca, azimuth, mergulho dos furos de sondagem propostos para o ALVO 2**

BHID	X	Y	Z	LENGTH	AZIMUTE	MERGULHO
A2.11	791917.7	8570100	342.44	328	270	45
A2.12	791917.7	8570100	342.44	368	270	60
A2.13	791917.7	8570100	342.44	453	270	75
A2.21	792139	8570603	318.33	293	270	45
A2.22	792139	8570603	318.33	349	270	60
A2.23	792139	8570603	318.33	471	270	75
A2.31	792085.5	8570351	340.20	299	270	45
A2.32	792085.6	8570351	340.14	349	270	60
A2.33	792085.6	8570351	340.14	457	270	75
A2.41	791821.1	8569848	342.28	372	270	45
A2.42	791821.1	8569848	342.22	441	270	60
A2.43	791821.1	8569848	342.22	594	270	75
A2.51	792835.9	8570349	326.98	175	270	45
A2.52	792835.9	8570349	326.98	204	270	60
A2.53	792835.9	8570349	326.98	267	270	75
A2.61	792821.2	8570599	327.83	106	270	45
A2.62	792821.2	8570599	327.83	138	270	60
A2.63	792821.2	8570599	327.83	217	270	75

### *Alvo 3*

Estimamos a execução de cerca de 4.043 metros de sondagem com testemunhagem contínua, distribuídos em 21 furos com metragem mínima de 106 m, máxima de 374 m e média de 193 m, amostrando-se para análise química os intervalos considerados de interesse (Quadro 8).

**Quadro 8 – Ordem de prioridade, seção vertical, coordenadas da boca, azimuth, mergulho dos furos de sondagem propostos para o ALVO 3.**

BHID	X	Y	Z	LENGTH	AZIMUTE	MERGULHO
A3.11	792369.5	8562847	429.10	271	270	60
A3.12	792369.5	8562847	429.10	374	270	75
A3.13	792369.5	8562847	429.10	225	270	45
A3.21	792326.7	8560844	419.25	106	270	45
A3.22	792326.7	8560844	419.19	135	270	60
A3.23	792326.7	8560844	419.19	205	270	75
A3.31	792412.9	8561852	427.72	204	270	45
A3.32	792412.9	8561852	427.66	232	270	60
A3.33	792412.9	8561852	427.66	292	270	75
A3.41	792269.2	8562599	438.71	117	270	45
A3.42	792269.2	8562599	438.71	138	270	60
A3.43	792269.2	8562599	438.71	182	270	75
A3.51	792358.5	8561101	419.26	114	270	45
A3.52	792358.5	8561101	419.26	132	270	60
A3.53	792358.5	8561101	419.26	171	270	75
A3.61	792440.4	8561596	361.68	114	270	45
A3.62	792440.4	8561596	428.69	121	270	60
A3.63	792440.4	8561596	428.69	139	270	75
A3.71	792346.8	8560610	418.67	200	270	45
A3.72	792346.8	8560610	418.67	241	270	60
A3.73	792346.8	8560610	418.67	331	270	75

#### ***Alvo 4***

Estimamos a execução de cerca de 4.006 metros de sondagem com testemunhagem contínua, distribuídos em 12 furos com metragem mínima de 268 m, máxima de 418 m e média de 334 m, amostrando-se para análise química os intervalos considerados de interesse (Quadro 9).

**Quadro 9 – Ordem de prioridade, seção vertical, coordenadas da boca, azimuth, mergulho dos furos de sondagem propostos para o ALVO 4.**

BHID	X	Y	Z	LENGTH	AZIMUTE	MERGULHO
A4.11	792767.8	8551101	418.86	268	270	45
A4.12	792767.8	8551101	418.86	316	270	60
A4.13	792767.8	8551101	418.80	418	270	75
A4.21	792741.5	8551351	418.07	268	270	45
A4.22	792741.5	8551351	418.07	316	270	60
A4.23	792741.5	8551351	418.07	418	270	75
A4.31	792876.7	8550852	428.92	268	270	45
A4.32	792876.7	8550852	428.92	316	270	60
A4.33	792876.7	8550852	428.92	418	270	75
A4.41	792960.4	8551612	440.20	268	270	45
A4.42	792960.4	8551612	440.20	316	270	60
A4.43	792960.4	8551612	440.20	418	270	75

***Alvo 5***

Estimamos a execução de cerca de 1.779 metros de sondagem com testemunhagem contínua, distribuídos em 9 furos com metragem mínima de 164 m, máxima de 240 m e média de 198 m, amostrando-se para análise química os intervalos considerados de interesse (Quadro 10).

**Quadro 10 – Ordem de prioridade, seção vertical, coordenadas da boca, azimuth, mergulho dos furos de sondagem propostos para o ALVO 5.**

BHID	X	Y	Z	LENGTH	AZIMUTE	MERGULHO
A5.11	797064.8	8557354	348.84	164	270	45
A5.12	797064.8	8557354	348.84	189	270	60
A5.13	797064.8	8557354	348.84	240	270	75
A5.21	797039.8	8557604	353.02	164	270	45
A5.22	797039.8	8557604	353.02	189	270	60
A5.23	797039.8	8557604	353.02	240	270	75
A5.31	796663.9	8556851	341.27	164	270	45
A5.32	796663.9	8556851	341.27	189	270	60
A5.33	796663.9	8556851	341.27	240	270	75

### *Alvo 6*

Estimamos a execução de cerca de 2.232 metros de sondagem com testemunhagem contínua, distribuídos em 12 furos com metragem mínima de 104 m, máxima de 310 m e média de 186 m, amostrando-se para análise química os intervalos considerados de interesse (Quadro 11).

**Quadro 11 – Ordem de prioridade, seção vertical, coordenadas da boca, azimuth, mergulho dos furos de sondagem propostos para o ALVO 6.**

BHID	X	Y	Z	LENGTH	AZIMUTE	MERGULHO
A6.11	793226.1	8553067	403.00	251	296	60
A6.12	793226.1	8553067	403.00	310	296	75
A6.13	793226.1	8553067	403.00	223	296	45
A6.21	793070.8	8552825	399.81	196	296	60
A6.22	793070.8	8552825	399.87	234	296	75
A6.23	793070.8	8552825	399.87	179	296	45
A6.31	792435.4	8553588	383.40	118	296	60
A6.32	792435.4	8553588	383.40	147	296	75
A6.33	792435.4	8553588	383.40	104	296	45
A6.41	792317.1	8553325	382.66	150	296	60
A6.42	792317.2	8553325	382.60	185	296	75
A6.43	792317.1	8553325	382.66	134	296	45

### *Alvo 7*

Estimamos a execução de cerca de 5.579 metros de sondagem com testemunhagem contínua, distribuídos em 33 furos com metragem mínima de 76 m, máxima de 328 m e média de 169 m, amostrando-se para análise química os intervalos considerados de interesse (Quadro 12).

**Quadro 12 – Ordem de prioridade, seção vertical, coordenadas da boca, azimuth, mergulho dos furos de sondagem propostos para o ALVO 7.**

BHID	X	Y	Z	LENGTH	AZIMUTE	MERGULHO
A7.11	792742.2	8567601	399.49	94	270	45
A7.12	792742.2	8567601	399.49	110	270	60
A7.13	792742.2	8567601	399.49	146	270	75
A7.21	792451.2	8568344	397.26	128	270	45
A7.22	792451.2	8568344	397.26	152	270	60
A7.23	792451.2	8568344	397.26	204	270	75
A7.31	791933.2	8567601	410.96	128	270	45
A7.32	791933.2	8567601	410.96	157	270	60
A7.33	791933.2	8567601	410.96	221	270	75
A7.41	791546.5	8568350	414.86	148	270	45

A7.42	791546.5	8568350	414.86	175	270	60
A7.43	791546.5	8568350	414.86	233	270	75
A7.51	791506	8567855	418.99	167	270	45
A7.52	791506	8567855	418.99	197	270	60
A7.53	791506	8567855	418.93	262	270	75
A7.61	791704.7	8568604	406.99	208	270	45
A7.62	791704.7	8568604	406.99	240	270	60
A7.63	791704.7	8568604	406.99	309	270	75
A7.71	792311.9	8568605	397.67	200	270	45
A7.72	792311.9	8568605	397.67	240	270	60
A7.73	792311.9	8568605	397.67	328	270	75
A7.81	792627.6	8567857	393.78	102	270	45
A7.82	792627.6	8567857	393.78	116	270	60
A7.83	792627.6	8567857	393.78	144	270	75
A7.91	792750.2	8567356	399.26	76	270	45
A7.92	792750.2	8567356	399.26	80	270	60
A7.93	792750.2	8567356	399.26	92	270	75
A7.101	791664.2	8568100	413.09	138	270	45
A7.102	791664.2	8568100	413.09	164	270	60
A7.103	791664.2	8568100	413.09	221	270	75
A7.111	792009.2	8567350	406.36	115	270	45
A7.112	792009.2	8567350	406.36	128	270	60
A7.113	792009.2	8567350	406.36	157	270	75

### *Alvo 8*

Estimamos a execução de cerca de 2.035 metros de sondagem com testemunhagem contínua, distribuídos em 12 furos com metragem mínima de 124 m, máxima de 210 m e média de 170 m, amostrando-se para análise química os intervalos considerados de interesse (Quadro 13).

**Quadro 13 – Ordem de prioridade, seção vertical, coordenadas da boca, azimuth, mergulho dos furos de sondagem propostos para o ALVO 8.**

BHID	X	Y	Z	LENGTH	AZIMUTE	MERGULHO
A8.11	792543.6	8558405	413.37	154	230	45
A8.12	792543.6	8558405	413.37	171	230	60
A8.13	792543.6	8558405	413.37	210	230	75
A8.21	793020.6	8557899	404.07	124	230	45
A8.22	793020.6	8557899	404.07	138	230	60
A8.23	793020.6	8557899	404.07	168	230	75
A8.31	792230.7	8555888	369.87	154	230	45
A8.32	792230.7	8555888	369.87	171	230	60
A8.33	792230.7	8555888	369.87	210	230	75
A8.41	792514.1	8555647	369.75	154	230	45

A8.42	792514.1	8555647	369.75	171	230	60
A8.43	792514.1	8555647	369.75	210	230	75

#### 8.2.1.7. Microanálises

Lâminas petrográficas, MEV, difratometria também devem ser feitas para identificar rochas e minerais. Aproximadamente 200 amostras deverão ser analisadas.

### 8.2.2. ETAPA DE PESQUISA DETALHE (C1-C3-C4)

O adensamento da malha de sondagem é necessário (uma vez que a mineralização é errática e descontínua nos três corpos mineralizados) devido a característica da mineralização dos três corpos mineralizados (errática e descontínua). A morfologia dos corpos mineralizados difere entre si em vários aspectos, principalmente no que se refere à deformação. Os corpos C1 e C3 possuem aspecto lenticular com alto mergulho para SE. Apresentam forte controle estrutural com remobilização de sulfetos maciços brechoides preenchendo diversos tipos de fraturas, entretanto o corpo C4 aparenta ser do tipo stockwork.

Atualmente o afastamento mínimo de 100 metros e espaçamento irregular das malhas de sondagem nos corpos, o que impossibilitou a construção de variogramas de indicatrizes para determinar a malha ideal para a categorização dos recursos geológicos do depósito.

As malhas de sondagem foram geradas no software Studio3, no qual foram gerados furos virtuais a partir do modelo de blocos da Reavaliação Depósito de Palmeirópolis. A profundidade final de cada furo foi considerada até 10 metros o último intervalo mineralizado modelado.

O item a seguir apresenta as sugestões de adensamento das malhas de sondagem no seu afastamento para 50 m, migrando os recursos inferidos para categoria de indicado e/ou medido nos três corpos mineralizados de Palmeirópolis, para posterior confecção de variograma e delimitação da malha ideal para cada corpo.

#### 8.2.2.1. Sondagem

Para a efetiva estimativa dos recursos de zinco e outros metais associados, é proposto um programa detalhado de sondagem, em locais e malhas a serem determinados em função dos trabalhos anteriores de sondagem e avaliação dos recursos.

Através desta sondagem complementar proposta auxiliará a validar em 3(três) dimensões do(s) corpo(s) mineralizado(s), os recursos anteriormente reportados, permitindo sua perfeita avaliação, com relação a teores médios, espessura da faixa mineralizadas, comportamento em sub-superfície, capeamento, etc.

Executada a sondagem os testemunhos devem ser encaminhados para um para descrição, amostrados e arquivados. Na descrição destes testemunhos, além da denominação da rocha, deve-se anotar a percentagem de testemunho recuperado, o aspecto geral da rocha, tipo e grau de alteração e o ângulo entre as foliações e o eixo do testemunho. Para uma perfeita descrição normalmente o testemunho é lavado e os intervalos com sulfetos visíveis são marcados com giz de cera de 0.5 em 0.5 metro para serem amostrados posteriormente. A

amostragem deverá ser feita cortando o testemunho ao meio com uma serra com disco diamantado e em seguida o metro de testemunho amostrado é ensacado e levado ao laboratório onde serão analisadas multivariavelmente (Zn, Cu, Pb, Ag, Cd e Au).

### *C1*

Estimamos a execução de cerca de 8.768 metros de sondagem com testemunhagem contínua, distribuídos em 60 furos com metragem mínima de 42 m, máxima de 495 m e média de 149 m, amostrando-se para análise química os intervalos considerados de interesse (Quadro 14 e 15). Calcula-se que sejam submetidas a análises cerca de 1.100 amostras. Dentro deste contexto, nossas expectativas são de 1.34 Mt @ 1.15% Cu, 1.27% Pb e 4.31% Zn migrarem de recursos inferidos para categoria indicado e as perfurações na continuidade dos trends da mineralização agreguem recursos inferidos para o depósito (Figura 23 e 24).

**Quadro 14 – Ordem de prioridade, seção vertical, coordenadas da boca, azimuth, mergulho dos furos de sondagem propostos para o corpo C1.**

BHID/SV/P	X	Y	Z	LENGTH	AZIMUTE	MERGULHO
SV65S.1	795817.2	8552582	383.00	166	285	45
SV65S.2	795817.2	8552582	383.00	178	285	60
SV65S.3	795817.2	8552582	383.00	208	285	75
SV65S.4	795817.2	8552582	383.00	209	0	90
SV55S.1	795834.2	8552674	383.69	138	285	45
SV55S.2	795834.2	8552674	383.69	143	285	60
SV55S.3	795834.2	8552674	383.69	159	285	75
SV55S.4	795834.2	8552674	383.69	170	0	90
SV45S.1	795866.6	8552776	383.53	141	285	45
SV45S.2	795866.6	8552776	383.53	148	285	60
SV45S.3	795866.6	8552776	383.53	167	285	75
SV45S.4	795866.6	8552776	383.53	167	0	90
SV35S.1	795887.8	8552870	392.10	127	285	45
SV35S.2	795887.8	8552870	392.10	123	285	60
SV35S.3	795887.8	8552870	392.10	127	285	75
SV35S.4	795887.8	8552870	392.10	138	0	90
SV25S.1	795909.4	8552971	392.11	100	285	45
SV25S.2	795909.4	8552971	392.11	102	285	60
SV25S.3	795909.4	8552971	392.11	111	285	75
SV25S.4	795909.4	8552971	392.11	123	0	90
SV15S.1	795953.8	8553060	389.11	51	285	45
SV15S.2	795953.8	8553060	389.11	56	285	60
SV15S.3	795953.8	8553060	389.11	68	285	75
SV05S.1	795981.4	8553156	387.12	53	285	45
SV05S.2	795981.4	8553156	387.12	56	285	60
SV05S.3	795981.4	8553156	387.12	64	285	75
SV05S.4	795981.4	8553156	387.12	82	0	90
SV05N.1	796009.8	8553252	382.48	47	285	45
SV05N.2	796009.8	8553252	382.48	51	285	60
SV05N.3	796009.8	8553252	382.48	60	285	75

**Quadro 15 – Ordem de prioridade, secção vertical, coordenadas da boca, azimute, mergulho dos furos de sondagem propostos para o corpo C1.**

BHID/SV/P	X	Y	Z	LENGTH	AZIMUTE	MERGULHO
SV15N.1	796027.2	8553351	386.15	42	285	45
SV15N.2	796027.2	8553351	386.15	45	285	60
SV15N.3	796027.2	8553351	386.15	53	285	75
SV15N.4	796027.2	8553351	386.15	69	0	90
SV80S.1	795773	8552440	392.12	408	285	60
SV80S.2	795773	8552440	392.12	372	285	45
SV80S.3	795773	8552440	392.12	475	285	75
SV100S.1	795727.6	8552237	410.80	441	285	60
Sv100S.2	795727.6	8552237	410.80	372	285	45
SV100S.3	795727.6	8552237	410.80	495	285	75
SV25N.1	796073.2	8553460	376.42	47	285	45
SV25N.2	796073.2	8553460	376.42	53	285	60
SV25N.3	796073.2	8553460	376.42	66	285	75
SV65N.1	796144	8553830	366.38	148	285	45
SV65N.2	796144	8553830	366.38	162	285	60
SV65N.3	796144	8553830	366.38	194	285	75
SV90N.1	796175.5	8554084	368.59	108	285	45
SV90N.2	796175.5	8554084	368.59	130	285	60
SV90N.3	796175.5	8554084	368.59	176	285	75
SV110S.1	795908.9	8552079	399.91	148	285	45
SV110S.2	795908.9	8552079	399.91	162	285	60
SV110S.3	795908.9	8552079	399.91	194	285	75
SV86S.1	795927.3	8552325	401.89	148	285	45
SV86S.2	795927.3	8552325	401.89	162	285	60
SV86S.3	795927.3	8552325	401.89	194	285	75
SV20N.1	795983.1	8553413	381.77	93	285	45
SV20N.2	795983.1	8553413	381.77	94	285	75
SV28N.1	795976.7	8553490	378.66	93	285	60
SV28N.2	795976.7	8553490	378.66	94	285	75

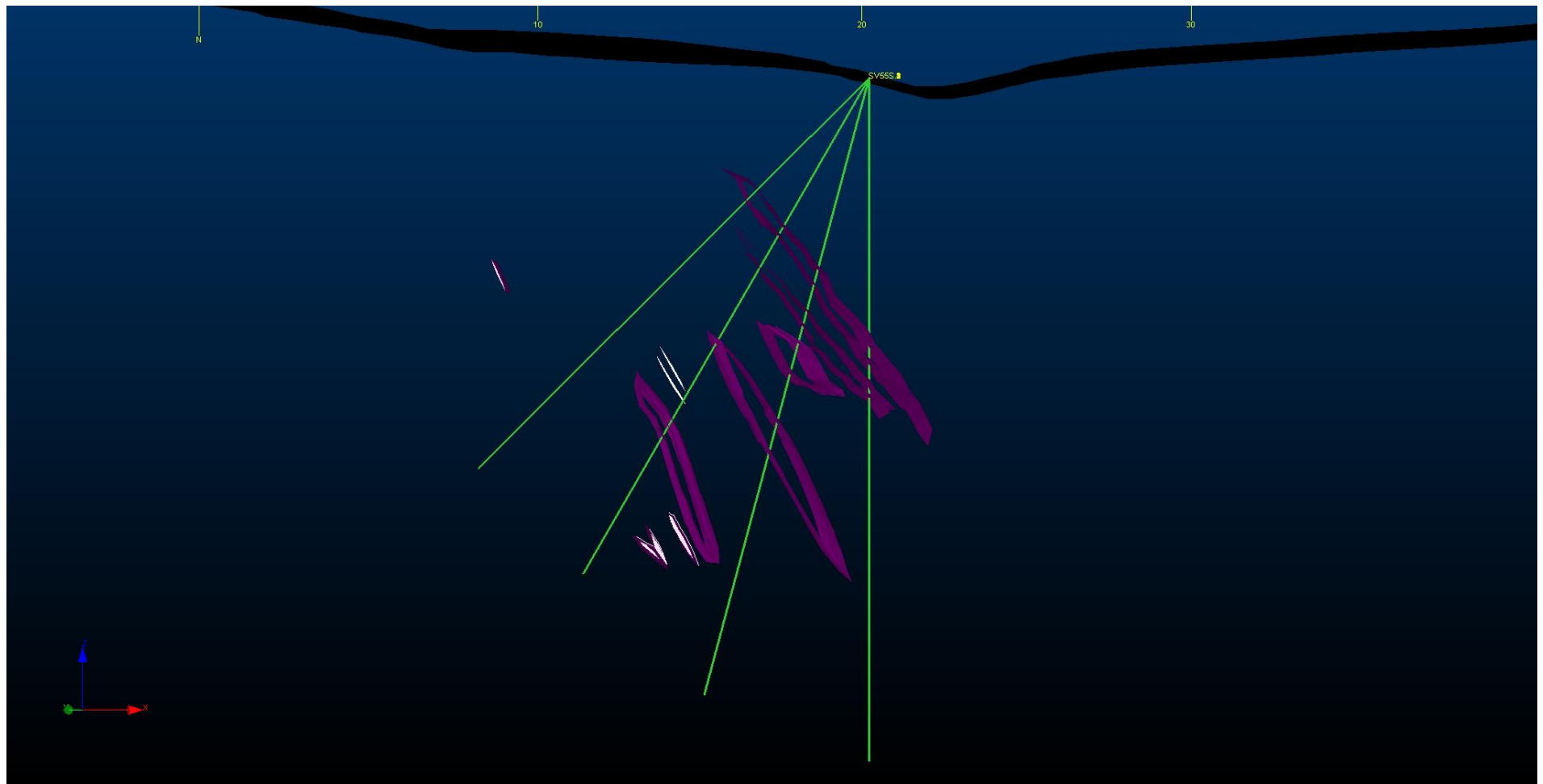
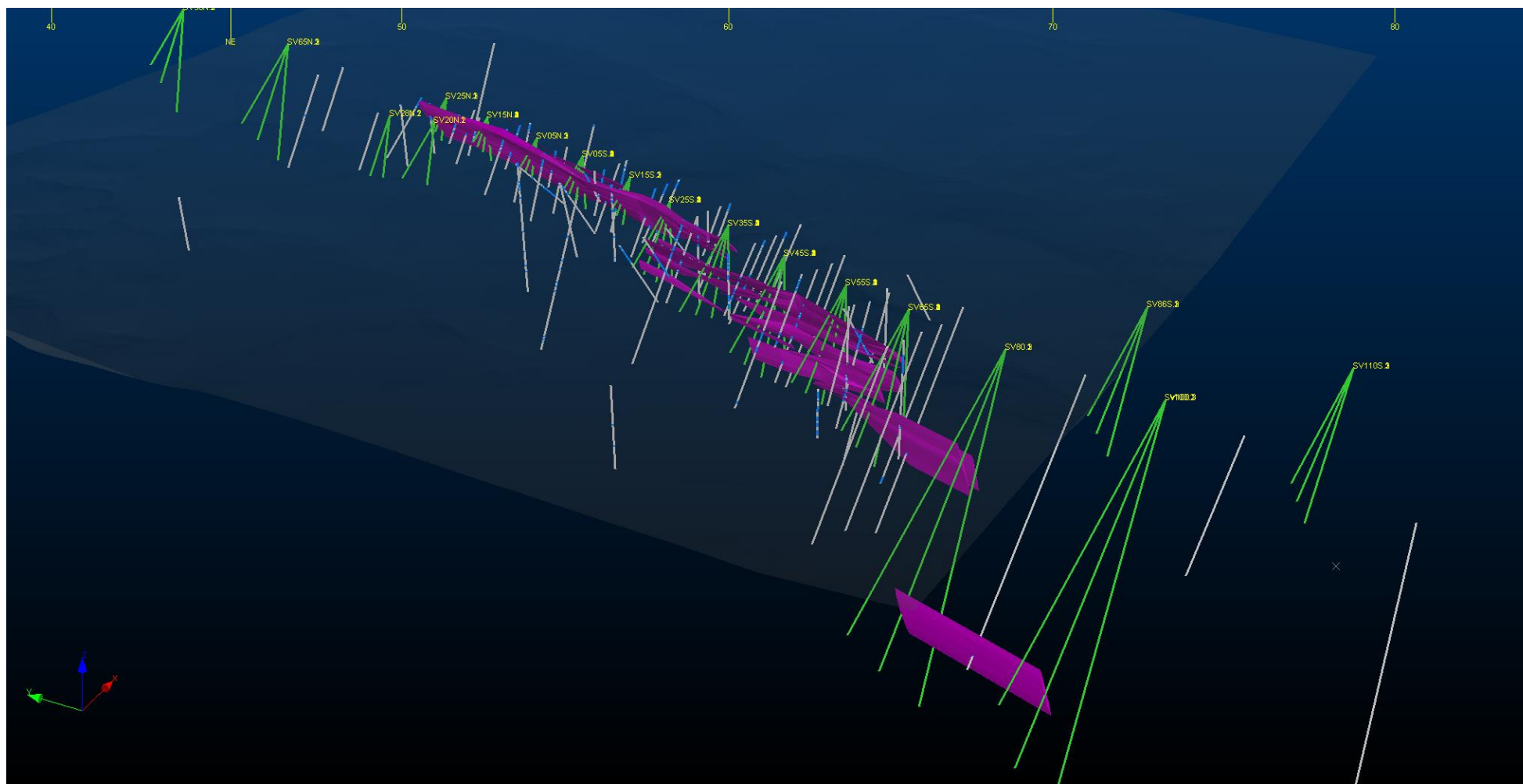


Figura 23 – Seção geológica SV55S com intersecção dos corpos mineralizados (margenta) e furos propostos de sondagem rotativa (verde).



**Figura 24 – Vista em perspectiva do modelo tridimensional do corpo mineralizado C4, furos de sondagem rotativa (branco) e furos propostos (verde).**

### C3

Estimamos a execução de cerca de 5.993 metros de sondagem com testemunhagem contínua, distribuídos em 32 furos com metragem mínima de 65 m, máxima de 420 m e média de 193 m, amostrando-se para análise química os intervalos considerados de interesse (Quadro 16). Calcula-se que sejam submetidas a análises cerca de 650 amostras. Dentro deste contexto, nossas expectativas são de 2.01 Mt @ 1.55% Cu, 0.37% Pb e 6.17% Zn migrarem de recursos inferidos para categoria indicado e as perfurações na continuidade dos trends da mineralização agreguem recursos inferidos para o depósito (Figura 25 e 26).

**Quadro 16 – Ordem de prioridade, seção vertical, coordenadas da boca, azimute, mergulho dos furos de sondagem propostos para o corpo C3.**

BHID/SV/P	X	Y	Z	LENGTH	AZIMUTE	MERGULHO
SV455.1	792834.9	8567407	400.41	197	118	45
SV455.2	792834.9	8567407	400.41	215	118	60
SV455.3	792834.9	8567407	400.41	256	118	75
SV455.4	792834.9	8567407	400.41	345	0	90
SV465.1	792900.2	8567526	399.92	150	118	45
SV465.2	792900.2	8567526	399.92	179	118	60
SV465.3	792900.2	8567526	399.92	243	118	75
SV465.4	792900.2	8567526	399.92	420	0	90
SV475.1	792952.9	8567631	398.86	197	118	45
SV475.2	792952.9	8567631	398.86	215	118	60
SV475.3	792952.9	8567631	398.86	256	118	75
SV475.4	792952.9	8567631	398.86	345	0	90
SV485.1	792998.9	8567728	395.41	107	118	45
SV485.2	792998.9	8567728	395.41	141	118	60
SV485.3	792998.9	8567728	395.41	233	118	75
SV485.4	792998.9	8567728	395.41	278	115	85
SV495.1	793033.4	8567813	392.90	115	118	45
SV495.2	793033.4	8567813	392.90	140	118	60
SV495.3	793033.4	8567813	392.90	196	118	75
SV505.1	793065.9	8567930	389.30	88	118	45
SV505.2	793065.9	8567930	389.30	100	118	60
SV505.3	793065.9	8567930	389.30	125	118	75
SV525.1	793162.5	8568118	383.65	197	118	45
SV525.2	793162.5	8568118	383.65	215	118	60
SV525.3	793162.5	8568118	383.65	256	118	75
SV545.1	793252.2	8568339	380.94	165	270	60
SV545.2	793252.2	8568339	380.94	246	270	75
SV545.3	793252.2	8568339	380.94	131	270	45
SV545.4	793203.8	8568353	382.17	76	270	60
SV545.5	793203.8	8568353	382.17	98	270	75
SV545.5	793203.8	8568353	382.17	65	270	45

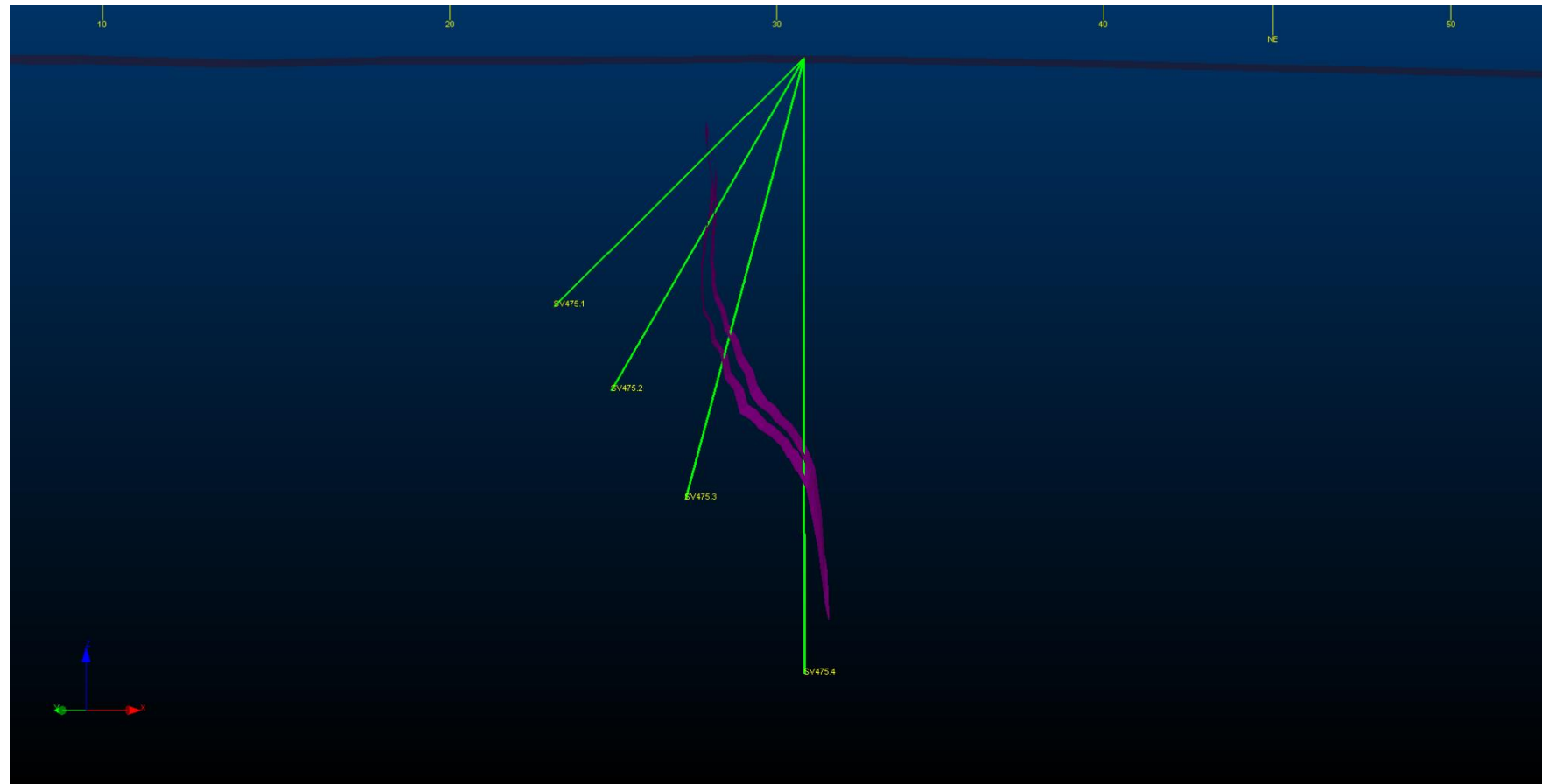
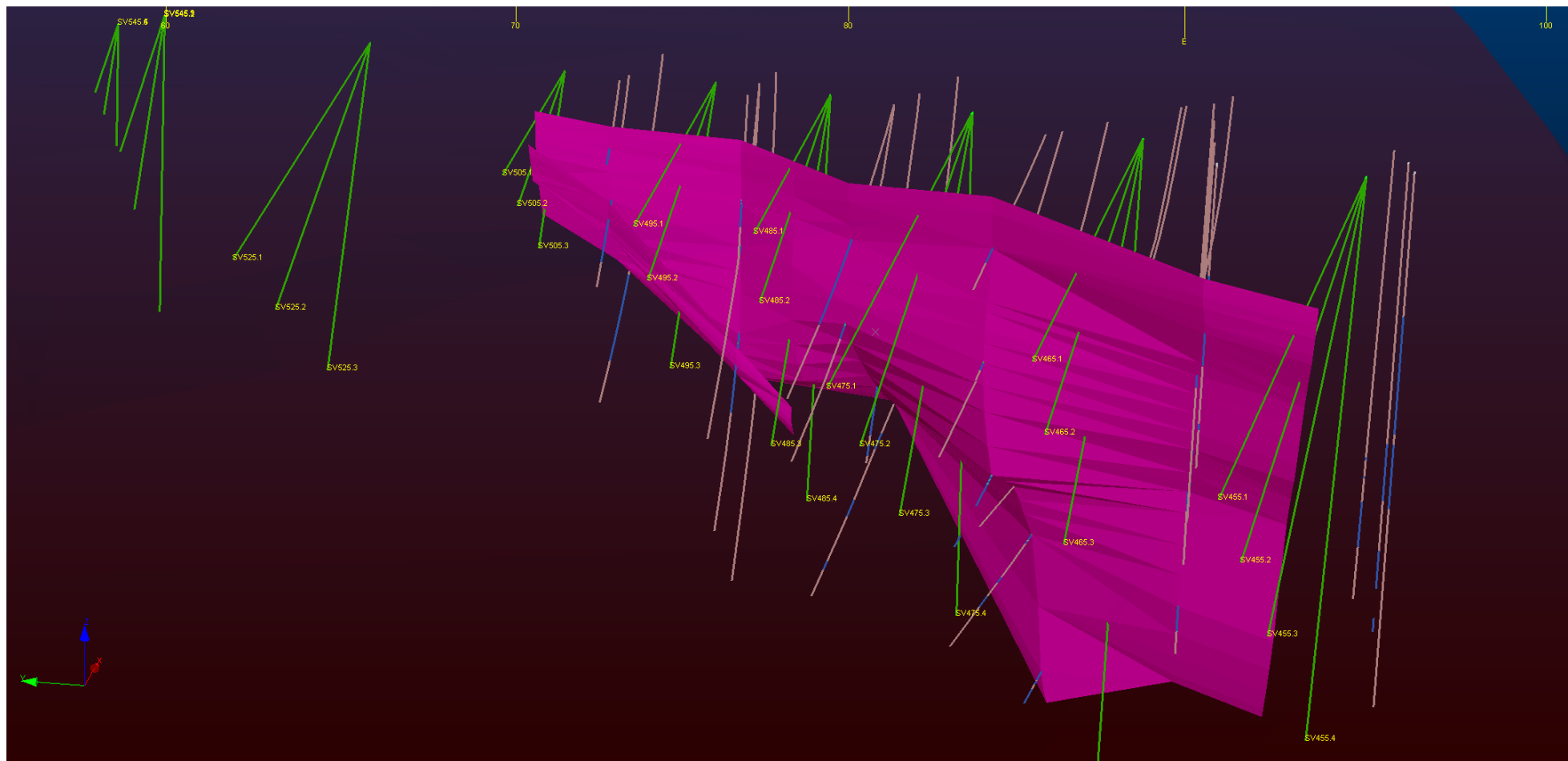


Figura 25 – Seção geológica SV475 com intersecção dos corpos mineralizados (margenta) e furos propostos de sondagem rotativa (verde).



**Figura 26 – Vista em perspectiva do modelo tridimensional do corpo mineralizado C4, furos de sondagem rotativa (branco) e furos propostos (verde).**

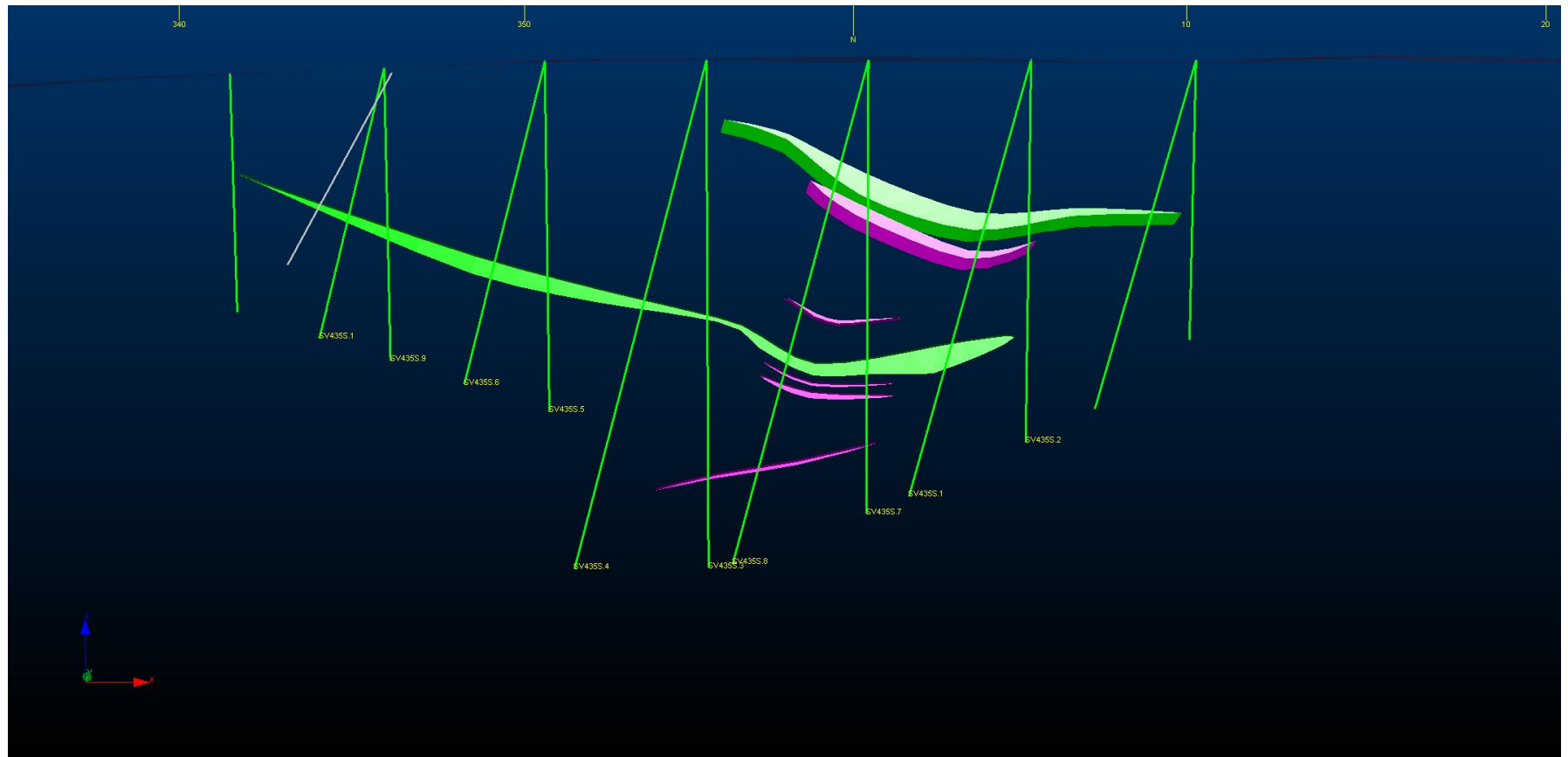
#### C4

Estimamos a execução de cerca de 8.302 metros de sondagem com testemunhagem contínua, distribuídos em 39 furos com metragem mínima de 112 m, máxima de 333 m e média de 213 m, amostrando-se para análise química os intervalos considerados de interesse (Quadro 17). Calcula-se que sejam submetidas a análises cerca de 900 amostras. Dentro deste contexto, nossas expectativas são de 2.97 Mt @ 0.15% Cu, 0.34% Cu e 3.58% Zn migrarem de recursos inferidos para categoria indicado (Figura 27 e 28).

**Quadro 17 – Ordem de prioridade, seção vertical, coordenadas da boca, azimuth, mergulho dos furos de sondagem propostos para o corpo C4.**

BHID/SV/P	X	Y	Z	LENGTH	AZIMUTE	MERGULHO
SV435S.1	793095	8548315	440	283	270	75
SV435S.2	793095	8548315	440	238	0	90
SV435S.3	792894	8548316	440	320	0	90
SV435S.4	792894	8548316	440	333	270	75
SV435S.5	792793	8548316	440	220	0	90
SV435S.6	792793	8548316	440	210	270	75
SV435S.7	792995	8548316	440	285	0	90
SV435S.8	792995	8548316	440	329	270	75
SV435S.9	792692	8548317	436	184	0	90
SV435S.1	792692	8548317	436	175	270	75
SV435S.1	793196	8548315	440	223	270	75
SV435S.1	793196	8548315	440	172	0	90
SV435S.1	792594	8548317	432	149	0	90
SV425S.1	792995	8548414	443	301	270	75
SV425S.2	792895	8548413	444	294	0	90
SV425S.3	792895	8548413	444	333	270	75
SV425S.4	793094	8548414	440	265	270	75
SV425S.5	793094	8548414	440	228	0	90
SV425S.6	792794	8548412	444	188	0	90
SV425S.7	792794	8548412	444	179	270	75
SV425S.8	793196	8548415	440	208	270	75
SV425S.9	793196	8548415	440	172	0	90
SV425S.1	792692	8548412	440	151	0	90
SV425S.1	792692	8548412	440	143	270	75
SV420S.1	792891	8548468	445	225	0	90
SV420S.2	792891	8548468	445	206	270	75
SV420S.3	792793	8548468	446	178	0	90
SV420S.4	792793	8548468	446	163	270	75
SV420S.5	792690	8548468	440	122	0	90
SV420S.6	792690	8548468	440	112	270	75
SV415S.1	792994	8548509	449	200	0	90
SV415S.2	792994	8548509	449	207	270	75
SV415S.3	793093	8548508	440	186	270	75

SV415S.4	793093	8548508	440	169	0	90
SV415S.5	792893	8548509	448	189	0	90
SV410S.1	793065	8548560	445	169	0	90
SV410S.2	793065	8548560	445	186	270	75
SV410S.3	792964	8548559	450	200	0	90
SV410S.4	792964	8548559	450	207	270	75



**Figura 27 – Seção geológica SV435S com intersecção dos corpos mineralizados (margenta e verde) e furos propostos de sondagem rotativa (verde).**

**Figura 28 – Vista em perspectiva do modelo tridimensional do corpo mineralizado C4, furos de sondagem rotativa (branco) e furos propostos (verde).**

### **8.2.3. Estudo Básico de Engenharia**

#### **8.2.3.1. Local do Empreendimento (SITE)**

Projeto conceitual contemplando a disponibilidade de energia, vias de acesso e escoamento da produção, água para o processo produtivo e mão-de-obra necessária para plena produção, projetando instalações de apoio operacional que servirão de suporte nas atividades administrativas, de produção e de manutenção.

Detalhamento dos investimentos (projetos de engenharia, máquinas, equipamentos, construções, montagem das instalações, etc.).

#### **8.2.3.2. Lavra**

Projeto conceitual contemplando a pré-produção ou desenvolvimento de uma futura mina, com a determinação de custos de acesso à área, desmatamento e/ou decapeamento, preparação de frentes de lavra, sequenciamento de lavra; seleção e descrição das operações unitárias dos métodos de lavra aplicáveis ao projeto, com base em depósitos similares a nível nacional ou internacional. Determinação dos equipamentos de mineração a serem utilizados no processo produtivo com seus respectivos custos de aquisição e operação e determinação da relação estéril/minério economicamente viável a este projeto.

#### **8.2.3.3. Planta de Beneficiamento**

Projeto conceitual contemplando: caracterização mineralógica, teste em escala de bancada (laboratório) atestando a qualidade do minério e o mercado consumidor mais adequado para seu aproveitamento econômico. Definição do tipo de planta de beneficiamento, rota de processo e regime de operação, preparação do local e instalação dos prédios da planta de beneficiamento, os equipamentos a serem utilizados na rota de beneficiamento sugerida, barragem de rejeitos e/ou pilhas de estéril e os custos envolvidos em cada etapa do processo. Por se tratar de um depósito mineral poli metálico a caracterização aprofundada tem papel fundamental nesta etapa, pois permitirá o planejamento da pesquisa do melhor processo para a extração do metal, inclusive com atenção ao material oxidado.

#### **8.2.3.4. Desativação e Pós Fechamento de Mina**

Apresentação de projeto conceitual que enumere as etapas, processo e recursos necessários para a desativação e pós fechamento do projeto mineiro. Esta etapa visa mitigar qualquer possível passivo ambiental na área do projeto. Este projeto conceitual deverá estar em conformidade com as diretrizes do EIA, RIMA, PRAD e o código de mineração em vigor.

Por fim, reforçamos a importância de apresentação de estimativas de custos de capital (CAPEX) e custos operacionais (OPEX) para o projeto, envolvendo as etapas de implantação, desenvolvimento, lavra, beneficiamento e transporte da produção, conforme exigência contida no edital.

#### **8.2.4. Estudos e documentos com vistas ao licenciamento ambiental**

##### **8.2.4.1. Para a Pesquisa Mineral Adicional Sugerida**

Nos termos da Resolução do CONAMA nº 09/1990 a realização de pesquisa mineral quando envolver o emprego de guia de utilização fica sujeita ao licenciamento ambiental pelo órgão competente. Entretanto, salvo algumas exceções, os códigos ambientais estaduais exigem que a pesquisa mineral de qualquer natureza seja objeto de licenciamento ambiental, independente do emprego de guia de utilização. Citamos como exemplo desta exceção os procedimentos adotados no estado do Rio Grande do Sul, cujas exigências vão ao encontro da Resolução do CONAMA nº 09/1990, dispensando do licenciamento ambiental a pesquisa que não empregar guia de utilização, desde que seja executada fora de espaços territoriais protegidos.

De maneira análoga, atualmente o estado do Tocantins não exige licença ambiental para a execução de pesquisa mineral.

Caso este cenário sofra qualquer alteração, os investidores parceiros da CPRM deverão se encarregar da obtenção da Licença de Operação para a pesquisa mineral, que depende da execução e apresentação ao órgão ambiental do Relatório de Avaliação de Impacto Ambiental (AIA). Nesta avaliação devem constar informações básicas como a descrição geral do empreendimento, o diagnóstico ambiental da área pesquisada, a identificação dos impactos gerados e a apresentação da implantação das medidas mitigadoras e compensatórias.

##### **8.2.4.2. Para o início da Lavra**

O investimento ambiental inicial consiste na reunião de documentação e de informações técnicas necessárias à abertura do processo de licenciamento prévio (LP). Por ser considerada atividade de alto potencial poluidor, o licenciamento ambiental da lavra se dá através do uso do instrumento administrativo do Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA), nos termos da Resolução CONAMA Nº 01/1986.

O Estudo de Impacto Ambiental compreende a principal ferramenta de análise qualitativa e quantificava dos impactos ambientais provenientes das diversas fases do empreendimento. Esse estudo deve conter fundamentalmente a caracterização do empreendimento com detalhamento do projeto proposto, o diagnóstico ambiental das áreas sob influência das atividades do empreendimento, bem como a avaliação dos impactos ambientais e a proposta de programas ambientais para prevenção, mitigação e compensação dos mesmos.

Em virtude dos códigos ambientais estaduais, cada órgão licenciador possui seus próprios procedimentos e normativas, entretanto, as informações ambientais e documentos mínimos a serem apresentados para o protocolo do pedido de LP normalmente consistem em:

1. Requerimento de Licença Prévia
2. Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica (CNPJ)
3. Formulário de Extração Mineral
4. Concepção geral do empreendimento
5. Caracterização locacional preliminar

6. Comprovante de pagamento dos custos de licenciamento

7. Certidão da Prefeitura Municipal

Deve ser apresentada certidão da Prefeitura Municipal atualizada, em vigor, que conste: (a) razão social do empreendedor, (b) coordenadas geográficas com DATUM SIRGAS 2000, (c) endereço completo do empreendimento, (d) atividade proposta, (e) restrições quanto à atividade proposta em relação ao Plano Diretor, Diretrizes Urbanas ou Lei Orgânica do Município, entre outros dispositivos municipais e (f) período de vigência do documento.

8. Proposta de Termo de Referência para EIA/RIMA, a partir do escopo mínimo de TR sugerido pelo órgão ambiental, nos termos da Resolução CONAMA Nº 01/1986.

### **8.3. SEQUÊNCIA DOS TRABALHOS TÉCNICOS**

- 1) REVISÃO BIBLIOGRÁFICA
- 2) RECONHECIMENTO LOCAL
- 3) SERVIÇOS EXPLORATÓRIOS DE SONDAGEM E AMOSTRAGEM
- 4) ANÁLISES QUÍMICAS
- 5) ORGANIZAÇÃO DO BANCO DE DADOS
- 6) MODELAGEM GEOLÓGICA
- 7) ESTIMATIVA E CUBAGEM DOS RECURSOS
- 8) LAVRA CONCEITUAL
- 9) PLANTA DE BENEFICIAMENTO CONCEITUAL
- 9) AVALIAÇÃO ECONÔMICA
- 10) RELATÓRIO FINAL DE PESQUISA

### **8.4. ORÇAMENTO PARA PESQUISA**

#### **8.4.1. MATRIZ DE CUSTOS ESTIMADOS**

Desta forma, recomendamos que o investidor-parceiro da CPRM execute no mínimo:

- Toda a sondagem prevista no Corpo C1, conforme detalhado no presente relatório: 8.768 m;
- Toda a sondagem prevista no Corpo C3, conforme detalhado no presente relatório: 5.993 m;
- Pelo menos 1.000 m de sondagem no Corpo C4;
- Pelo menos 1.520 m de sondagem nos demais alvos.

**Quadro 18 – Serviços complementares de pesquisa geológica e Tecnológica**

ADENSAMENTO DAS MALHAS DE SONDAGENS NOS CORPOS MINERALIZADOS			CORPOS			SUBTOTAL
			C1	C3	C4	
	Quantidade de Furos		60	32	39	131
	Análises químicas		1100	650	900	2650
	Metragem	Mín.	42	65	112	-
		Máx.	495	420	333	-
Média		149	193	213	-	
Total		8768	5993	8302	23063	
ÁREAS POTENCIAIS	8 Alvos					
	Levantamento Topográfico		62 Km			
	Mapeamento Geológico		62 Km			
	Prospecção Geoquímica (solo)		3090 amostras			
	Prospecção Geofísica Terrestre EM		50 Km			
	Quantidade de Furos		141			
	Análises químicas		3200			
	Metragem	Mín.	76			
		Máx.	594			
		Média	228			
		Total	32127			
Estudos Básicos de Engenharia			Local do Empreendimento (SITE); Lavra; Planta de Beneficiamento; Desativação e pós fechamento de mina			
Estudos e Documentos com vistas ao Licenciamento Ambiental			Para a Pesquisa Mineral Adicional Sugerida; Para o início da Lavra			

O Quadro 19 resume os serviços e custos complementares de pesquisa geológica e tecnológicos considerados necessários para que o projeto Palmeirópolis adquira um nível de conhecimento suficiente para se tomar a decisão de avançar ou não com a implantação do projeto.

**Quadro 19 - Estimativa de custos dos serviços complementares de pesquisa geológica e tecnológica**

Item	UN	R\$/UN	Moeda	Valor
Sondagem	23063 m	320	R\$	7.380.160
Análise Química	2650 análises	52	R\$	137.800
SubTotal			R\$	7.517.960
Levantamento Topográfico	6000 ha	20	R\$	120.000
Mapeamento Geológico	62 ha	3800	R\$	235.600
Prospecção Geoquímica	3090 amostras	52	R\$	160.680
Geofísica Terrestre	50 km	1420	R\$	71.000
Sondagem	32 127m	320	R\$	10.280.640
Análise Química	3200 análises	52	R\$	166.400
SubTotal			R\$	11.034.320
Estudos de Engenharia e Pesquisa Tecnológica		1vb	R\$	2.500.000
Estudos Ambientais		1vb	R\$	3.200.000
Total			R\$	24.252.280
			US\$	7.462.240
Ano 1			R\$	10.367.960
Ano2			R\$	13.884.320

Os valores acima apresentados se tratam então de mínimos a serem exigidos pela CPRM e um contrato de parceria para investimento. Certamente deve-se resguardar o direito do investidor-parceiro em realizar maiores pesquisas na área, uma vez que tal ação seria também de grande benefício para a CPRM uma vez que, caso a parceria se perdesse no momento de lavra um quantitativo maior de reservas proveria maiores valores de Royalties à CPRM. Caso a área seja entregue novamente à CPRM após a pesquisa complementar, um quantitativo maior de informações a cerca da geologia local seria repassada à CPRM.

#### **8.5. CRONOGRAMA FÍSICO FINANCEIRO**

O cronograma previsto para execução do plano de pesquisa complementar (Quadro 20).

**Quadro 20 – Cronograma para execução do plano de pesquisa complementar de pesquisa geológica e tecnológica**

ATIVIDADE	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1. Revisão bibliográfica	■																							
2. Reconhecimento local	■																							
1. Campanha sondagem: Adensamento das malhas		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■					
2. Campanha sondagem: Pesquisa áreas potenciais		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■					
3. Análises químicas			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■					
4. Banco de Dados																			■					
5. Modelagem Geológica																				■				
6. Estimativa e Cubagem dos recursos																					■			
7. Estudos Engenharia																						■	■	
9. Avaliação Econômica																						■	■	
10. Relatório Final de Pesquisa																								■

## 9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os custos totais dos serviços complementares de pesquisa acima são estimados em R\$ 24,25 milhões, conforme apresentado no Quadro 19, e deverão ser dispendidos no prazo de 2 anos, sendo R\$ 10,37 milhões no primeiro ano e os restantes R\$ 13,88 milhões no segundo ano. Após a conclusão da primeira fase destes serviços, o investidor deverá ser capaz de tomar a decisão de prosseguir ou não à fase 2. Se em qualquer das etapas do trabalho de pesquisa forem constatados resultados negativos, os mesmos deverão ser suspensos, sendo apresentado um relatório a CPRM com os dados e interpretações obtidas na área.

## 10. RELATÓRIO FINAL DE PESQUISA

Independente da avaliação final do depósito quanto a sua viabilidade econômica ser positiva ou não, deverá ser apresentado a CPRM um relatório com todos os trabalhos desenvolvidos e resultados obtidos.

## 11. RESPONSABILIDADE TÉCNICA