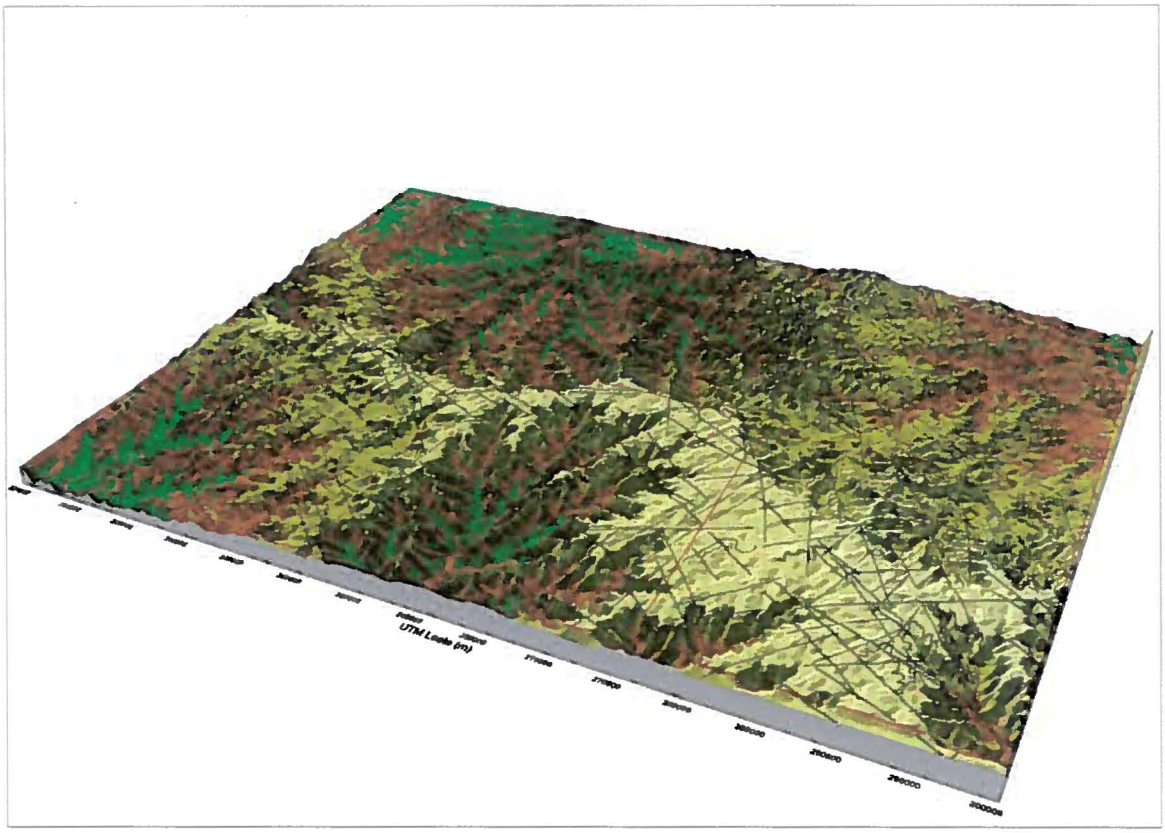
MINEROPAR
MINERAIS DO PARANÁ SA

MINEROPAR
BIBLIOTECA

GOVERNO DO
PARANÁ

Convênio CPRM - MINEROPAR
Interveniente SMM/MME

PROGRAMA DE MAPEAMENTO GEOLÓGICO BÁSICO
DO ESTADO DO PARANÁ



Relatório Final das Folhas Cartográficas Dionísio Cerqueira e Francisco Beltrão Escala 1:100.000

Curitiba
Fevereiro de 2006

55
(816.21d)
L 699i

GOVERNO DO ESTADO DO PARANÁ

Roberto Requião ~~de Mello e Silva~~
Governador

SECRETARIA DE ESTADO DA INDÚSTRIA, DO COMÉRCIO E ASSUNTOS DO MERCOSUL

Virgílio Moreira Filho
Secretário

MINERAIS DO PARANÁ S.A. - MINEROPAR

Eduardo Salamuni
Diretor Presidente

Rogério da Silva Felipe
Diretor Técnico

Manoel Collares Chaves Neto
Diretor Administrativo Financeiro

EQUIPE DO PROJETO

Otavio Augusto Boni Licht
Gerente do Projeto

Edir Edemir Arioli
Geólogo

Registro n. 5333
Biblioteca/Mineropar

MINEROPAR
BIBLIOTECA
Reg. 5333 Data 07/0

MINEROPAR
BIBLIOTECA

Sumário

1. INTRODUÇÃO 2
1.1.Utilidade e importância do mapeamento geológico 2
1.2.Objetivos 3
1.3.Localização geográfica e acesso 3
1.4. Trabalhos anteriores 4
2. MAPEAMENTO GEOLÓGICO 5
2.1. Metodologia de trabalho 6
2.1.1. Introdução 6
2.1.2. Compilação bibliográfica 6
2.1.3. Fotointerpretação 7
2.1.4. Processamento de imagens de satélite 8
2.1.5. Atividades de campo 8
2.1.5.1. Ficha de campo 9
2.1.5.2. Perfilagem geológica 9
2.1.5.3. Sistemática de mapeamento 10
2.1.6. Ensaios e análises de laboratório 19
2.1.6.1. Petrografia 19
2.2. Resultados 19
2.2.1. Introdução 20
2.2.2. Derrames lobados 20
2.2.3. Derrames tabulares 22
2.2.4. Unidade de transição 24
2.2.5. Soleiras de diabásio 24
2.2.6. Diques de diabásio 26
2.2.7. Níveis de peperito 27
2.2.8. Depósitos de aluvião 29
3. GEOQUÍMICA DE SUPERFÍCIE 29
3.1. Introdução 29
3.2. O Levantamento Geoquímico Regional do Estado do Paraná 30
3.3. Materiais e métodos 30
3.3.1. Trabalhos de campo 30
3.3.2. Ensaios e análises de laboratório 31
3.3.3. Organização dos dados 32
3.3.4. Tratamento dos dados 33
3.4. Resultados obtidos 37
3.4.1. Análise de minerais pesados 37
3.4.2. Geoquímica de sedimentos ativos de drenagem 38
4. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES 46
4.1. Mapeamento geológico 46
4.2. Geoquímica de superfície 47
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 48

ANEXOS 52
Anexo 1 - Pontos de controle 53
Anexo 2 - Ficha de campo 69

1. INTRODUÇÃO

1.1. Utilidade e importância do mapeamento geológico

O Estado do Paraná encontra-se defasado em suas informações geológicas, principalmente no que tange aos levantamentos básicos e, por conseqüência, aos mapas temáticos, tais como os hidrogeológicos, geotécnicos e de potencial mineral. O último levantamento sistemático com controle de campo ocorreu entre 1965 e 1970, com a confecção de mapas nas escalas 1:50.000 e 1:70.000, dentro do Programa da Carta Geológica do Paraná.

Não obstante a execução de muitos levantamentos locais, de caráter assistemático, que resultaram em grande número de mapas geológicos, a informação existente é esparsa e de difícil acesso para os usuários. Com a necessidade de planejamento de uso e ocupação do solo, tais como a obrigatoriedade da confecção dos Planos Diretores em todos os municípios paranaenses, os mapas temáticos, inclusive os geológicos, são de fundamental importância para a gestão territorial.

É urgente, portanto, que se proceda à atualização de cartas antigas e a confecção de novas cartas, para ampliação do conhecimento do território, no que diz respeito principalmente a: (a) suas aptidões minerais; (b) descoberta de novas jazidas; (c) caracterização geotécnica das formações superficiais; (d) caracterização hidrogeológica, tendo em vista a gestão dos mananciais subterrâneos.

Estas são algumas das ações resultantes do processo de mapeamento geológico de uma região. A par disso, há uma crescente demanda por este tipo de conhecimento, desde as prefeituras, para uso em Planos Diretores Municipais, como mencionado, por parte de SUDERHSA, IAP, SEMA, SANEPAR e COMEC, para fundamentar projetos específicos das suas respectivas missões institucionais, e da Secretaria de Estado do Planejamento e Coordenação Geral, para estabelecer o Zoneamento Ecológico-Econômico do Paraná.

Considerando, portanto, a necessidade de atender as atuais demandas da gestão territorial e ambiental, a MINEROPAR instituiu o Programa de Mapeamento Geológico Básico do Estado do Paraná, dentro de cujo escopo foram mapeadas na escala de 1:100.000 as folhas cartográficas de Dionísio Cerqueira e Francisco Beltrão, que englobam porção importante da Formação Serra Geral.

1.2. Objetivos

Promover a atualização do conhecimento geológico pelo desenvolvimento de estudos sistemáticos, contribuindo prioritariamente para o aproveitamento econômico dos recursos naturais, a gestão ambiental e o ordenamento territorial do Estado do Paraná.

Contribuir para a otimização dos recursos humanos, tecnológicos e financeiros disponíveis nas instituições de fomento, ensino e pesquisa, no Estado do Paraná, pelo compartilhamento de experiências, conhecimento e projetos.

Ampliar a capacidade de ação da MINEROPAR, por meio de parcerias técnico-científicas com as instituições de pesquisa e ensino do Estado do Paraná.

Consolidar metodologias científicas para a execução de pesquisa nas diferentes áreas de interesse do mapeamento geológico.

1.3. Localização geográfica e acesso

As folhas de Dionísio Cerqueira e Francisco Beltrão situam-se na região Sudoeste do Paraná (Figura 1), delimitadas pelas seguintes coordenadas geográficas:

FOLHAS CARTOGRÁFICAS	MERIDIANOS	LATITUDES
Dionísio Cerqueira	53°30'W - 54°00'W	26°00'S - 26°30'S
Francisco Beltrão	53°00'W - 53°30'W	26°00'S - 26°30'S

Tabela 1. Articulação cartográfica das folhas mapeadas.

A cidade de Dionísio Cerqueira, pertencente ao Estado de Santa Catarina, situa-se no extremo NW da folha homônima, conurbada com as cidades de Barracão, no Estado do Paraná, e Bernardo Irigoyen, na República Argentina. Distantes 555 km a W de Curitiba, estas cidades localizam-se 85 km a W de Francisco Beltrão, que se situa no extremo NE da folha correspondente e a 495 km da capital do Estado, como ilustra o mapa de localização da figura 1.

O acesso à região é feito pela rodovia federal BR-277 até a localidade de Três Pinheiros e desta até Coronel Vivida pela BR-373, onde se toma a rodovia estadual PR-566 até Francisco Beltrão. Desta última cidade até Dionísio Cerqueira e Barracão, o

Figura 1. Localização das folhas mapeadas no território do Paraná.

acesso é completado pela rodovia federal BR-280, de modo que todo este percurso é feito por estradas pavimentadas.

1.4. Trabalhos anteriores

O conhecimento geológico da região abrangida pelas folhas de Dionísio Cerqueira e Francisco Beltrão é produto de poucos estudos sistemáticos e dedicados especificamente à geologia daquela região, tendo sido gerado principalmente a partir de projetos de âmbito mais regional ou de trabalhos de geologia aplicada ao planejamento municipal.

Dentre os estudos de caráter regional, Rüegg (1976) analisou o comportamento geoquímico das vulcânicas mesozóicas da Bacia do Paraná, tendo coletado algumas

amostras na região, que se inclui na zona de maior concentração de Fe, Cu e elementos associados, definida por este autor. As características petrográficas, estratigráficas e geoquímicas das rochas extrusivas da Formação Serra Geral foram estudadas por Marimon et al. (1982), com enfoque especial na distribuição geográfica dos seus derivados ácidos.

Ainda dentro deste grupo, destacam-se por sua abrangência e importância os seguintes estudos, publicado dentro da edição de Piccirillo e Melfi (1988), dedicada à descrição da geologia regional da Formação Serra Geral: Bellieni et al. (1988), dedicado à classificação petrográfica e litoquímica das rochas extrusivas e intrusivas; Comin-Chiaramonti et al. (1988), dedicado à química mineral; Piccirillo et al. (1988), dedicado à litoquímica dos derivados ácidos; e Rocha-Campos et al. (1988), dedicado às datações de idade absoluta pelo método K-Ar. Em convênio de cooperação técnico-científica firmado entre a USP e universidades italianas, estes autores levantaram um grande volume de dados petrográficos, petrológicos, litoquímicos, litogeoquímicos e geocronológicos sobre as rochas ígneas mesozóicas da Bacia do Paraná, com algumas amostras coletadas dentro das folhas objeto do presente relatório.

Licht (2000) executou o levantamento geoquímico multielementar do Estado do Paraná, tendo amostrado um total de 10 bacias hidrográficas dentro destas folhas, das quais 5 parcialmente. Este levantamento identificou concentrações anômalas de EGP e outros metais, formando uma extensa faixa de direção geral N20°E, inesperadas na Formação Serra Geral pela sua elevada definição e consistência. No mesmo ano, o mesmo autor realizou reconhecimento e amostragem litológica em 16 ocorrências de pegmatitos básicos, aos quais se associam teores anômalos de EGP, nenhuma localizada dentro das folhas de Dionísio Cerqueira e Francisco Beltrão (Licht e Arioli, 2000). Entretanto, o mapeamento na escala de 1:100.000 permitiu confirmar a presença de pelo menos outras 14 ocorrências de diferenciados pegmatóides dentro dos derrames basálticos, nestas folhas.

Em estudos de natureza acadêmica, Mincato (1994, 2000) incluiu amostras coletadas na mesma região, na avaliação do potencial metalogenético da Formação Serra Geral para Ni-Cu-EGP. A estratigrafia e a tectônica dos derivados ácidos do vulcanismo mesozóico da Bacia do Paraná foram objeto de estudo de Paiva Filho (2000), com dados pertinentes às folhas cuja geologia é descrita no presente relatório.

Mais recentemente, Waichel et al. (2005a, 2005b) publicaram dois artigos descrevendo as características de campo e lâmina delgada de níveis de peperito que se intercalam a derrames lobados de basalto andesítico.

No grupo de estudos de geologia aplicada, podem ser citados os trabalhos da MINEROPAR, realizados nos municípios de Barracão, Bom Jesus do Sul, Pranchita, Ampère, Flor da Serra do Sul e Francisco Beltrão, para os fins de planejamento territorial, fomento da indústria mineral e gestão ambiental.

2. MAPEAMENTO GEOLÓGICO

1.4. Metodologia de trabalho

1.4.1. Introdução

Em convênio com a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM e com interveniência da Secretaria de Minas e Metalurgia do Ministério de Minas e Energia – SMM/MME, o presente projeto foi iniciado com a adoção de critérios definidos em comum acordo pelas partes conveniadas. Durante a execução dos trabalhos de campo, as equipes acabaram adotando as suas respectivas metodologias de mapeamento, por falta de prazo hábil para um intercâmbio técnico mais efetivo. Esta divergência metodológica refletiu-se mais obviamente na densidade de controle, que resultou quatro vezes maior nas folhas de Dionísio Cerqueira e Francisco Beltrão em relação às demais, e na interpretação do significado geológico de determinadas unidades mapeadas, tais como a unidade Campos Novos, interpretada pela equipe da CPRM como derrame de lava e como soleira pela equipe da MINEROPAR, e a Unidade de Transição, cartografada apenas pela equipe da MINEROPAR.

Não tendo sido possível concluir o relatório conjunto dentro do prazo, por motivos alheios à administração da MINEROPAR, os autores do presente documento apresentam os resultados desta fase do Projeto sem a inclusão dos dados e interpretações da CPRM, para prestação de contas ao Governo do Paraná quanto a atividades desenvolvidas com recursos estaduais. Desta forma, a metodologia descrita a seguir restringe-se aos materiais e métodos adotados pela equipe da MINEROPAR nas folhas de Dionísio Cerqueira e Francisco Beltrão. A metodologia e os resultados obtidos em cooperação com a CPRM são apresentados em relatório conjunto, que será

publicado oportunamente, no qual as divergências acima referidas deverão estar resolvidas.

Vale registrar, ainda, que o mapeamento geológico da Formação Serra Geral nas folhas de Dionísio Cerqueira e Francisco Beltrão foi concluído sem o uso de dados litoquímicos, que não foram repassados pela CPRM à MINEROPAR até esta data. Por este motivo, a classificação das rochas mapeadas foi feita com base em análise petrográfica, realizada pelos autores deste relatório, e em dados pré-existentes, obtidos em trabalhos anteriores. Esta deficiência prejudica a confiabilidade da classificação litológica resultante, por se tratar de rochas ígneas, que dependem fortemente dos teores químicos de elementos maiores para serem identificadas com segurança.

1.4.2. Compilação bibliográfica

A literatura existente sobre a Formação Serra Geral, dentro dos limites do Paraná, foi compilada a partir do acervo do Centro de Informações Minerais - CIM, da MINEROPAR, sendo complementada por títulos localizados em outras bibliotecas, principalmente na Universidade Federal do Paraná. Esta bibliografia não foi resenhada, mas os seus dados e informações foram extraídos, organizados e inseridos no banco de dados do Projeto.

1.4.3. Fotointerpretação

A fotointerpretação geológica foi executada sobre aerofotografias monocromáticas produzidas pela empresa Esteio, em 1980, na escala de 1:25.000. Foram demarcadas em *overlays* as seguintes feições geológicas: contatos litológicos, níveis de rochas vulcanoclásticas, lineamentos estruturais, diques e depósitos de aluvião. Não foi, portanto, utilizado um método sistemático de análise, tais como o mapeamento morfoestrutural e a delimitação de zonas fisiográficas homólogas, devido ao cronograma exíguo do Projeto. Pelo mesmo motivo, não foi feita fotointerpretação preliminar, de praxe na metodologia do mapeamento geológico, mas somente após as campanhas, para integração dos dados coletados em afloramentos e confecção do mapa geológico de cada folha de 1:50.000, cuja articulação é mostrada na Figura 1.

As seguintes unidades foram separadas na fotointerpretação, caracterizadas a seguir: derrames lobados, derrames tabulares, soleiras e diques de diabásio, níveis de

peperito e depósitos de aluvião. As suas características fotogeológicas estão descritas na seção dedicada à descrição das unidades litofaciológicas. Os lineamentos estruturais não foram objeto de fotointerpretação, porque foram traçados sobre imagens de sensoreamento remoto, radar e LANDSAT, descritos na seção correspondente.

1.4.4. Processamento de imagens de satélite

Os arquivos digitais de imagens de radar, satélites multiespectrais e curvas de nível, foram produzidos pelo Laboratório de Processamento de Imagens do Instituto de Geociências da UNICAMP, através de contrato com a MINEROPAR. Foram gerados os seguintes produtos:

Na escala 1:100.000, cobrindo total ou parcialmente 72 cartas que abrangem, total ou parcialmente, a Formação Serra Geral, no Estado do Paraná:

- Modelos digitais do terreno abrangendo cada uma das cartas 1:100.000 em formato GEOTIF, gerados a partir do processamento de pares de imagens do satélite ASTER (bandas 3N e 3B), com resolução espacial de 30 metros.
- Curvas de nível com eqüidistância de 20 (vinte) metros, geradas automaticamente a partir dos modelos digitais do terreno conforme item 1 acima, para cada uma das cartas 1:100.000, em formato dxf, cada cota compondo um *layer*.
- Três mosaicos coloridos a partir de dados do sensor ASTER: (i) um primeiro, com resolução espacial de 15 m, contendo as bandas 3, 2 e 1 (VIS-NIR); um segundo, com resolução de 30 m, contendo as bandas 9, 7 e 4 (SWIR); (iii) um terceiro, com resolução de 90 m, contendo as bandas 14, 12 e 10 (TIR).
- Uma composição colorida a partir dos dados ETM+/LANDSAT que realce as fácies litológicas e as estruturas da Formação Serra Geral.
- Uma composição colorida a partir dos dados ETM+/LANDSAT realçando as tendências gerais da mineralogia superficial, com ênfase nas superfícies ricas em óxidos e hidróxidos de ferro e argilo-minerais.

Na escala 1:250.000 e obedecendo ao corte das cartas desta escala:

- Mosaico ETM+/LANDSAT de todo o Estado do Paraná na forma de composição colorida.
- Mosaico ASTER, com resolução de 30m, gerado a partir das bandas 3, 2 e 1 (VIS-NIR).

1.4.5. Atividades de campo

2.1.5.1. Ficha de campo

As observações de campo foram registradas em ficha desenvolvida especialmente para o projeto e para a unidade mapeada, apresentada no Anexo 1. Três modelos foram testados no mapeamento da primeira folha e o adotado como definitivo presta-se aos objetivos pretendidos, quais sejam:

- funciona como uma lista de controle para as descrições de afloramentos, agilizando as anotações de campo;
- organiza as descrições e medidas de forma clara e lógica, dispensando o uso de uma ordem pré-definida de registros, que dificilmente se adequa às condições do trabalho de campo;
- padroniza as anotações de campo, minimizando as discrepâncias geradas pelas preferências pessoais dos membros da equipe de mapeamento;
- facilita o controle de qualidade e suficiência dos dados coletados;
- agiliza a transcrição dos registros de campo para tabelas de controle (vide Anexo 2) e bancos de dados, minimizando a incidência de erros de leitura.

2.1.5.2. Perfilagem geológica

O mapeamento foi executado por meio de malhas de perfis geológicos, compostos por pontos de controle e uma média de 3 a 4 pontos auxiliares, ou de apoio. Estes últimos diferem dos pontos de controle por conterem registros mais sucintos, de confirmação ou complementação às descrições iniciais de cada perfil. Com um total de 879 pontos de controle e de apoio registrados em 6 folhas de 1:50.000, foi atingida uma densidade de mapeamento equivalente a 146 pontos por folha desta escala. Para uma área mapeada de 1.825 km^2, uma vez subtraída da área total de 2.075 km^2 a

parcela de 250 km^2 pertencentes ao território da República Argentina, a densidade efetiva de controle corresponde a 1 ponto por 2 km^2. A figura 2 apresenta o mapa de pontos de controle.

Esta sistemática mostrou-se adequada ao mapeamento da Formação Serra Geral, em seqüência de lavas e depósitos vulcanoclásticos essencialmente horizontais,

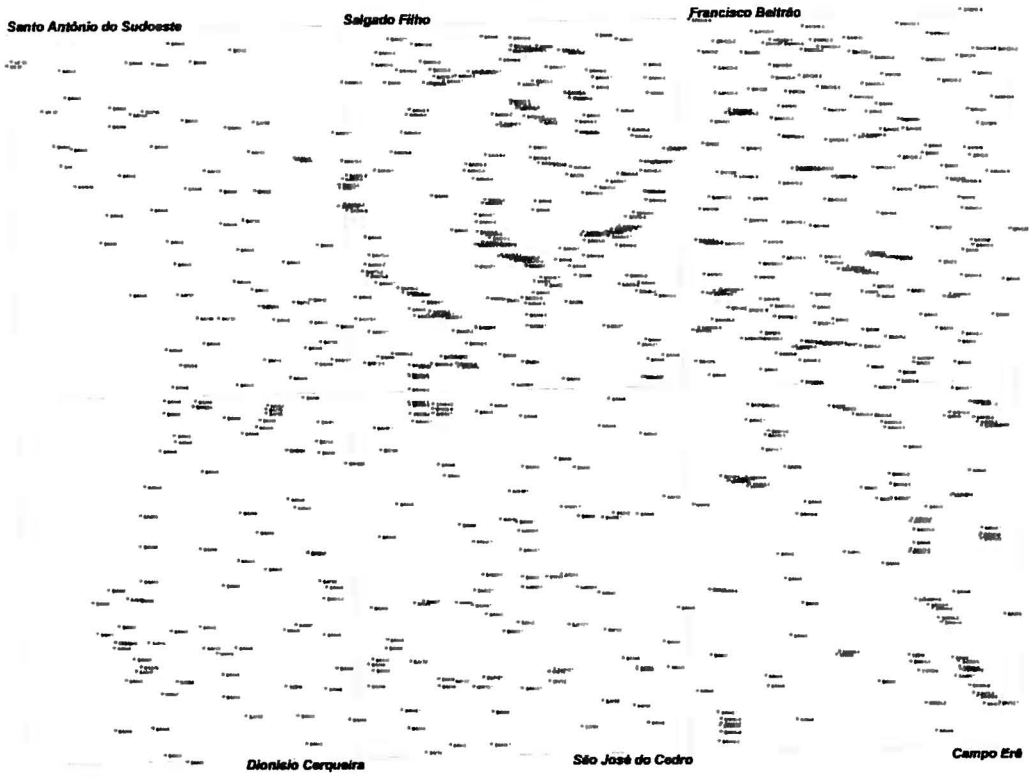


Figura 2. Mapa de pontos de controle do mapeamento geológico das cartas Dionísio Cerqueira e Francisco Beltrão 1:100.000.

embora seja admissível que se preste da mesma forma ao mapeamento de terrenos de estrutura geológica mais complexa. A densidade de controle garantiu, por sua vez, confiabilidade à correlação lateral dos derrames e dos níveis de peperito, bem como ao mapeamento dos diques, atendendo aos objetivos da cartografia executada e permitindo uma produtividade satisfatória ao projeto, de 10 dias de campo por folha de 1:50.000, ou 40 dias por folha de 1:100.000.

2.1.5.3. Sistemática de mapeamento

A Formação Serra Geral tem sido estudada principalmente do ponto-de-vista petrológico (Piccirillo et al., 1988; Melfi et al., 1989) e da estratigrafia geoquímica de magmas-tipo (Peate et al., 1988, 1992). Entretanto, como apontam Single e Jerram (2004), esta abordagem é insuficiente para se identificar os processos e ambientes que atuaram durante a história geológica de uma seqüência vulcânica. A estratigrafia geoquímica cumpre o seu papel de contribuir para o conhecimento da evolução petrológica e metalogenética de uma província ígnea. Entretanto, o mapeamento regional tem objetivos que extrapolam os do estudo metalogenético, devendo ter utilidade para outros estudos, que dependem do conhecimento mais amplo das condicionantes geológicas. Ao mesmo tempo, o mapeamento faciológico fornece informações litológicas e estruturais mais facilmente aproveitáveis pelos estudos geotécnicos, hidrogeológicos, exploratórios e outros temas de interesse social imediato. Por estes motivos, a metodologia do mapeamento geológico da Formação Serra Geral apoiou-se em critérios faciológicos, cuja fundamentação científica é apresentada a seguir, com uma revisão dos conceitos e métodos gerais envolvidos na definição da estratigrafia geoquímica com base em magmas-tipo.

a) Estratigrafia geoquímica de magmas-tipo

"Uma unidade ou formação geoquímica é definida como um pacote de derrames de lava pertencentes a um determinado magma-tipo, o qual representa um magma parental distinto que atingiu a crosta superior" (Peate et al., 1988, 1992). Para que se consiga uma boa definição dos magmas-tipo de uma seqüência vulcânica, é necessário estabelecer um bom controle das variações geoquímicas existentes dentro de cada derrame e entre os derrames da seqüência. Uma vez analisada a distribuição lateral e as variações de espessura das unidades geoquímicas, é possível definir a sua litoestratigrafia.

Ao se tratar de magma-tipo, é importante lembrar que este conceito não é a mesma coisa que tipo de magma, embora ambos sejam empregados livremente e quase sempre sem esclarecimento de qual está sendo considerado pelos autores, na literatura petrológica. Tipo de magma é um conceito genérico e se refere

essencialmente ao teor de elementos principais, principalmente SiO_2, MgO e álcalis, a partir dos quais são definidos os grandes grupos de magmas: ultrabásicos, básicos, intermediários e ácidos. Magma-tipo é um conceito mais específico, que se baseia nos teores e razões de elementos menores e traços, principalmente os que apresentam comportamento incompatível ao longo do processo de cristalização fracionada, tais como Ti, P, Nb, Zr, Y e ETR. Devido a este comportamento, eles podem ser utilizados para investigar a composição do magma parental, responsável pelo desenvolvimento de uma série de diferenciação magmática.

Os magmas-tipo são identificados, nos gráficos discriminantes, pela análise dos teores de elementos menores e traços, quando formam conjuntos bem definidos e caracterizam grupos de afinidade geoquímica. Desta forma, a identificação do magma-tipo a que pertence cada derrame individual tem sido utilizada com sucesso na subdivisão das seqüências vulcânicas das províncias ígneas continentais, como foi feito no Columbia River (Swanson et al., 1979; Mangan et al., 1986), no Deccan (Cox e Hawkesworth, 1985; Beane et al., 1986; Devey e Lightfoot, 1986) e na Plataforma Siberiana (Naldrett, 1992, 1994; Naldrett et al., 1992, 1999).

Do ponto de vista petrogenético, magma-tipo é um subproduto do magma parental, que dá origem a todas as rochas de uma série de diferenciação magmática, ou cristalização fracionada (Hughes, 1987). Como a diferenciação magmática se processa a partir de um magma idealmente ultrabásico, os termos mais magnesianos iniciam e os mais ácidos encerram uma série de rochas cogenéticas. Portanto, dentro de uma série de diferenciação magmática, os termos mais magnesianos são os candidatos mais fortes a representar a composição do magma parental. Ainda segundo Hughes, uma rocha deve atender aos seguintes requisitos para representar o magma parental de uma série de diferenciação magmática:

a) ter a temperatura de *liquidus* mais alta da série de diferenciação;

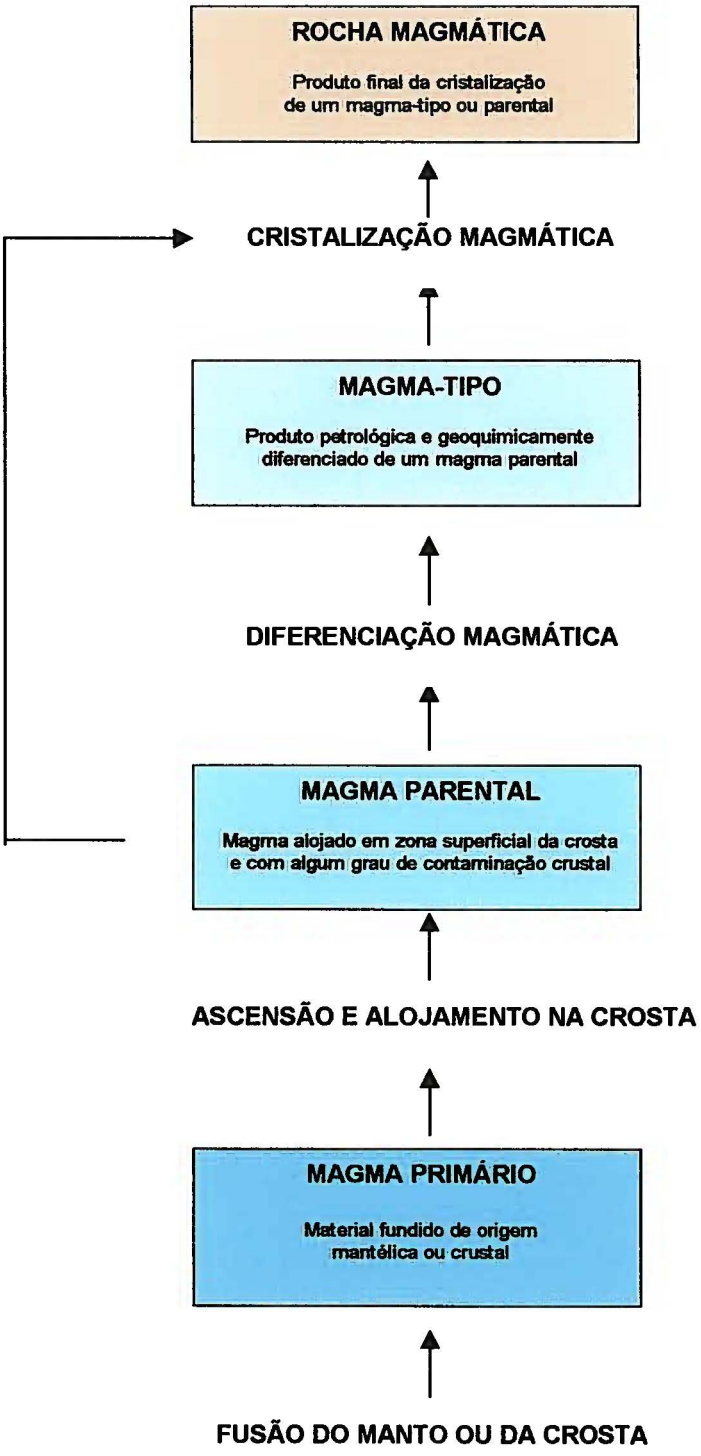
b) ter uma composição de elementos maiores e traços tal que a subtração progressiva das fases cristalinas visíveis ou inferidas deve produzir as rochas mais evoluídas da série;

c) a rocha representativa do magma parental não precisa ser abundante na associação ou província ígnea em estudo, pelo contrário, a tendência natural é que ela seja reduzida em relação aos termos cogenéticos mais evoluídos;

O diagrama da página seguinte representa esquematicamente a seqüência ideal de formação das rochas ígneas a partir de um magma primário. Os processos estão escritos em espaço aberto e os seus produtos imediatos em caixas de texto, com as respectivas definições.

Tendo em vista estas considerações, podem ser levantadas várias restrições ao uso imediato e apriorístico da nomenclatura de Peate et al. (1988) na estratigrafia da Formação Serra Geral:

- O vulcanismo mesozóico da Bacia do Paraná é diacrônico, como tratado reiteramente em vários artigos sobre o tema (Peate et al., 1988; Peate et al., 1992; Peate et al., 1997). Isto significa que várias câmaras magmáticas geraram magmas em distintos estágios de diferenciação, em épocas diferentes ou contemporâneas, e por isto não é possível estabelecer uma evolução geocronológica, petrogenética e litogeoquímica linear para toda a Formação Serra Geral.
- Os mesmos magmas-tipo podem se relacionar com séries magmáticas diferentes, complicando a história geológica da Formação Serra Geral, quando se combinam as séries de diferenciação com o caráter diacrônico do magmatismo.
- É preciso haver bom controle geoquímico e petrográfico das unidades mapeadas para se correlacionar magmas-tipo e unidades litoestratigráficas.
- O mapeamento geológico regional é indispensável como base de conhecimento para se estabelecer a estratigrafia da Formação Serra Geral, mas ele não é suficiente por si só, a menos que seja executado com critérios e métodos científicos adequados, de modo a produzir uma base de dados geológicos, faciológicos, estruturais, petrográficos, geoquímicos e geocronológicos consistentes para atender aos requisitos da interpretação estratigráfica de uma seqüência vulcânica de tal extensão e magnitude.


ROCHA MAGMÁTICA
Produto final da cristalização de um magma-tipo ou parental
CRISTALIZAÇÃO MAGMÁTICA
MAGMA-TIPO
Produto petrológica e geoquimicamente diferenciado de um magma parental
DIFERENCIAÇÃO MAGMÁTICA
MAGMA PARENTAL
Magma alojado em zona superficial da crosta e com algum grau de contaminação crustal
ASCENSÃO E ALOJAMENTO NA CROSTA
MAGMA PRIMÁRIO
Material fundido de origem mantélica ou crustal
FUSÃO DO MANTO OU DA CROSTA

- As tentativas de organização da estratigrafia em áreas restritas da Formação Serra Geral, sem o apoio do mapeamento regional, tendem a complicar as interpretações, porque contribuem para o aumento de uma nomenclatura litoestratigráfica que está se tornando prolixa e confusa.
- Segundo Mantovani et al. (1988), a estratigrafia esboçada por Peate et al. (1988) a partir de 10 furos de sonda grosseiramente alinhados ao longo do eixo N-S da Bacia do Paraná entra em conflito com dados de superfície. O perfil geral N-S, apresentado por Peate et al. (1988), mostra que a metade N da bacia é coberta por lavas com teores intermediários de TiO_2 (ITi), enquanto que Petrini et al. (1987) registram com dados de afloramentos a ocorrência extensiva de derrames com teores elevados de TiO_2 (HTi) e ocasionais teores baixos de TiO_2 (LTi).
- Outro fator complicador é a possibilidade indicada pela composição geoquímica de elementos traços de que as lavas de HTi não derivaram de um magma parental de LTi por cristalização fracionada. Bellieni et al. (1984), Mantovani et al. (1985a) e Peate et al. (1988) interpretaram estes dados como indicativos de que as variações nos teores de Ti e outros elementos incompatíveis registram áreas-fontes diferentes do manto superior. Outra explicação possível é dada por diferentes taxas de fusão parcial de uma região homogênea do manto: 25% para gerar magmas de LTi e 11% para magmas de HTi (Fodor, 1987). Conseqüentemente, a seqüência geral de magmas LTi para HTi não fornece o primeiro e mais importante critério de ordenamento estratigráfico que poderia ser utilizado na Formação Serra Geral. Não obstante estas restrições, Peate et al. (1988) interpretaram os dados de furos de sondagem e superfície descrevendo a migração dos focos de vulcanismo de S para N e de LTi para HTi e deste para ITi.

Na Plataforma Siberiana, onze formações definidas pelos geólogos russos foram estudados por Naldrett et al. (1996) em seus conteúdos de elementos traços, particularmente os incompatíveis, e ficou demonstrado que elas se desenvolveram a partir de cinco magmas-tipo, como afirmam os autores no parágrafo a seguir:

> *"With the exception of picritic lavas, texture is not simply related to the chemical composition of the lavas; rather, associated aphyric (intersertal), poikilophitic, and glomeroporphyritic lavas are geochemical similar.*

Conversely, petrographically similar basalts from the lower, middle, and upper parts of the volcanic sequence always differ markedly in chemical composition".

É bastante possível que esta falta de correlação entre petrografia e geoquímica se repita na Formação Serra Geral, porque numa série de diferenciação, o magma parental se fraciona em magmas derivados, formadores das suítes ígneas, os quais podem ser distinguidos pelos seus conteúdos geoquímicos, mais precisamente pelas razões entre elementos químicos. Os elementos incompatíveis, de alto campo de força, são os mais adequados para esta discriminação, porque são transferidos desde o magma originário de cada suíte para os magmas residuais, ao longo do processo de fracionamento, de modo que permitem o rastreamento da linhagem magmática dos produtos mais evoluídos até o mais primitivo, dentro de cada suíte.

Cada magma-tipo pode, portanto, gerar uma série de produtos geoquimicamente assemelhados, mas petrograficamente diferentes, o que invalida a correlação direta entre variedades petrográficas e magmas-tipo. Por isto Peate (1997), ao descrever a estratigrafia geoquímica que estabeleceu para a Província Ígnea Paraná-Etendeka, faz a ressalva:

"It is important to realise that the Paraná magma types distinguished by Peate et al. (1992) are defined solely on compositional characteristics. They are not stratigraphically defined units as is the case in the subdivision of several other flood basalt provinces (e.g., Siberia, Deccan), where continuous sections through the lavas can be correlated on a regional scale are more common".

b) Mapeamento faciológico de áreas vulcânicas

A arquitetura faciológica das províncias de basaltos continentais é fundamental para se entender a vulcanologia física e as variações das propriedades das rochas através da seqüência de derrames. As seqüências de basaltos continentais têm sido subdivididas em pacotes estratigráficos com base nas variações laterais e verticais de assinatura geoquímica dos derrames e, menos comumente, com base nas unidades sedimentares e vulcanoclásticas existentes (Williamson e Bell, 1994; Anderson e Dunham, 1966; Saunders et al., 1996; Marsh et al., 2001). Somente em anos mais recentes é que se passou a adotar o mapeamento faciológico tridimensional, ou arquitetura faciológica, para fornecer um arcabouço geológico consistente para a

estratigrafia geoquímica (Self e Keszthelyi, 1997; Jerram, 2002; Peate et al., 2003; Single e Jerram, 2004).

Embora a definição da arquitetura faciológica propriamente dita seja feita em escalas de detalhe e em áreas com exposição adequada, os seus conceitos fundamentais podem ser aplicados, com vantagem, no mapeamento regional e em regiões mais pobres em afloramentos. Na escala regional, mesmo que não se consiga ou não seja necessário reconstituir o comportamento tridimensional das feições internas dos derrames, é possível classificar os pacotes de derrames com base nos mesmos critérios da arquitetura faciológica. Desta forma, pode-se construir um quadro geológico consistente para situar os dados geoquímicos dentro da evolução física dos processos vulcânicos.

O mapeamento de áreas vulcânicas tem o objetivo principal de estabelecer o quadro integrado do estilo de vulcanismo e o ambiente geológico em que ele se desenvolveu, de modo a servir de base para a realização de outros objetivos mais específicos. Para se chegar a isto, é necessário fazer descrições sistemáticas das rochas da seqüência vulcânica e identificar as feições ígneas e vulcanoclásticas diagnósticas dos processos que as originaram, de acordo com o esquema seguinte, que está sendo adotado pelos autores do presente relatório no mapeamento geológico da Formação Serra Geral:

Descrição sistemática das litologias e estruturas associadas

⇓

Identificação das feições ígneas e vulcanoclásticas diagnósticas

⇓

Interpretação dos processos vulcânicos

⇓

Reconstituição do estilo e ambiente de formação da seqüência vulcânica

Cada um destes elementos do mapeamento de áreas vulcânicas é comentado brevemente a seguir.

Descrição sistemática das rochas. A descrição começa pela delimitação dos limites entre unidades litológicas, seja pela marcação direta dos contatos entre derrames e pacotes de derrames, seja pela identificação de mudanças laterais e verticais nas texturas e estruturas litológicas. Esta tarefa começa na escala da fotointerpretação, passa pela fase de campo com a descrição e amostragem de afloramentos e se completa no laboratório, com a petrografia e a geoquímica de rochas, entre outros métodos auxiliares. A fase de campo é a mais decisiva para os objetivos do mapeamento, porque é durante a sua execução que se define, com graus variáveis de segurança, a arquitetura faciológica dos derrames.

Feições ígneas e vulcanoclásticas diagnósticas. O Quadro 1 apresenta as feições ígneas e vulcanoclásticas utilizadas na definição dos fácies vulcânicos, segundo a metodologia que está sendo adotada no Projeto.

Processos, estilos e ambientes vulcânicos. A combinação de determinadas feições dentro de uma fácies vulcânica permite identificar os processos que atuaram na formação dos derrames em estudo, os quais determinaram o estilo de vulcanismo e permitem interpretar o ambiente em que ele se desenvolveu. De modo geral, e a título de ilustração, é possível afirmar que derrames altamente vesiculados, estruturados em lobos (*pahoehoe*) e associados a depósitos vulcanoclásticos identificam fácies proximais de lavas de baixa viscosidade. O estilo de vulcanismo que produz estes materiais é explosivo, cujo índice é determinado pela equação *tefra / tefra + lava*, isto é, pela proporção volumétrica entre depósitos vulcanoclásticos e ígneos de um mesmo pacote de derrames. Finalmente, por faltarem feições típicas de vulcanismo subaquoso (principalmente lavas em almofadas, espilitos, hialoclastitos, peperitos e sedimentos lacustres ou marinhos), o ambiente de formação desta seqüência será interpretado como sendo subaéreo.

Por outro lado, derrames tabulares de lava maciça ou em blocos (*A'a*) e pobres em depósitos vulcanoclásticos cognatos caracterizam fácies distais de lavas altamente viscosas. Se a disjunção colunar for regular e bem desenvolvida, a lava cristalizou em condições estáveis, empoçada (*ponded lava*). Se a disjunção colunar apresentar o aspecto de juntas conjugadas de cisalhamento, a lava cristalizou sob tensão, seja por influência de esforços tectônicos em ambiente semiconfinado (*rifts* locais), seja por ação de rastejo em condições de alta viscosidade.

FEIÇÃO	DIAGNÓSTICO	INTERPRETAÇÃO
Bordas afaníticas	Textura afanítica, freqüentemente vítrea, e muito fina nas bordas de estruturas.	Bordas congeladas: resfriamento rápido.
Material terroso	Matriz argilosa ou limonítica, cinza ou avermelhada, comumente com estrias de deslizamento e fragmentos de rocha.	Solo fóssil, horizonte sedimentar.
Bandeamento concêntrico	Camadas concêntricas, estriadas, ovaladas, com sinais de erosão térmica.	Tubo, canal ou lobos de lava, foliação de fluxo, estrutura em almofada.
Estratificação cruzada	Estratos com forte mergulho, clastos angulosos e hialinos.	Brecha hialoclástica, extrusão de lava em corpo d'água, delta de lava.
Estrutura de injeção	Línguas de lava, alteração, venulação.	Invasão de lava em sedimento ou lava, preenchimento de fratura a partir de zona mais quente.
Estrutura de carga	Horizonte cinza ou avermelhado abaixo de derrame, estruturas em *fiamme*, alteração, dobras.	Derrame de lava dentro de sedimento inconsolidado.
Juntas	Padrão regular de disjunção.	Padrão das juntas depende fortemente do processo de resfriamento.
Estrutura maciça	Rocha fraturada e holocristalina (> 90% de cristais), baixa densidade de vesículas, geralmente lava com pouca sílica.	Núcleo desgaseificado de derrame ou lobo de lava, conduto de lava, derrame tabular, típico de derrame inflado.
Textura porfirítica	Fenocristais em matriz fina ou vítrea.	Resfriamento lento, mistura de magmas.
Superfície brechada	Aglomerado ou brecha vulcânica, fragmentos angulosos e estriados, seixos arredondados.	Fluxo de lava A'a, horizonte sedimentar entre derrames, material terroso.
Superfície em corda	Estrutura ondulada com aspecto de cordas.	Fluxo de lava pahoehoe.
Camada inclinada	Intrusão concordante ou discordante, simples ou composta, bandada ou acamadada.	Dique ou soleira.
Material tufáceo	Material vulcanoclástico, matriz bem selecionada, finamente laminada e avermelhada, com clastos mal selecionados, monominerálicos ou polimíticos.	Produto vulcânico explosivo, clastos podem estar estirados ao longo da laminação da matriz.
Vesiculação	Lava escoriácea ou vesicular a amigdalóide, diâmetros de < 1 mm a > 10 cm.	Topo ou base de derrame.
Textura cristalina	Matriz com cristais de 1 – 5 mm.	Resfriamento lento, núcleo de derrame ou intrusão.

Quadro 1. Feições diagnósticas da arquitetura faciológica.

1.4.6. Ensaios e análises de laboratório

1.4.6.1. Petrografia

As lâminas petrográficas de rochas vulcânicas e vulcanoclásticas que serviram de base para a cartografia geológica, foram descritas na MINEROPAR, com uso de microscópio binocular Leitz, modelo SM-LUX-POL. Na falta de equipamento adequado para contagem de pontos, a composição modal foi determinada por estimativa visual,

MINEROPAR
BIBLIOTECA

mediante comparação com gabaritos de concentração. O plagioclásio foi determinado pelo método Michel-Lévy, com medidas de ângulos de extinção em pelo menos 8 grãos e eliminação dos espécimes que mostraram diferenças de ângulos maiores do que 5° nos quadrantes opostos. O piroxênio foi identificado com base nas características morfológicas (forma de grãos, clivagens) e cores de pleocroísmo.

2.2. Resultados

2.2.1. Introdução

Tendo em vista situar mais precisamente as descrições das unidades litofaciológicas, nesta seção as folhas cartográficas referidas são sempre as da escala 1:50.000. Esta observação se justifica porque duas destas folhas têm os mesmos nomes das folhas 1:100.000 - Dionísio Cerqueira e Francisco Beltrão. O mapa geológico da região mapeada é apresentado, em escala reduzida, na figura 3.

2.2.2. Derrames lobados

Esta unidade aflora mais extensamente nas folhas de Santo Antônio do Sudoeste e Salgado Filho, limitando-se aos quadrantes SW nas folhas de Dionísio Cerqueira e São José do Cedro. Na folha de Francisco Beltrão, os derrames lobados afloram principalmente no quadrante NE. Esta distribuição regional reflete a conformação do relevo regional, que é marcado pelo extenso divisor d'águas que acompanha o meridiano 26°15'S, em relação ao qual o terreno decai progressivamente de altitudes de 800-900 m para 400-500 m, tanto para N quanto para S.

Os derrames lobados são identificados nas fotografias aéreas por formas de relevo com vertentes convexas, interflúvios largos e terraços dominantemente suavizados. As escarpas entre derrames são de reduzida expressão vertical, refletindo as pequenas espessuras e o caráter lenticularizado e lobado das unidades, mas são bem delineadas nas regiões em que ocorrem as intercalações de peperito, onde formam terraços com até 150-200 m de largura. A rede de drenagem é do tipo dendrítico, com

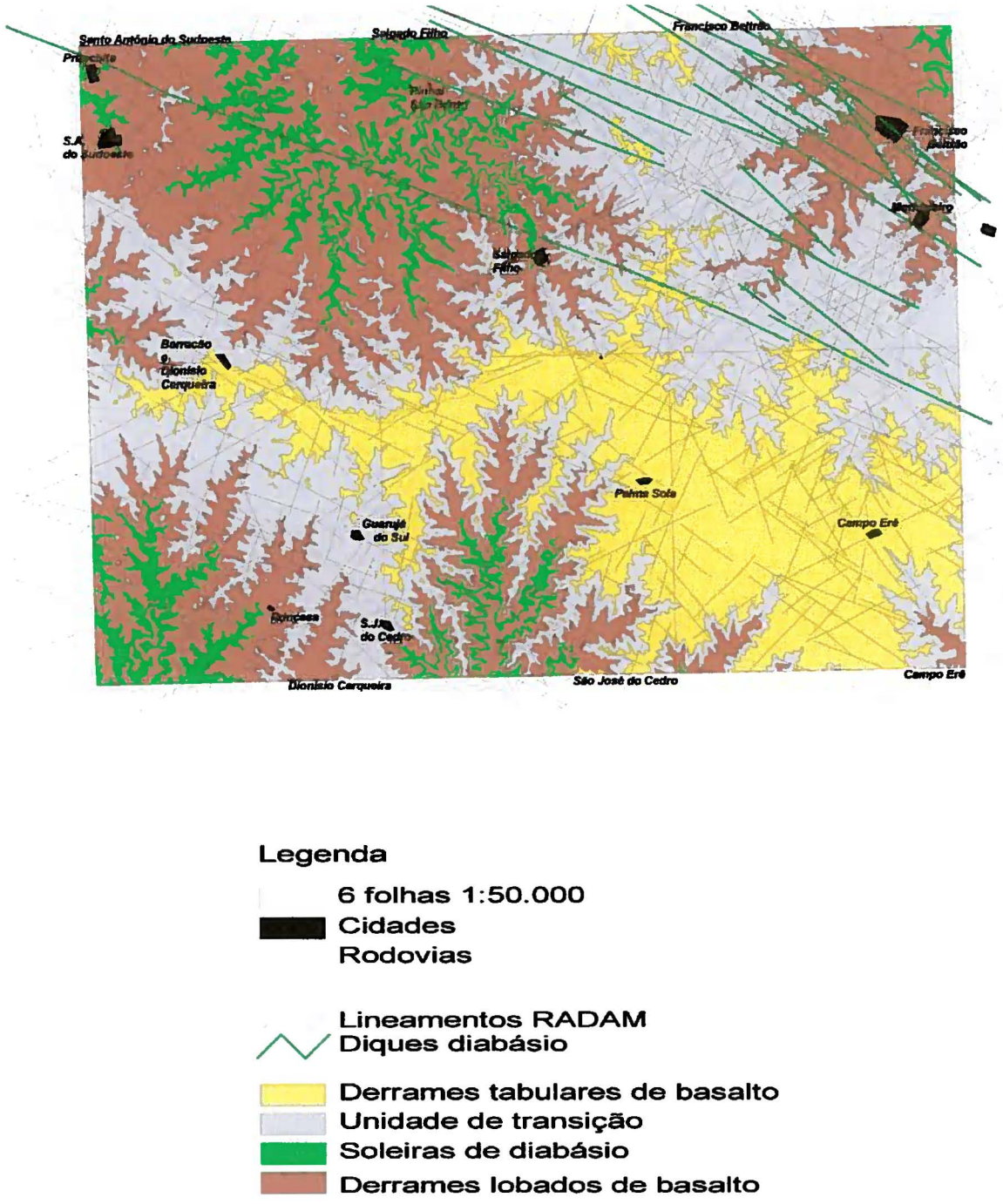
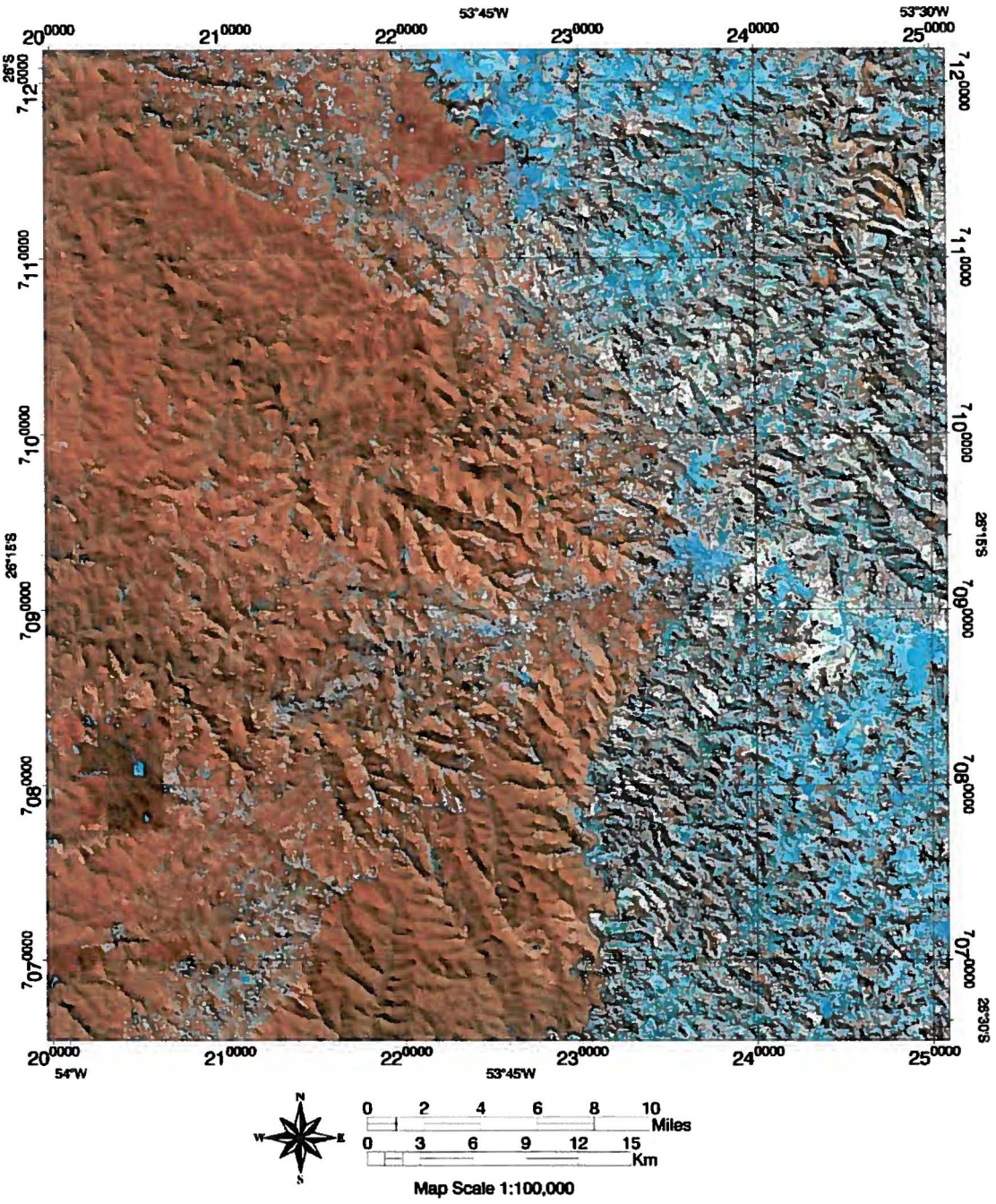


Figura 3. Mapa geológico das cartas Dionísio Cerqueira e Francisco Beltrão.

boa integração e densidade média. Nas composições de falsa cor LANDSAT (figuras 4 e 5), esta unidade mostra uma assinatura espectral caracterizada pela predominância

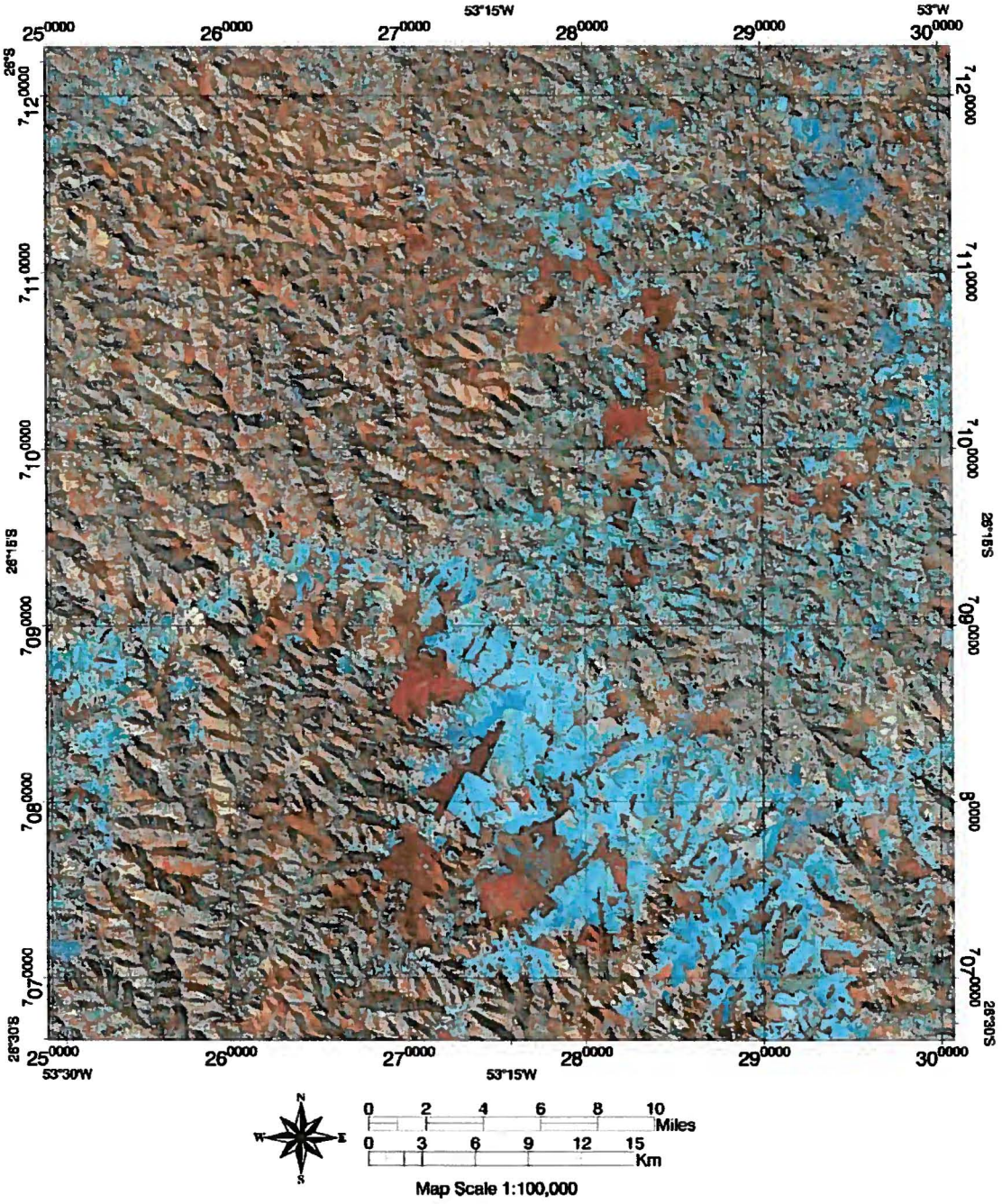
das cores vermelho e amarelo-escuro, organizadas segundo um padrão finamentemente mesclado. As formas de relevo resultantes da dissecação profunda do terreno são reconhecidas nestas imagens por padrões convolutos de grande porte.

Em afloramento, estes derrames apresentam mais freqüentemente seção transversal lenticularizada, com aparência grosseira de *pinch-and-swell*, menos comumente com feições típicas das lavas *pahoehoe*, isto é, lobadas, contorcidas e densamente vesiculares, chegando a escoriáceas. Por ocorrerem intimamente associadas, estas duas variedades – lenticular como fácies proximal e lobada como fácies distal de um mesmo tipo de derrame, foram englobadas sob o título único emprestado pela segunda, seguindo a denominação adotada por outros autores, para a Formação Serra Geral. Waichel et al. (2005, no prelo) descrevem em detalhe as feições diagnósticas destes derrames.



Anexo 1 - Composição colorida RGB dos canais 4, 5 e 7 LANDSAT correspondente a carta Dionísio Cerqueira 1:100.000

Figura 4. Composição colorida RGB dos canais 4, 5 e 7 LANDSAT correspondente à carta Dionísio Cerqueira 1:100.000.



Anexo 2 - Composição colorida RGB dos canais 4, 5 e 7 LANDSAT correspondente a carta Francisco Beltrão 1:100.000

Figura 54. Composição colorida RGB dos canais 4, 5 e 7 LANDSAT correspondente à carta Francisco Beltrão 1:100.000.

A fácies lenticular apresenta espessuras de decímetros (50-60 cm) a poucos metros (mais freqüentemente 2-4 m, excepcionalmente 20-30 m), enquanto os lobos individuais da fácies lobada não excedem a espessura de 30-40 cm. Não foi confirmada a continuidade lateral dos derrames individuais, que parecem se interdigitar, formando unidades compostas com aspecto regional tabular. Outra característica desta unidade litofaciológica é a estreita associação com os níveis de peperito, também reconhecida por estes autores. Outras feições típicas das lavas *pahoehoe*, encontradas em afloramentos, são as seguintes: lava em corda, espiráculos e alternância centimétrica de níveis escoriáceos e vítreos, constituindo uma zonalidade concêntrica nos lobos individuais. O conjunto de aspectos litológicos desta unidade evidencia a ação de intensos processos de desgasificação, durante resfriamento rápido.

A litologia dominante nestes derrames é um basalto com textura mesoscópica afírica a fracamente porfirítica e granulação que varia de fanerítica grossa a afanítica, mais comumente média. Em afloramento, as cores de oxidação avermelhadas, tipicamente vermelho-tijolo, são manchadas de verde e preto nas superfícies das juntas e fraturas, resultantes de películas de argilo-minerais (celadonita e clorita) e óxidos de Mn, respectivamente. A variedade afanítica é cinza-escuro, geralmente matizada de verde devido à cloritização pervasiva e generalizada desta unidade, na região mapeada.

Em lâmina delgada, estas rochas não diferem das analisadas em amostras dos derrames tabulares: 45-55% de plagioclásio (labradorita dominante, com boas proporções de andesina e menos freqüentemente bytownita), 45-55% de piroxênio (dominantemente augita e pouca pigeonita, raro hiperstênio), 5-10% de minerais opacos (magnetita fortemente dominante sobre ilmenita e titano-magnetita), até 5% de celadonita, clorita, sericita e limonitas secundárias, além de apatita e olivina intersticiais, e formando inclusões no plagioclásio e piroxênio. A textura é afírica a fracamente porfirítica, intergranular a subofítica, com os raros fenocristais de plagioclásio ou piroxênio e os primeiros formando a trama grosseiramente reticulada que envolve cristais menores das mesmas espécies minerais e acessórios.

2.2.2. Derrames tabulares

Esta unidade recobre a anterior, acima da cota de 800 m, amarrando o relevo ao longo do divisor d'águas mencionado anteriormente e o planalto de Campo Erê, cujo relevo suavizado favorece o desenvolvimento de espessa cobertura de solo cultivável. A sua zona de ocorrência ocupa a maior parte da folha de Campo Erê e boa porção da folha de São José do Cedro, com uma extensão sinuosa até o limite oeste da folha de Dionísio Cerqueira. Algumas cristas isoladas alinham-se no sentido N-S, junto ao limite das folhas de Salgado Filho e Francisco Beltrão, com remanescentes de derrames tabulares, acima da cota de 800 m. Waichel et al. (2005) adotam a denominação de derrames maciços para este estilo de corrida de lava da Formação Serra Geral.

Em fotografia aérea, estes derrames caracterizam-se por chapadas e mesetas de topo ondulado e escarpas profundamente dissecadas, com perfil horizontal côncavo (na escala regional) a festonado (na escala local) e vertentes plano-côncavas, subverticais. Morros testemunhos de perfil piramidal, com terraços bem desenvolvidos, ocorrem dispersos, principalmente na folha de Salgado Filho. A drenagem apresenta padrão dendrítico, de baixa densidade e pobremente integrado. Nas imagens LANDSAT (composição RGB dos canais 4, 5 e 7), esta unidade mostra uma assinatura espectral com predominância de cores azul, verde e amarelo-claro, organizadas segundo um padrão de manchas extensas, que reproduz a distribuição das grandes propriedades agrícolas da região. As formas de relevo desta unidade são reconhecidas nas imagens por padrões suavemente ondulados, delimitadas por escarpas dissecadas, da mesma forma que se observa nas fotografias aéreas.

Estes derrames formam afloramentos em escarpas mais marcados do que a unidade anterior, com derrames individuais mostrando espessuras de até 20-30 m e continuidade lateral de vários quilômetros a dezenas de quilômetros. Petrograficamente, o basalto é semelhante ao anterior, diferindo pela ausência dos termos afaníticos, nos afloramentos descritos pelos autores do presente relatório, e pelo baixo grau de vesiculação. Na zona vesicular superior, que atinge até 2-3 m de espessura, as vesículas e amígdalas preenchidas por quartzo e recobertas por celadonita chegam a 50-70% do volume da rocha. Esta zona altera-se mais profundamente do que o núcleo dos derrames tabulares, chegando a formar uma superfície plana de separação, que se torna feição diagnóstica desta unidade

faciológica, nos afloramentos rasos. Nos núcleos dos derrames, as vesículas esparsas são maiores, mais irregulares, mais freqüentemente vazias e estiradas ao longo do fluxo, refletindo condições reológicas de alta viscosidade da lava. Outra feição típica de afloramento é a combinação de cores fortemente contrastantes, por serem complementares no espectro, nos produtos de alteração: vermelho-arroxeado na massa e verde-escuro nas superfícies recobertas por celadonita.

A disjunção dos derrames tabulares merece análise específica, porque difere notavelmente da unidade anterior, de modo que serve de critério de identificação nos afloramentos rasos, que são comuns na forma de lajes, em topo de relevo e em leitos de drenagem. O padrão da disjunção colunar reproduz, em seção horizontal, o modelo Riedel de cisalhamento, conforme registram as fotografias abaixo. Este padrão combina juntas planares e curvas, que desagregam a rocha em blocos prismáticos *sui generis*, de base triangular, losangular ou trapezoidal alongada, com faces côncavas e convexas combinadas, nas quais é comum a feição *cup-and-ball*. Dependendo da seção observada, a rocha apresenta um padrão cerrado de disjunção, de escala centimétrica, ou ao contrário, formando paredes planas e encurvadas com até 6-8 m metros de comprimento. As seções transversais aos eixos maiores dos prismas exibem um padrão centimétrico de disjunção essencialmente triangular, cujas relações geométricas com as seções anteriores são de difícil interpretação. Em pelo menos três frentes de pedreira da área mapeada, a disjunção apresenta-se encurvada ao longo dos eixos maiores dos prismas e com mergulhos de até 70°. Segundo Jerram (2000), este padrão desenvolve-se sob a influência de tensões cisalhantes, em derrames parcialmente cristalizados que se deslocam sobre terreno suavemente inclinado ou submetido a instabilidades de natureza tectônica, intrínsecas ao ambiente vulcânico.

Microscopicamente, o basalto difere do anterior principalmente pela abundância de cristais de plagioclásio fraturados, reforçando a interpretação de processo dinâmico referida acima. O plagioclásio, que representa 48-60% das lâminas descritas, contém proporções maiores de andesina do que as amostras dos derrames lobados. O piroxênio é menos abundante, na faixa de 40-45%, e mantém as mesmas espécies da unidade anterior, augita com fração menor de pigeonita, sem hiperstênio identificado. Os minerais acessórios e secundários são os mesmos, com maior abundância de celadonita nas amostras analisadas. A textura é afírica a fracamente porfirítica, intergranular a subofítica.

2.2.4. Unidade de transição

Esta unidade representa uma interdigitação de derrames lobados e lenticularizados, em dimensões tais que não foi possível a individualização das unidades anteriores, na presente escala de mapeamento.

Nas imagens LANDSAT (composição RGB dos canais 4, 5 e 7), esta unidade mostra uma assinatura espectral caracterizada pela predominância de cores azul, verde e amarelo-claro, organizadas segundo um padrão de manchas extensas, que reproduz a distribuição das grandes propriedades agrícolas da região. As formas de relevo resultantes da dissecação profunda do terreno são reconhecidas nas imagens por padrões suavemente ondulados.

2.2.5. Soleiras de diabásio

Uma soleira de diabásio foi mapeada, nas folhas de Santo Antônio do Sudoeste, Salgado Filho, Dionísio Cerqueira e São José do Cedro, entre as cotas de 500 e 540 m. Ela está alojada em derrames lobados, mais especificamente, dentro de um nível de peperito com espessura indeterminada, mas de extensão linear que alcança 50 km, no sentido N-S.

Devido à sua reduzida espessura, esta unidade não produz feições peculiares, reconhecíveis em fotografias aéreas e imagens de satélite, confundindo-se com o relevo dos derrames lobados e peperitos.

Os seus afloramentos têm mais freqüentemente a forma de campos de matacões e lajedos de meia encosta, quando cortados pelas rodovias vicinais. O diabásio é identificado facilmente no campo pela cor cinza-escuro, com uma capa de alteração amarelo-ocre de limites bem definidos junto à rocha sã, denominada nas pedreiras da região *capa amarela*. Não há cloritização visível em amostra de mão, nem em lâmina petrográfica. A rocha tem estrutura maciça, com glóbulos de até 1-2 cm de diâmetro, ovaladas e esparsas, preenchidas por opala verde-escuro a verde-claro (que

passa a negro em poucos minutos, por efeito da desidratação), sem a película verde de celadonita que envolve as amígdalas e caracteriza os derrames de basalto.

Os seguintes critérios foram utilizados pela equipe da MINEROPAR para interpretar estes afloramentos como pertencentes a uma soleira:

- ausência de feições típicas de derrames, tais como zonas vesiculares de topo e base, em todos os afloramentos descritos;
- ausência de oxidação, evidente na coloração cinza-escura da rocha sã, também observada em todos os afloramentos descritos;
- ausência de alteração hidrotermal, que ocorre de forma pervasiva e generalizada nos derrames lobados e tabulares, com o desenvolvimento principalmente de celadonita e argilo-minerais;
- semelhança petrográfica, na escala mesoscópica, com os diques de diabásio mapeados na região;
- textura microscópica ofítica, característica de rochas cristalizadas em ambiente hipabissal.

Em microscopia, as amostras de diabásio apresentam textura ofítica, localmente intergranular, seriada e hipidiomórfica. A estrutura é maciça, isótropa e homogênea. A rocha é essencialmente inalterada, com rara sericitização do plagioclásio e cloritização do piroxênio. O plagioclásio é labradorita subédrica, com 0,2 a 2,5 mm de comprimento, em arranjo aleatório, localmente radial, seriada, exibindo macla polissintética e inclusões de piroxênio, opacas e apatita. O piroxênio é subédrico a anédrico, intersticial e incluído no plagioclásio, fraturado, corroído e localmente alterado a clorita ou celadonita. Predomina augita, com raros grãos de pigeonita. A magnetita esquelética é o opaco mais abundante, com 0,2 a 2,5 mm de diâmetro, predominante sobre a ilmenita, também esquelética e em grãos prismáticos. As relações intergranulares indicam a seguinte ordem de cristalização: pigeonita e magnetita, plagioclásio e augita.

2.2.6. Diques de diabásio

Diques tabulares são abundantes na região, de reconhecimento fácil no campo devido ao forte contraste de cores e estilos de afloramentos que existe entre o basalto e o diabásio. Enquanto o basalto forma matacões grosseiros, incluindo freqüentemente partes das zonas vesiculares de topo, com as cores avermelhadas e verdes típicas de alteração, o diabásio aflora em matacões arredondados, de cor cinza-escuro e, quando presente, a alteração supergênica limita-se à capa amarelo-ocre descrita anteriormente. Nos afloramentos em que ambas as rochas são expostas profundamente argilizadas, o contraste se mantém: o saprólito de basalto andesítico mantém cores de alteração vermelho-amareladas, dentro do qual o saprólito de diabásio se destaca pela coloração amarelo-ocre com manchas negras de óxidos e hidróxidos de Mn, acentuando a esfoliação esferoidal, que é pouco desenvolvida na encaixante.

Um enxame de diques, de direção geral N45°W, recorta a folha de Francisco Beltrão, ocupando uma faixa com cerca de 20 km de largura, entre esta cidade e as cabeceiras do rio Marmeleiro, no quadrante SW. Os diques têm espessuras individuais de 2-15 m, um dos quais com pelo menos 60 m, aflorante entre as cidades de Francisco Beltrão e Marmeleiro, em uma das frentes da pedreira Motter, à beira da rodovia BR-280.

Nas fotografias aéreas e imagens LANDSAT (composição RGB dos canais 4, 5 e 7), estes corpos intrusivos são identificados pelo alinhamento de vales retilíneos e quebras de relevo, mais raramente cristas alinhadas e suavizadas pelo profundo intemperismo da região. Os alinhamentos tornam-se mais evidentes nas imagens de radar (RADAM Brasil), motivo pelo qual as estruturas lineares cartografadas nas folhas de Dionísio Cerqueira e Francisco Beltrão foram traçadas nestas imagens, em meio digital (Figura 6). Entretanto, estão representados nestas folhas apenas os diques que foram confirmados em campo, com pelo menos um ponto de controle sobre o respectivo lineamento fotogeológico.

Em lâmina petrográfica, o diabásio amostrado em diques não difere das soleiras, com as mesmas feições texturais e mineralógicas.

2.2.7. Níveis de peperito

Os níveis de peperito formam terraços e alinhamentos paralelos às curvas de nível, amarrando as bordas externas de terraços entre derrames. Denominados preliminarmente tufo-brechas, durante a fase de campo, estes depósitos foram definidos como peperitos por Waichel et al. (2005), nomenclatura que passa a ser adotada no presente relatório. Estes níveis afloram ao longo das duas folhas mapeadas, com maior concentração na região delimitada pelas localidades de Dionísio Cerqueira, Flor da Serra do Sul e Pinhal de São Bento. Com menor abundância lateral e estratigráfica, as camadas de peperito foram mapeadas a sul das folhas de Dionísio Cerqueira e São José do Cedro, com níveis esparsos na folha de Campo Erê.

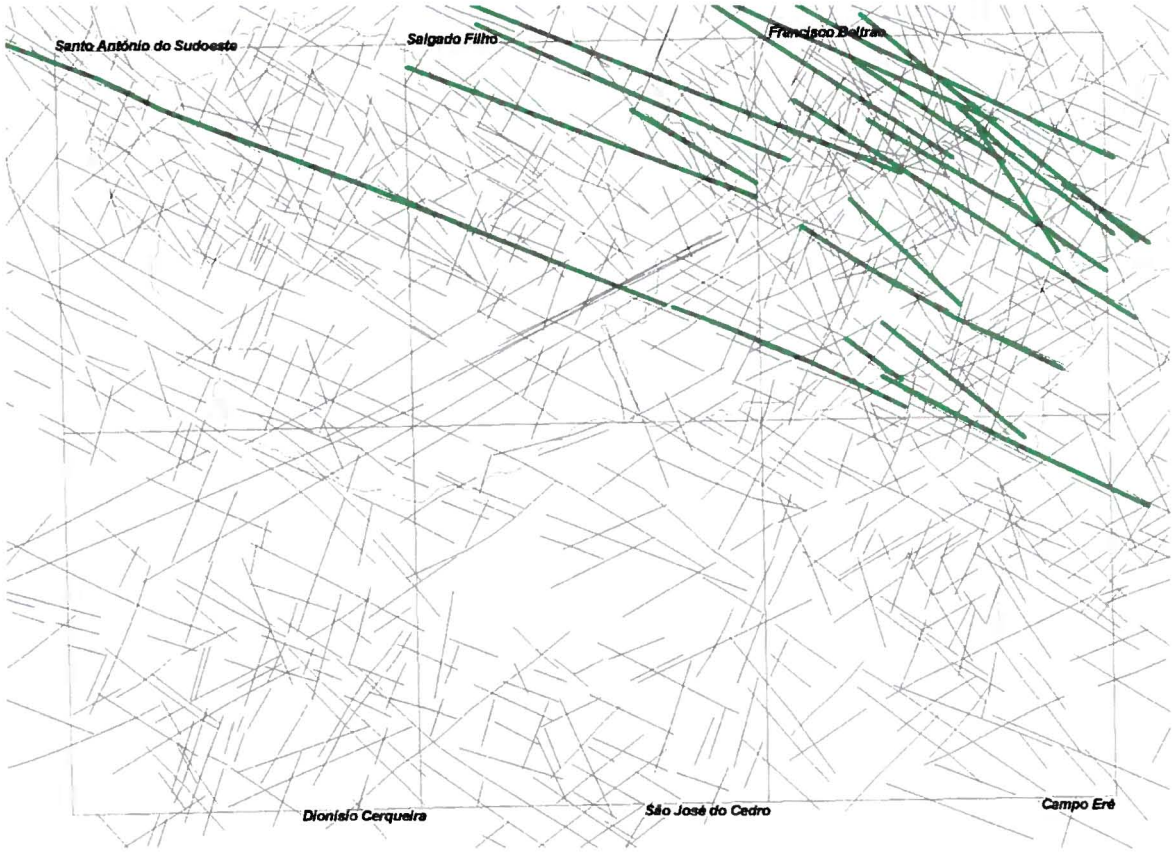


Figura 6. Lineamentos traçados em imagens de RADAM-BRASIL e diques de diabásio mapeados com controle de campo.

Em fotografia aérea, esta unidade apresenta-se como linhas sinuosas, paralelas às curvas de nível e amarrando terraços entre derrames. Elas se destacam sobre o terreno basáltico pelos tons de cinza mais escuros, provavelmente devido aos teores

mais elevados de umidade, uma vez que estas rochas são mais porosas e permeáveis do que o basalto. Devido à sua reduzida expressão lateral, os níveis de peperito não são reconhecidos nas imagens de sensoreamento remoto, na escala em que foram analisadas por estes autores.

Foram registrados 452 afloramentos de peperito na área estudada. Os níveis mais extensos foram traçados no mapa geológico, tendo sido omitidos os de expressão superficial e controle de campo incompatíveis com a escala do mapeamento. A sua persistência vertical e lateral, confirmada em pelo menos 400 m da coluna estratigráfica, aproximadamente entre as cotas de 450 e 850 m, atesta a sua importância dentro do contexto geológico da Formação Serra Geral.

Os níveis de peperito formam contrafortes baixos, lenticulares e alinhados paralelamente às curvas de nível, amarrando as bordas de terraços entre derrames. Eles afloram em toda extensão das folhas mapeadas, com maior concentração na região delimitada pelas localidades de Dionísio Cerqueira, Flor da Serra do Sul e Pinhal de São Bento. Com menor abundância lateral e estratigráfica, outras ocorrências foram descritas a sul das folhas de Dionísio Cerqueira, São José do Cedro e Campo Erê.

As características litológicas dos depósitos mapeados no Sudoeste do Paraná correspondem mais amplamente aos peperitos do tipo 2, de Waichel et al. (2005a). Entretanto, a sua espessura na área mapeada é flagrantemente maior, de 1 a 12 m, mais freqüentemente de 4 a 8 m, e a estreita associação com derrames lobados contrapõe-se à descrição desses autores.

Geralmente horizontais, os níveis apresentam ocasionalmente mergulhos de até 12°, que não foram medidos sistematicamente durante o mapeamento. Em poucos afloramentos foram observadas feições de erosão nos contatos com derrames sobrejacentes. As figuras 3 e 4 ilustram as feições típicas do peperito em escala de afloramento.

A divisão dos peperitos em empacotados e dispersos, com base nas proporções entre clastos e matriz, de Hanson e Wilson (1993), ajusta-se sem restrições às ocorrências do Sudoeste do Paraná, por ser descritiva e restrita à escala de afloramento.

Em afloramento, uma seção completa de peperito apresenta a seguinte zonalidade: base de peperito disperso, matriz siltosa sem fragmentos, peperito empacotado com venulações de quartzo e zona de topo com peperito empacotado ou

disperso. As feições litológicas da matriz e dos fragmentos não variam de forma sistemática através desta zonalidade, a qual não se repete, por sua vez, de forma sistemática na escala regional, mas corresponde apenas à moda estatística de uma combinação mais complexa de níveis deposicionais. As zonas individuais atingem espessuras decimétricas a métricas, sendo mais comum que os níveis mais pobres em clastos vulcânicos sejam menos espessos, raramente acima de 50-60 cm, do que os níveis com estrutura de brecha sedimentar, que atingem vários metros de espessura.

A matriz é composta de silte argiloso a finamente arenoso, de cor vermelho-tijolo, mais comumente maciça e localmente laminada ou lenticularizada, a qual perfaz de 40 a 60% do volume da rocha. A laminação é marcada pela alternância de níveis milimétricos a centimétricos de siltito maciço e vesicular. As vesículas são esféricas a sub-esféricas e possuem dimensões milimétricas. Nas folhas de Dionísio Cerqueira e Francisco Beltrão, não foram observadas feições abundantes de deformação dos estratos no estado inconsolidado. Em poucos afloramentos foram descritos níveis de arenito imaturo, feldspático e lítico, ocasionalmente conglomerático.

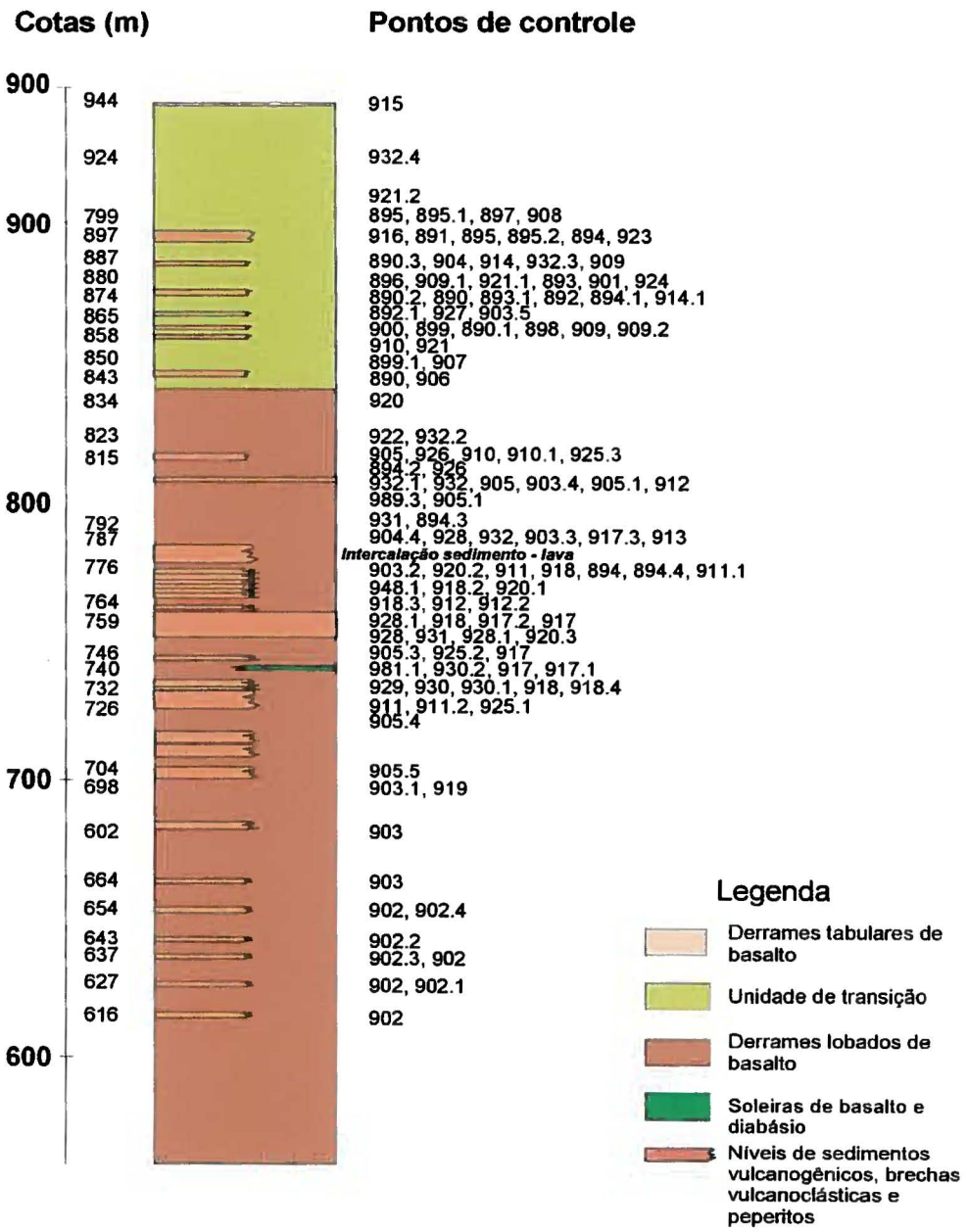
Os fragmentos ígneos são formados por basalto afanítico, vesicular a escoriáceo, claramente destacados dos derrames sub e sobrejacentes, sendo possível identificar muitas vezes o local de origem dos blocos maiores, na rocha vizinha. Os clastos angulosos a subangulosos de basalto afanítico, vesicular a escoriáceo, são sustentados pela matriz, exceto junto ao contato com os derrames.

Predominam largamente nos afloramentos descritos os fragmentos de dimensões lapílicas, entre 2 e 64 mm, seguidos em abundância pelos blocos e bombas, entre 64 e 256 mm. As bombas são mais raras do que os blocos e foram identificadas mais seguramente em dimensões acima de 50-60 cm, mostrando em poucos locais feições de fluxo e desgasificação, tais como zonalidade interna e vesículas estiradas, seja segundo o eixo maior, seja perpendicularmente aos contatos com a matriz. Além de basalto, apenas em fragmentos menores, com diâmetros abaixo de 2-3 cm, foi observada a presença de basalto porfirítico com fenocristais de plagioclásio euédrico em matriz afanítica.

2.2.8. Depósitos de aluvião

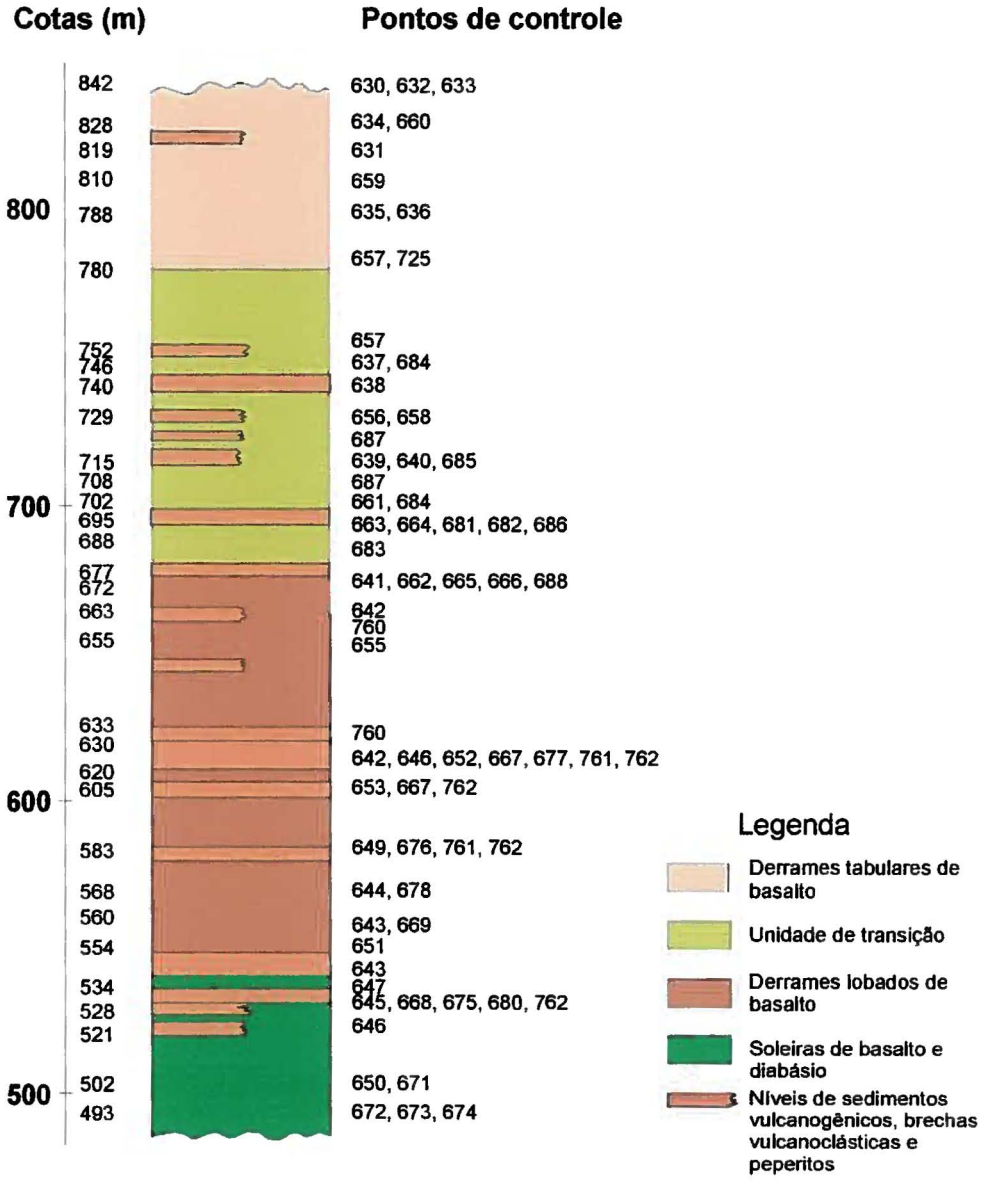
Os aluviões foram cartografados nas zonas ribeirinhas, com base nos limites entre o relevo horizontalizado e as encostas circunvizinhas, com os depósitos mais extensos ao longo do rio Marrecas, na folha de Francisco Beltrão. Nas demais folhas, as áreas de ocorrência não atingem dimensões mapeáveis na escala de 1:100.000.

As figuras 7 a 12 apresentam as colunas estratigráficas compostas das seis folhas 1:50.000 que compõem as cartas de Dionísio Cerqueira e Francisco Beltrão. A estratigrafia regional será reconstituída quando o progresso do mapeamento permitir a aplicação dos critérios litológicos, tectônicos e de sucessão cronológica dos derrames e intrusivas associadas. Interpretações parciais para áreas mais restritas poderão mais prejudicar do que contribuir para o conhecimento da evolução geológica do magmatismo na Bacia do Paraná.



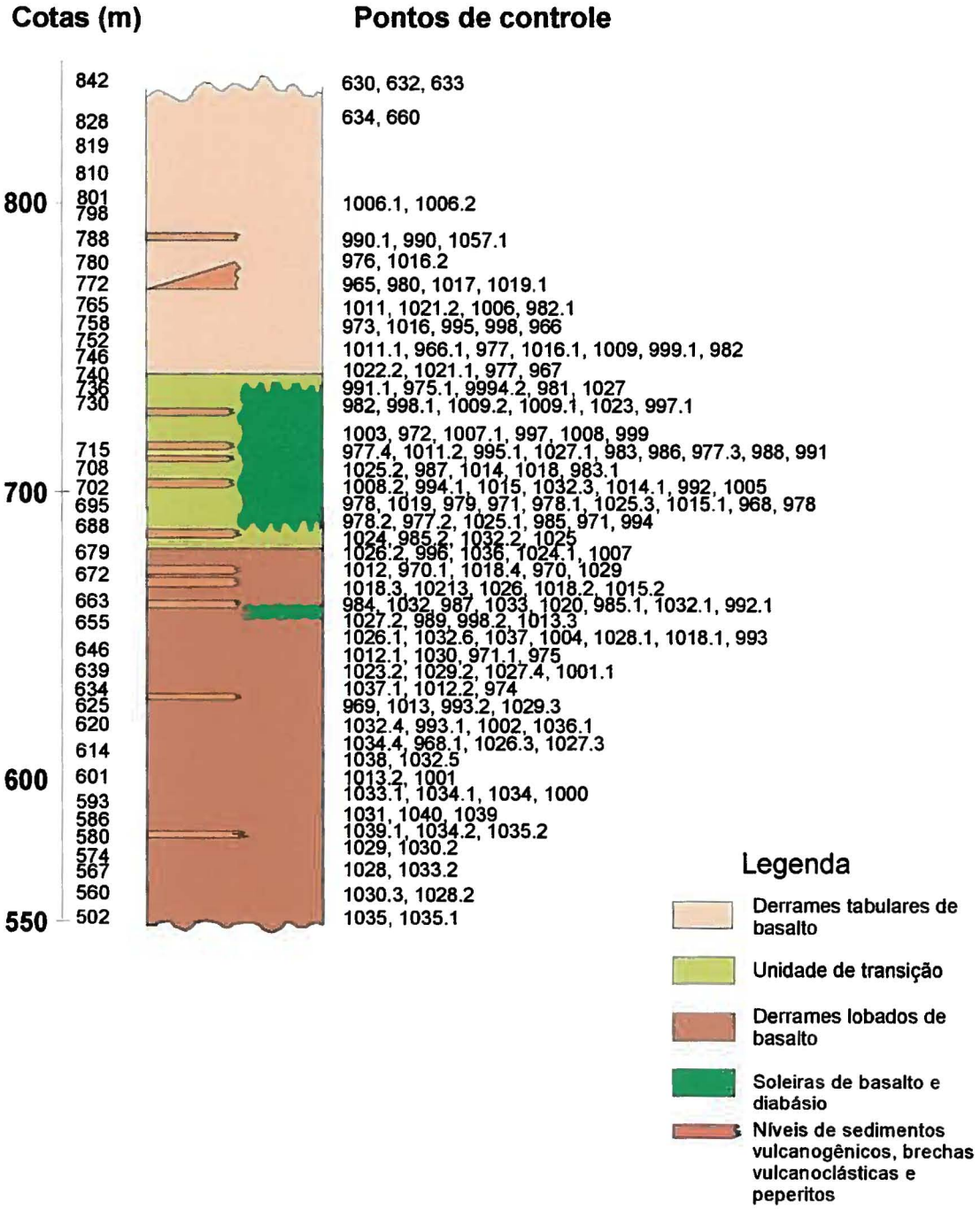
Folha Campo Erê
1:50.000
Coluna estratigráfica composta

Figura 7



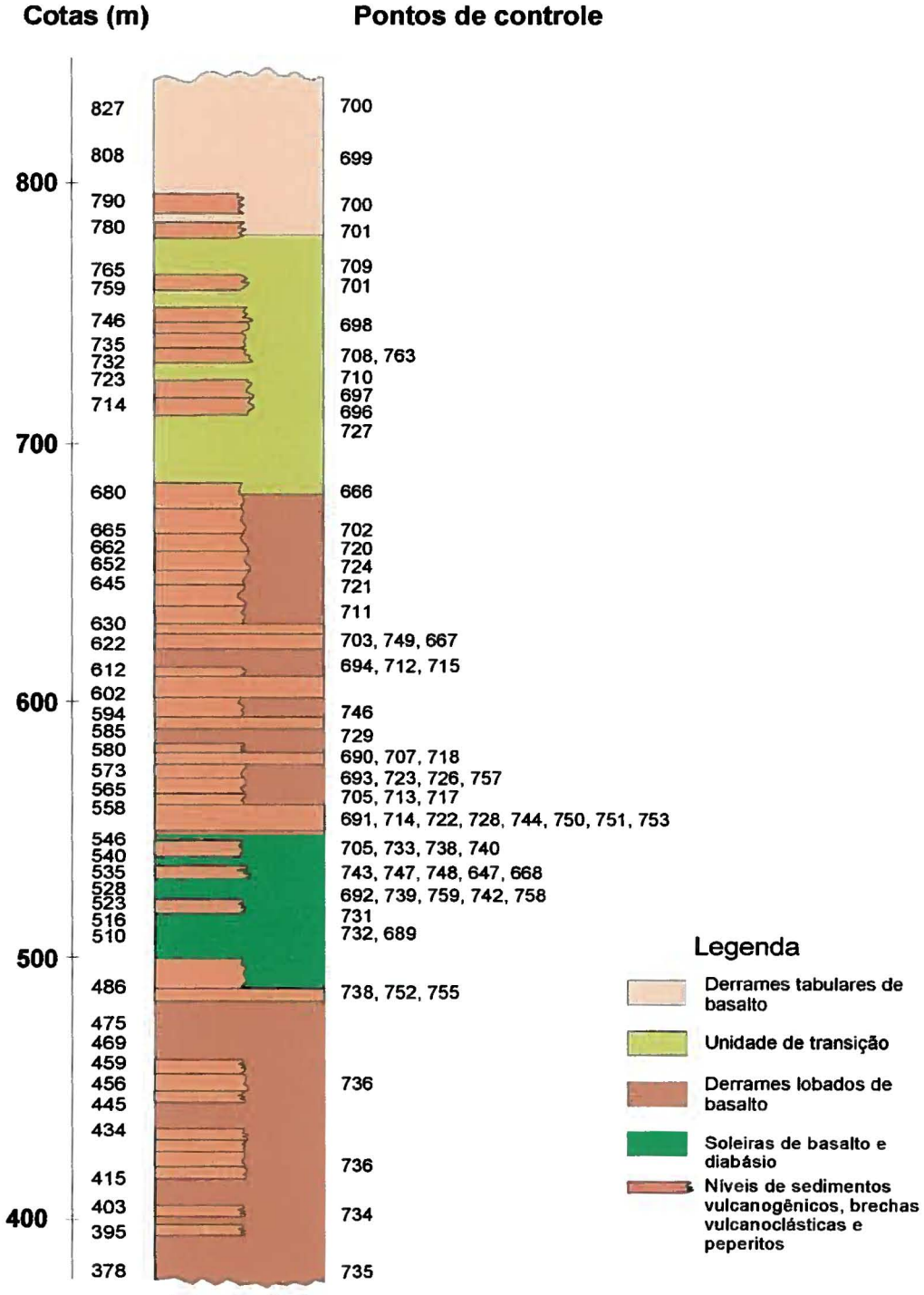
Folha Dionísio Cerqueira
1:50.000
Coluna estratigráfica composta

Figura 8



Folha Francisco Beltrão
1:50.000
Coluna estratigráfica composta

Figura 9



Folhas Santo Antonio do Sudoeste e Rio Pranchita
1:50.000
Coluna estratigráfica composta

Figura 10

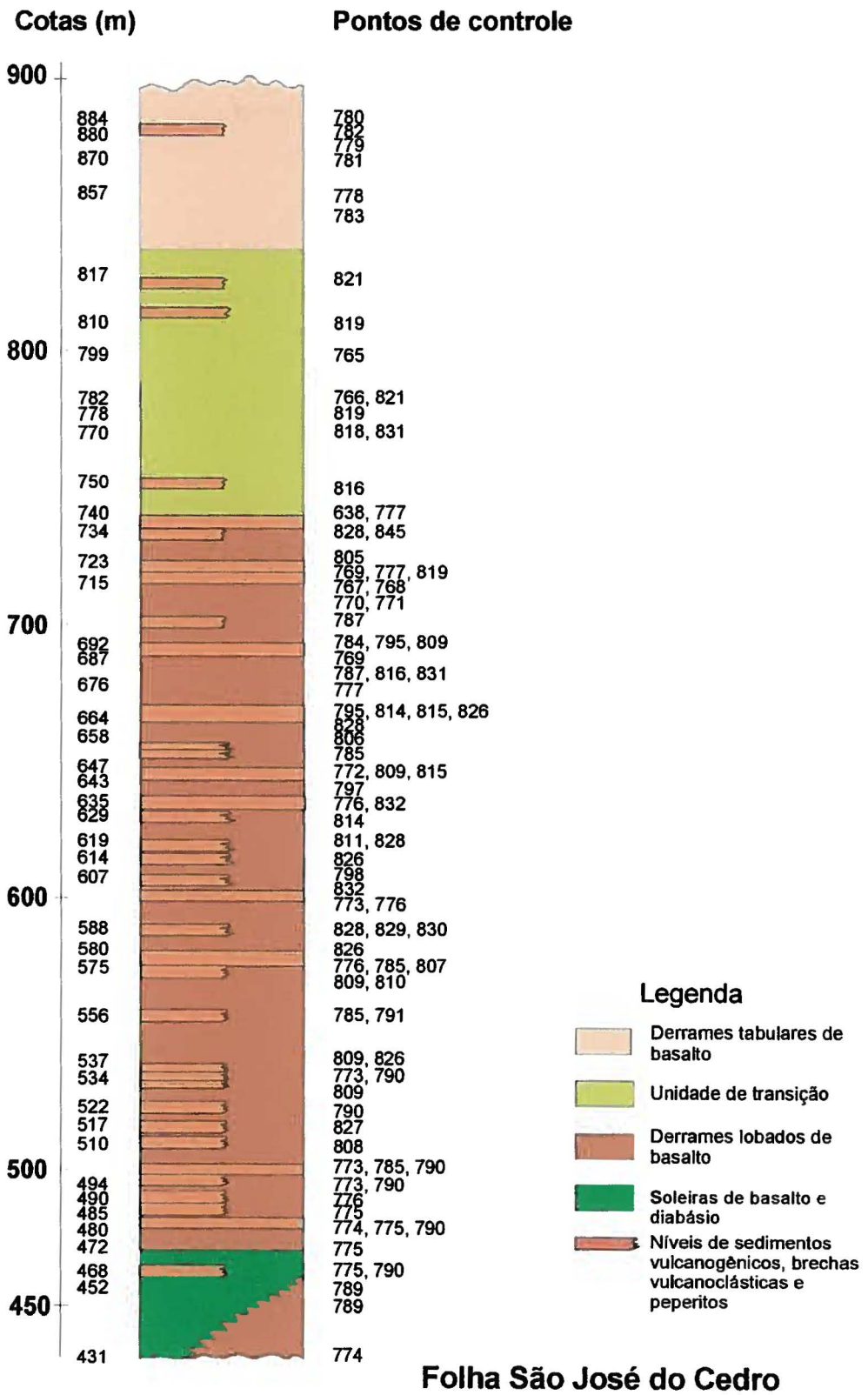

Cotas (m)
Pontos de controle
900
884
880
870
857
817
810
800
799
782
778
770
750
740
734
723
715
700
692
687
676
664
658
647
643
635
629
619
614
607
600
588
580
575
556
537
534
522
517
510
500
494
490
485
480
472
468
452
450
431
780
782
779
781
778
783
821
819
765
766, 821
819
818, 831
816
638, 777
828, 845
805
769, 777, 819
767, 768
770, 771
787
784, 795, 809
769
787, 816, 831
777
795, 814, 815, 826
828
806
785
772, 809, 815
797
776, 832
814
811, 828
826
798
832
773, 776
828, 829, 830
826
776, 785, 807
809, 810
785, 791
809, 826
773, 790
809
790
827
808
773, 785, 790
773, 790
776
775
774, 775, 790
775
775, 790
789
789
774
Legenda
Derrames tabulares de basalto
Unidade de transição
Derrames lobados de basalto
Soleiras de basalto e diabásio
Níveis de sedimentos vulcanogênicos, brechas vulcanoclásticas e peperitos
Folha São José do Cedro
1:50.000
Coluna estratigráfica composta

Figura 11

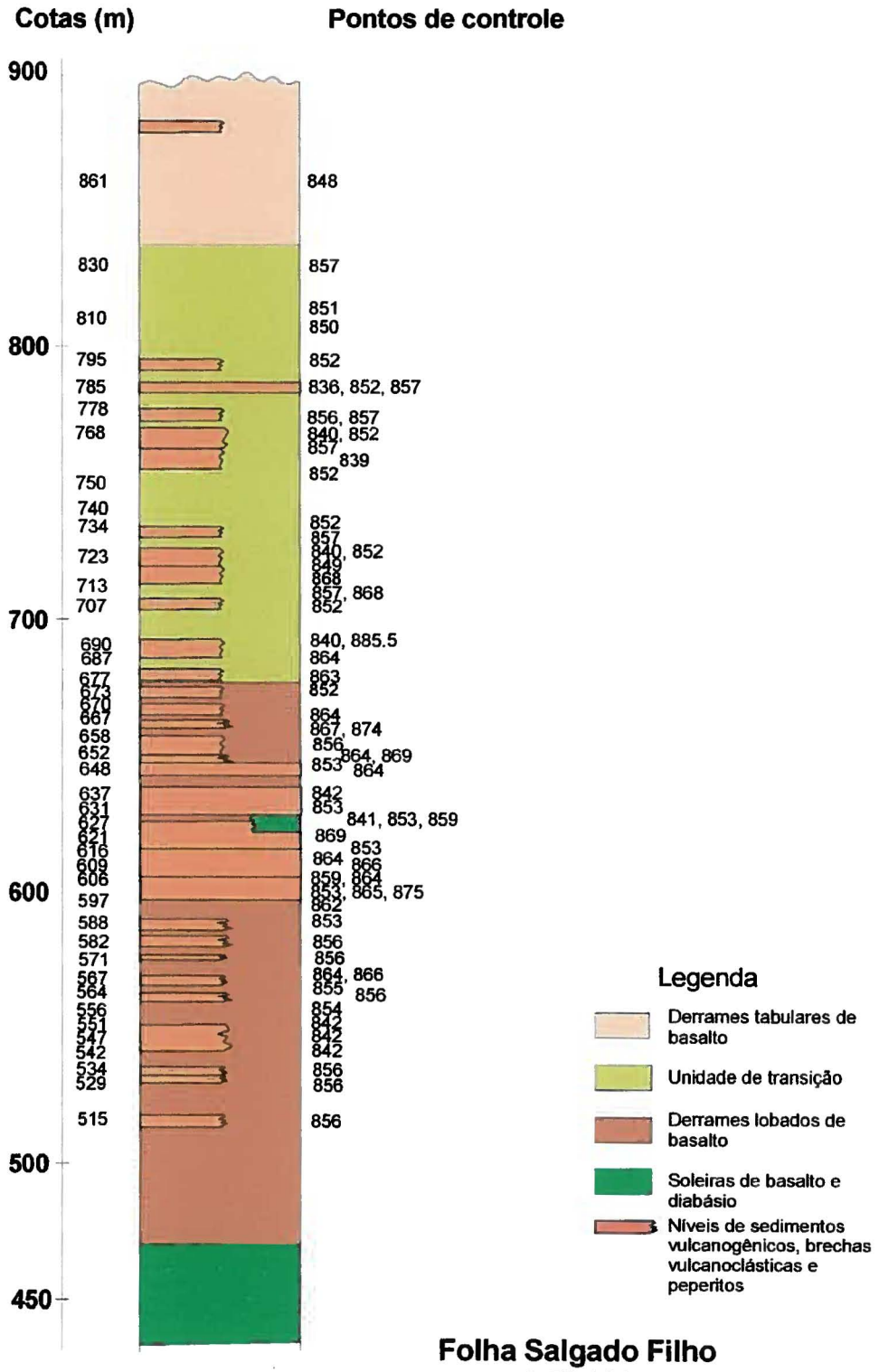

Cotas (m)
Pontos de controle
900
800
700
600
500
450
861
848
830
857
810
851
850
795
852
785
836, 852, 857
778
856, 857
768
840, 852
857
839
852
750
740
734
852
857
723
840, 852
713
868
857, 868
707
852
690
840, 885.5
687
864
677
863
673
852
670
667
864
658
867, 874
652
856
864, 869
648
853
864
637
842
631
853
627
841, 853, 859
621
869
616
853
609
864
866
606
859, 864
597
853, 865, 875
862
588
853
582
856
571
856
567
864, 866
564
855
856
556
854
551
842
547
842
542
842
534
856
529
856
515
856
Legenda
Derrames tabulares de basalto
Unidade de transição
Derrames lobados de basalto
Soleiras de basalto e diabásio
Níveis de sedimentos vulcanogênicos, brechas vulcanoclásticas e peperitos
Folha Salgado Filho
1:50.000
Coluna estratigráfica composta

Figura 12

3. GEOQUÍMICA DE SUPERFÍCIE

3.1. Introdução

O texto a seguir reproduz integralmente o capítulo referente à Geoquímica de Superfície do relatório referente às seis folhas mapeadas pelo Convênio MINEROPAR – CPRM, sem as adaptações que seriam necessárias para limitar-se aos dados obtidos apenas nas folhas de Dionísio Cerqueira e Francisco Beltrão. Esta adaptação exigiria a execução de novos cálculos estatísticos e novas interpretações, injustificáveis para um documento que visa apenas registrar as atividades e os critérios de mapeamento da equipe da MINEROPAR, que não serão expostos no relatório conjunto.

3.2. O Levantamento Geoquímico Regional do Estado do Paraná

Desde 1995, a MINEROPAR, vem realizando investigações geoquímicas sistemáticas cobrindo o Estado do Paraná. O Levantamento Geoquímico de Baixa Densidade – LGQBD, realizado em 1995, foi baseado na coleta e na análise geoquímica multielementar de amostras de água e de sedimentos ativos de bacias hidrográficas com finalidades múltiplas, abrangendo a cartografia geológica, exploração mineral, monitoramento ambiental e saúde pública (Licht, 2001 a; 2001 b). Vide localização das estações de amostragem e exemplos de produtos do LGQBD, projetados sobre modelo digital do terreno (MDT) nas figuras 13, 14 e 15.

Investigações geológicas realizadas objetivando a caracterização das fontes das grandes anomalias geoquímicas regionais, como por exemplo Cr (Figura 17), identificaram a presença e possível associação dessas feições anômalas com litotipos básicos de grão grosso, classificados como gabros pegmatóides (Licht e Arioli, 2001; Vasconcellos *et al*, 2001), e posteriormente redefinidos como pegmatitos básicos.

Esse conjunto de resultados e informações geoquímicas e geológicas, serviram de referência para a seleção e delimitação da área de abrangência do presente Projeto.

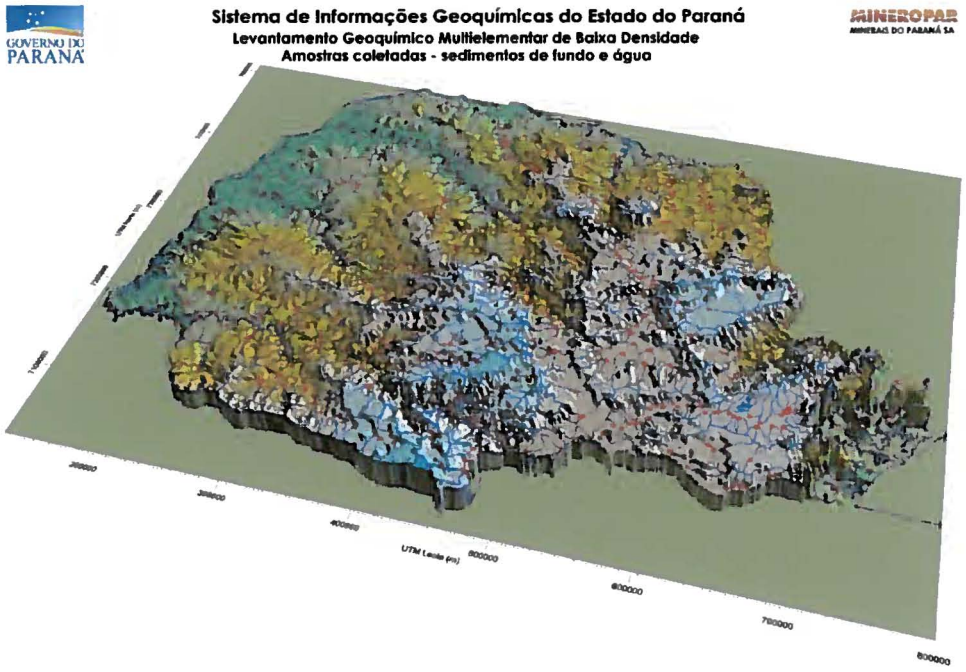


Figura 13. Estações de amostragem do LGQBD do Estado do Paraná.

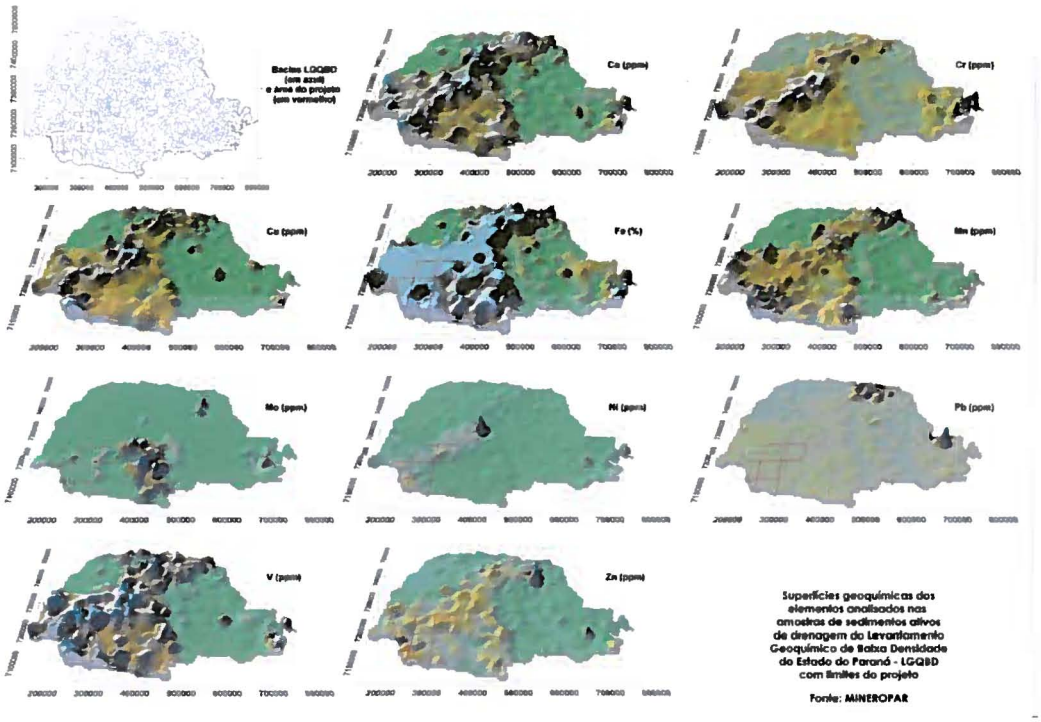


Figura 14. Exemplos de cartas geoquímicas do LGQBD superpostas a MDT.

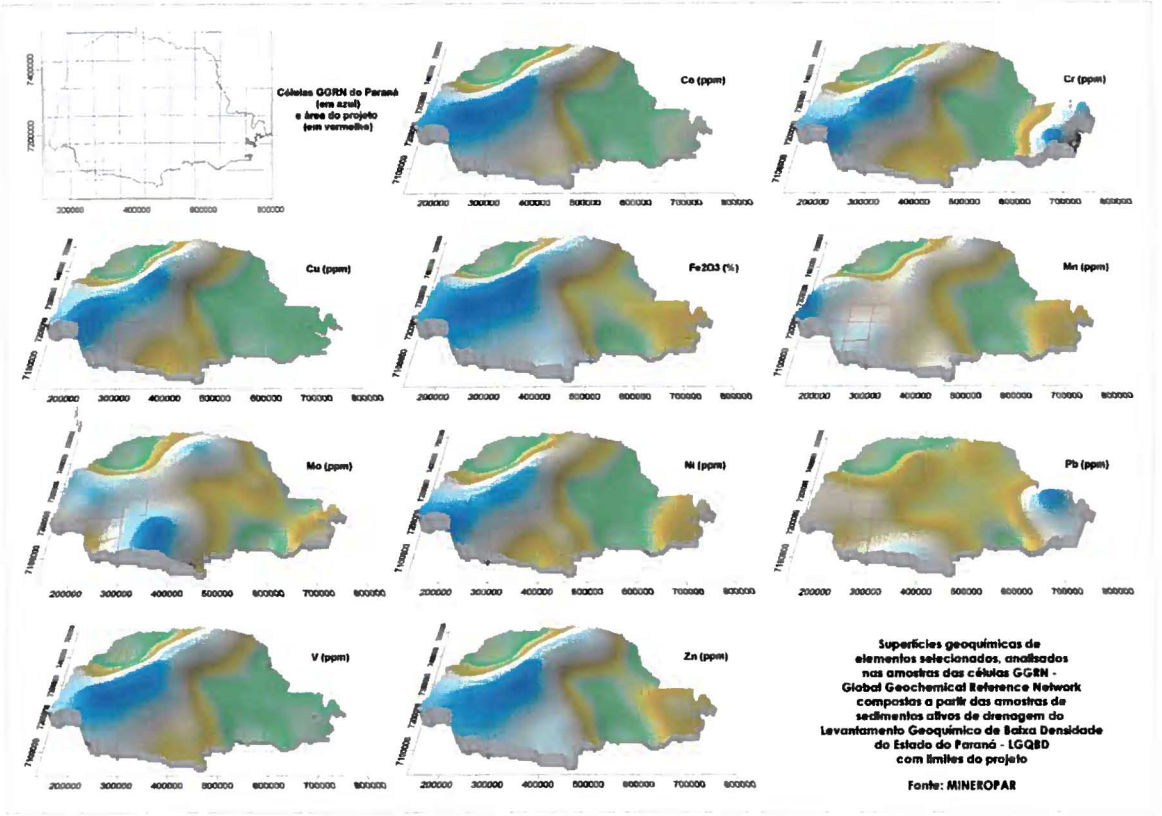


Figura 15. Exemplos de cartas geoquímicas do LGQBD, superpostas a MDT, com resultados obtidos em amostras de SAD, após compostas segundo a malha de cobertura do GGRN.

3.3. Materiais e métodos

Para atender as finalidades e propósitos da exploração geoquímica, seja do ponto de vista prospectivo seja para apoio ao mapeamento geológico, foram obedecidos os seguintes métodos e técnicas.

3.3.1. Trabalhos de campo

O plano de amostragem de concentrados de bateia e de sedimentos ativos de drenagem foi elaborado pelos geoquímicos Sérgio José Romanini e Carlos Alberto Kirchner, CPRM – SUREG-POA.

O critério de seleção das estações de amostragem foi de uma cobertura homogênea da área do Projeto, restrita ao território brasileiro, sendo excluída a região pertencente à República Argentina. A área total amostrada foi de 12.215 km^2.

A coordenação dos trabalhos de campo foi feita pelo geólogo Otavio Augusto Boni Licht, MINEROPAR. A coleta das amostras foi feita por equipes da MINEROPAR com a participação dos seguintes técnicos: Téc. Min. Clóvis Roberto da Fonseca, Téc. Geol. Roberto dos Anjos Santiago, Téc. Min. Miguel Ângelo Moretti, Tec. Min. Antônio Perdoná Alano, José Eurides Langner, Manoel de Cristo, Genésio Pinto Queiroz, Vadis Pelissari.

Das 759 amostras planejadas, 50 não foram coletadas pelos motivos indicados a seguir:

- O acesso a Reserva Indígena de Rio das Cobras não foi autorizado pela FUNAI, apesar da solicitação formulada oficialmente pela CPRM / SUREG-POA;
- Devido às chuvas, alguns rios de grande porte estavam com nível da lâmina d'água muito alto, impedindo a coleta.

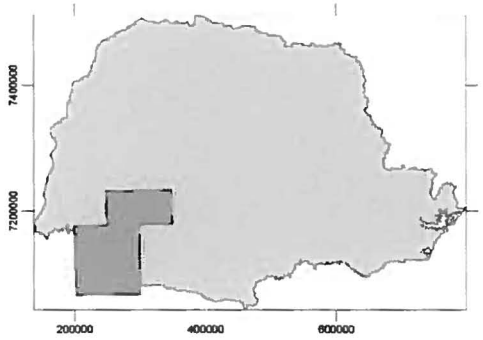
Foram assim coletadas 709 amostras originais, o que dá uma densidade média de 1 amostra / 17,23 km^2. A Figura 16 apresenta o mapa de localização das amostras.

As amostras para a análise química foram coletadas no leito fluvial, com a mão, em diversas tomadas separadas de 10 metros, de forma a produzir uma amostra composta do sedimento ativo.

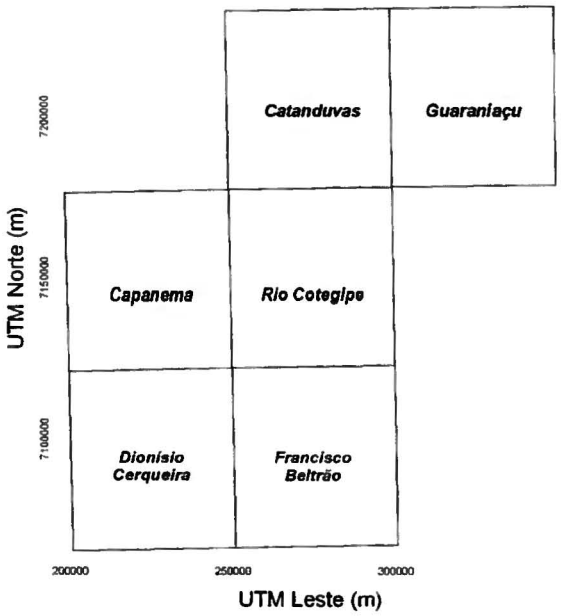
As amostras para concentração por bateia foram coletadas em locais selecionados, onde os grãos de maior diâmetro e minerais de maior densidade são naturalmente concentrados. Cada concentrado foi produzido no próprio local de coleta, com bateia de alumínio, sem emendas, a partir de um volume original de 10 litros de sedimento.

No local de coleta, foi medido o pH da água, por comparação de escala cromática, por meio de fita indicadora "*Universalindikator*" marca Merck para variação de pH de 0 a 14. As características fisiográficas da estação de coleta foram registradas na Ficha de Campo Amostra Geoquímica, padrão da CPRM.

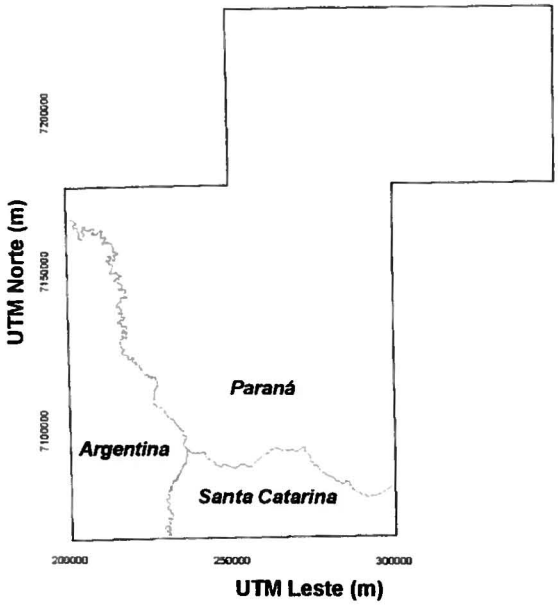
Para controle de qualidade, foram coletadas amostras replicatas em cada estação com numeração finalizada com algarismo 1, por exemplo, amostras OL-4021 é a replicata da amostra OL-4020.



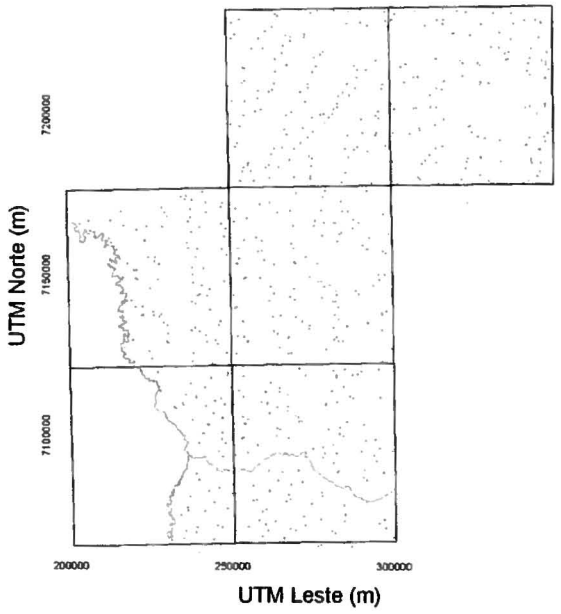
(a) Localização do projeto no Estado do Paraná



(b) Denominação das cartas 1:100.000



(c) Limites estaduais e fronteira internacional



(d) Localização das estações de coleta de amostras de sedimentos ativos de drenagem

Figura 16. Localização das estações de coleta de amostras de SAD na área do projeto (d).

Ao final dos trabalhos foram computadas as seguintes quantidades:

Concentrados de bateia – 122 amostras

Sedimentos ativos de drenagem (originais e replicatas) – 792 amostras

Independentemente da coleta de amostras replicatas para controle de qualidade, em todas as estações foram coletadas amostras em duplicata, uma das quais foi enviada à CPRM para análise e outra foi arquivada no Laboratório da MINEROPAR, seguindo os procedimentos estabelecidos e obedecidos pelas equipes da empresa.

As amostras de concentrados de bateia foram enviadas integralmente à CPRM – POA para análise mineralógica.

3.3.2. Ensaios e análises de laboratório

a) Mineralogia dos concentrados de bateia

Os concentrados de bateia foram analisados pelo laboratório da Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais – SUREG-POA com a determinação semi-quantitativa da mineralogia. As fichas contendo os resultados estão no banco de dados geoquímicos da MINEROPAR.

b) Geoquímica de sedimentos ativos de drenagem

As amostras de sedimentos ativos de drenagem foram enviadas para o laboratório ACT Lab, no Canadá, para determinação multi-elementar na fração menor que 80 mesh (177 µm). Foram analisados os seguintes elementos: Ag (ppb), Al (%), As (ppm), Au (ppb), B (ppm), Ba (ppm), Be (ppm), Bi (ppm), Ca (%), Cd (ppm), Ce (ppm), Co (ppm), Cr (ppm), Cs (ppm), Cu (ppm), Fe (%), Ga (ppm), Ge (ppm), Hf (ppm), Hg (ppb), In (ppm), K (%), La (ppm), Li (ppm), Mg (%), Mn (ppm), Mo (ppm), Na (%), Nb (ppm), Ni (ppm), P (%), Pb (ppm), Pd (ppb), Pt (ppb), Rb (ppm), Re (ppb), S (%), Sb (ppm), Sc (ppm), Se (ppm), Sn (ppm), Sr (ppm), Ta (ppm), Te (ppm), Th (ppm), Ti (%), Tl (ppm), U (ppm), V (ppm), W (ppm), Y (ppm), Zn (ppm), Zr (ppm).

A metodologia analítica empregada para a análise química nas amostras de sedimentos ativos de drenagem é a seguinte: decomposição da fração – 80 mesh (-177 µm) por água régia (HNO_3 – HCl : 3:1) e análise por espectrometria de massa com plasma de acoplamento-indutivo (ICP-MS). Esta técnica propicia menores limites de detecção permitindo que sejam determinados elementos com importância metalogenética, presentes em baixas concentrações, como o Au e Pt.

c) Organização dos dados

Os dados coletados nas campanhas de campo e os produzidos em laboratório foram arquivados na forma de tabelas e de arquivos próprios dos pacotes ArcView (*shapefiles)* e Surfer.

d) Tratamento dos dados

d.1) Tratamento estatístico

Para a aplicação das técnicas estatísticas empregadas no cálculo das estatísticas básicas, como média, desvio padrão, erro padrão e valores mínimo e máximo, a matriz de correlação e os diagramas de dispersão, foi utilizado o pacote NCSS (Number Cruncher Statistical System) (Hintze, 2004) para o sistema Windows. Para a modelagem de misturas de populações geoquímicas com distribuições normais ou lognormais, e para separar tentativamente as diferentes populações que podem estar mascaradas nos dados geoquímicos totais foi utilizado o aplicativo PROBPLOT (Stanley, 1987). A análise dos componentes principais foi executada no pacote estatístico SPSS for Windows.

Para a cartografia dos dados geoquímicos originais e os escores fatoriais, foram utilizados os pacotes ArcView e Surfer com uso de funções nativas dos sistemas ou com *scripts* desenvolvidos para solução de problemas específicos.

d.2) Cartografia geoquímica

A representação da distribuição espacial das variáveis analisadas foi feita com todas as variáveis exceto Ta e W para os quais não foram reportados valores significativos, ou seja, todos menores que o Limite Inferior de Detecção (LD). Para outras variáveis, os valores <LD foram substituídos pela metade do LD, assim valores reportados como <0,1 foram transformados em 0,05.

Os mapas geoquímicos foram produzidos com o pacote Surfer com o algoritmo de Mínima curvatura. O algoritmo de Mínima Curvatura é análogo a uma fina superfície elástica que passa por todos os pontos de medida originais, com o mínimo desvio e resíduo. Esse algoritmo produz uma superfície suavizada e ao mesmo tempo respeita os dados originais. O algoritmo de Mínima Curvatura produz uma malha e aplica sucessivamente uma equação sobre a mesma, buscando suavizá-la. Cada aplicação da equação sobre a malha é contada como uma iteração. Os valores dos nós da malha são sucessivamente recalculados até que as modificações dos valores sejam menores que os valores de Resíduo Máximo, ou que o número máximo de iterações seja alcançado.

	Mínimo metros	Máximo metros	Espaçamento metros	Quantidade de pontos
X (UTM Leste)	202584.409	347772.979	500.6502414	291
Y (UTM Norte)	7065748.55	7233822.546	500.2202262	337

A variação cromática para representação da distribuição espacial dos valores, foi obtida pela correspondência dos valores máximo e mínimo e de percentis selecionados dos valores de cada variável com uma escala de cores e tons do pacote Surfer, como exemplificado na Figura 17, para o caso do Cr. As pranchas 1 a 5 apresentam pranchas com as cartas geoquímicas produzidas nas seis folhas mapeadas.

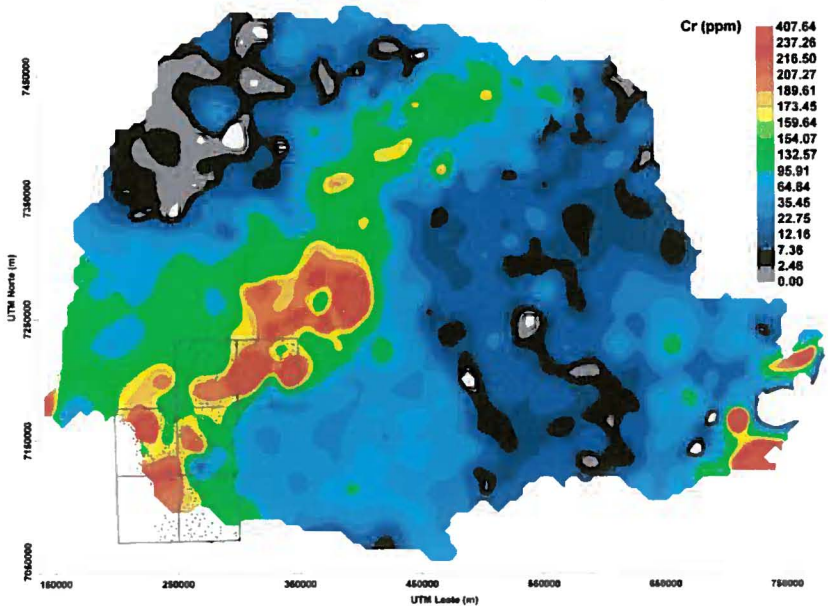


Figura 17. A anomalia de cromo em sedimentos ativos de drenagem utilizada como critério para seleção e delimitação da área do projeto. Estão assinaladas as seis cartas em escala 1:100.000 assim como as estações de coleta das amostras de sedimentos ativos de drenagem coletadas pelo projeto.

O algoritmo aplicado aos dados analíticos de Tl foi a krigagem universal, pois o algoritmo de mínima curvatura não foi capaz de atingir um resultado final.

d.3) Análise fatorial - método dos componentes principais

A análise dos componentes principais é uma técnica estatística multivariada que permite a redução da quantidade de variáveis originais a um grupo de fatores cujos componentes são as variáveis originais agrupadas segundo sua variância comum
A análise de componentes principais foi executada a partir da matriz de correlação de Pearson, sendo determinados os fatores associados às raízes características maiores ou iguais a 1. Foram retidos os fatores que explicaram 82,84% da variância dos dados originais. A interpretação dos fatores foi feita a partir da matriz fatorial após rotação segundo o método Varimax (maximização das variâncias). Para cada estação de amostragem, foi calculado o escore fatorial de cada componente, resumindo a variância do sistema naquela localidade. Isso permitiu a elaboração de superfícies dos escores fatoriais mostrando as flutuações dos valores dos escores fatoriais em toda área do projeto. A análise dos componentes principais foi executada pelo estatístico Dr. Sérgio Aparecido Ignácio, do Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e

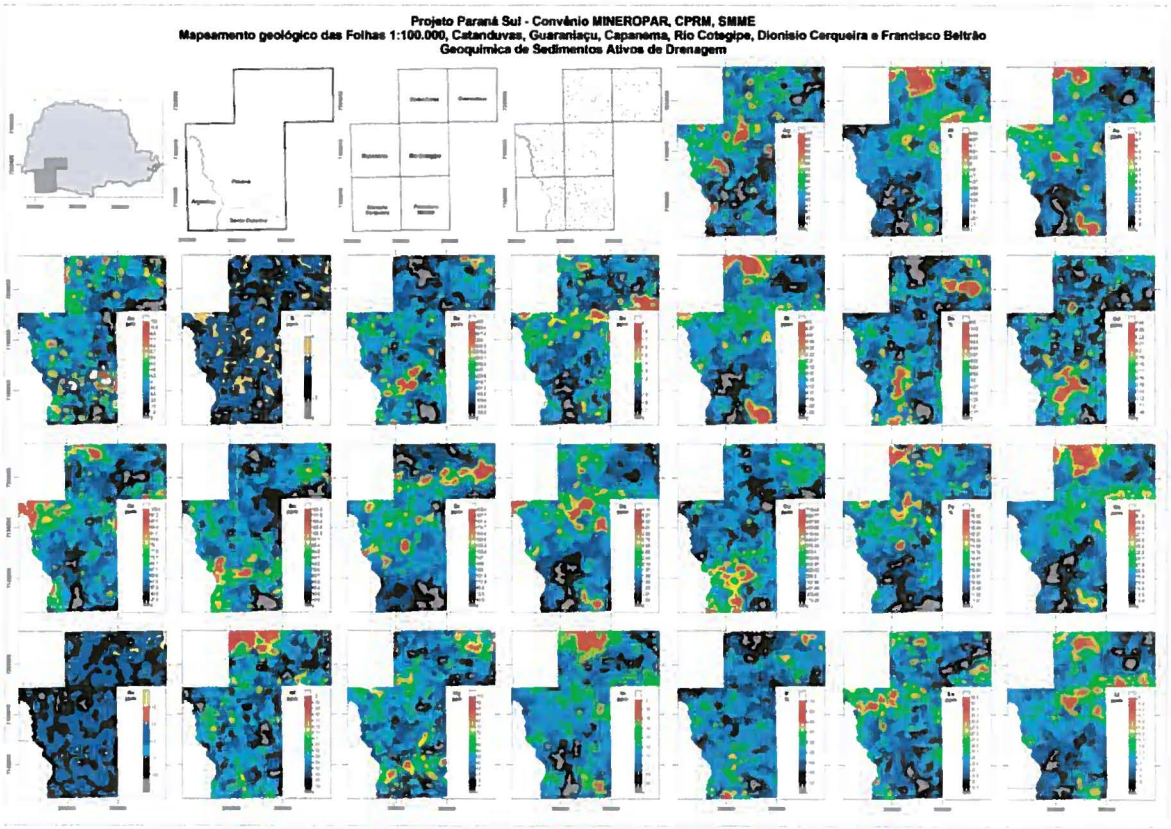
Social – IPARDES, no pacote estatístico SPSS for Windows com o subprograma *FACTOR*. A figura 17 apresenta as superfícies com escores fatoriais correspondentes.

d.4) Assinaturas das fácies mapeadas com base na geoquímica de sedimentos ativos de drenagem

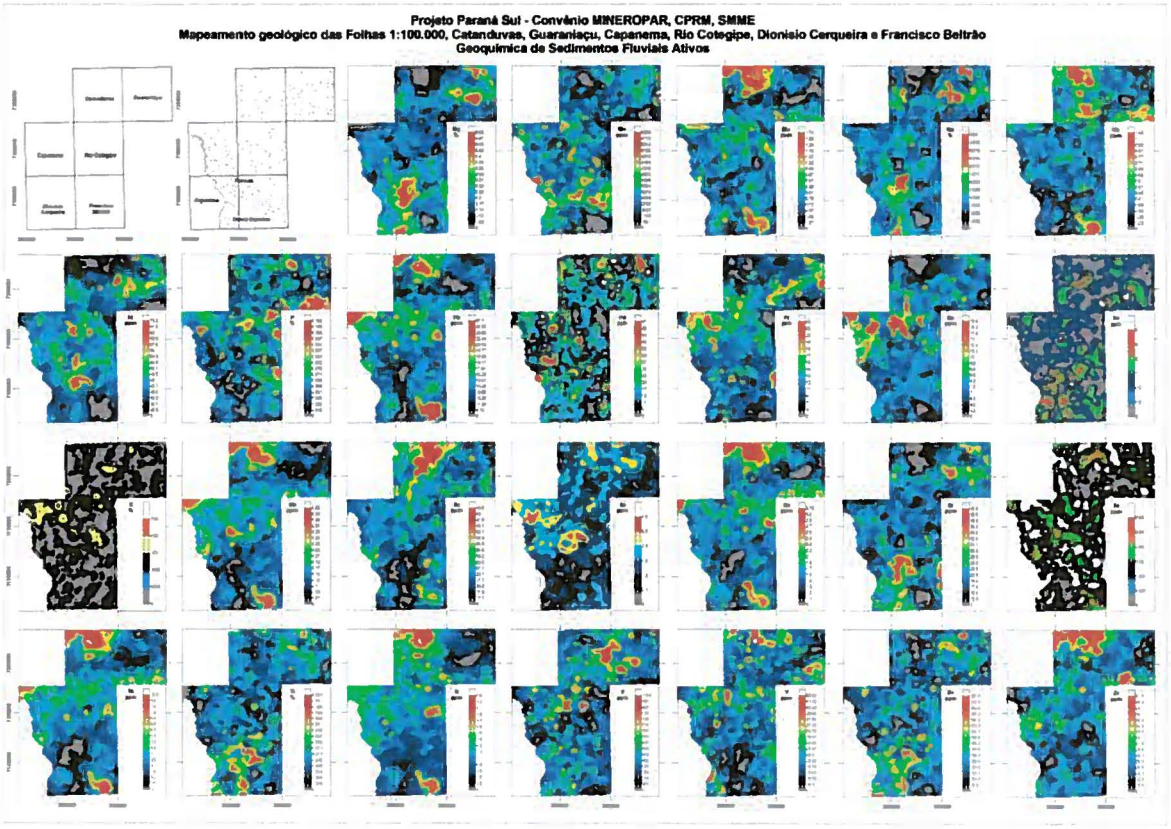
No mapeamento geológico de um sistema magmático é desejável que sejam estabelecidos critérios numéricos para auxiliar na discriminação de unidades e fácies. Os resultados obtidos com a determinação de múltiplas variáveis em amostras de sedimentos ativos de drenagem em bacias de porte médio, constituem um conjunto de valores numéricos confiáveis e úteis no estabelecimento de assinaturas geoquímicas. A elevada densidade amostral do projeto onde cada amostra representa cerca de 17,23 km^2 (709 amostras coletadas em 12.215 km^2) associada à determinação de 51 elementos químicos, garante uma boa resolução para a geoquímica de sedimentos ativos de drenagem.

As médias e desvios padrões foram obtidos com a seguinte metodologia:

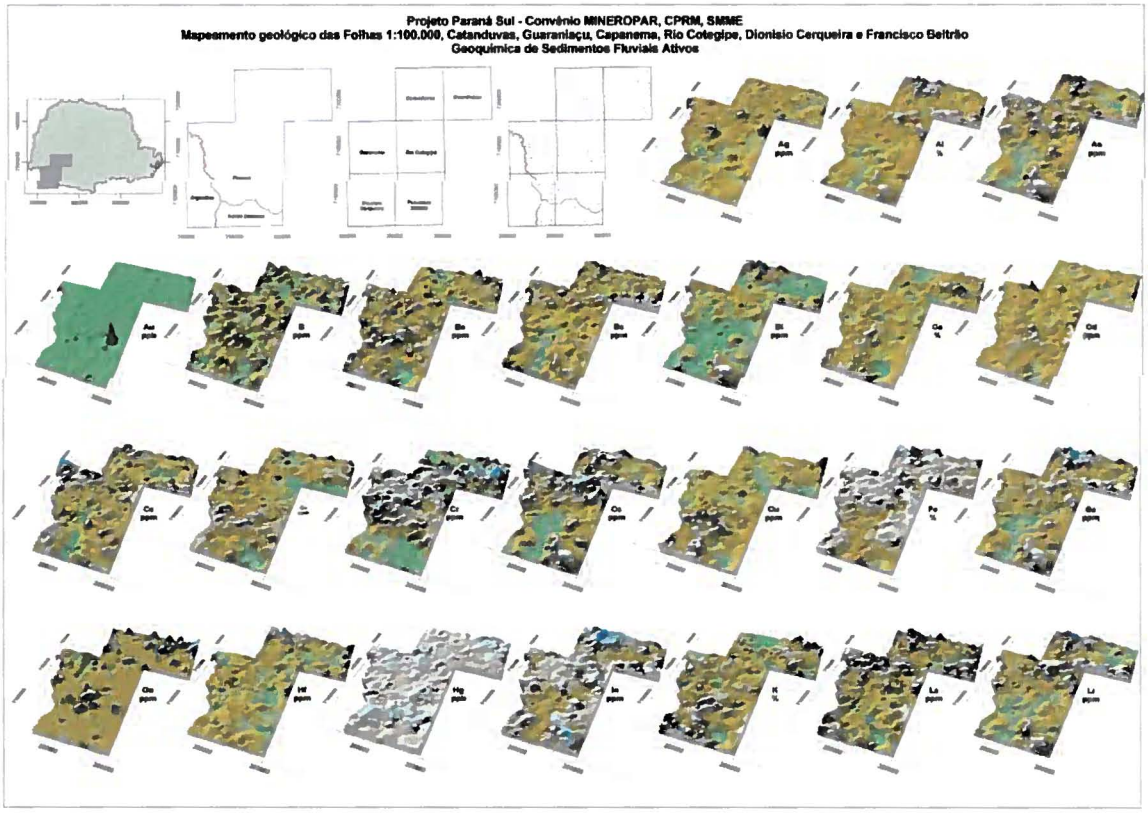
1. Geração de malhas regulares para todas as variáveis com aplicação do algoritmo de Mínima curvatura com espaçamento dos nós da malha de 500 x 500 metros (SURFER);
2. Integração de todas as malhas regulares em um único banco de dados (planilha do SURFER);
3. Eliminação dos nós da malha regular localizados fora da área do projeto (planilha do SURFER), restando 56.872 nós com valores estimados;
4. Migração do banco de dados para o ArcView 3.2a;
5. Substituição por zero dos valores negativos – artefatos gerados pelo algoritmo de Mínima curvatura – nos nós da malha próximos de amostras originais com valores aberrantes (*outliers*) (ArcView3.2a);
6. Agregação do código da fácies mapeada à cada nó da malha pela aplicação da função "*spatial join*" entre as tabelas dos "*shapefiles*" dos mapas geológicos com o banco de dados da malha com os valores estimados;
7. Produção de arquivo sintetizando as médias aritméticas e desvios padrões para os valores estimados de cada variável analítica nos nós da malha contidos em cada fácies mapeada.



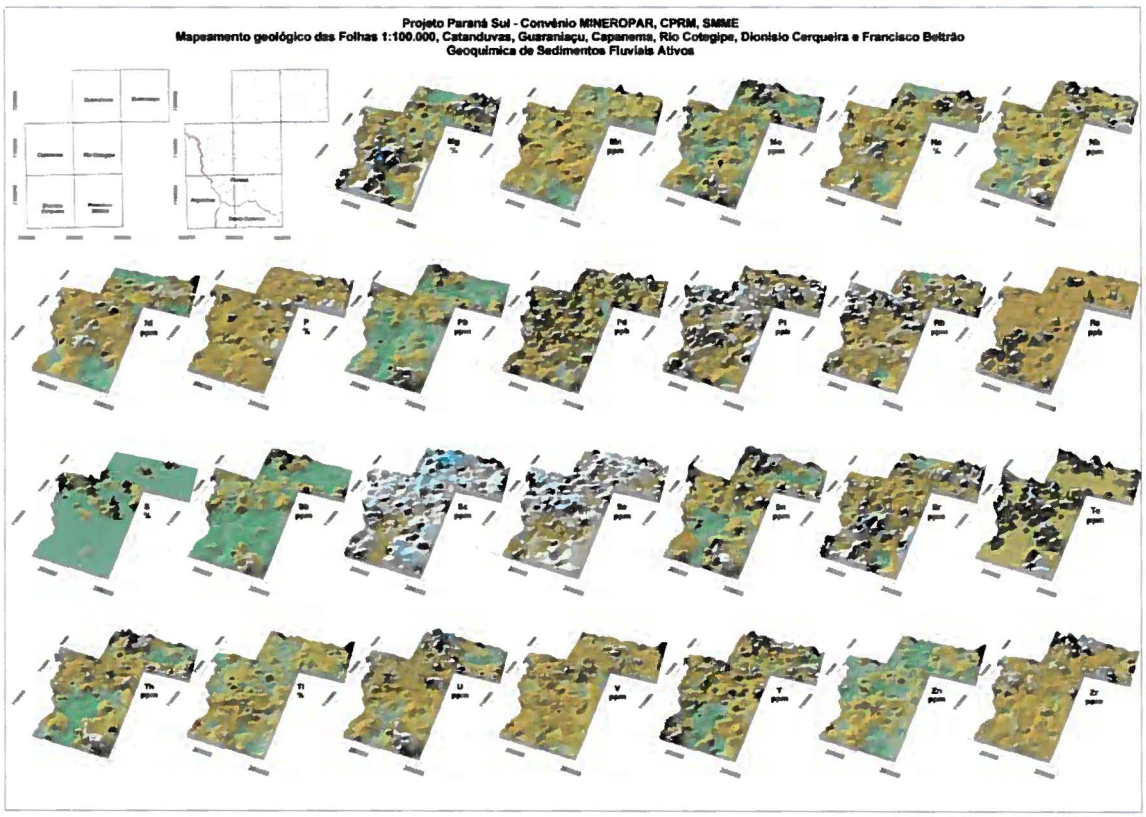
Prancha 1. Superfícies de teores geoquímicos da área mapeada.



Prancha 2. Superfícies de teores geoquímicos da área mapeada.



Prancha 3. Superfícies de teores geoquímicos da área mapeada.



Prancha 4. Superfícies de teores geoquímicos da área mapeada.

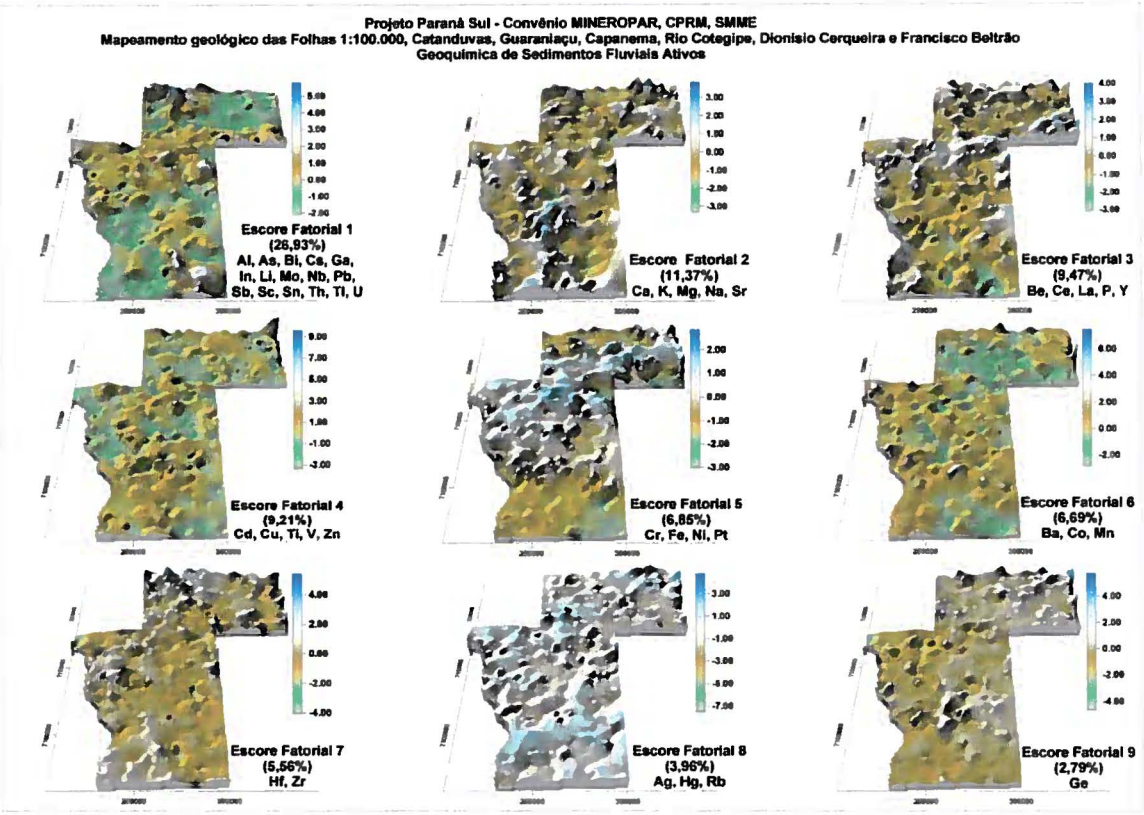


Figura 17. Superfícies de escores fatoriais do levantamento geoquímico de superfície.

3.4. Resultados obtidos

3.4.1. Análise de minerais pesados

A análise mineralógica qualitativa dos concentrados de minerais pesados coletados de maneira aproximadamente uniforme em toda a área do projeto revelou resultados desanimadores em termos de possíveis corpos mineralizados sulfetados. De todas as amostras coletadas (122 no total), apenas uma delas (CB-B-11) mostrou a presença de três grãos pequenos de ouro. As 13 amostras de sedimentos de corrente coletadas na mesma bacia de drenagem (densidade amostral muito maior que os concentrados de bateia) não indicaram quaisquer valores anômalos para este elemento (valores entre 2,6 e 6,7 ppb, para uma média geral de 3,97 ppb para todas as amostras). Em duas amostras, CB-B-22 e CB-B-84, foram identificadas pequenas partículas de cobre nativo. Apenas as amostras CB-B-41 e CB-B-67 indicaram a presença de calcopirita. Nenhuma outra mostrou a presença de minerais primários ou secundários que poderiam estar associados à única mineralização possível em terrenos basálticos de derrame (sulfetos de cobre-níquel com platinóides), como na Bacia do Paraná.

Em algumas amostras, foram identificados minerais exóticos em regiões de derrames basálticos, como estaurolita (4 amostras), cianita (7 amostras) e andaluzita (5 amostras) e granada (2 amostras). A presença desses minerais, característicos de terrenos metamórficos, deve estar relacionada aos níveis de peperito mapeados pela equipe da MINEROPAR, nas cartas Dionísio Cerqueira e Francisco Beltrão.

Fato digno de nota é a presença de zircão em 83 das 109 amostras de concentrados de bateia (80% do total), o que não seria esperado em áreas de derrames basálticos. A presença desse mineral, pode estar indicando processos de contaminação crustal do magma basáltico durante o processo de ascenção desde a câmara magmática até a superfície.

3.4.2. Geoquímica de sedimentos ativos de drenagem

3.4.2.1. Estatística descritiva das variáveis analisadas

O pacote analítico utilizado pelo projeto (ICP-MS, Laboratório ACME, Canadá) permitiu a caracterização geoquímica de 51 variáveis (elementos químicos) para a interpretação geológica e metalogenética da região pesquisada. Entre o total de variáveis disponíveis, foram selecionadas 20 delas (Ag, As, Na, Ba, Be, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Li, Mn, Mo, Ni, Pb, Pt, Sb, V, Zn) para a análise estatística. Esta seleção foi baseada na importância metalogenética do elemento para a região em estudo e na capacidade de separar diferentes populações (cartografia geoquímica) referentes aos litotipos basálticos ocorrentes na região.

A metodologia analítica empregada proporcionou a avaliação crítica de todos os elementos de interesse par ao projeto, com exceção do paládio que revelou cerca de 33% dos resultados abaixo do limite de detecção, invalidando sua utilização para a análise estatística.

A observação visual preliminar dos dados revela que ocorre uma dispersão razoável dos valores analíticos a partir da média para todos os elementos. Este comportamento geoquímico pode refletir a presença de mais do que uma população nos dados, possivelmente relacionadas aos diferentes grupos litológicos encontrados na região. Pode ser observado que os elementos diretamente vinculados à possível mineralização (Ni, Cu, Pt, Co e Fe) exibem concentrações máximas muito baixas (razão de 1,3 a 3,0 entre o valor máximo e a média). Um estudo realizado com sedimentos de corrente na Noruega (Howarth e Sinding-Larsen, 1983) revelou valores entre 5,0 e 8,0 para os elementos Cu, Zn e Cd associados à mineralização. Deste modo, a dispersão verificada nos dados de sedimentos de corrente, na densidade de amostragem adotada (escala 1:100.000), nesta região do sudoeste do Paraná, provavelmente não está relacionada a nenhum corpo mineralizado.

3.4.2.2. Estimadores estatísticos

Os resultados analíticos para as 709 amostras de sedimentos de corrente foram submetidos à análise estatística por diferentes metodologias, visando o máximo de

informação univariada e multivariada para a elaboração da cartografia geoquímica e localização de alvos para a pesquisa mais detalhada de corpos mineralizados sulfetados.

Para descrever adequadamente as características da população geoquímica de "*background*" em uma área é importante que os valores aberrantes (*outliers*) sejam identificados e eliminados dos dados antes da análise posterior. O cálculo do coeficiente de correlação é seriamente afetado por estes valores aberrantes; como consequência, as técnicas estatísticas que utilizam as matrizes de correlação (p.ex. análise de fatores) seriam prejudicadas por coeficientes de correlação muito distorcidos. No caso dos dados geoquímicos do sudoeste do Paraná, apenas o elemento ouro revelou um valor aberrante (126,1 ppb), provavelmente devido ao efeito pepita no material analisado. Este resultado analítico foi omitido nos cálculos estatísticos posteriores.

Com a finalidade de verificar o comportamento dos dados geoquímicos com relação ao número de populações presentes, sejam relacionadas às diferentes unidades litológicas da área ou a um corpo mineralizado profundo, foi empregado o programa PROBPLOT. Os gráficos de probabilidade cumulativa e os histogramas gerados para os vinte elementos selecionados revelam um comportamento geoquímico muito similar para todos os elementos pesquisados. O histograma e o gráfico de probabilidade revelam uma população bem definida, distribuída por quase toda a faixa de variação, e uma segunda população representando um percentual muito pequeno da população original (percentuais de 1% no caso do Bi e 8,2% no caso do Hg). Apenas o cromo exibiu uma segunda população com cerca de 30% dos dados originais. Isto significa uma distribuição mais homogênea do Cr entre as duas populações determinadas, sugerindo origem litológica para as duas populações.

A matriz de correlação criada para os elementos possivelmente associados a uma mineralização sulfetada neste ambiente vulcânico (Cu, Ni, Co, Pt, Cr) mostrou coeficientes de correlação com Fe e Mn muito baixos (entre – 0,15 e 0,27); estes valores demonstram que não ocorreu um processo intenso de co-precipitação e/ou absorção destes elementos pelos óxidos hidratados de Fe–Mn no ambiente secundário. Da mesma maneira, os gráficos de dispersão elaborados para os elementos vinculados à mineralização em relação ao Fe e Mn não apresentaram uma relação direta entre as concentrações destas variáveis. Deste modo, observa-se que os

teores mais elevados de Cu, por exemplo, não correspondem aos maiores valores de Fe e Mn, e onde os teores de Fe e Mn estão em um nível de concentração mais elevado, os teores dos outros elementos situam-se em um nível normal de concentração.

Foi verificado ainda que, em uma faixa estreita acima do limiar superior da população de maior concentração, ocorrem alguns valores para a maioria dos elementos considerados na análise estatística. Estes valores, além de revelarem somente uma faixa pequena de concentração, também não mostram nenhuma superposição de ocorrência em termos de bacia de captação, isto é, cada elemento ocorre em uma bacia onde não é observado nenhum outro elemento com teor elevado. Se tivesse ocorrido este episódio de superposição de dois ou mais elementos em uma determinada bacia, seria uma situação favorável para sugerir um detalhamento geoquímico posterior com maior densidade amostral.

Com base nas informações fornecidas pelos resultados acima, conclui-se que as duas populações de sedimentos de corrente separadas pelos gráficos de probabilidade correspondem a duas fácies litológicas, eliminando a possibilidade da população superior estar vinculada a algum corpo mineralizado, nesta parte do sudoeste do Paraná.

3.4.2.3. Cartografia geoquímica

A representação cartográfica da distribuição geográficas das variáveis analíticas isoladas foi feita na forma de mapas geoquímicos ou de superfícies geoquímicas. Se a distribuição de algumas variáveis é característica, seja ela observada isoladamente seja observada em conjunto, a de outras não permite que seja feita nenhuma observação conclusiva. Isso se deve principalmente à dificuldade de correlacionar os resultados obtidos pela cartografia geoquímica com o conhecimento geológico. Na realidade, a distribuição e associação de elementos maiores, menores, traço e ultra-traço, são capazes de sugerir domínios a serem verificados nos trabalhos de mapeamento geológico acompanhados de litogeoquímica e petrografia. Por outro lado, algumas associações geoquímicas podem estar relacionadas com processos epigenéticos associados a estruturas ou feições geológicas não evidentes em função da escala do mapeamento geológico.

Restrições podem ser feitas a esse procedimento pelas alterações nos padrões de distribuição e associação originais, impostas pelos processos de lixiviação e concentração do intemperismo, já que as variáveis analíticas foram determinadas em amostras de sedimentos ativos de drenagem. Essas restrições são reais e devem ser consideradas, mas como será exposto a seguir, os mapas e superfícies geoquímicas têm condição de serem observadas e interpretadas regionalmente com resultados plenamente satisfatórios.

No primeiro caso, qual seja das associações visuais claras e evidentes de elementos isolados ou agrupados com as feições identificadas pelo mapeamento geológico, salientam-se:

Extremo sudeste (proximidades da cidade de Campo Erê): associação de altos geoquímicos de Al, As, Be, Bi, Cs, Ga, In, Li, Mo, Nb, Pb, Sb, Sn, Te, Th, U com baixos geoquímicos de B, Ba, Ca, Co, Cr, Cu, Fe, K, La, Mg, Mn, Na, Ni, Pt, Rb, Sr, Ti, V, Y, Zn

Extremo noroeste (proximidades da cidade de Guaraniaçu): associação de altos geoquímicos de Al, As, B, Be, Bi, Ce, Ga, Hf, In, La, LiMo, Nb, Pb, Sb, Sn, Te, Th, U, Y, Zr com baixos geoquímicos de Ba, Ca, Co, Cr, Cu, K, Mg, Mn, Na, Ni, Pt, Rb, Sr, Ti, V, Zn. As associações elementares são características de litotipos evoluídos, com quimismo intermediário a ácido. Apesar ambas de mapeadas como fácies Campo Erê, as duas áreas têm associações um pouco diferentes, caracterizadas por diferenças sutis na abundância de B, Ce, Cs, Hf, La, Y e Zr.

Centro sul (entre Salto do Lontra e São José do Cedro): associação de altos geoquímicos de B, Ba, Ca, Cd, Co, Cu, Ge, Hf, K, Mg, Na, Ni, Re, Sr, Ti, Zn com baixos geoquímicos de Al, As, Be, Bi, Ce, Cs, Fe, Ga, In, Li, Mo, Nb, Pb, Sb, Sc, Se, Sn, Th, U, Y, sugere a presença de litologias de quimismo diversificado e contrastante, como os basaltos do Fácies Cordilheira Alta e do Fácies Campos Novos.

Faixa central (a sul da rodovia BR-277 até o limite estadual Paraná – Santa Catarina): associação de altos geoquímicos de As, Bi, Cr, Cs, Fe, Ga, In, La, Li, Mo, Ni, P, Pb, Pt, Rb, S, Sb, Sc, Se, Sn, Te, Th, U, Y e com baixos geoquímicos de Re, Ti, Zn. Nesse grande e complexo compartimento geoquímico que sugere a presença de litologias diversificadas e com resposta geoquímica contrastante, é possível isolar uma faixa que ocupa o extremo sul

da carta Guaraniaçu e parte da Catanduvas, composta por teores elevados de Al, As, Be, Bi, Ce, Cs, Fe, Ga, Hf, In, La, Li, Mo, Nb, P, Pb, Sb, Sn, Th, U, Y, Zr e que coincide com as exposições da Fácies Nova Laranjeiras.

Apesar da grande quantidade de valores menores que o limite de detecção, os teores elevados de ouro estão bastante agrupados, segundo uma direção SW-NE entre as cidades de Barracão e Francisco Beltrão, com 7 amostras com teores que variam entre 10 a 126,1 ppb, este determinado na amostra situada nas proximidades da localidade de Jacutinga a NW de Francisco Beltrão. É fato digno de nota que a amostra CB-B-11, é a única amostra de concentrado de bateia onde foi observada a presença de ouro com a identificação de 3 partículas do metal. Ela está localizada no centro sul da carta de Catanduvas, poucos quilômetros a NE de Boa Vista da Aparecida e a NE de Três Barras do Paraná. Esta mesma amostra está situada sobre um alinhamento geoquímico de ouro definido pelos teores obtidos na análise química das amostras de sedimentos ativos de drenagem, com teores que oscilam entre 4 e 12 ppm Au.

Na procura de uma comprovação do que acima foi descrito, melhor identificando as associações elementares e delimitando domínios para verificações em campo e com maior detalhe, foi realizada a análise dos componentes principais.

3.4.2.4. Análise de componentes principais

A análise de componentes principais foi realizada sobre a matriz de correlação calculada com as 51 variáveis analíticas: Ag (ppm), Al (%), As (ppm), Au (ppb), B (ppm), Ba (ppm), Be (ppm), Bi (ppm), Ca (%), Cd (ppm), Ce (ppm), Co (ppm), Cr (ppm), Cs (ppm), Cu (ppm), Fe (%), Ga (ppm), Ge (ppm), Hf (ppm), Hg (ppb), In (ppm), k (%), La (ppm), Li (ppm), Mg (%), Mn (ppm), Mo (ppm), Na (%), Nb (ppm), Ni (ppm), P (%), Pb (ppm), Pd (ppb), Pt (ppb), Rb (ppm), Re (ppb), S (%), Sb (ppm), Sc (ppm), Se (ppm), Sn (ppm), Sr (ppm), Te (ppm), Th (ppm), Ti (%), Tl (ppm), U (ppm), V (ppm), Y (ppm), Zn (ppm), Zr (ppm).

Ao final desse primeiro procedimento, foram identificadas as variáveis B, Pd, Re, Au, Se, Te com comunalidades menores que 0,5, o que significa que a maior parte da variância de cada uma é devida a fenômenos próprios ou aleatórios que não contribuem para o seu agrupamento ou correlação com qualquer das outras variáveis.

Após a eliminação das variáveis acima citadas, foi realizado novo procedimento, tendo a Análise dos Componentes Principais selecionado nove componentes que explicam 82,84% da variância dos dados e que estão descritos a seguir:

O **componente 1 (Al, As, Bi, Cs, Ga, In, Li, Mo, Nb, Pb, Sb, Sc, Sn, Th, Tl, U)** explica 42,50% da variância dos dados, agrupando variáveis analíticas normalmente relacionadas ou indicativas de litologias de composição intermediária a ácida. Isso é notável quando é examinada a superfície geoquímica do escore fatorial 1, que mostra duas regiões elevadas, coincidentes com a ocorrência do fácies Campo Erê, nas proximidades das cidades de Campo Erê (extremo sudeste da área do projeto) e de Guaraniaçu (extremo noroeste).

O **componente 2 (Ca, K, Mg, Na, Sr)**, explicando 10,59% da variância dos dados, está indicando os elementos associados aos processos de intemperismo químico, independentemente de sua origem. Isso faz que a superfície do escore fatorial 2 seja confusa, mostrando elevações e depressões não associadas com a ocorrência de fácies específicas.

O **componente 3 (Be, Ce, La, P, Y),** explicando 7,14% da variância, que pode estar ligado a concentrações de apatita e/ou monazita, não encontra uma explicação geológica razoável nesta região.

O **componente 4 (Cd, Cu, Ti, V, Zn)**, que explica 5,45% da variância dos dados, agrupa elementos que normalmente estão associados a sulfetos em ambiente básico, o que também não foi caracterizado na região.

O **componente 5 (Cr, Fe, Ni, Pt)**, explicando 4,99% da variância dos dados, está vinculado à presença de rochas básicas.

O **componente 6 (Ba, Co, Mn)**, que explica 3,78% da variância dos dados), está relacionado à captura do Ba e Co pelo Mn no ambiente secundário.

O **componente 7 (Hf, Zr)**, explicando 3,37% da variância dos dados, mostra a associação universal destes dois elementos.

O **componente 8 (Ag, Hg, Pb)**, que explica 2,67% da variância, não encontra uma explicação compatível com o panorama geológico da região.

O **componente 9 (Ge)**, que explica 2,36% da variância dos dados, também não encontra uma explicação compatível com o panorama geológico da região..

É importante salientar, entretanto, que a análise de componentes principais realizada com os resultados analíticos de sedimentos ativos de drenagem, tem uma densidade de informações muito maior que a adotada pela litogeoquímica e pela petrografia, seja em quantidade de amostras, seja pela quantidade de variáveis analisadas. Isso faz com que os resultados obtidos não encontrem correlação clara ou explicação conclusiva nos resultados obtidos pelo mapeamento geológico.

3.4.2.5. Assinaturas geoquímicas das fácies mapeadas

O conceito de assinatura geoquímica adotado no presente relatório é do conjunto de valores mais baixos ou dos valores mais elevados dos elementos analisados, que sejam úteis para caracterizar uma unidade ou fácies de mapeamento. Dessa forma, a assinatura geoquímica de cada fácies mapeada é constituído pelo conjunto de médias mais elevadas e mais baixas, sempre comparados com os obtidos para as outras fácies (Tabela 2).

Assinatura geoquímica da fácies Campo Erê

- mais altas médias de Al, As, Bi, Ga, Hf, In, Mo, Pb, Sb, Sc, Sn, Te, Th, Tl, U, Zr e Re
- médias mais baixas de Ca, Fe, K, Mg, Na, S, B, Ba, Cr, Ni, Rb, Sr, Zn e Pd

Assinatura geoquímica da fácies Cordilheira Alta

- mais altas médias de Ca, K, Mg, Na, Ti, Cd, Co, Cu, Ge, Sr, Au, Pd
- médias mais baixas de Al, P, S, As, Be, Ce, Cs, ,Ga, In, La, Li, Mo, Pb, Sb, Sc, Sn, Th, Tl, U, Y, Zr, Ag

Assinatura geoquímica da fácies Campos Novos

- médias mais baixas de Bi e Hf

Assinatura geoquímica da fácies Capanema

- mais altas médias de Fe, S, B, Ba, Ce, Cr, Cs, La, Mn, Ni, Rb, Se, Tl, V, Ag, Hg e Pt
- médias mais baixas de Ti, Ge e Nb

Assinatura geoquímica da fácies Nova Laranjeiras

- mais altas médias de P, Be, Ge, Li, Nb, Y e Zn
- médias mais baixas de Na, S, Cd, Co, Cu, Mn, Se, Te, V, Au, Hg, Pt e Re

Tabela 2. Valores médios obtidos para cada fácies mapeada com a indicação das médias mais elevadas (em vermelho) e das médias mais baixas (em azul).

		Campo Erê	Cordilheira Alta	Campos Novos	Capanema	Nova Laranjeiras
Elemento	unidade	N = 8075	N = 24926	N = 13836	N = 8596	N = 1195
Al	pct	4,403	3,130	3,555	3,377	3,876
Ca	pct	0,218	0,294	0,272	0,266	0,271
Fe	pct	13,134	13,182	13,549	13,782	13,138
K	pct	0,034	0,050	0,045	0,044	0,042
Mg	pct	0,153	0,254	0,200	0,182	0,185
Na	pct	0,004	0,007	0,006	0,006	0,004
P	pct	0,065	0,062	0,068	0,069	0,087
S	pct	0,005	0,005	0,006	0,008	0,005
Ti	pct	0,428	0,474	0,428	0,409	0,434
As	ppm	3,010	1,992	2,489	2,703	2,360
B	ppm	1,104	1,303	1,343	1,388	1,120
Ba	ppm	156,990	209,878	197,341	212,375	196,252
Be	ppm	1,101	0,999	1,133	1,206	1,557
Bi	ppm	0,209	0,117	0,140	0,148	0,143
Cd	ppm	0,130	0,143	0,129	0,140	0,125
Ce	ppm	65,912	61,324	64,537	70,025	69,235
Co	ppm	56,382	76,180	66,063	69,315	49,360
Cr	ppm	73,631	116,424	129,320	130,382	91,338
Cs	ppm	1,970	1,336	1,865	2,135	1,789
Cu	ppm	259,070	296,920	248,786	244,107	214,046
Ga	ppm	24,033	18,361	20,449	20,135	22,760
Ge	ppm	0,101	0,112	0,102	0,090	0,112
Hf	ppm	0,650	0,539	0,551	0,539	0,592
In	ppm	0,135	0,105	0,109	0,110	0,117
La	ppm	22,588	22,177	23,776	25,287	24,822
Li	ppm	12,455	8,891	11,293	11,618	12,812
Mn	ppm	2410,939	3300,859	2902,078	3083,754	2173,517
Mo	ppm	0,988	0,741	0,770	0,783	0,805
Nb	ppm	0,593	0,387	0,456	0,426	0,616
Ni	ppm	29,489	43,752	44,024	44,434	32,461
Pb	ppm	18,382	13,636	14,768	16,090	14,419
Rb	ppm	5,396	7,390	7,917	9,050	6,825
Sb	ppm	0,219	0,126	0,159	0,173	0,146
Sc	ppm	34,346	27,328	29,136	29,131	28,013
Se	ppm	0,300	0,259	0,287	0,330	0,212
Sn	ppm	2,186	1,488	1,652	1,693	1,967
Sr	ppm	16,273	23,634	21,378	20,262	22,582
Te	ppm	0,012	0,006	0,006	0,007	0,003
Th	ppm	5,978	4,108	4,779	5,033	5,323
Tl	ppm	0,184	0,158	0,165	0,184	0,160
U	ppm	1,358	0,898	1,077	1,166	0,943
V	ppm	599,652	598,308	609,320	612,708	561,218
Y	ppm	22,228	20,084	21,273	22,515	23,998
Zn	ppm	122,583	137,844	128,451	127,411	139,329
Zr	ppm	31,089	26,071	27,373	26,866	29,889
Ag	ppb	44,285	40,601	44,624	48,081	42,372
Au	ppb	3,835	4,280	3,557	3,746	1,809
Hg	ppb	47,892	51,105	46,324	52,426	37,147
Pd	ppb	13,191	14,984	14,830	13,940	14,748
Pt	ppb	7,813	11,484	12,494	14,274	6,364
Re	ppb	0,906	0,904	0,769	0,711	0,660

Das assinaturas geoquímicas obtidas, são notáveis os seguintes fatos:

1. A Fácies Campo Erê possui uma assinatura geoquímica de rochas ígneas evoluídas, de filiação intermediária a ácida. Essa assinatura está expressa tanto no grupo de elementos com médias elevadas, quanto no de médias baixas;
2. Apesar de assemelhadas em escala de afloramento, as Fácies Cordilheira Alta e Capanema, mostram assinaturas geoquímicas diferentes, porém sempre caracterizando rochas de filiação básica.
3. A Fácies Campos Novos, sempre constituída por basaltos praticamente isentos de alteração hidrotermal (observações de campo), apresenta a mais simples das assinaturas geoquímicas das fácies mapeadas na área do projeto.
4. A Fácies Nova Laranjeiras mostra uma assinatura geoquímica relativamente complexa, já que inclui nas médias elevadas, elementos característicos de rochas básicas como o Zn e de rochas ácidas como o Nb e Li.

4. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

4.1 Mapeamento geológico

O mapeamento geológico das folhas de Dionísio Cerqueira e Francisco Beltrão serviu à equipe da MINEROPAR para testar e consolidar a metodologia do mapeamento faciológico, comprovando a sua utilidade para vários fins. Ele permite separar unidades mapeáveis facilmente reconhecíveis no campo, de natureza essencialmente macroscópica, que independem de resultados de laboratório para confirmação, ao contrário do conceito de magma-tipo, e que têm reflexos geotécnicos, hidrogeológicos e prospectivos. Até o final desta fase do projeto, os critérios microscópicos não se mostraram úteis à divisão faciológica, uma vez que as variações petrográficas não mostraram um padrão correlacionável com a arquitetura dos derrames, dos depósitos vulcanoclásticos e dos corpos intrusivos.

No que diz respeito às unidades faciológicas de derrames lobados e derrames tabulares, é previsível que a extensão do mapeamento para outras folhas venha a requerer ou justificar uma subdivisão, ainda com base em critérios de campo, que permita imprimir maior grau de resolução à faciologia da Formação Serra Geral. Os

basaltos hemivítreos portadores de notáveis feições de entablatura (disjunção tabular em leque), bem como as rochas ácidas da região de Guarapuava, deverão constituir uma categoria adicional. Estas unidades são facilmente separadas das anteriores, mas é possível que outras subdivisões sejam acrescentadas em função de novos critérios que venham a ser adicionados aos mencionados neste relatório.

Fica evidente, portanto, que o mapeamento faciológico é uma metodologia que está sendo assimilada pela equipe da MINEROPAR, mas que deverá continuar sendo aperfeiçoada e adaptada às peculiaridades da Formação Serra Geral, para que produza mais plenamente os benefícios práticos pretendidos, principalmente:

- Estabelecer subunidades mapeáveis com base em critérios de campo, mesmo que apoiados por classificações petrográficas de laboratório.
- Definir fácies litológicas com potenciais prospectivos e hidrogeológicos diferenciados.
- Facilitar o mapeamento geotécnico, através das características litológicas e estruturais que diferenciam as unidades faciológicas.
- Estabelecer um quadro geológico, estratigráfico, tectônico e geoquímico fundamentado em dados com representatividade regional, que sirva de referência para outros estudos especializados.

4.2 Geoquímica de superfície

A elevada densidade de amostras de sedimentos ativos de drenagem possibilitou uma cobertura confiável da área do projeto.

A geoquímica de sedimentos ativos de drenagem, tradicionalmente utilizada para a exploração mineral, pode ser utilizada como técnica auxiliar de mapeamento geológico.

A análise química multielementar com baixos limites de detecção é fundamental na caracterização de fácies, servindo de suporte ao mapeamento geológico pela quantidade de variáveis analíticas envolvidas.

As anomalias produzidas pelos levantamentos geoquímicos regionais e que serviram de referência para a delimitação da área do projeto, foram confirmadas com os resultados obtidos no projeto

A análise de componentes principais realizada com os resultados analíticos de sedimentos ativos de drenagem evidenciou agrupamentos de variáveis analíticas que não encontram correlação clara ou explicação conclusiva nos resultados obtidos pelo mapeamento geológico. Essa metodologia deve aplicada em outros projetos semelhantes, pois variações sutis e de difícil identificação em campo, ficam caracterizadas e podem servir de referencial importante para os trabalhos de mapeamento geológico.

Os teores obtidos para os elementos de interesse exploratório evidenciam poucas anomalias de ouro, platina e enxofre, que estão agrupadas na porção central da área do projeto, no polígono delimitado pelas cidades de Francisco Beltrão, Capanema e Três Barras. Considerando a profundidade de investigação da técnica de geoquímica de sedimentos de drenagem, sob o ponto de vista exploratório essa é a única região que merece trabalhos de verificação de anomalias.

A presença de minerais característicos de terrenos metamórficos em amostras de concentrados de bateia, merece estudos mais detalhados para a determinação da proveniência e se possível da área fonte, assim como a freqüência e abundância de zircão.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDERSON, F.W. e DUNHAM, K.C. The Geology of Northern Skye. *Memoir of the Geological Survey of Scotland.* 80 & 90. 1966

BEANE, J. E., HOOPER, P. R., 1988. A note on the picrite basalts of the Western Ghats, Deccan Traps, India. In: Subbarao, K. V. (Ed.), *Deccan Flood Basalts.* Mem. Geol. Soc. Ind. **10**, 117-134.

BELLIENI, G.; BROTZU, P.; COMIN-CHIARAMONTI, P.; MARQUES, L.S.; MELFI, A.J.; PICCIRILLO, E.M.; NARDY, A.J.R. e ROISENBERG, A. 1984. High and low-TiO_2 flood basalts from the Paraná plateau (Brazil): petrology and geochemical aspects bearing on their mantle origin. *N.Jb.Min.Abh.*, **150**, 273-306.

BELLIENI, G.; PICCIRILLO, E.M.; COMIN-CHIARAMONTI, P.; MELFI, A.J.; Da ROIT, P. Mineral chemistry of continental stratoid volcanics and related intrusives from the Paraná Basin (Brazil). *In*: PICCIRILLO, E.M. and MELFI, A.J. (eds.) *The Mesozoic flood volcanism of the Paraná basin: Petrogenetic and geophysical aspects.* São Paulo, IAG-USP. 73-92. 1988.

COMIN-CHIARAMONTI, P.; BELLIENI, G.; PICCIRILLO, E.M.; MELFI, A.J. Classificaction and petrography of continental stratoid volcanics and related intrusives from the Paraná basin (Brazil). *In*: PICCIRILLO, E.M. and MELFI, A.J. (eds.) *The Mesozoic flood volcanism of the Paraná basin: Petrogenetic and geophysical aspects.* São Paulo, IAG-USP. 48-72. 1988.

COX, K.G.; HAWKESWORTH, C.J. 1985. Geochemical stratigraphy of Deccan Traps at Mahabaleswar, Western Ghats, India, with implications for open system magmatic processes. *J. Petrol.*, **26**: 355-377.

DEVEY, C.W.; LIGHTFOOT, P.C. 1986. Volcanological and tectonic control of stratigraphy and structure in the western Deccan Traps. Bull. *Vulcanol.*, **48**: 195-207.

FEDORENKO, V.A.; LIGHTFOOT, P.C.; NALDRETT, A.J.; CZAMANSKE, G.K.; HAWKESWORTH, C.J.; WOODEN, J.L.; EBEL, D.S. Petrogenesis of the Flood-Basalt Sequence at Noril'sk, North Central Siberia. Intern. Geol. Rev., 1996, v. 38, p. 99-135.

HINTZE, J.L., 2001. Number Cruncher Statistical System. Kaysville, Utah.

HOWARTH, R.J. and SINDING-LARSEN, R., 1983. Multivariate Analysis. In: R.J. Howarth (Ed.), Statistics and Data Analysis in Geochemical Prospecting. Elsevier, Handbook of Exploration Geochemistry, Vol. 2, Chapter 6. p. 207-289.

HUGHES, C. J. Igneous Petrology. 1987. Elsevier Sci. Publ., Amsterdam, 551 p.

JERRAM, D.A. Volcanology and facies architecture of flood basalts. *Geological Society of America*, Special Papers, 362: 121-135, 2002.

LICHT, O.A.B. 2001a. A geoquímica multielementar na gestão ambiental. Identificação e caracterização de províncias geoquímicas naturais, alterações antrópicas da paisagem, áreas favoráveis à prospecção mineral e regiões de risco para a saúde no Estado do Paraná, Brasil.: UFPR (Tese de Doutorado): Curitiba

LICHT, O.A.B. 2001b. Atlas geoquímico do Estado do Paraná. MINEROPAR. Curitiba.

LICHT, O.A.B.; ARIOLI, E.E. Programa de Desenvolvimento da Indústria Mineral Paranaense. Projeto de Prospecção Mineral no Terceiro Planalto. Curitiba: MINEROPAR. Relatório interno. 2000.

MANGAN, M.T.; WRIGHT, T.L.; SWANSON, D.A.; BYERLY, G.R. Regional correlation of Grand Ronde basalt flows, Columbia River Basalt Group, Washington, Oregon and Idaho. *Geological Society of America Bulletin:* Vol. 97, No. 11, pp. 1300–1318. 1986.

MANTOVANI, M.S.M.; MARQUES, L.S.; SOUSA, M.A. de; ATALLA, L.; CIVETTA, L. e INNOCENTI, F. 1985. Trace element and strontium isotope constraints on the origin and evolution of Paraná continental flood basalts of Santa Catarina state (southern Brazil). *J.Petrol.*, **26**, 187-209.

MANTOVANI, M.S.M.; PEATE, D.W.; HAWKESWORTH, C.J. 1988. Geochemical stratigraphy of Paraná continental flood basalts: a contribution from borehole samples. *In*: PICCIRILLO, E.M. and MELFI, A.J. (eds.) *The Mesozoic flood volcanism of the Paraná basin: Petrogenetic and geophysical aspects.* São Paulo, IAG-USP. p. 15-24.

MARIMON, M.P.C.; AYALA, L.; MOREIRA, M.L.O. Formação Serra Geralno Sul do Brasil: rochas básicas e ácidas: sua distribuição, petrografia e litoquímica. XXXII Congr. Bras. Geol. Salvador. **Anais**... Soc. Bras. Geol., 1982.

MARSH, J.S.; EWART, A.; MILNER, S.C.; DUNCAN, A.R. e MILLER, R. McG. The Etendeka Igneous Province: magma types and their stratigraphic distribution with implications for the evolution of the Paraná-Etendeka Flood Basalt Province. *Bull. Volcanol.*, 62: 464-486. 2001.

MINCATO, R.L. **Avaliação do potencial da Província Ígnea Continental do Paraná para Mineralizações de Ni-Cu-EGP, a partir dos modelos Noril'sk e Insizwa.** Campinas, SP. 113 p. (Dissertação de Mestrado, IG-UNICAMP). 1994.

MINCATO, R.L. **Metalogênese dos Elementos do Grupo da Platina com base na Estratigrafia e Geoquímica da Província Ígnea Continental do Paraná.** Campinas, UNICAMP, Tese de Doutoramento em Geociências. 2000.

NALDRETT, A.J. 1992. A model for the Ni-Cu-PGE ores of the Noril'sk region and its application to other areas of flood basalt. *Economic Geology*, **87**(8): 1945-1962.

NALDRETT, A.J. 1999. World-class Ni-Cu-PGE deposits: key factors and their genesis. *Mineral. Deposita*, **34**: 227-240.

NALDRETT, A.J.; LIGHTFOOT, P.C. 1993. Ni-Cu-PGE ores of the Noril'sk region, Siberia: a model for giant magmatic sulfide deposits associated with food basalts. In: WHITING, B.H.; HODGSON, C.J.; MASON, R. (eds.). Giant ore deposits. *Spec. Publ. Soc. Econ. Geol.*, **2**: 81-123.

NALDRETT, A.J.; FEDORENKO, V.A.; ASIF, M.; SHUSHEN, L.; KUNILOV, V.E.; STEKHIN, A.I.; LIGHTFOOT, P.C.; GORBACHEV, N.S. – Controls on the composition of Ni-Cu sulphide deposits as illustrated by those at Noril'sk, Siberia. Economic Geology (1996) 91: 751-773.

NALDRETT, A.J.; LIGHTFOOT, P.C.; FEDORENKO, V.; DOHERTY, W.; GORBACHEV, N.S. 1992. Geology and Geochemistry of Intrusions and Flood Basalts of the Noril'sk Region, USRR, with Implications for the Origin of the Ni-Cu Ores. *Econ. Geol.*, **87**: 975-1004.

PAIVA FILHO, A. **Estratigrafia e tectônica do nível de riodacitos pórfiros da Formação Serra Geral.** Rio Claro, UNESP, CPGG. Tese de doutorado. 185 p. 2000.

PEATE, D.W. 1990. Stratigraphy and petrogenesis of the Paraná continental flood basalts, southern Brazil. Milton Keynes, England, 359 p. (Ph.D. Thesis, Open University).

PEATE, D.W. 1997. The Paraná-Etendeka Province. *In*: MAHONEY, J.J.; COFFIN, M.F. (eds.). Large Igneous Provinces: Continental, Oceanic, and Planetary Flood Volcanism. *Geophysical Monograph* **100**. AGU. 217-245.

PEATE, D.W.; HAWKESWORTH, C.J.; MANTOVANI, M.S.M. 1992. Chemical stratigraphy of the Paraná lavas (South America): Classification of magma types and their spatial distribution. *Bull. Volcanol.*, **55**: 119-139.

PEATE, D.W.; MANTOVANI, M.S.M.; HAWKESWORTH, C.J. 1988. Geochemical stratigraphy of the Paraná Continental Flood Basalts: Borehole Evidence. *Rev. Bras. Geoc.*, **18**: 212-221.

PETRINI, R.; CIVETTA, L.; PICCIRILLO, E.M.; BELLIENI, G.; COMIN-CHIARAMONTI, P.; MARQUES, L.S.; MELFI, A.J. 1987. Mantle heterogeneity and crustal contamination in the genesis of low-Ti continental flood basalts in the Paraná plateau (Brazil): Sr-Nd isotope and geochemical evidence. *J. Petrol.*, **28**: 701-726.

PICCIRILLO, E.M.; MELFI, A.J. (eds.). 1988. The Mesozoic flood volcanism of the Paraná basin: Petrogenetic and geophysical aspects. São Paulo, IAG-USP, 600 p.

PICCIRILLO, E.M.; COMIN-CHIARAMONTI, P.; MELFI, A.J.; STOLFA, D.; BELLIENI, G.; MARQUES, L.S.; GIARETTA, A.; NARDY, A.J.R.; PINESI, J.P.P.; RAPOSO, M.I.B; ROISENBERG, A. 1988. Petrochemistry of continental flood basalt-rhyolite suites and relative intrusives from the Paraná basin (Brazil). *In*: PICCIRILLO, E.M. and MELFI, A.J. (eds.) *The Mesozoic flood volcanism of the Paraná basin: Petrogenetic and geophysical aspects.* São Paulo, IAG-USP. p. 107-156.

ROCHA-CAMPOS, A.C., CORDANI, U.G., KAWASHITA, K., SONOKI, H.M., SONOKI, I.K. Age of the Paraná flood volcanism. *In: Piccirillo E.M., Melfi A. J. (ed) The Mesozoic Flood Volcanism of the Paraná Basin: Petrogenetic and Geophysical Aspects. Instit.Astron.Geofis.* Universidade de São Paulo, p.25-46. 1988.

SAUNDERS, A.D.; TARNEY, J.; KERR, A.C.; KENT, R.W. The formation and fate of large igneous provinces. Lithos 37: 81-95, 1996.

SELF, S.; THORDARSON, Th. e KESZTHELYI, L. 1997. Emplacement of continental flood basalt lava flows. American Geophysical Union, *Geophysical Monograph*, 100: 381-410.

SINGLE, R.T.; JERRAM, D.A. The 3-D facies architecture of flood basalt provinces and their internal heterogeneity: examples from the Palaeogene Skye Lava Field. Journal of Geological Society 161, 911-926. 2004.

STANLEY, C.R. 1987. PROBPLOT. Assoc. Explor. Geochemists. Special Volume 14.

SWANSON, D.A.; WRIGHT, T.L.; HOOPER, P.R.; BENTLEY, R.D. Revisions in stratigraphic nomenclature of the Columbia River Basalt Group. USGS Bulletin, 1457-G, 59 p. 1979.

VASCONCELLOS, E. M. G.; LICHT, O. A. B.; BRAGA, L. S.; BITTENCOURT, A.V.L. Gabros da Bacia do Paraná: aspectos petrográficos e geoquímicos. In: VIII Congresso Brasileiro de Geoquímica e I Simpósio de Geoquímica dos Países do Mercosul, 2001, Curitiba. Anais do VIII Congresso Brasileiro de Geoquímica e I Simpósio de Geoquímica dos Países do MERCOSUL.Curitiba: Soc. Bras. Geoq., 2001.

WAICHEL, B.L.; LIMA, E.F. de; LUBACHESKY, R.; SOMMER, C.A. Peperitos da Formação Serra Geral: um exemplo da porção oeste do Estado do Paraná, Brasil. Cabo Frio, III Simpósio Vulc. Amb. Assoc., Soc.Bras.Geol., 2005.

WAICHEL, B.L.; LIMA, E.F. de; LUBACHESKY, R.; SOMMER, C.A. Pahoehoe flows from the Central Paraná Continental Flood Basalts. Bulletin of Volcanology, 2005b (em edição).

WILLIAMSON, I.T. e BELL, B.R. 1994. The Palaeocene lava field of west-central Skye, Scotland: stratigraphy, palaeogeography and structure. *Transactions of the Royal Society of Edinburgh*: Earth Sciences, 85: 39-75.

ANEXOS

ANEXO 1

FICHA DE CAMPO

DATA	ÁREA	PONTO
UTM W	UTM N	COTA

AMOSTRAS	MATERIAIS	DESTINO

FOTOS	DESCRIÇÃO

ROCHAS	UNIDADES LITOFACIOLÓGICAS

GEOLOGIA LOCAL

PETROGRAFIA

ROCHAS SEDIMENTARES E VULCANOCLÁSTICAS							
> 64 mm	%	64 – 2 mm	%	2 – 1/16 mm	%	< 1/16 mm	%

DIÂMETROS DE CLASTOS (cm)					
					0 =

ESTRUTURAS	CONTROLES, FORMAS, DIMENSÕES, PREENCHIMENTOS, ATITUDES

PONTOS AUXILIARES			
PONTO	UTM W	UTM N	COTA
PONTO	UTM W	UTM N	COTA
PONTO	UTM W	UTM N	COTA
PONTO	UTM W	UTM N	COTA

ANEXO 2
TABELA DE PONTOS DE MAPEAMENTO

DIONÍSIO CERQUEIRA 1:50.000							
PONTO	**UTM W**	**UTM N**	**COTA**	**UN.**	**AMOSTRAS**	**FOTOS**	**OBSERVAÇÕES**
DB-638	247.014	7.082.029	740	DL	DB-638: lava em corda	1-2: brecha. 3: tufo com basalto. 4: base do tufo. 5-6: lava em corda.	Contato andesito basáltico sobre peperito. Nível de tufo com lava em corda.
SANTO ANTÔNIO DO SUDOESTE 1:50.000							
PONTO	**UTM W**	**UTM N**	**COTA**	**UN.**	**AMOSTRAS**	**FOTOS**	**OBSERVAÇÕES**
DB-630	236310.876	7093559.194	825.171 1	DT		2: andesito basáltico alterado	
DB-631	238465.982	7093173.860	819.883 8	DT	DB-631a e 631b: andesito basáltico com gabro.	7: andesito basáltico com gabro	
DB-632	250.536	7.088.719	842	DT			
DB-632a	249874.209	7088814.050	829.737 3	DT			
DB-633	247878.430	7089586.418	839.831 1	DT			
DB-634	245473	7089786	828	DT			
DB-635	236263	7092639	788	DT			
DB-636	245526.126	7086094.240	790.083 3	DT			
DB-637	246028	7085473	746	DT			
DB-638	247014	7082029	740	DL			
DB-639	248405.689	7079441.567	710.775 1	DL			
DB-640	249156.077	7073282.040	717.504 2	DL			
DB-641	248284	7071764	672	DL			
DB-642	245310.061	7071935.632	669.438 7	DL			
DB-643	240599.383	7072844.201	553.841 1	DB			

DB-644	241579	7074830	568	DB			
DB-645	240183.486	7074382.279	537.739	PE			
DB-646	237181.666	7072294.030	626.6602	DL			
EA647	236041.098	7071359.919	534.6149	DB/PE			
EA648	235319.840	7068756.247	519.2339	PE			
EA649	232565.989	7068578.500	582.1997	DB			
EA650	236219.227	7066679.044	502.8915	DB			
EA651	237903.978	7066147.799	551.9185	PE/DB			
EA652	246199.802	7069683.395	594.937	DL			
EA653	246838.766	7067574.603	604.3101	PE/DL			
EA654	250098.557	7069411.364	743.9402	DL/PE			
EA655	243206.360	7083595.967	649.9722	DL			
EA656	241950.113	7085073.174	783.1135	DL			
EA657	241951	7085070	783	DT			
EA658	239123.631	7088190.542	730.9626	DL			
EA659	237126.218	7090438.240	808.8289	DL			
EA660	242148.955	7091082.567	829.0164	DL/PE			
EA661	235976	7089722	700	DL			
EA662	234833	7087049	675	DL			
EA663	234515.635	7084836.582	695.8748	PE/DL			
EA664	234482.203	7082517.919	693.7119	PE/DL			
EA665	234525.099	7079890.904	676.6484	PE/DL			

EA666	234224.510	7078449.230	679.7727	PE/DL			
EA667	233514.217	7078562.725	624.2571	PE/DL/PE			
EA668	232083.607	7079197.848	530.0486	PE			
EA669	230915.804	7078244.060	558.167	PE			
EA670	232877.215	7076448.126	558.6475	DB/PE			
EA671	231255.737	7075874.739	501.9303	DB			
EA672	232578.074	7075238.878	493.2784	DB			
EA673	232500	7074817	495	DB			
EA674	233005	7075204	490	DB			
EA675	233985.561	7073957.917	534.1342	PE			
EA676	234512.182	7073366.823	581.719	PE			
EA677	234146.145	7073052.633	617.5278	PE			
EA678	233385	7072392	570	PE/DB			
EA679	235066.842	7075216.592	528.847	PE			
EA680	236746.992	7076108.250	533.4132	PE			
EA681	238898.038	7076437.031	693.2312	DL/PE			
EA682	240669.923	7079546.843	696.5959	DL			
EA683	241799.235	7081450.458	688.6648	DL			
EA684	238940.056	7082324.931	700.9216	DL			
EA685	243830.027	7080817.146	715.3413	DL			
EA686	248200.290	7075824.285	696.8362	DL			
EA687	246104.120	7076569.916	707.891	PE/D			

			1	L			
EA688	245225.504	7076191.935	674.7258	DL			
EA689	236732.936	7120531.674	512.2644	DB			
EA690	233607.415	7119078.913	584.603	DL/PE			
EA691	229029.753	7116455.671	568.2607	DL			
EA692	228168.187	7112818.018	528.126	DB			
EA693	228700.396	7111332.300	584.8433	DL			
EA694	229760.464	7109808.153	612.2407	DL			
EA695	231643.425	7105481.887	568.9817	DL			
EA696	233834.775	7101567.465	29999.52	PE			
EA697	236462.611	7097446.811	722.551	PE			
EA698	236934.706	7094625.529	746.584	PE/DL			
EA699	240795.677	7092293.456	808.3481	DT			
EA700	243207.075	7091589.131	827.0938	DT/PE			
EA701	243490.240	7092111.412	759.3213	PE/DL			
EA702	243943.057	7092643.941	667.0354	PE/DL			
EA703	243935.922	7092954.908	623.2957	DL/PE			
EA704	244043.752	7093226.395	573.0674	DB/PE			
EA705	245787.659	7095337.632	544.4683	DB			
EA706	246704.933	7093804.552	577.6335	PE			
EA707	247824.980	7091971.615	586.2852	DL/PE			

EA708	247693.047	7090479.099	731.9241	PE			
EA709	238641.765	7093524.193	764.3682	PE/DL			
EA710	241786.006	7094788.345	730.0015	DL			
EA711	243852.634	7096664.193	631.467	PE			
EA712	246911.779	7097569.650	612.7214	PE			
EA713	247719.667	7096371.094	575.7109	DL/PE			
EA714	248034.018	7098034.032	557.6863	PE/DL/PE			
EA715	247342.405	7099489.047	612.9617	DL			
EA716	249328.873	7099211.440	571.385	DL			
EA717	247301.916	7101209.353	578.5947	DL			
EA718	246036	7101008	585	DL			
EA719	243718.054	7100703.849	662.4692	DL			
EA720	244533.322	7099671.799	603.1084	DL/PE			
EA721	243448.569	7100722.333	645.8865	DL/PE			
EA722	240406.310	7099788.764	563.9346	DL			
EA723	239300.203	7097920.377	580.998	PE/DL			
EA724	237528.265	7096271.137	652.3752	DL/PE			
EA725	237034.059	7090915.074	779.9895	DT			
EA726	238800.688	7099806.352	583.8821	DL			
EA727	237325.257	7101602.390	703.325	DL/TBE			
EA728	237152.391	7103892.141	565.1365	DL/PE/DL			

EA729	236584.433	7105613.026	590.1304	PE/DL			
EA730	235413.739	7108031.054	540.3828	PE			
EA731	237953.712	7109642.153	522.5984	PE/DB			
EA732	239390.078	7110970.542	517.3113	PE/DB			
EA733	242709.173	7112396.639	545.9103	PE/DB			
EA734	246150.791	7111935.873	403.1555	DL/PE			
EA735	246321.721	7111772.493	365.1838	DL			
EA736	243085.076	7114600.443	416.3735	PE/DB			
EA737	240995.221	7114198.338	444.9727	PE/DB			
EA738	237738.241	7114737.877	491.1155	PE/DB			
EA739	234816.320	7115421.316	528.3663	DB			
EA740	233905.983	7115189.701	545.1892	PE			
EA741	232379.146	7115687.769	599.5034	DL/PE			
EA742	232102.093	7107604.234	526.4437	PE			
EA743	235561.968	7118975.036	534.6149	DB			
EA744	238391.031	7119131.134	564.1753	DL/PE			
EA745	241362.402	7120036.013	507.6981	DB			
EA746	229452.315	7112600.423	593.2546	DL/PE/DL			
EA747	233070.662	7110620.378	531.4906	DB			
EA748	235441.142	7112803.109	530.048	PE/D			

			6	B			
EA749	232362.954	7114289.948	618.0085	PE/DL/PE			
EA750	228621.781	7118497.415	560.8105	DL			
EA751	240639.046	7109457.365	558.167	PE			
EA752	243156.384	7109479.067	484.6267	PE/Em			
EA753	242257.650	7107210.026	558.8879	DB/PE			
EA754	241875.139	7104953.833	570.1833	PE			
EA755	240577.317	7106959.072	483.6653	DB			
EA756	241584.109	7102596.613	572.3464	PE			
EA757	242905.164	7101965.737	579.7964	PE			
EA758	245304.108	7104010.138	524.5211	DL/PE			
EA759	247849.405	7105315.828	533.6534	PE			
EA760	242313.015	7069673.363	659.1045	DL/PE			
EA761	240642.887	7071142.282	585.8047	PE			
EA762	239174.871	7074808.799	621.1328	PE			
EA763	247893	7079900	732	DT			

SÃO JOSÉ DO CEDRO 1:50.000

PONTO	UTM W	UTM N	COTA	UN.	AMOSTRAS	FOTOS	OBSERVAÇÕES
DB-764	251.520	7.071.942	719	DL		10: brecha autoclástica.	Contato de derrames.
DB-765	251.871	7.073.123	799	DT			Andesito basáltico.
DB-766	251.500	7.073.569	782	DT	DB-766: andesito basáltico	11: disjunção típica do DT. 12-15: frente da pedreira.	(P) Andesito basáltico.
DB-767	251.841	7.073.932	715	DT			Peperito entre derrames: contato.
DB-768	252.845	7.074.791	713	DT			Mesmo peperito do DB-767.

DB-769	252.958	7.075.443	687	DT			Andesito basáltico.
DB-770	254.695	7.073.800	710	DL			Peperito aflora aos 715 m.
DB-771	256.780	7.072.512	710	DL	DB-771: andesito basáltico ferruginoso		Peperito 715 termina entre DB-770 e DB-771.
DB-772	257.808	7.072.373	643	DL			643-647: peperito com matriz > clastos
DB-773	259.408	7.071.899	494	DL			Contato de derrames sem peperito. Peperitos no intervalo DB-772 a 773: 600, 534 e 500 m.
DB-774	260.167	7.072.613	431	DL	DB-774: andesito basáltico		Peperito: 480 m.
DB-775	263.049	7.071.781	472	DL ou E	DB-775: basalto		Peperito: 463 e 482 m.
DB-776	265.469	7.073.201	575	DL		16 e 17: contato derrames.	Peperito: 600 e 635 m.
DB-777	266.581	7.076.601	676	DL	DB-777: peperito		Peperito: 718 e 724 m. Contato DT/DL: 740 m.
DB-778	273.751	7.086.281	857	DT	DB-778: andesito basáltico	18: frente da pedreira. 19: padrão de juntas colunares. 20: vista panorâmica.	(P) Andesito basáltico.
DB-779	272.014	7.091.047	876	DT			Andesito basáltico.
DB-780	269.660	7.093.701	884	DT			(P) Andesito basáltico.
DB-781	260.830	7.093.227	870	DT			Andesito basáltico.
DB-782	259.719	7.092.736	880	DT			Topo de derrame de andesito basáltico.
DB-783	252.525	7.089.780	850	DT	DB-783: gabro pegmatóide		Bolsões centimétricos e irregulares de gabro pegmatóide.
DB-784	253.980	7.070.102	690	DL			Peperito: 688-692 m, 700-705 m.
DB-785	254.541	7.068.761	653	DL	DB-785[a]: peperito. DB-785b: tufo soldado. DB-785c: riolito. DB-785e: andesito basáltico.	21-23: composta. 24: níveis de tufo. 25-26: riolito.	Peperito: 577, 556 e 500 m.
DB-786	255.814	7.066.903	402	DL			(P) Andesito basáltico.
DB-787	257.641	7.067.470	679	DL			Peperito: 703 m.
DB-788	256.814	7.071.964	737	DT			Andesito basáltico.
DB-789	260.866	7.069.976	457	DB	DB-789: basalto.		Peperito: 453 m. Contato com DL: 460 m.
DB-790	260.719	7.067.517	534	DL/DB			Contato encoberto. Peperito: 534-538, 522, 494-497, 484 e 470 m. DB: 460-470 m.
DB-791	265.062	7.073.032	558	DL			Peperito com matriz > clastos.
DB-792	265.110	7.072.335	680	DL			Andesito basáltico.
DB-793	269.280	7.076.208	805	DT			Andesito basáltico.

DB-794	270.632	7.074.030	833	DT		29-30: vênulas de quarto em andesito basáltico.	(P) Andesito basáltico.
DB-795	271.677	7.073.340	693	DL		31-33: colônia de gastrópodos com espiga de milho.	Andesito basáltico.
DB-796	271.679	7.073.188	629	DL			Andesito basáltico.
DB-797	271.463	7.070.459	640	DB			Contato superior inferior de derrame de basalto.
DB-798	269.095	7.070.820	607	DL			Peperito com intensa venulação de quartzo cristalino.
DB-799	267.521	7.068.874	642	DL			Tufo sem brecha em blocos no solo.
DB-800	272.521	7.069.161	755	DT			Andesito basáltico.
DB-801	273.730	7.075.300	837	DT			Andesito basáltico.
DB-802	274.018	7.073.373	840	DT			Andesito basáltico.
DB-803	274.828	7.077.879	835	DT	DB-803: andesito basáltico.		(P) Andesito basáltico.
DB-804	271.733	7.084.966	842	DT		34-38: vistas da pedreira.	(P) Andesito basáltico.
DB-805	251.769	7.077.869	723	DL			Andesito basáltico sobre peperito. Derrames delgados na região, 10-15 m.
DB-806	254.985	7.078.229	657	DL			Peperito.
DB-807	255.656	7.078.370	580	DL		39-49: perfil base-topo. 50-52: detalhes do peperito. 53: brecha autoclástica 300 m a E do ponto.	Seção completa de peperito.
DB-808	258.126	7.078.268	510	DL			Peperito com tufo > clastos na base da seção.
DB-809	259.335	7.078.059	641	DL			Peperito: 641, 570, 537-529 m.
DB-810	260.376	7.077.387	490	DB			Basalto. Peperito: 570 m.
DB-811	261.687	7.076.066	589	DL		53: basalto Esmeralda.	Andesito basáltico. Basalto Esmeralda: 620 m.
DB-812	262.762	7.076.755	791	DT			Andesito basáltico.
DB-813	263.101	7.080.216	823	DT			Andesito basáltico.
DB-814	264.901	7.080.222	745	DL			DT aflora acima: contato a 750 m. Peperito: 668 e 629 m.
DB-815	266.036	7.080.415	566	DL			Peperito.
DB-816	267.214	7.079.447	682	DL		55-56: andesito basáltico vesicular com tufo.	Andesito basáltico e tufo. Peperito: 750 m.
DB-817	268.853	7.079.012	839	DT			Andesito basáltico.
DB-818	269.948	7.085.052	769	DT/DL		57: contato. 58: Paranapanema. 59: Campo Erê.	Andesito basáltico maciço sobre vesicular-amigdaloidal.

DB-819	269.132	7.084.722	810	DT/DL		60-62: peperito.	Andesito basáltico maciço (DT) sobre peperito e andesito basáltico vesicular (DL). Peperito: 812-816 e 720 m.
DB-820	267.330	7.084.821	746	DL			Andesito basáltico.
DB-821	266.038	7.085.532	782	DT			Andesito basáltico. Tufo: 817 m.
DB-822	267.039	7.088.496	868	DT			Andesito basáltico.
DB-823	268.920	7.091.647	891	DT			Andesito basáltico.
DB-824	253.698	7.085.743	830	DT			Andesito basáltico.
DB-825	252.383	7.083.250	811	DT	DB-825: andesito basáltico.		Andesito basáltico.
DB-826	259.497	7.079.188	665	DL		63: panorâmica com 2 níveis de peperito. 64-66: terraços na crista do morro.	Peperito com clastos > matriz. Peperito: 614, 536 e 580 m.
DB-827	260.127	7.080.375	512	DL			Andesito basáltico. Peperito: 517 m.
DB-828	262.941	7.082.254	752	DT/DL	DB-828: andesito basáltico.		Contato encoberto a ± 770 m. Andesito basáltico. Peperito: 734, 664, 619 e 588 m.
DB-829	262.850	7.083.700	549	DL			Andesito basáltico. Peperito: 588 m.
DB-830	261.463	7.084.589	588	DL			Peperito.
DB-831	262.162	7.086.713	770	DL		67-68: peperito.	Andesito basáltico peperito no topo. Peperito: 679 m.
DB-832	262.656	7.084.372	602	DL			Peperito com andesito basáltico no topo. Peperito: 636 m.
DB-833	263.161	7.088.552	836	DT			Andesito basáltico.
DB-834	263.029	7.092.402	845	DT			Andesito basáltico.
DB-844	256.827	7.088.695	833	DT			Andesito basáltico.
DB-845	259.434	7.082.880	775	DT/DL			Peperito entre andesitos basálticos DT e DL. Perfil: DT 737 m, peperito 734 m e DL 725 m.
DB-846	258.389	7.084.159	837	DT			Andesito basáltico.
DB-847	257.286	7.087.896	854	DT			Andesito basáltico.
DB-861	252.039	7.091.513	840	DT		1-2: disjunção colunar típica do Campo Erê.	Andesito basáltico. Peperito: 819 e 749 m.
DB-862	256.441	7.092.628	696	DT		4-7: veios. 8: laminação.	Andesito basáltico. Peperito: 597-609 m.
SALGADO FILHO 1:50.000							
PONTO	**UTM W**	**UTM N**	**COTA**	**UN.**	**AMOSTRAS**	**FOTOS**	**OBSERVAÇÕES**
DB-835	266.254	7.095.225	874	DT			Andesito basáltico com bolsões de diorito

							pegmatóide.
DB-836	265.614	7.089.165	785	DT			Peperito sobre andesito basáltico.
DB-837	264.034	7.101.709	614	DL	DB-837: andesito basáltico		Andesito basáltico.
DB-838	265.714	7.104.154	613	DL			Andesito basáltico.
DB-839	266.722	7.103.696	758	DL	DB-839: peperito.	70-79: detalhes do peperito.	Peperito.
DB-840	266.029	7.105.016	768	DL	Sem número: lava em corda.		Andesito basáltico sobre peperito. Peperito: 725 e 690 m.
DB-841	264.029	7.107.974	627	DB/DL			Contato: entre 627 e 613 m.
DB-842	264.206	7.108.641	542	DL/DB	DB-842: andesito basáltico.		Peperito sobre andesito basáltico e basalto (524 m).
DB-843	266.587	7.110.647	719	DL			Andesito basáltico.
DB-848	272.208	7.095.348	861	DT	DB-848[a]: andesito basáltico com fluxo. DB-848b: andesito basáltico com diorito. DB-848c: andesito basáltico.	85-88: panorâmica. 89-90: bolsões de diorito pegmatóide. 91: frente de lavra com disjunção colunar decimétrica.	(P) Andesito basáltico com pequenos bolsões de diorito pegmatóide.
DB-849	273.734	7.097.009	722	DL			Peperito.
DB-850	272.605	7.096.701	810	DL			Andesito basáltico.
DB-851	272.439	7.098.179	812	DT			Andesito basáltico.
DB-852	271.896	7.097.830	795	DL			Peperito: 795, 787, 767-762, 755 (tufo sobre andesito basáltico amigdalóide), 734, 726-722, 74 e 673-670 m.
DB-853	269.313	7.099.211	648	DB			Basalto. Peperito: 631, 616-627, 600 e 588 m.
DB-854	266.472	7.101.030	556	DL			Andesito basáltico.
DB-855	264.993	7.102.283	564	DL	DB-855: andesito basáltico.	95-99: aspectos do andesito basáltico vesicular.	Andesito basáltico.
DB-856	264.579	7.102.860	515	DL			Brecha sedimentar ou de topo de derrame. Peperito: 531, 562, 574, 582, 652-658 e 773 m.
DB-857	259.753	7.103.663	773	DL			Andesito basáltico. Peperito: 782-780, 794 e 740 m (tufo).
DB-858	257.921	7.106.438	684	DL	DB-858: andesito basáltico.	1-6: panorâmica de nível de peperito entre os rios Três Barras e São Bento.	Andesito basáltico. Peperito: 648 m.
DB-859	256.415	7.109.068	606	DL		7: peperito com laminação. 8-10: tubos de quartzo.	Andesito basáltico sobre peperito. Peperito: 606 e 596-601 m.
DB-860	252.164	7.110.997	603	DL			Andesito basáltico. Peperito: 592-601 m.

DB-863	254.922	7.092.018	757	DT		9: topo de derrame com tufo. 10-12: acunhamento do nível de tufo. 13-14: estrutura lenticular de topo de derrame.	Peperito e andesito basáltico. Peperito: 719 (tufo), 707 (tufo), 677 e 606 m.
DB-864	255.092	7.096.173	567	DL		15-16: pequenos derrames na gruta de Santa Emília.	Andesito basáltico. Peperito: 567, 621-612, 651-649, 688-687, 664, 646 e 615-612 m.
DB-865	252.326	7.096.899	663	DL			Andesito basáltico.
DB-866	257.865	7.096.919	569	DL			Andesito basáltico. Peperito: 609 e 610-625 m.
DB-867	259.713	7.099.055	740	DT	DB-687: riolito.	17: laminação da zona vesicular do derrame.	Andesito basáltico e riolito (ou tufo). Peperito: 752 e 663 m.
DB-868	260.573	7.101.298	727	DT		18: laminação da zona vesicular do derrame.	Andesito basáltico. Peperito: 714 m sobre DL.
DB-869	255.778	7.101.019	704	DT			Andesito basáltico. Peperito: 652, 621-608, 574-573, 567-566 e 518-517 m.
DB-870	256.588	7.100.105	676	DL	DB-870: andesito basáltico.		Andesito basáltico. Peperito: 626-616 m.
DB-871	254.711	7.100.486	630	DL	DB-871a: andesito basáltico. DB-871b: tufo.		Andesito basáltico e peperito.
DB-872	248.880	7.096.680	584	DL	DB-872a: andesito basáltico. DB-872b: tufo 723.		Andesito basáltico. Tufo: 723 m.
DB-873	251.671	7.098.790	600	DL			Andesito basáltico. Peperito: 636 m.
DB-874	250.653	7.101.406	663	DB	DB-874: basalto.		Basalto.
DB-875	252.210	7.102.473	528	DL	DB-875a: basalto.	22: geodo de quartzo. 23: níveis de geodos nos planos de fluxo. 24: escarpa de andesito. 25: peperito.	Andesito basáltico. Basalto DB entre derrames DL aos 560 m. Peperito: 594-605 m.
DB-876	251.425	7.105.916	581	DL			Peperito sobre andesito basáltico. Peperito: 481-479 m. Basalto Esmeralda: 455 m.
DB-879	252.536	7.109.226	472	DL			Andesito basáltico.
DB-880	264.097	7.102.592	539	DB	DB-880a: basalto.		Basalto, dique sobre lineamento NW. Peperito: 562 m.
DB-881	261.776	7.101.148	570	DL			Andesito basáltico.
DB-882	263.533	7.099.225	616	DL	DB-882a: tufo. DB-882b: tufos com laminação.		Peperito: 616, 752, 768-775 e 780-785 m.
DB-883	261.480	7.097.059	877	DL	DB-883a: andesito basáltico.		Andesito basáltico.
DB-884	263.201	7.096.508	866	DL	DB-884a: andesito basáltico.		Andesito basáltico.
DB-885	268.428	7.106.158	578	DL		30-33: detalhes do tufo laminado DB-885.6.	Andesito basáltico. Peperito: 637, 688-694 e 773 m.
DB-886	267.180	7.103.037	757	DL		34: contato andesito basáltico sobre	Andesito basáltico sobre peperito.

						peperito.	
DB-887	263.522	7.103.704	514	DL			Andesito basáltico com brecha autoclástica no topo.
DB-888	261.178	7.105.411	527	DL			Andesito basáltico sobre peperito. Peperito: 578-573, 596-604 e 647 m.
DB-889	259.710	7.107.634	628	DL	DB-889a: andesito basáltico. DB-889b: basalto.		Andesito basáltico. Basalto DB: 590-576 m. Peperito: 608 m.
DB-934	263.378	7.120.121	777	DL		1-4: pedreira Motter. 5-10: detalhes do peperito.	Andesito basáltico sobre peperito. Peperito: 792, 766-748, 742, 713 e 654 m.
DB-935	260.284	7.118.435	720	DL		11-13: morros testemunhos de DT sobre DL	Andesito basáltico. Peperito: 712 e 722 m.
DB-936	257.394	7.117.691	672	DL			Peperito: 672, 625-621 e 534 m.
DB-937	253.207	7.120.845	534	DL			Andesito basáltico. Peperito: 524 e 512-509 m.
DB-938	252.962	7.117.581	520	DL			Peperito.
DB-939	256.364	7.117.503	640	DL			Andesito basáltico sobre peperito. Peperito: 562-557 e 395-383 m.
DB-940	269.455	7.106.284	504	DB/DL	DB-940a: basalto.		Basalto DB (dique) e peperito. Peperito: 504, 520 e 578 m.
DB-941	271.913	7.102.476	644	DL	DB-941a: andesito basáltico.		Andesito basáltico. Peperito: 670 m.
DB-942	269.576	7.106.288	559	DL	DB-942a: lava em corda maior. DB-942b: lava em corda menor.	14: topo de derrame.	Andesito basáltico, peperito e aglomerado vulcânico. Peperito: 647-623, 692-700, 780 e 832 m.
DB-943	272.586	7.109.437	777	DL	DB-943a: andesito basáltico DT.		Peperito: 777-764 m. Andesito DT: 748 m.
DB-944	273.315	7.111.654	843	DT			Andesito basáltico. Peperito: 849 m.
DB-945	269.604	7.110.159	634	DL			Andesito basáltico. Peperito: 551-561 m.
DB-946	274.393	7.112.673	850	DL		15-19: autobrecha em andesito basáltico maciço. 20: intercalações lava-tufo. 21-23: composição.	Brecha autoclástica sobre andesito basáltico.
DB-947	268.586	7.117.207	828	DL			Andesito basáltico.
DB-948	268.554	7.117.967	802	DL/DT	DB-948a: andesito escoriáceo com tufo.	24-28: composição. 29: blocos escoriáceos. 30: detalhe do tufo laminado.	Andesito basáltico sobre peperito. DT: 775 m abaixo.
DB-949	264.385	7.120.281	819	DL	DB-949a: andesito basáltico.		Andesito basáltico.
DB-950	260.242	7.121.027	582	DL			Andesito basáltico.
DB-951	265.086	7.118.729	714	DL	DB-951a: andesito basáltico.	36-37: nível de peperito com rejeito SA/NB.	Peperito: 714, 699, 688-686, 645 (tufo), 605-604 m.
DB-952	261.389	7.114.343	593	DL	DB-952a: andesito com bolsão de		Peperito: 593, 586, 569 e 552 m.

					diorito. DB-952b: diabásio.		
DB-953	263.866	7.112.706	601	DL			Andesito basáltico. Peperito: 680 (tufo), 641, 538-533 e 441 m.
DB-954	265.310	7.111.412	730	DL	DB-954a: peperito laminado.		Peperito: 730 e 748 m, possivelmente 730-748 m.
SANTO ANTÔNIO DO SUDOESTE 1:50.000							
PONTO	**UTM W**	**UTM N**	**COTA**	**UN.**	**AMOSTRAS**	**FOTOS**	**OBSERVAÇÕES**
DB-877	249.549	7.109.689	419	DL	DB-877a: basalto.		Peperito (428-419 m) sobre andesito basáltico. Basalto DB entre derrames DL: 437 m. Peperito: 581-575 m.
DB-878	249.051	7.113.820	540	DB/DL	DB-878a: basalto. DB-878b: andesito basáltico.	26: morro testemunho de peperito. 27-29: escarpa de peperito.	Basalto. Andesito basáltico DL: 530 m. Peperito: 574 m.
CAMPO ERÊ 1:50.000							
PONTO	**UTM W**	**UTM N**	**COTA**	**UN.**	**AMOSTRAS**	**FOTOS**	**OBSERVAÇÕES**
DB-890	299.333	7.077.405	844	DT	DB-890a: andesito basáltico. DB-890b: tufo.	1-12: detalhes e vista geral do corte de estrada.	Andesito basáltico e tufo laminado. Peperito: 875 m.
DB-891	295.495	7.079.078	896	DT			Andesito basáltico.
DB-892	284.140	7.078.218	871	DT	DB-892a: andesito basáltico.		Andesito basáltico.
DB-893	283.268	7.075.767	877	DT			Andesito basáltico.
DB-894	292.612	7.078.513	893	DT	DB-894a: andesito basáltico. DB-894b: diorito.		Andesito basáltico com bolsões de diorito pegmatóide. Peperito: 775 m.
DB-895	292.111	7.074.262	905	DT			Andesito basáltico. Peperito: 898-894 m.
DB-896	294.180	7.068.573	881	DT			Andesito basáltico.
DB-897	289.875	7.072.308	901	DT			Andesito basáltico.
DB-898	283.696	7.069.414	860	DT			Andesito basáltico.
DB-899	286.699	7.074.295	862	DT	DB-899a: andesito basáltico.		Andesito basáltico.
DB-900	276.175	7.071.553	863	DT			Andesito basáltico.
DB-901	277.154	7.079.252	876	DT			Peperito.
DB-902	298.892	7.070.688	616	DT/DB	DB-902a: tufo em lascas.	1: laje de tufo.	Andesito basáltico e tufo com basalto (ou diabásio) em possível dique. Tufo: 627, 637.
DB-903	295.614	7.072.728	664	DT	DB-903a: basalto ou diabásio.		Andesito basáltico. Peperito: 682 e 787 m.
DB-904	295.393	7.074.078	887	DT		2-3: andesito com aparentes gretas de contração.	
DB-905	277.754	7.069.935	819	DT			Andesito basáltico. Tufo: 808 m.

DB-906	281.348	7.072.739	843	DT			Andesito basáltico.
DB-907	281.526	7.071.936	848	DT			Andesito basáltico.
DB-908	275.984	7.085.692	901	DT			Andesito basáltico.
DB-909	278.038	7.087.815	884	DT			Andesito basáltico. Tufo: 858 m.
DB-910	280.036	7.087.052	856	DT		4-7: contato andesito basáltico / peperito / tufo / andesito basáltico 816 m.	Andesito basáltico. Peperito: 816 m.
DB-911	281.177	7.089.843	776	DT		8-9: contato andesito / peperito. 10: equipe do projeto.	Andesito basáltico e peperito. Peperito: 726 m.
DB-912	279.948	7.092.086	808	DT			Andesito basáltico. Peperito: 762 m.
DB-913	282.830	7.088.521	785	DT			Andesito basáltico.
DB-914	284.349	7.085.883	885	DT			Andesito basáltico.
DB-915	287.286	7.082.102	944	DT			Andesito basáltico.
DB-916	290.172	7.081.242	897	DT			Andesito basáltico.
DB-917	295.453	7.094.500	744	DT			Andesito basáltico. Basalto ou diabásio aos 739 m, dique sem contato. Peperito: 759 m.
DB-918	298.479	7.091.719	776	DT			Peperito: 771-766 e 731 m.
DB-919	294.860	7.092.370	698	DB	DB-919a: basalto.		Basalto.
DB-920	293.445	7.085.514	834	DT			Andesito basáltico.
DB-921	292.518	7.082.785	856	DT			Veios de diorito pegmatítico: 910 m.
DB-922	277.262	7.074.237	825	DT			Andesito basáltico.
DB-923	282.858	7.080.076	893	DT			Peperito.
DB-924	282.281	7.081.945	876	DT			Andesito basáltico.
DB-925	291.891	7.090.016	715	DB	DB-925a: basalto.		Basalto ou diabásio, dique. Peperito: 725 m.
DB-926	287.978	7.092.530	813	DT			Andesito basáltico.
DB-927	286.199	7.093.144	866	DT	DB-927: tufo laminado.		Peperito.
DB-928	295.328	7.086.362	788	DT			Peperito: 788 e 761-751 m.
DB-929	296.711	7.088.264	736	DT			Andesito basáltico sobre peperito.
DB-930	290.855	7.086.177	755	DT/DB	DB-930a: basalto.		Andesito basáltico e blocos rolados de basalto. Peperito: 732 m.
DB-931	288.582	7.086.949	795	DT			DB: cota superior do contato sob DT a 754 m.
DB-932	297.627	7.083.922	788	DT	DB-932a: tufo. DB-932b: tufo. DB-932c: andesito basáltico DL.		Andesito basáltico. Peperito: 809 e 885 m.
DB-933	293.291	7.078.531	892	DT			Andesito basáltico.

MINEROPAR
BIBLIOTECA

Registro n. 5333
Biblioteca/Mineropar