

**PROJETO – "AVALIAÇÃO METALOGENÉTICA DO
DISTRITO MINEIRO DO TALCO NO ESTADO DO PARANÁ"**

**CONVÊNIO DE COOPERAÇÃO TÉCNICA E FINANCEIRA
MINEROPAR/DNPM**

RELATÓRIO DA SEGUNDA ETAPA

F
549
R4828

Julho/1998

Registro n. f1414



Biblioteca/Mineropar

MINEROPAR
BIBLIOTECA
#00 f1414 09.09.99

**PROJETO – "AVALIAÇÃO METALOGENÉTICA DO
DISTRITO MINEIRO DO TALCO NO ESTADO DO PARANÁ"**

**CONVÊNIO DE COOPERAÇÃO TÉCNICA E FINANCEIRA
MINEROPAR/DNPM**

GOVERNO DO ESTADO DO PARANÁ
JAIME LERNER
Governador

**SECRETARIA DE ESTADO DA INDÚSTRIA E COMÉRCIO E
DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO**
EDUARDO FRANCISCO SCIARRA
Secretário de Estado

MINEROPAR - MINERAIS DO PARANÁ S.A.

OMAR AKEL
Diretor Presidente

MARCOS VITOR FABRO DIAS
Diretor Técnico

HELOÍSA MONTE SERRAT DE A. BINDO
Diretora Administrativo-Financeira

PROJETO – "AVALIAÇÃO METALOGENÉTICA DO DISTRITO MINEIRO DO TALCO NO ESTADO DO PARANÁ"

Gerente de Projeto

Geólogo Sérgio Maurus Ribas

Elaboração

Geólogo Sérgio Maurus Ribas

Geólogo Contratado Carlos Adolfo Schott David

Geólogo Contratado Wadir Brandão

Geóloga Contratada Zuleika de Fátima Valaski

Apoio

Técnico Clóvis Roberto da Fonseca

Prospector Paulo Augustynczyk

Geólogo Donaldo Cordeiro da Silva

Técnico Miguel Ângelo Moretti

José Eurides Langner

Beatriz Rodacoski

Roseneide Ogleari

Irema Maria Melo

Juarez Palmas Torres de Freitas

Antônio Perdoná Alano

Hernany Ferreira

Estagiários

Elton Richart Adam

Sandra Boeira Guimarães

SUMÁRIO

1 - INTRODUÇÃO

- 1.1 - Apresentação
- 1.2 - Objetivos
- 1.3 - Plano de Trabalho

2 – TRABALHOS REALIZADOS, METODOLOGIA EMPREGADA E DADOS FÍSICOS DE PRODUÇÃO

- 2.1 – Mapeamento Litológico, Estrutural e Amostragem
- 2.2 – Estudos Geoquímicos Orientativos
- 2.3 – Estudos Geofísicos
- 2.4 – Amostragem Complementar e Sondagem Exploratória
- 2.5 – Análises de Laboratório

3 – RESULTADOS PRELIMINARES

- 3.1 – Mapeamento Litológico, Estrutural e Amostragem
 - 3.1.1 – Aspectos Genéticos das Mineralizações de Talco
 - 3.1.2 – Principais Parâmetros Controladores das Mineralizações
- 3.2 – Estudos Geofísicos
- 3.3 – Amostragem Complementar e Sondagem Exploratória
- 3.4 – Análises de Laboratório

4 – PROGRAMAÇÃO DOS TRABALHOS COMPLEMENTARES

1 – INTRODUÇÃO

1.1 – Apresentação:

Ao término da segunda etapa do plano de trabalho do projeto “**Avaliação Metalogenética do Distrito Mineiro do Talco no Estado do Paraná**”, desenvolvido em convênio de cooperação técnica e financeira entre a Minerais do Paraná S/A – MINEROPAR e o Departamento Nacional da Produção Mineral – DNPM, dentro do programa de avaliação de distritos mineiros, são apresentados os trabalhos realizados e os resultados parciais obtidos até o momento nas diversas atividades desenvolvidas. A integração e avaliação de todos os dados deverá ser executada no desenvolvimento da terceira etapa, consolidados no relatório final do projeto, previsto para Dezembro de 1998, quando se apresentará toda a documentação elaborada.

1.2 -Objetivos:

O plano de Trabalho aprovado refere-se ao mapeamento de detalhe, em escala 1:5.000, no Distrito Mineiro de Castro - Ponta Grossa, em duas áreas denominadas: área I, situada a NE de Itaiacoca e área II, localizada a SE de Socavão perfazendo uma superfície total de 109 Km² (Fig. 1), com os seguintes objetivos:

- Determinar os parâmetros geológicos controladores das mineralizações de talco (metalotectos), a natureza dos minérios e sua distribuição;
- Estabelecer modelos geológicos probabilísticos das mineralizações;
- Estabelecer o volume global de recursos de talco;
- Selecionar novas áreas potenciais.

1.3 – Plano de Trabalho:

A rotina metodológica e as atividades desenvolvidas nas áreas I e II para alcançar os objetivos e metas estabelecidas neste projeto estão divididas em três etapas (vide tabelas 1, 2 e 3 a seguir, modificadas pelo **Terceiro Termo Aditivo ao Convênio de Cooperação Técnica e Financeira** firmado).

- Primeira Etapa:

As atividades previstas na primeira etapa do plano de trabalho foram concluídas em junho de 1997, descritas como:

- a) Confecção de bases cartográficas – Escala 1:5.000 e aquisição de imagens aéreas;
- b) Compilação, integração e atualização de informações existentes.

- Segunda Etapa:

As atividades previstas na segunda etapa do plano de trabalho consistem na obtenção dos dados necessários para cumprimento dos objetivos propostos, descritas como:

a - Mapeamento Litológico, Estrutural e Amostragem:

Após os estudos preliminares da primeira etapa foram iniciados os trabalhos de cartografia das litologias e estruturas aflorantes e suas relações com as diferentes mineralizações de talco.

Para o mapeamento das duas áreas do projeto optou-se pela descrição das várias frentes de lavra existentes na região e realização de perfis geológicos nas estradas e caminhos que cruzam as áreas. Na perfilagem geológica foram executadas descrições de pontos de afloramentos, com obtenção de dados litológicos e estruturais. Os dados obtidos foram sempre georreferenciados às bases cartográficas elaboradas.

Nesta fase procedeu-se a amostragem das rochas e dos minérios nas minas mais representativas, objetivando a caracterização petrográfica e geoquímica das diversas litologias e dos diversos tipos de mineralizações de talco.

b - Estudos Geoquímicos Orientativos:

Objetiva caracterizar o quimismo das litologias mineralizadas, encaixantes e seus contatos, estabelecer as dimensões e formas dos halos de dispersão das mineralizações e o conjunto de elementos que melhor as discriminem das encaixantes estéreis.

c - Estudos Geofísicos:

Deverão ser utilizados métodos elétricos e magnéticos que permitam delimitar os depósitos de talco em profundidades, auxiliando na integração dos dados e locação de sondagens.

d - Amostragem Complementar e Sondagem Exploratória:

Amostragem em áreas selecionadas pelo conjunto de atividades até então desenvolvidas, objetivando dar consistência ou testar hipóteses e modelos estabelecidos. Nesta fase prevê-se a execução de três furos exploratórios, com recuperação de testemunhos, num total de 300 metros de sondagem. Além disso, deverão ser usados trados e efetuadas escavações para a obtenção de amostras a pequenas profundidades.

e - Análises de Laboratório

Deverão ser executadas análises químicas, físicas, petrográficas e ensaios cerâmicos. As análises de laboratório serão executadas durante todas as fases dos trabalhos.

- Terceira Etapa:

Para consolidação e avaliação de todos os dados obtidos está prevista a terceira etapa do plano de trabalho, composta das seguintes atividades:

a - Integração de Dados e Estabelecimento de Modelos Geológicos Probabilísticos:

A partir dos diferentes bancos de dados, constituídos durante o andamento dos trabalhos, utilizando-se métodos computacionais interativos, proceder-se-á à correlação dos dados e ao consequente estabelecimento de modelos geológicos probabilísticos, representativos das mineralizações de talco do Distrito.

b - Avaliação dos Recursos de Talco do Distrito e Seleção de Áreas Potenciais:

A utilização de modelos geológicos probabilísticos, obtidos por métodos matemático-estatísticos a partir de grande número de dados, possibilita emitir prognósticos quantitativos sobre os recursos minerais existentes em uma área ou Distrito Mineiro. Ao final desta fase teremos, portanto, o volume de recursos dos diversos tipos de talco possíveis nas áreas trabalhadas e delimitação de novas áreas potenciais para projetos de exploração.

c - Elaboração de Relatório e Impressão de Mapas:

O Relatório Final deverá ser conclusivo quanto às características, formas de ocorrência e recursos de talco disponíveis, bem como apresentar novas áreas potenciais.

2 – TRABALHOS REALIZADOS, METODOLOGIA EMPREGADA E DADOS FÍSICOS DE PRODUÇÃO:

2.1 – Mapeamento Litológico, Estrutural e Amostragem:

O mapeamento litológico, em escala 1:5.000 das áreas I e II, foi inicialmente planejado para ser executado em malha regular de perfis, em picadas abertas com topografia, em distanciamentos compatíveis com a escala de mapeamento. Com o desenvolvimento dos trabalhos esta prática mostrou-se inviável, tendo em vista o grande volume de trabalhos topográficos e de abertura de picadas (estimados em um cálculo inicial em 1.000 Km de picadas distanciadas a cada 100 metros), cobrindo na maioria dos casos grandes áreas sem interesse para detalhamento, áreas planas sem afloramentos de rocha, e com grande risco de muitas ocorrências de talco situarem-se entre as linhas.

Para o mapeamento das duas áreas do projeto optou-se então pela descrição das várias frentes de lavra existentes na região e realização de perfis geológicos nas estradas e caminhos que cruzam as áreas. Na perfilagem geológica foram executadas descrições de pontos de afloramentos, com obtenção de dados litológicos e estruturais. Os dados obtidos foram sempre georreferenciados às bases cartográficas elaboradas na primeira etapa.

Nesta fase procedeu-se a amostragem das rochas e dos minérios nas minas mais representativas, objetivando a caracterização petrográfica e geoquímica das diversas litologias e dos diversos tipos de mineralizações de talco.

Para a realização das atividades de mapeamento litológico, estrutural e amostragem foram contratados os geólogos Carlos Adolfo S. David, Zuleika de Fátima Valaski e Wadir Brandão, com início das atividades em setembro de 1997. Para a solução de problemas específicos em geologia e descrição de lâminas delgadas foi contratada consultoria do Prof. Dr. José Manoel dos Reis Neto, com Tese de Doutorado na USP – "Faixa Itaiacoca: Registro de uma colisão entre dois blocos continentais no Neoproterozóico". Em geologia estrutural contou-se com a consultoria especializada do Prof. Dr. Alberto Pio Fiori, Pós - Doutorado na Itália. Os relatórios dos geólogos e consultores contratados fazem parte do acervo técnico interno do Projeto Talco.

Os dados físicos de produção obtidos constam da tabela a seguir:

	Área I	Área II
- Fotos interpretadas (1:25.000).....	14	16
- Pontos descritos (un).....	177	202
- Minas cadastradas.....	20	25
- Amostras coletadas (un).....	170	148
- Amostras encaminhadas p/análise química.....	120	105
- Análises químicas recebidas.....	120	105
- Lâminas petrográficas confeccionadas.....	20	32
- Lâminas petrográficas descritas.....	19	27

Tab. 01 - Dados físicos de produção (acumulados) do mapeamento das áreas I e II

2.2 – Estudos Geoquímicos Orientativos:

Em reconhecimentos preliminares de campo observou-se que, de um modo geral, as drenagens das áreas I e II encontram-se entulhadas por sedimentos recentes, provenientes da intensa atividade mineira na região, assim como os solos apresentam-se muito revolvidos e transportados nas áreas de extração de talco. Este fato desaconselha qualquer estudo geoquímico orientativo, uma vez que não se consegue reconstituir as condições naturais existentes nas áreas com mineralizações de talco.

Uma vez prejudicada a pretensão inicial de obtenção de amostras em diversos meios tais como: solos, sedimentos de corrente e concentrados de bateia, concentrou-se os estudos geoquímicos na caracterização do quimismo das litologias mineralizadas, encaixantes e seus contatos, efetuando-se análises químicas de amostras de rocha, obtidas na descrição das diversas frentes de lavra existentes e na perfilação geológica em estradas e caminhos que cruzam as duas áreas.

O tratamento das análises químicas de amostras de rocha efetuadas, além de caracterizar o quimismo dos minérios de talco e suas encaixantes, deverá, também, apontar o conjunto dos elementos que ocorrem associados às faixas mineralizadas, permitindo futuros levantamentos de reconhecimento, em áreas ainda não prospectadas, utilizando-se a ferramenta da geoquímica. Esse tratamento dos dados geoquímicos deverá ser consolidado e apresentado no relatório final, após a conclusão da terceira etapa do projeto.

2.3 – Estudos Geofísicos:

Os estudos geofísicos foram realizados de acordo com contrato de prestação de serviços celebrado entre a Minerais do Paraná S/A – MINEROPAR e a Fundação da Universidade Federal do Paraná para o desenvolvimento da Ciência, da Tecnologia e da Cultura – FUNPAR (contrato nº 02.97.76), com o seguinte objeto:

- a) Detecção e extensão das diversas unidades litoestratigráficas que compõem a Faixa Itaiacoca (quartzitos, filitos, metadolomitos, metavulcânicas e metabásicas);
- b) Detecção e extensão lateral e em profundidade de estruturas que condicionam atividades hidrotermais e possíveis mineralizações de talco;
- c) Definição do posicionamento e padrão intrusivo dos diques básicos.

Os estudos geofísicos objetivaram, também, fornecer subsídios ao mapeamento geológico – estrutural, com vistas a uma metodologia de prospecção do talco. Os trabalhos consistiram de:

- Levantamento regional com magnetometria e espectrometria gama ao longo de 57 Km de estradas e outros acessos georreferenciáveis das áreas I e II, com espaçamento de 25 metros entre estações de medida; e integração com dados do Projeto Aerogeofísico Serra do Mar Sul (Geofoto – DNPM/CPRM, 1978);
- Estudos de detalhe em três áreas com mineralizações conhecidas, perfazendo um total de 6 Km lineares com ensaios de magnetometria, espectrometria gama e eletrorresistividade (caminhamento elétrico e sondagens elétricas verticais);
- Processamento, interpretação e integração dos dados obtidos, cujos resultados estão consubstanciados em relatórios a serem encaminhados ao final da terceira etapa.

A magnetometria foi aplicada ao projeto talco pela possibilidade de mapear as rochas metavulcânicas e metabásicas e ainda os diques básicos em meio aos metassedimentos e metacalcários/metadolomitos de menor susceptibilidade magnética. Seria ainda possível que o método evidenciasse os falhamentos que condicionam atividades hidrotermais e possíveis mineralizações de talco. Os falhamentos podem colocar em contato rochas de susceptibilidades contrastantes e/ou dar origem a deslocamentos de corpos magnéticos, fenômenos que causam feições magnéticas que podem ser identificadas em mapas e perfis magnéticos. Na escala decrescente de susceptibilidade magnética as rochas esperadas na região de estudo obedecem a seguinte ordem: Diques básicos, metavulcânicas e metabásicas, metassedimentos (dominantemente filitos), metacalcários/metadolomitos e quartzitos. No âmbito mais regional, em que se estudou a aerogeofísica, corpos graníticos também poderiam mostrar-se magnéticos.

A escolha da espectrometria gama como apoio ao mapeamento geológico-estrutural nas áreas de estudo do Projeto Talco baseou-se nas seguintes expectativas:

- a) Os metacalcários responderiam com baixa contagem gama em comparação aos metassedimentos e metabásicas/metavulcânicas, de forma que estas litologias poderiam ser distinguidas dos metacalcários/metadolomitos;
- b) As zonas de fraturamento onde ocorrem as mineralizações de talco poderiam ser identificadas como zonas de enriquecimento do potássio e urânio com relação ao tório, indicando eventual associação a processos de alteração hidrotermal;
- c) No âmbito mais regional em que se estudou a aerogeofísica, em conjunto com os levantamentos ao longo das estradas, os granitos, mais radioativos do que os outros tipos litológicos, seriam mapeados.

Em nível de detalhe, técnicas geoeletricas que medem a eletrorresistividade, foram escolhidas para caracterizar zonas condutoras que poderiam refletir fraturamento, alteração e percolação, em associação a mineralizações de talco. O caminhamento elétrico foi escolhido como arranjo eletródico mais adequado para mapeamento de variações laterais de resistividade. Sondagens elétricas verticais (arranjo Schlumberger) foram executadas para prover um melhor detalhamento vertical da seção geoeletrica.

Com relação à metodologia empregada nos estudos geofísicos o levantamento ao longo de estradas e outros acessos visou a geração de perfis magnéticos e gamaespectrométricos que interceptassem seqüências litológicas de interesse. Na área II a disposição das estradas foi bastante adequada, já na área I a escassez de vias de acesso contribuiu para uma cobertura muito pobre da área de interesse. Isto dificultou a correlação das anomalias observadas em diferentes perfis ou mesmo atribuir uma orientação a uma zona anômala interceptada por um perfil, porque as distâncias entre perfis são em geral muito grandes.

Para georreferenciar os pontos de medida ao longo das estradas foram utilizados as bases planialtimétricas em escala 1:5.000 produzidas na primeira etapa, para posicionamento de pontos reconhecíveis no campo, a partir dos quais se utilizou uma trena de 25 metros entre pontos de leitura magnetométrica e gamaespectrométrica. A equipe de campo foi constituída de um operador do magnetômetro, um operador do gamaespectrômetro e de um anotador das leituras gamaespectrométricas que ao mesmo

tempo conduzia um veículo a uma certa distância e orientava o trajeto com base nos mapas. O controle da variação magnética diurna foi feita por um magnetômetro fixo numa estação base, com anotação da leitura a cada 10 minutos.

O magnetômetro de prótons (campo total) utilizado para o levantamento foi o EnviMag de fabricação Scintrex. O tempo de amostragem foi de 2 segundos. As leituras magnéticas foram registradas em memória do aparelho e posteriormente descarregadas num computador tipo PC. O magnetômetro utilizado na base, também de prótons, foi o Unimag II de fabricação Geometrics. As leituras deste aparelho foram anotadas em caderneta e posteriormente digitadas em computador. O gamaespectrômetro utilizado foi o GAD6 de fabricação Scintrex. O tempo de integração escolhido foi de 30 segundos.

Nos três alvos de detalhe pesquisados (mina Grande e mina Giraldi na área I e mina Maroqui na área II) foram implantadas malhas regulares com espaçamento que variou de 50 a 75 metros. Nas linhas foram obtidas leituras magnetométricas e radiométricas a cada 12,5 metros. O controle da variação magnética diurna foi feito por um magnetômetro fixo numa estação base, com anotação da leitura a cada 10 minutos. Os equipamentos utilizados foram os mesmos descritos anteriormente.

No caminhamento elétrico, arranjo dipolo-dipolo, foram investigados 5 níveis (profundidades) e o espaçamento entre eletrodos foi de 25 metros. O equipamento utilizado, de fabricação Tectrol, possui 1.000 Watts de potência, permitindo a transmissão de 1 Ampere de corrente DC com 1.000 Volts. Esta potência esteve em geral bastante superior à necessária nas áreas ensaiadas. Devido ao peso das duas baterias que alimentam o transmissor, este ficou estacionado em locais estratégicos, a partir dos quais utilizaram-se carretéis de fio condutor para levar a corrente aos pontos de medida nas linhas da malha. Rádios foram utilizados para comunicação entre o transmissor e o receptor. Os dados relativos à corrente elétrica transmitida e a diferença de potencial medida em cada disposição eletródica foram anotados em planilhas e posteriormente digitados no computador para cálculo da resistividade aparente.

Uma sondagem elétrica vertical (arranjo Schlumberger) foi executada em cada um dos alvos. A distância entre eletrodos de corrente foi expandida com incrementos logarítmicos para que não fosse necessária interpolação posterior para cálculo de curvas teóricas no processo de interpretação automática no computador.

2.4 – Amostragem Complementar e Sondagem Exploratória:

As sondagens exploratórias foram realizadas conforme contrato de prestação de serviços entre Minerais do Paraná S/A – MINEROPAR e GEOSOL – Geologia e Sondagens Ltda (contrato nº 02.98.77) com objeto de execução de serviços de sondagem rotativa a diamante, nas regiões de Itaiacoca e Socavão, localizadas nos municípios de Ponta Grossa e Castro, no Estado do Paraná, num total aproximado de 250 (duzentos e cinquenta) metros lineares.

As sondagens executadas objetivaram a verificação da extensão de mineralizações de talco e obtenção de amostras inalteradas em profundidade, além de verificar a consistência da resposta das anomalias geofísicas indicadas nos trabalhos de

detalhe sobre os alvos selecionados. Com isto foram realizados três furos exploratórios, sendo dois no alvo Mina Grande da área I (PTF 2/I com 90,75 m e PTF 3/I com 90,00 m), e um na Mina Maroqui, área II (PTF 1/II com 75,40 m).

Os furos foram realizados na direção das picadas abertas sobre os alvos, todos com inclinação de 50°, procurando cortar a estruturação local das rochas, o mais próximo possível da perpendicular à atitude das camadas. Foram executados com diâmetro NX, com testemunhagem contínua, sendo exigida recuperação mínima de 90 % (noventa por cento). Os testemunhos foram descritos e quarteados, objetivando a obtenção de amostras para análises químicas e petrográficas.

2.5 – Análises de laboratório:

As análises de laboratório das amostras de rocha obtidas na perfilagem geológica e na descrição das principais minas das áreas I e II foram executadas no laboratório GEOLAB da GEOSOL – Geologia e Sondagens Ltda, conforme contrato de prestação de serviços nº 02.97.74, seguindo a rotina analítica descrita a seguir.

A preparação das amostras foi realizada nos laboratórios da MINEROPAR, constituindo de britagem, moagem, homogeneização e quarteamento para redução de volume, com posterior pulverização na fração < 200 mesh e envio de alíquota para análise química na GEOSOL em Belo Horizonte.

As amostras enviadas foram analisadas para óxidos de elementos maiores (SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, FeO, CaO, MgO, TiO₂, P₂O₅, Na₂O, K₂O, MnO, Cr₂O₃, NiO), F, Cl e Perda ao Fogo; e elementos traços (Fe, S, Cu, Pb, Zn, Mo, Ni, Co, Cr, As, Sb, W, Ba, Sr, Nb, Rb, Y, Zr e algumas amostras p/ Ag e Au).

A metodologia usualmente empregada no laboratório GEOLAB para determinação de maiores constituintes (óxidos) e elementos traços em amostras de rocha é:

- SiO₂, Al₂O₃, Fe total, CaO, MgO, K₂O, MnO, P₂O₅, TiO₂ – Fluorescência de Raios X em amostras fundidas com Li₂B₄O₇;
- Na₂O – Absorção atômica após abertura total com HF + HClO₄;
- FeO – Decomposição com HF + H₂SO₄ em cadinho de platina tampado com evolução de CO₂ e titulação do FeO com KMnO₄ em presença de óxido bórico;
- F – Fusão alcalina e determinação por eletrodo específico;
- Perda ao Fogo (PF) – Calcinação a 1.000° C até peso constante;
- Ni, Cr, Cl, S, Ba, Rb, Nb, Sr, Y, Zr – Fluorescência de Raios X usando técnica de pó prensado;
- Au – Absorção atômica / abertura com Água Régia;
- Cu, Zn, Co, Ag, Mo, Mn – Absorção atômica / abertura total da amostra.

Com a metodologia descrita foram analisadas um total de 225 amostras de rocha, sendo 120 da área I e 105 da área II. Estão previstas ainda análises de cerca de 180 amostras de testemunhos de sondagem dos furos PTF 1/II (Mina Maroqui – área II) e PTF 2/I (Mina Grande – área I), além de outras amostras provenientes de campanhas futuras de sondagens.

Foram realizadas, também, 13 análises difractométricas de minérios de talco das duas áreas (10 da área I e 3 da área II), no Laboratório de Análise de Minerais e Rochas – LAMIR do Departamento de Geologia da Universidade Federal do Paraná.

3 – RESULTADOS PRELIMINARES

Neste item são apresentados os resultados até o momento obtidos, nas diversas atividades desenvolvidas na segunda etapa do plano de trabalho aprovado. São ditos resultados preliminares por representarem conclusões obtidas com base em dados parciais, ainda não integralmente obtidos, interpretados e consolidados. Como atividades que restam ainda à serem executadas pode-se citar: o recebimento dos resultados analíticos das amostras de testemunhos das sondagens realizadas; o tratamento gráfico e estatístico das análises geoquímicas de rochas, a integração dos dados geofísicos e geológicos; a revisão e edição final dos mapas geológicos digitalizados; a execução de campanha de furos à trado para checar anomalias geofísicas e geoquímicas; e a programação de sondagens exploratórias adicionais.

Entende-se que as atividades descritas acima fazem parte da terceira etapa do plano de trabalho, culminando na elaboração do Relatório Final, onde deverão ser cumpridos integralmente os objetivos do projeto "**Avaliação Metalogenética do Distrito Mineiro do Talco no Estado do Paraná**", desenvolvido pelo convênio de cooperação técnica e financeira entre a Minerais do Paraná S/A – MINEROPAR e o Departamento Nacional da Produção Mineral – DNPM.

3.1 – Mapeamento Litológico, Estrutural e Amostragem:

- As diversas unidades mapeadas nas áreas I e II são correlacionáveis ao grupo Itaiacoca de IPT (1985) e foram consideradas como pertencentes à Formação Abapã (Reis Neto, 1994), Formação Água Nova e Formação Bairro dos Campos (Souza, 1990).
- Na área II foram identificadas as Formações Abapã, constituída por metarcósios, metavulcânicas e filitos vulcânicos e Bairro dos Campos, constituída predominantemente por metadolomitos, balizados à NW pelo Complexo Granítico Cunhaporanga e à SE pelo Complexo Granítico Três Córregos, cortados intensamente por diques de diabásio de idade Mesozóica. Na área I foram reconhecidas duas outras unidades não correlacionáveis ao Grupo Itaiacoca. A primeira constituída por mármore calcíticos e quartzitos e, a segunda, constituída por metassedimentos siltico-arenosos micáceos, aqui denominadas informalmente de Unidade Quilombo e Unidade Ribeirão da Cruz, respectivamente. A Unidade Ribeirão da Cruz pode ser correlacionada com a Formação Água Clara (Marini, 1967) e a Unidade Quilombo pode ser correlacionada com a Formação Camarinha de Muratori (1967) ou à Sequência Antinha de Dias e Salazar (1987). As unidades litológicas intercaladas e associadas com metabásicas, de ocorrência restrita ao Bloco II da área I, podem constituir um fácies proximal da Formação Água Nova descrita por Souza (1990).

- O metamorfismo que afetou as litologias do Grupo Itaiacoca atingiu o grau fraco, fácies xisto verde, zona da clorita.
- Através da análise deformacional, puderam ser reconhecidas 2 fases principais de deformação: A primeira, associada aos esforços responsáveis pelos grandes cavalgamentos, desenvolvimento de foliação S1 e dobras intrafoliais. A segunda, representada por dobramentos de grande amplitude formando dobras abertas, com planos axiais subverticais e responsável pela geração de uma clivagem de fratura e crenulações da S1, representadas pela foliação S2.
- Com base nos trabalhos de campo e de fotointerpretação foram reconhecidos na área I os falhamentos regionais: Falha de Itapirapuã e Serra da Boa Vistinha, de natureza transcorrente, e a Falha do Ribeirão das Areias de cavalgamento. O lineamento Antunes-Ribeirãozinho, de natureza indeterminada, foi identificado na área I, podendo estender-se para além dos limites da mesma. Na área II os dobramentos locais (antiformais e sinformais) foram determinados através da análise de estereogramas e denominados de acordo com a toponímia local. Com o detalhamento estrutural e confecção de estereogramas, foram caracterizadas na área II cinco estruturas relacionadas à segunda fase deformacional (antiformes Serra das Areias, Palmital dos Almeida, Bairro do Fervedor e Bairro dos Mariano, e o sinforme Bairro do Luiz). Na área II foram ainda identificadas duas grandes falhas de cavalgamento, denominadas de Marumbi e Ribeirão das Areias, relacionadas à primeira fase deformacional e dois falhamentos transcorrentes, sendo um identificado como Falha do Amola Faca e outro denominado de Lagoa Bonita, relacionados à terceira fase deformacional.
- Quanto à gênese os depósitos foram classificados como: Depósitos ligados ao metamorfismo e depósitos ligados à alteração superficial. O primeiro pode ser subdividido em "stratabound" disseminado, "stratabound" lenticular ou filoneano. O segundo consiste em: sedimentar cárstico, sedimentar coluvionar e supergênico.
- Foram cadastradas as principais minas, em atividade ou paralisadas, nas áreas I e II, num total de 20 frentes de lavra na área I e 49 na área II. Nestas, o minério ocorre nas formas de depósitos: "stratabound" disseminado, "stratabound" lenticular, filoneano, supergênico, cárstico e coluvionar.
- As rochas hospedeiras das mineralizações são os metadolomitos da Formação Água Nova e da Formação Bairro dos Campos. A associação mineralógica que constitui o minério é formada por: talco, tremolita, actinolita, clorita, muscovita, vermiculita, antofilita, caulinita, montmorilonita, calcita, quartzo e dolomita. Os teores de magnésio no minério variam de 16 até 32%.
- Estruturalmente, as mineralizações ligadas ao metamorfismo, são concordantes com a foliação S1, podendo haver reconcentrações durante a fase D2. A mineralização discordante está relacionada a falhamentos e fraturas distensivas de direções NS e EW, com mergulhos subverticais.
- De acordo com as hipóteses aqui propostas, as mineralizações são produtos do metamorfismo de sedimentos ricos em magnésio ou de dolomitos submetidos a hidrotermalismo metamórfico, com posterior remobilização e precipitação sob a forma de filões. Do retrabalhamento destes depósitos originaram-se os depósitos secundários sedimentares e supergênicos.

- Os quartzitos e diques de diabásio, permitiram a formação de altos topográficos, que possibilitaram a preservação dos depósitos, os quais poderiam ter sido erodidos na ausência de tal condicionamento.
- A estimativa dos volumes de material extraído indicaram valores da ordem de 4.646.000 m³ na área I e cerca de 2.920.000 m³ na área II. Entretanto, não foram estimados os volumes de talco contido, por não existirem informações disponíveis sobre a relação estéril / minério.
- A grande maioria das minas de talco da área II ocorre associada ao antifórme do Bairro do Fervedor, no Bloco II. As principais minas da área I ocorrem no Bloco IIIa. A ausência de mineralizações no Bloco III da área I pode indicar que as rochas carbonáticas presentes pertencem a uma fácies distinta, ou tratar-se de uma área pouco prospectada.

3.1.1 – Aspectos Genéticos das Mineralizações de Talco:

A formação do talco metamórfico provavelmente deu-se em função da reação dos metadolomitos com a sílica em regiões fraturadas que possibilitaram a circulação da água e do CO₂, sob a ação de temperaturas entre 350°C e 450°C, segundo a reação: $3\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2 + 4\text{SiO}_2 + 1\text{H}_2\text{O} = [(\text{OH})_2/\text{Si}_4\text{O}_{10}] + 3\text{CaCO}_3 + 3\text{CO}_2$, originando o talco “stratabound” disseminado e lenticular.

O talco supergênico é derivado da alteração dos dolomitos talcificados, com a lixiviação dos carbonatos, e conseqüente enriquecimento do minério.

Nas ocorrências do tipo cárstico, o talco foi transportado e depositado em cavidades e depressões cársticas desenvolvidas sobre os metadolomitos.

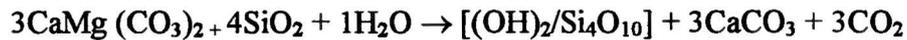
Nas ocorrências coluvionares o talco foi depositado em bacias, associado a outros sedimentos argilosos e fragmentos de rochas diversas.

Através das observações de campo e dos dados obtidos os depósitos de talco da Área I puderam ser classificados quanto a origem em depósitos ligados ao metamorfismo e depósitos ligados a alteração superficial. Nos depósitos ligados ao metamorfismo estão incluídos o minério disseminado, lenticular “stratabound” e filoneano. Os depósitos ligados a alteração superficial envolveram processos de enriquecimento supergênico, transporte e deposição, e nesta classe estão incluídos os minérios cárstico, coluvionar e supergênico.

Pela da bibliografia consultada pode-se estabelecer algumas condições essenciais para a geração do talco a partir de rochas calcárias:

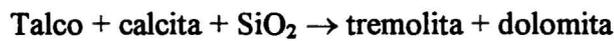
- presença de metadolomitos (magnésio);
- presença de sílica;
- presença de água;
- canais e circulação de fluidos (H₂O e CO₂) e
- temperatura entre 350° e 450° C.

As mineralizações primárias lenticulares “stratabound” e disseminadas possuem como principais características os seguintes aspectos: são concordantes com as rochas encaixantes; foram afetadas por todas as fases deformacionais; e possuem como principal associação mineralógica - talco, tremolita, serpentina, quartzo, calcita/dolomita e argilo-minerais. Estas feições permitem supor uma origem para o talco a partir de dolomitos contendo quantidades variáveis de SiO₂, com ou sem calcita, com água intersticial, segundo a equação:



Winkler (1977) ressalta que essa reação requer H₂O e libera CO₂, por isso a quantidade de CO₂ cresce com o aumento da temperatura até que toda a dolomita e o quartzo tenham sido consumidos, ou até que a quantidade de CO₂ aumente tanto até chegar ao estágio do ponto isobárico invariante. Segundo Berg (1979) as rochas encaixantes reduzem em até 77% do volume inicial após a talcificação se a sílica e a água são de fora do sistema e em 48% do volume inicial se a sílica e a água estão presentes no sistema. Essa reação poderia ocorrer em temperaturas entre 400 e 500°C, na presença de fração molar de CO₂ entre 0,4 e 1,0, compatíveis com as condições do metamorfismo da fácies Xisto Verde, grau fraco.

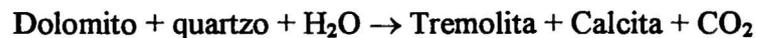
Com o aumento da temperatura a serpentina e tremolita poderiam ser formadas a partir das reações:



A geração de tremolita pode também estar associada ao teor de sílica das rochas, em dolomitos pobres em sílica (Tracy, 1991). A tremolita é gerada a partir da reação:



Em dolomitos ainda mais pobres a tremolita aparece através da reação:



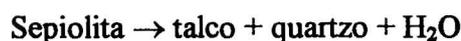
Assim, o talco primário lenticular "stratabound", presente nos depósitos descritos, pode ter sido originado a partir da transformação de metadolomitos em condições favoráveis de temperatura e pressão, na presença de níveis mais susceptíveis à mineralização, ou então nos locais mais atingidos por soluções hidrotermais ricas em sílica de derivação metamórfica. Isso poderia explicar o motivo pelo qual a talcificação está restrita a níveis preferenciais e não afetou a totalidade dos metadolomitos presentes, ocorrendo somente nos locais onde houveram condições essenciais para geração do talco.

A pouca quantidade de calcita em alguns casos poderia ser explicada pela sua retirada do sistema durante o metamorfismo, ou sua alteração e lixiviação durante os processos intempéricos.

O talco metamórfico está intimamente associado aos metadolomitos encaixantes, geralmente cisalhados, com canais de circulação que aumentam a permeabilidade. A sílica, por sua vez, tanto pode ter vindo de fora do sistema,

como podia fazer parte da composição original dos dolomitos, de modo disseminado e em veios e/ou níveis preferenciais. A água necessária para formação do talco pode ter sido remobilizada e/ou circulado através de zonas mais permeáveis. Deste modo todas as condições estariam satisfeitas para a geração de talco. Nas ocorrências de talco disseminado os processos de talcificação não foram tão intensos, provavelmente por faltar algumas das condições preestabelecidas.

Outra hipótese que pode ser aplicada para a formação do talco, de forma restrita a níveis preferenciais nos metadolomitos, com pouca presença de calcita, seria a teoria de Lupiani (1992), o qual atribui para os depósitos de “La Sierra de Las Estancias”(Espanha) uma origem metamórfica, formada a partir de lamias evaporíticas depositadas em ambientes do tipo “sabkas”. Essas argilas magnesianas, formadas por sedimentos evaporíticos, seriam depositadas em meio alcalino restrito. Embora nestes meios possa ocorrer talco autógeno, os minerais mais comuns são as esmectitas (beidellita e saponita), paligorskita, sepiolita e kerolita. A transformação diagnóstica e sobretudo metamórfica dos “mudstones” evaporíticos conduziria à formação de mineralizações estratiformes, formando níveis talcosos às custas destes sedimentos magnesianos pobres em alumínio. Os níveis mais ricos em alumínio formariam saponita e/ou paligorskita. As reações de desidratação dos minerais de argila antes mencionados liberam sílica na forma de quartzo, segundo a reação:



Isso explicaria também a grande quantidade de quartzo associado, quase sempre como principal impureza do minério. Na literatura diversos tipos de mineralizações lenticular “stratabound” são descritas contidas em ambientes diagenéticos e de metamorfismo regional, os quais são interpretados como produzidos a partir de protolitos constituídos de sepiolita sedimentar. Ex. (Zaire, Sul da China e Fontane na Itália).

O talco filoneano tardi e pós-metamórfico, localizados nos metadolomitos deve ter sido originado por remobilização dos depósitos estratiformes. Nas mineralizações filoneanas, variações de condições de pressão parcial de CO₂ e as atividades de Si, Ca e/ou Mg provocariam a precipitação de romboedros de dolomita e formação pontual de tremolita nas partes centrais dos filões. Soluções hidrotermais ricas em SiO₂ de derivação metamórfica não parece ter sido o mecanismo fundamental para a formação dos filões, já que as mineralizações estão restritas espacialmente a uma área onde existem depósitos lenticular “stratabound” e tem como característica a ausência ou insignificante presença de calcita nas associações minerais, como produto da reação entre as soluções hidrotermais e os mármores dolomíticos.

O minério secundário, de origem sedimentar, que ocorre preenchendo cavidades de dissolução “cárstica”, seria produto do retrabalhamento dos depósitos ligados ao metamorfismo por processos que permitiram a lixiviação dos carbonatos e precipitação de talco e argilo-minerais em cavidades de dissolução dos metadolomitos. O talco coluvionar teria sido depositado em regiões de encosta, sendo proveniente da alteração, transporte e deposição a partir de rochas contendo mineralizações primárias.

Os depósitos de origem supergênica estariam associados à alteração intempérica a que foram submetidos os metadolomitos mineralizados. A alteração proporcionou a lixiviação dos carbonatos, proporcionando um enriquecimento relativo em talco e quartzo. Estes depósitos estariam condicionados a altos topográficos e não teriam sofrido transporte e deposição, permanecendo sobre os metadolomitos talcificados sob a forma de um solo residual.

De acordo com a hipótese aqui proposta, as atuais mineralizações de talco são resultado final da evolução metamórfica de sedimentos ricos em magnésio, ou de metadolomitos submetidos a hidrotermalismo metamórfico, com posterior remobilização e reprecipitação sob a forma de filões. O retrabalhamento destes depósitos originou os depósitos ligados a alteração superficial sedimentares e supergênicos.

3.1.2 - Principais Parâmetros Controladores das Mineralizações:

Geológicos

- metadolomitos
- metamorfismo do fácies xisto verde
- zonas cisalhadas subparalelas à foliação S1//S0
- fechamento de antififormes ou sinformes
- zonas cisalhadas em falhas transcorrentes (SW-NE)

Geomorfológicos

- altos topográficos
- diques de diabásio

Geoquímicos

- teores de magnésio elevados (dolomitos magnesianos)
- teores de sílica elevados (dolomitos silicosos)

Geofísicos

- anomalias geoeletricas associadas à zonas fraturadas

3.2 – Estudos Geofísicos:

As principais conclusões obtidas pelos estudos geofísicos são:

- Contagens de alto potássio e urânio com relação ao tório podem indicar alternâncias litológicas como filitos, metavulcânicas ou metabásicas em meio a metacalcários e metadolomitos ou zonas de alteração hidrotermal às quais podem estar associadas mineralizações de talco;
- A potassificação secundária que pode ocorrer em processos de alteração hidrotermal, evidenciada por anomalias do fator $F=K.U/Th$, parece apresentar correlação com zonas de mineralizações conhecidas e constituem zonas prioritárias para detalhamento;
- A nível de detalhe ao longo de perfis na superfície, a espectrometria gama diferencia os tipos litológicos principais na área;
- Zonas de alternância de faixas de alto e baixo radiométrico, bem mapeadas pela espectrometria gama de superfície, constituem alvos preferenciais para fraturamento e ocorrência de talco, sendo áreas de maior interesse ao projeto;
- Os métodos radiométrico e magnetométrico apresentam respostas correlacionáveis na definição de grandes feições. A coincidência entre os limites de unidades magnéticas e radiométricas é bem razoável, considerando que a radiometria reflete muito mais fielmente a geologia de superfície do que a magnetometria que em geral é fortemente afetada por fontes profundas;
- Os perfis magnéticos filtrados ou a aplicação da derivada vertical do campo magnético observado, permitem o traçado de lineamentos, seja de orientação NW, associados aos diques de rochas básicas, como também um grande número de lineamentos NE assinalados, que refletem a estruturação regional, ambos de interesse ao Projeto Talco;
- enriquecimento do potássio e urânio como indicadores de processos hidrotermais e da mineralização de talco não se confirmou nos alvos de detalhe;
- As interpretações geofísicas apresentadas tem caráter qualitativo e necessitam investigação detalhada dos alvos selecionados.

3.3 – Amostragem Complementar e Sondagem Exploratória:

Foram realizados três furos exploratórios, sendo dois no alvo Mina Grande da área I (PTF 2/I com 90,75 m e PTF 3/I com 90,00 m), e um na Mina Maroqui, área II (PTF 1/II com 75,40 m), locados com base nos estudos geofísicos de detalhe sobre os alvos, visando a resposta de anomalias geolétricas de corpos condutores, buscando interceptar em profundidade mineralizações de talco ligadas a zonas de fraturamento em meio aos metadolomitos e quartzitos, eletricamente resistentes.

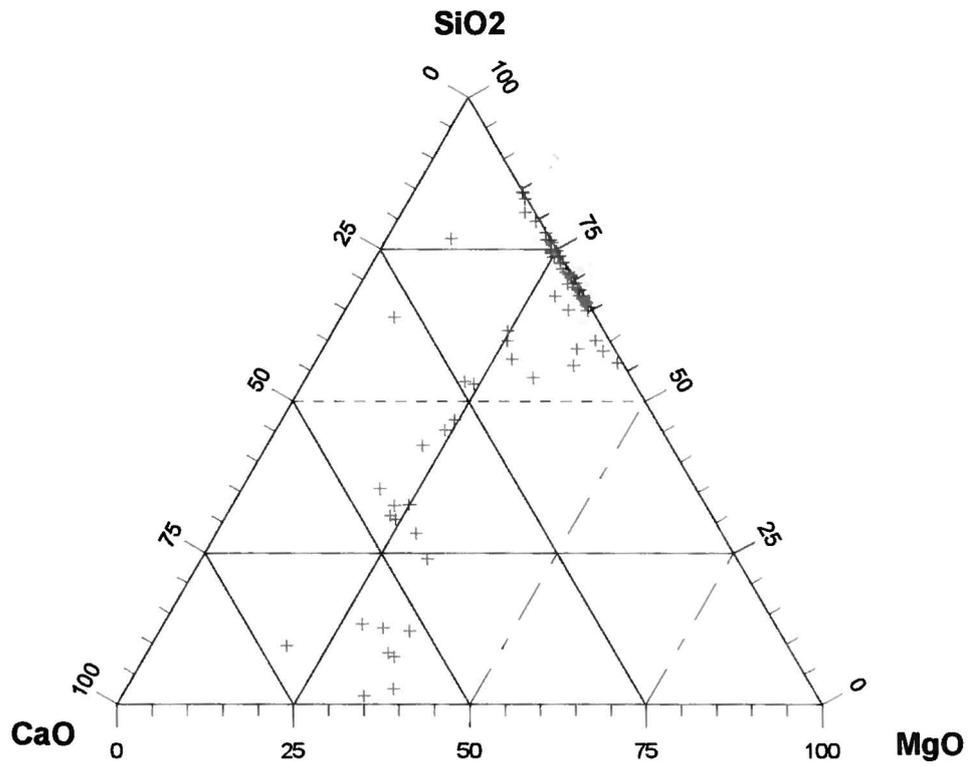
O furo PTF 01/II realizado no alvo Mina Maroqui da área II interceptou dolomitos impuros, cinza esbranquiçados, com finas intercalações cinza esverdeadas até a profundidade de 38 m., passando à dolomitos esbranquiçados, talcificados, com níveis milimétricos a centimétricos de material esverdeado, talcificado, paralelos ao bandamento e de aspecto convoluto, numa frequência de cerca de metade do volume total da rocha, até 72 m., penetrando então em dique de diabásio. O furo foi encerrado com 75,40 m. dentro do diabásio.

O furo PTF 02/I no alvo Mina Grande da área I iniciou em material talcoso róseo até 14 m , passando a dolomitos cinza, em parte brechados e milonitizados, com esparsas faixas talcificadas, esbranquiçadas a verde translúcido, de até 30 cm de espessura, persistindo até 64 m. de profundidade. A partir de então ocorre intervalo totalmente talcificado, composto por dolomito branco, brechado e milonitizado, e talco verde translúcido, até cerca de 76 m., passando a dolomitos brechados e filonitos cinza, com grande quantidade de pirita disseminada e em venulações, até o fim do furo com 90,75 m.

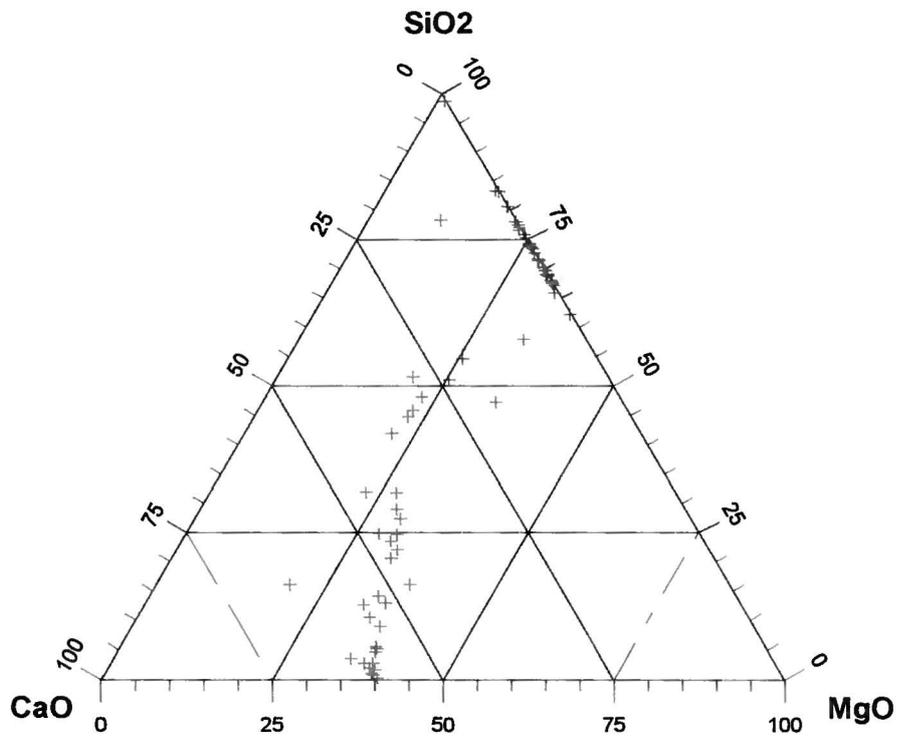
O furo PTF 03/I cortou dolomitos cinza, extremamente fraturado e brechado, com níveis silicificados e com algumas finas passagens talcificadas, até 31 m. De 31 m. até 46 m. ocorre material inconsolidado, argiloso e talcoso a arenoso até conglomerático, com fragmentos de dolomito alterado, milonito e quartzo, provavelmente preenchendo vazios de dissolução nos dolomitos (caverna). Daí em diante, até o final do furo, com 90,00 m., ocorre metamarga cinza, com alguns finos veios de quartzo, calcita e talco verde escuro, associados a planos de fraturamento.

3.4 – Análises de laboratório:

As análises químicas mostraram todas as fases de talcificação, desde os metadolomitos puros com baixos teores de SiO_2 e cerca de 20 % de MgO , 30% de CaO e PF elevado, metadolomitos talcificados com elevação nos teores de SiO_2 , redução de CaO , aumento de MgO e redução de PF e finalmente o talco com SiO_2 em torno de 65 %, MgO com 30 %, ausência de CaO e baixo PF, conforme ilustrado nos gráficos a seguir.

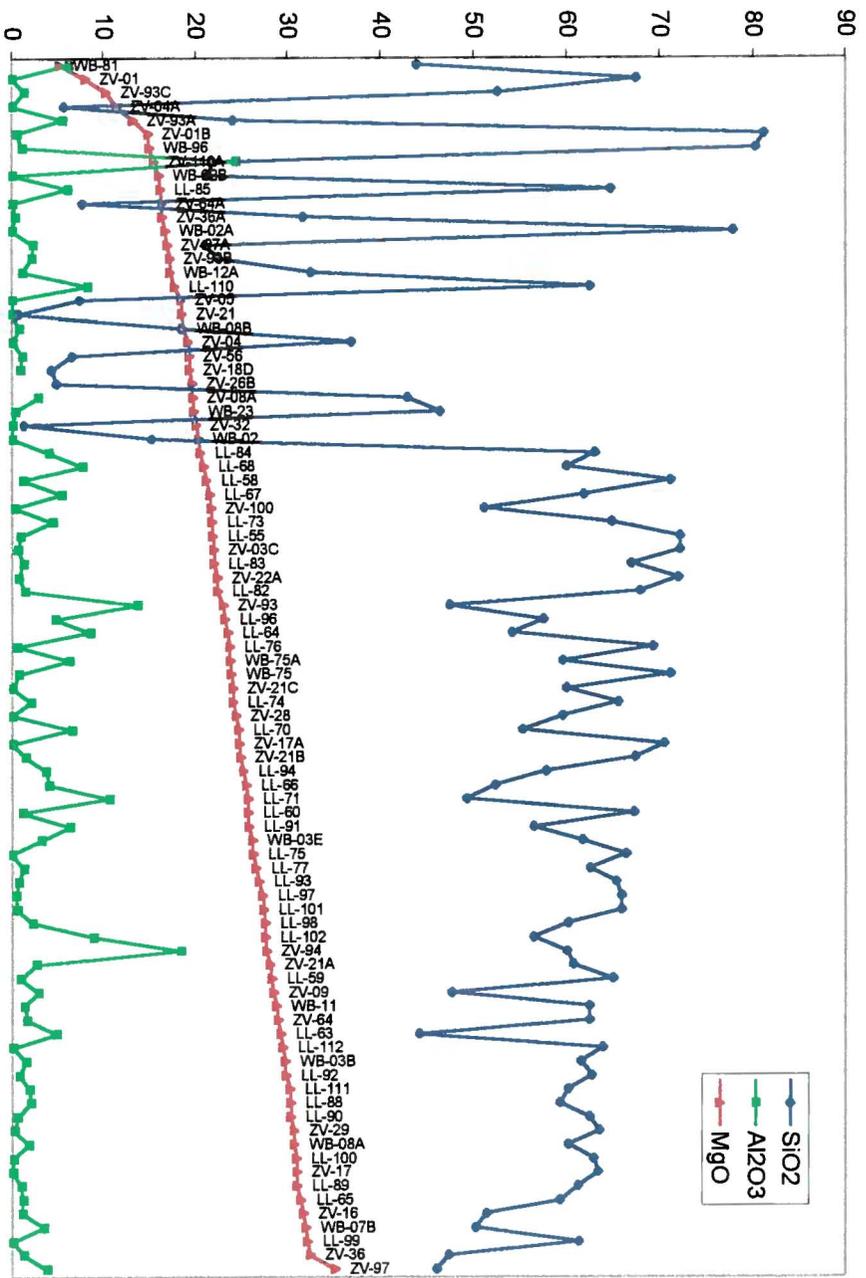


Graf 01 Gráfico CaO – MgO – SiO₂ das amostras de metadolomitos, dolomitos calcificados e talcos da **ÁREA I**

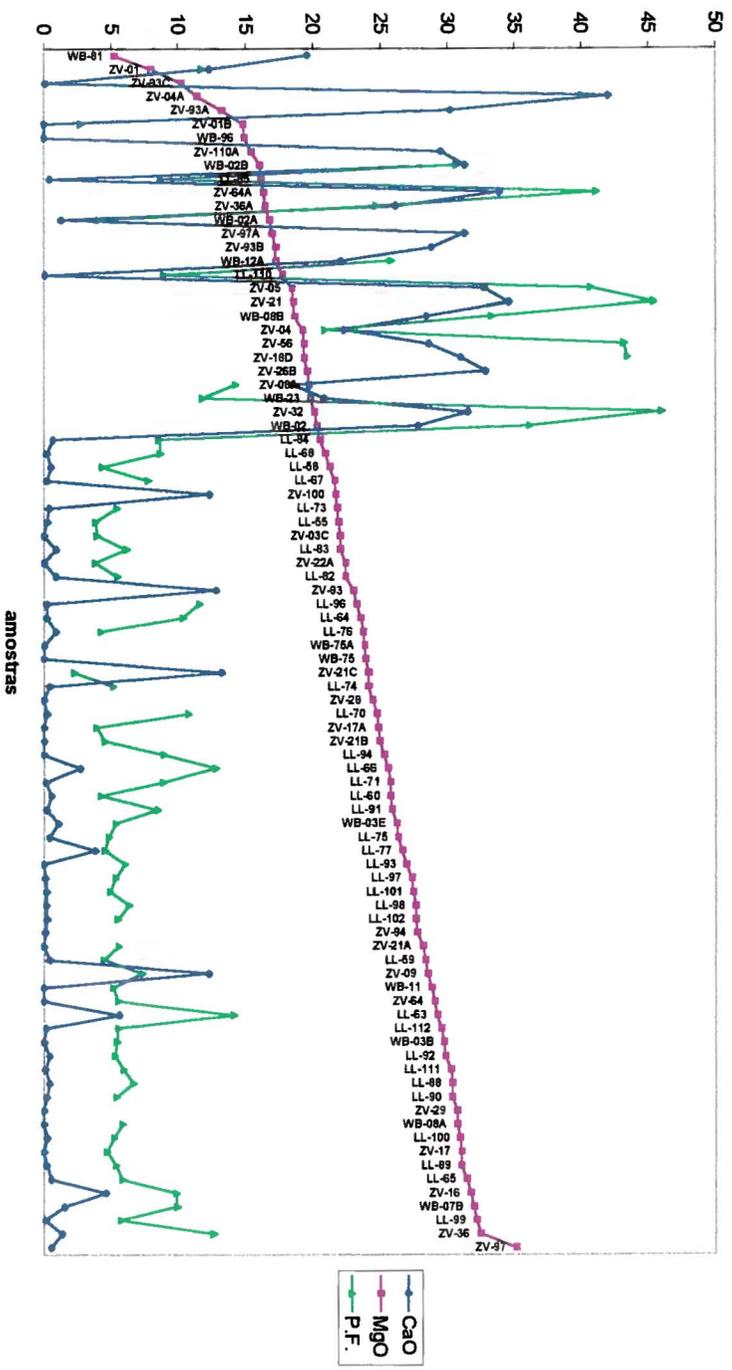


Graf.02- Gráfico CaO – MgO / SiO₂ das análises de metadolomitos, metadolomitos calcificados e talcos da **ÁREA II**.

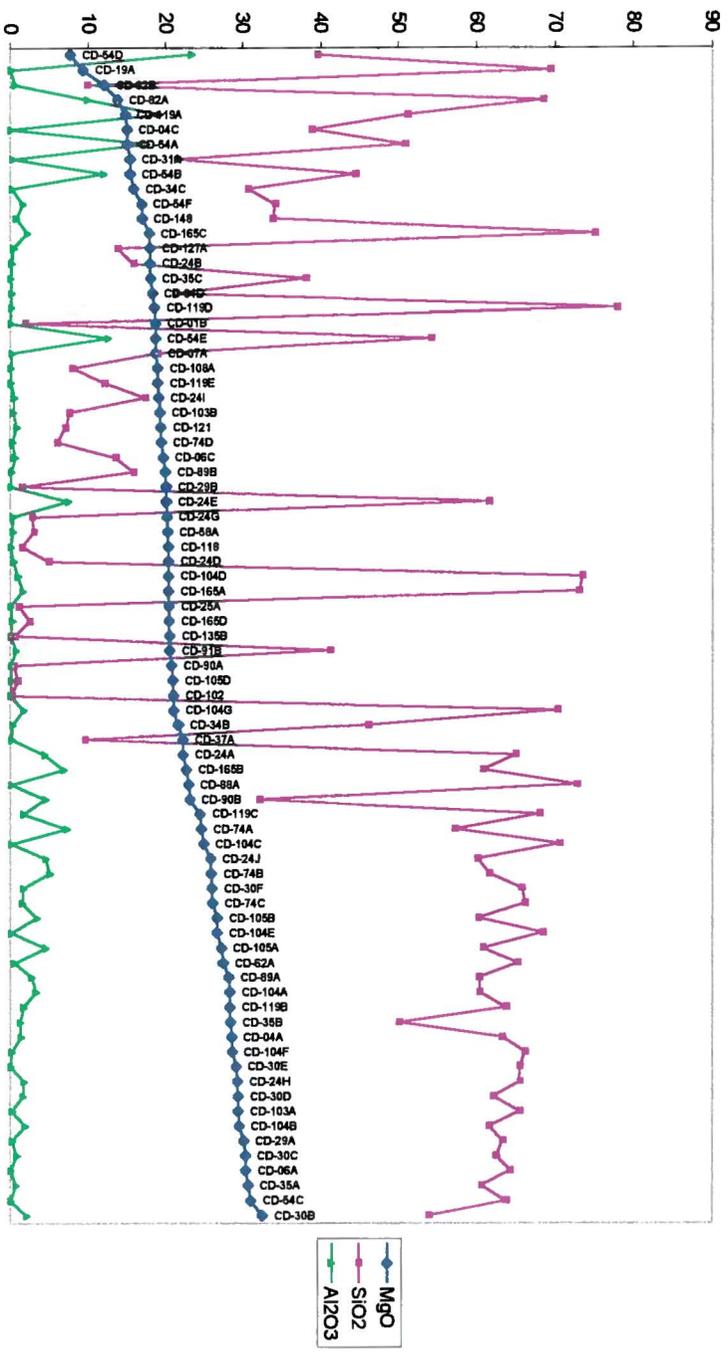
- Variação MgO- SiO₂- Al₂O₃ de dolomitos e talcos da Área I



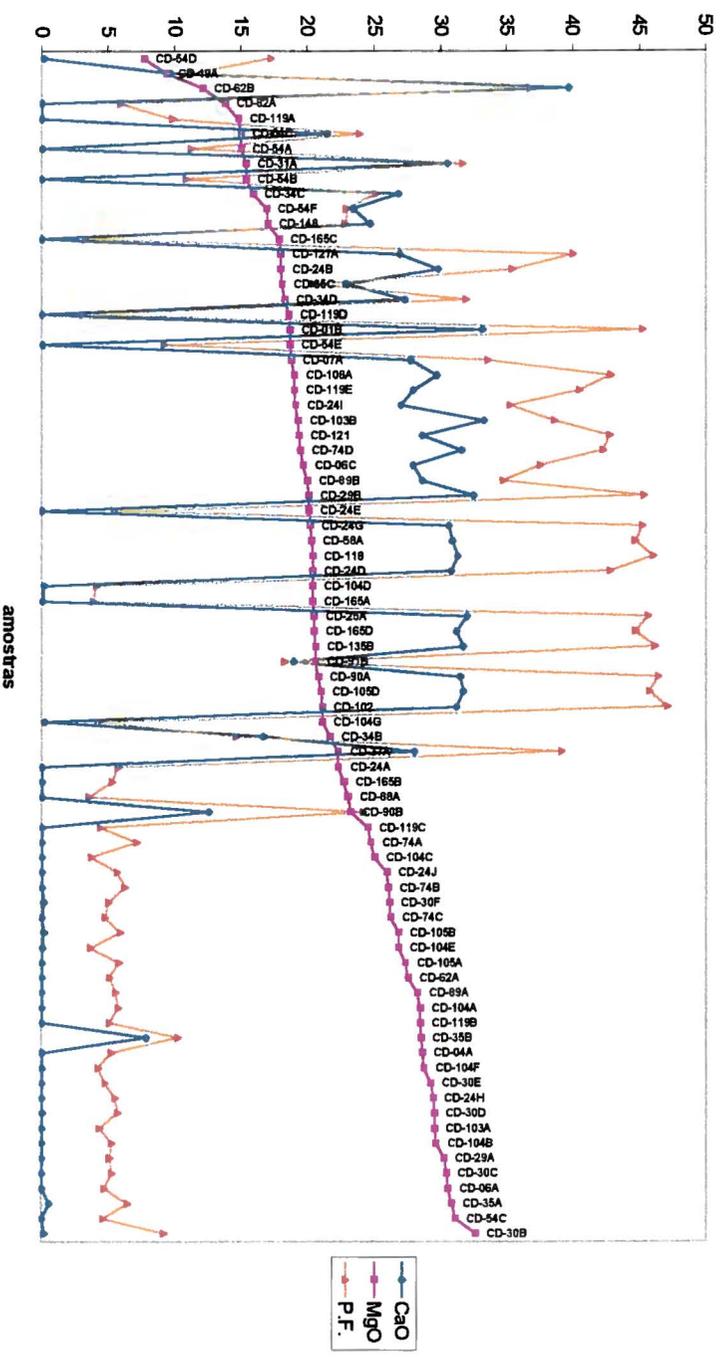
Variação MgO-CaO-P.F. de dolomitos e talcos da Área I



Varição MgO-SiO₂-Al₂O₃ de dolomitos e talcos da ÁREA II



Varição CaO - MgO - P.F. - ÁREA II



amostras

4 – PROGRAMAÇÃO DOS TRABALHOS COMPLEMENTARES:

Como trabalhos complementares estão previstos a realização de furos à trado, num total de cerca de 80 (oitenta) furos nas áreas I e II, visando a descrição das coberturas inconsolidadas e orientação de sondagens exploratórias. As sondagens exploratórias serão realizadas sobre alvo geológicos e anomalias geofísicas definidas pelo levantamento regional ao longo de estradas, integrado aos dados aerogeofísicos disponíveis, e estão programadas visando a determinação dos parâmetros geológicos e distribuição das mineralizações de talco, além de selecionar novas áreas potenciais.

Prevê-se a realização de cerca de 1.200 (um mil e duzentos) metros de sondagens exploratórias complementares, constituídos em cerca de 20 (vinte) furos com aproximadamente 60 (sessenta) metros lineares cada, com amostragem contínua, distribuídos nas áreas I e II.

Os trabalhos complementares descritos serão realizados concomitantemente com o desenvolvimento da terceira etapa do plano de trabalho aprovado, com início em agosto/1998, e consolidados no Relatório Final, previsto para dezembro/1998, com a integração e avaliação de todos os dados obtidos no desenvolvimento do Projeto "**Avaliação do Distrito Mineiro do Talco no Estado do Paraná**" em convênio de cooperação técnica e financeira MINEROPAR / DNPM.



Geol. Sérgio Maurus Ribas
Gerente do Projeto Talco