

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
CENTRO DE CIÊNCIAS MATEMÁTICAS E DA NATUREZA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

**PROSPECCÃO ALUVIONAR NO
COMPLEXO ULTRAMÁFICO - ALCALINO
DE SERRA NEGRA**

PATROCÍNIO - MINAS GERAIS

ESPEDITA GONÇALVES DE TORRES
ORIENTADOR, PROF. Dr. JACQUES PIERRE CASSEDANNE

TESE DE MESTRADO

1977

A P R E S E N T A Ç Ã O

O presente trabalho baseou-se nos resultados obtidos através de uma prospecção aluvionar sistemática, aplicada no Complexo Ultramáfico-Alcalino de Serra Negra, município de Patrocínio, oeste do Estado de Minas Gerais. Para sua realização, contou-se com o apoio financeiro da CPRM e do DNPM.

Os trabalhos de campo desenvolveram-se de julho a agosto de 1974. As análises mineralógicas foram realizadas nos laboratórios da CPRM no Rio de Janeiro.

Esta pesquisa foi executada sob orientação do Professor Jacques Pierre Cassedanne, e está sendo apresentada como tese para obtenção do grau de Mestre em Ciências, no setor de Geologia Econômica do Instituto de Geociências da UFRJ.

Í N D I C E

	Pag.
APRESENTAÇÃO	i
RESUMO	vii
ABSTRACT	viii
1 - INTRODUÇÃO	01
1.1 - Generalidades	01
1.2 - Objetivos do Trabalho	02
1.3 - Localização e Vias de Acesso	03
1.4 - Aspectos Sócio-Econômicos	03
1.5 - Agradecimentos	05
2 - ASPECTOS FISIAGRÁFICOS	06
2.1 - Clima e Vegetação	06
2.2 - Hidrografia	06
2.3 - Relevo	07
3 - PANORAMA GEOLÓGICO	08
3.1 - Considerações Gerais	08
3.2 - Rochas Sedimentares e Metassedimentares	08
3.2.1 - Grupo Canastra	08
3.2.2 - Grupo Bambuí	10
3.2.3 - Tectônica e Metamorfismo	11
3.3 - Rochas Ígneas e Metassomáticas	12
3.3.1 - Dunito	12
3.3.2 - Micaperidotito	13

3.3.3 - Micapiroxenito	13
3.3.4 - Carbonatito	13
3.4 - Manto de Meteorização	13
4 - METODOLOGIA DE TRABALHO NO CAMPO	15
5 - METODOLOGIA DE TRABALHO NO LABORATÓRIO	17
5.1 - Preparação das Amostras	17
5.2 - Análise Mineralógica Semiquantitativa	17
6 - DESCRIÇÃO DOS CONCENTRADOS	20
7 - DESCRIÇÃO DOS MINERAIS	21
- Anatásio	21
- Andaluzita	21
- Anfibólios	21
- Apatita	21
- Calcopirita	22
- Cianita	22
- Corindon	22
- Crandallita	22
- Epidoto	22
- Estaurolita	22
- Granada	23
- Hematita	23
- Ilmenita	23
- Leucoxênio	23
- Limonita	24
- Magnetita	24

- Malaquita	25
- Monazita	25
- Olivina	26
- Ouro	26
- Perovskita	26
- Pirita	26
- Pirita Oxidada	26
- Piroxênios	27
- Rutilo	27
- Siderita	27
- Titanita	27
- Turmalina	27
- Vermiculita	28
- Xenotima	28
- Zircão	28
- Fragmentos de Rocha	28
8 - APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS	29
9 - CONSIDERAÇÕES SOBRE A DISTRIBUIÇÃO DOS MINERAIS E COR RELACIONES DEDUZIDAS	30
10 - CONCLUSÕES	37
11 - BIBLIOGRAFIA	40

ILUSTRAÇÕES (No texto)

Figura 1 - Mapa de Localização e Situação

Tabela I - Coluna Estratigráfica do Complexo de Serra
Negra

ANEXOS

- Tabela II - Análise Espectrográfica Semiquantitativa de alguns concentrados
- Tabela III- Resultado da Identificação por raios-x de alguns minerais duvidosos
- Tabela IV - Dosagem Química Quantitativa de Cromo e Titânio na Magnetita
- Tabela V - Análise Mineralógica Semiquantitativa
- Figura 2 - Mapa de Distribuição do Anatásio
- Figura 3 - Mapa de Distribuição dos Anfibólios
- Figura 4 - Mapa de Distribuição da Apatita
- Figura 5 - Mapa de Distribuição da Calcopirita
- Figura 6 - Mapa de Distribuição da Cianita
- Figura 7 - Mapa de Distribuição do Corindon
- Figura 8 - Mapa de Distribuição da Crandallita
- Figura 9 - Mapa de Distribuição da Ilmenita
- Figura 10 - Mapa de Distribuição do Leucoxênio
- Figura 11 - Mapa de Distribuição da Magnetita
- Figura 12 - Mapa de Distribuição da Monazita
- Figura 13 - Mapa de Distribuição da Olivina
- Figura 14 - Mapa de Distribuição do Ouro
- Figura 15 - Mapa de Distribuição da Perovskita
- Figura 16 - Mapa de Distribuição da Pirita Oxidada
- Figura 17 - Mapa de Distribuição dos Piroxênios
- Figura 18 - Mapa de Distribuição do Rutilo
- Figura 19 - Mapa de Distribuição da Siderita
- Figura 20 - Mapa de Distribuição da Titanita

Figura 21 - Mapa de Distribuição da Vermiculita

Figura 22 - Mapa de Distribuição da Xenotima

Figura 23 - Mapa de Distribuição do Zircão

Perfil Topográfico AB

Perfil Topográfico CD

Perfil Topográfico EF

Perfil Topográfico GH

Mapa Geológico do Complexo de Serra Negra

R E S U M O

A pesquisa realizada visou a avaliação do método de prospecção aluvionar em uma região de intrusões carbonáticas.

O Complexo Ultramáfico-Alcalino de Serra Negra, de idade Terciário/Cretáceo, é intrusivo em rochas do Grupo Bambuí, que se encontram em contato de cavalgamento com as rochas do Grupo Canastra, ambos pertencentes ao Pré-Cambriano Superior.

O trabalho foi dividido em etapas de campo e de laboratório. A primeira consistiu de uma amostragem sistemática abrangendo quase toda borda norte do domo, onde foram coletados 138 concentrados de bateia. A segunda consistiu no fracionamento dos concentrados e identificação dos seus diversos constituintes.

A partir dos dados obtidos, foram delimitadas superfícies de igual abundância, tecendo-se considerações a respeito da proveniência, distribuição e associação dos minerais, assim como foi avaliada a influência da geomorfologia sobre o comportamento e repartição de alguns deles.

Os resultados obtidos foram bastante satisfatórios. Conseguiu-se detectar quase todas as ocorrências previamente conhecidas, permitindo a descoberta de outras ainda não assinaladas (Crandallita, ouro, calcopirita, malaquita, xenotima, monazita, corindon, siderita, andaluzita e cianita).

A B S T R A C T

The research aimed at the evaluation of the alluvial prospecting method in a region of carbonatic intrusions.

The alkaline-ultramafic Complex of Serra Negra of Tertiary/Cretaceous Age is intrusive in rocks of the Bambuí Group. These rocks are in overthrusting contact with the rocks of the Canastra Group. Both sequences belong to the Upper Precambrian.

The work was divided in field and lab stages. The field work consisted of a systematic sampling comprising almost all the N rim of the dome where 138 panned concentrates were collected. The lab work consisted of the splitting of the concentrates and identification of their various constituents.

As from the obtained data, surfaces of equal abundance were delimited and comments about the provenience, distribution and association of the minerals were done. The influence of the geomorphology on the behaviour and partition of some of these minerals was also evaluated.

The results were quite interesting. It was possible to detect almost all the occurrences previously known, permitting also the discovery of other occurrences still not determined, like crandallite, gold, chalcopyrite, malachite, xenotime, monazite, corundum, siderite, andaluzite and kyanite.

1 - INTRODUÇÃO

1.1 - Generalidades

É bastante conhecida a prospecção através de concentrados de minerais pesados, a qual tem assumido particular importância em várias partes do mundo, levando-se em consideração não somente a aplicação na prospecção mineral, como também na solução de problemas de cunho científico, ressaltando-se os relacionados à estratigrafia, tectônica, paleogeografia e petrografia.

Inicialmente, utilizada de forma rudimentar na prospecção de ouro e pedras preciosas, deve sua sistematização aos belgas, franceses e ingleses. Estes utilizaram, com sucesso, esse método de prospecção, na exploração daqueles minerais, bem como dos minérios de titânio, estanho, cromo, tungstênio e alguns outros, em regiões úmidas da África e Ásia, especialmente onde a espessa cobertura de solo não permitia uma observação direta do substrato rochoso.

Embora tenha sido utilizado no Brasil desde o período colonial, apenas a partir da última década ganhou cunho científico. Neste aspecto, um exemplo interessante refere-se aos resultados obtidos através de uma prospecção para kimberlitos em Minas Gerais; foram encontradas cerca de quarenta e duas intrusões de rochas (da família das ultrabásicas), reconhecendo-se doze kimberlitos verdadeiros, todos eles constituindo ocorrên-

cias anteriormente desconhecidas, segundo D. Drumond (1971).

Resta acrescentar que o método de prospecção aluvionar já foi objeto de duas teses de mestrado do Instituto de Geociências da UFRJ, onde se revelou altamente eficiente e de custo operacional baixo.

1.2 - Objetivos do Trabalho

A utilização do método de prospecção aluvionar, na detecção de ocorrências minerais, objetivou sua aplicação em regiões de intrusões carbonáticas. Em função desse objetivo, foi escolhido o Complexo de Serra Negra, o qual é constituído por rochas ultrabásicas-alcalinas com carbonatitos associados. A escolha deste complexo baseou-se no conhecimento da existência de depósitos valiosos de titânio e fosfato, no manto de meteorização, o qual é recoberto por uma camada arenosa, impedindo uma observação direta dos seus recursos minerais.

Para execução do trabalho utilizou-se como base o mapa geológico do complexo na escala 1:20.000, feito pela GEOSOL para o DNPM (1971), onde se amostrou uma superfície de aproximadamente 168 km². Fotografias aéreas na escala 1:60.000 foram também usadas, para locação prévia dos pontos de amostragem.

Os principais objetivos da pesquisa se constituíram em:

- Avaliar a eficiência do método em regiões de intrusões carbonáticas conhecidas.
- Determinar os minerais constituintes da zona amostra-

da, tecendo-se considerações a respeito de sua distribuição, proveniência e possíveis associações.

- Testar o valor quanto a sua aplicação em zonas "virgens".

1.3 - Localização e Vias de Acesso

O Complexo de Serra Negra localiza-se, aproximadamente, 15 km a leste da cidade de Patrocínio, no Triângulo Mineiro, a noroeste de Belo Horizonte. Situa-se entre os paralelos 18°48'37" e 18°59'35" de latitude sul e os meridianos 46°43'43" e 46°56'27" de longitude oeste (figura 1).

O acesso à área do Domo de Serra Negra se faz a partir da cidade de Patrocínio, através da estrada de rodagem MG-8, que liga esta a Patos de Minas. Após o percurso de 15 km, uma estrada secundária para sul conduz através de 3 km até o Hotel Serra Negra. A partir deste hotel, uma estrada carroçável segue para o topo do chapadão (altitude 1.250 metros), de onde partem inúmeras trilhas.

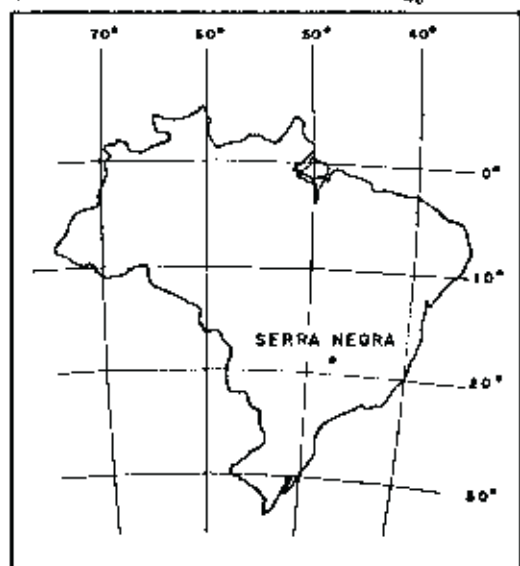
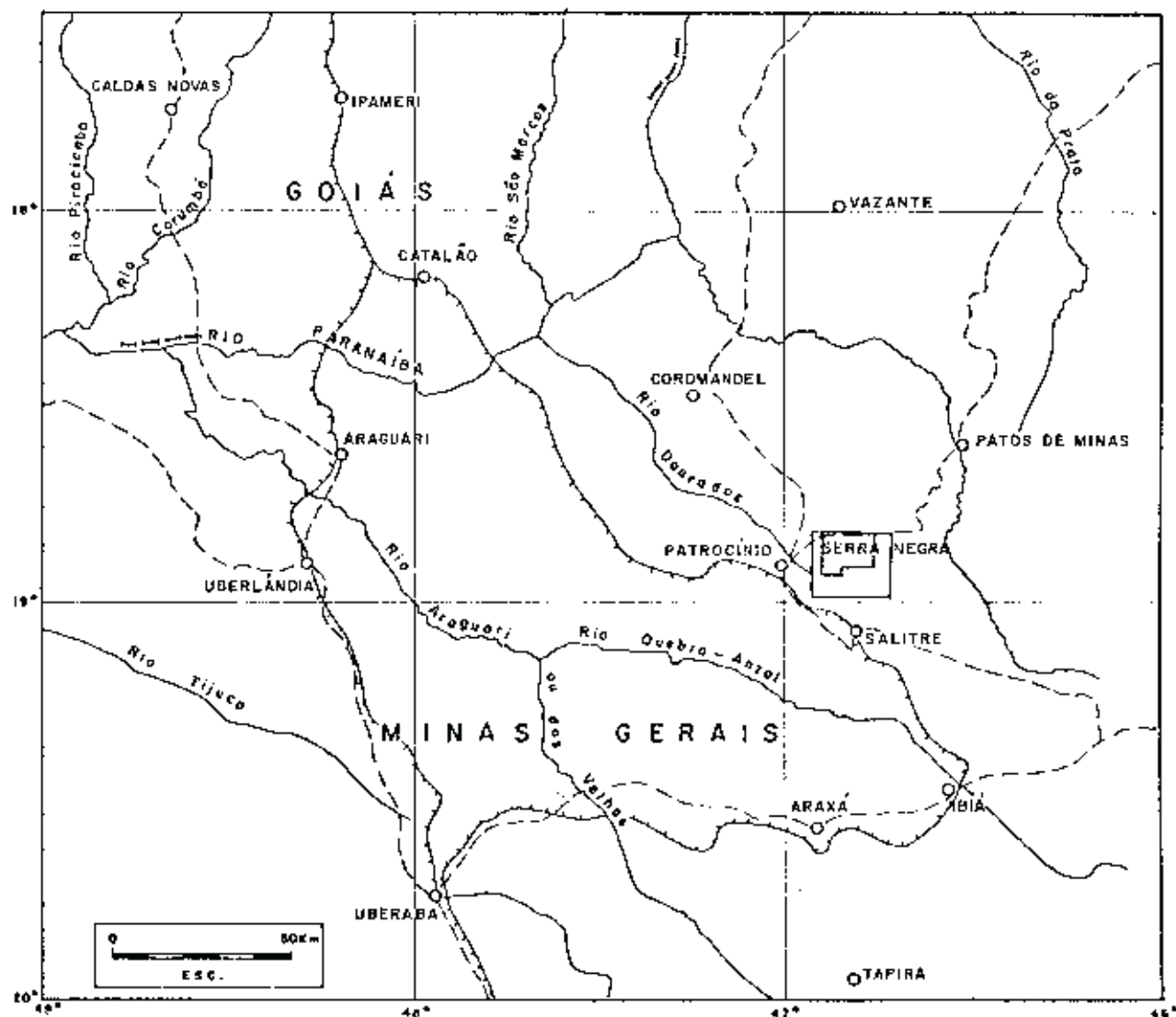
O município é servido pelo VFCO e pelas rodovias MG-8 e MG-273. A cidade de Patrocínio dista, por rodovia, 127 km de Araxá e 96 km de Patos de Minas.

1.4 - Aspectos Sócio-Econômicos

Com uma população de 33.000 habitantes, dos quais 20.000

FIGURA 1

MAPA DE LOCALIZAÇÃO E SITUAÇÃO
DO COMPLEXO DE SERRA NEGRA



□ - Complexo de Serra Negra

▣ - Área amostrada

residem na sede, o município de Patrocínio desenvolve, como atividades principais, a pecuária, a agricultura e a indústria frigorífica.

1.5 - Agradecimentos

Agradecemos ao professor Dr. Jacques Pierre Cassedanne pela orientação e assistência oferecidas em todas as fases da pesquisa.

Ao DNPM e à CPRM, junto às pessoas dos Drs. Judson da Cunha e Silva, Gildo A.S.C. de Albuquerque, João Batista de Vasconcelos Dias e Giuseppina Giaquinto de Araújo, pelo apoio oferecido, possibilitando assim a execução do trabalho.

Ao colega Luís Carlos Goulart Dornells pela colaboração nos trabalhos de campo, como também a todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

2 - ASPECTOS FISIAGRÁFICOS

2.1 - Clima e Vegetação

O clima da região é temperado. Uma estação, seca e fria, desenvolve-se de abril a outubro, enquanto as outras, chuvosas e mais quentes, predominam nos meses restantes.

A vegetação predominante é do tipo cerrado, um pouco mais densa nas encostas do domo que no seu topo.

2.2 - Hidrografia

O rio Espírito Santo é o principal curso d'água da área, e contorna o maciço pelo norte, sendo afluente da margem esquerda do Rio Paranaíba. Tem seu desenvolvimento marcado por meandros na maior parte do seu curso, cortando, de modo ativo, seus próprios aluviões, além de apresentar vale largo, muito aberto, de fundo chato.

O segundo curso d'água mais importante é o rio Salitre, cujas nascentes estão localizadas na parte sudoeste da área estudada e que, como o rio Espírito Santo, também apresenta um curso meandrado, tendo o vale principal alagadiço de um modo geral.

A drenagem característica do Complexo de Serra Negra é radial para os cursos d'água que promanam do chapadão, sendo estes controlados por falhamentos e encachoeirados nas encostas do maciço. O principal é o Ribeirão do Bebedouro. Seu barramento artificial para geração de energia elétrica fez aparecer uma

lagoa de águas profundas e limpas.

A drenagem externa ao complexo é radial e muito bem desenvolvida.

2.3 - Relevo

Sobressaindo-se numa zona de relevo monotonamente suave, o Chapadão do Ferro constitui uma estrutura dômica bem desenvolvida, caracterizado por um relevo bastante movimentado em suas encostas. Exibe cotas máximas de 1.270 metros, decrescendo ao redor de 820 metros no vale do rio Espírito Santo.

Caracterizadas pelas diferenças de cotas apresentadas, quatro zonas topográficas podem ser distinguidas: a primeira delas, um planalto, é constituída pelo próprio Chapadão do Ferro, que apresenta cotas máximas de 1.270 metros, nivelado a, aproximadamente, 1.250 metros.

A segunda constitui a parte mais movimentada do relevo, representado pela encosta em declive do chapadão, fortemente inclinada, cuja base encontra-se a cerca de 1.000 metros de altitude.

A terceira zona é caracterizada por formas suavemente onduladas, com altitude média ao redor dos 900 metros, constituídas por colinas.

Finalmente, tem-se uma zona que acompanha os maiores cursos d'água da área, constituída por alagadiços comuns sobre os folhelhos pertencentes ao Grupo Bambuí.

3 - PANORAMA GEOLÓGICO

3.1 - Considerações Gerais

O Complexo de Serra Negra situa-se dentro de uma grande faixa de ocorrência de corpos alcalinos de importante significado geo-econômico, que se estende desde Montes Claros de Goiás e Diorama até próximo a Anitápolis, Santa Catarina.

Y. Hasui e U.G. Cordani (1968), através de determinações pelo método K-Ar, estabeleceram para os Complexos do Alto Paranaíba (Tapira, Barreiro, Salitre, Serra Negra e Catalão) valores entre 70 e 100 m.a.

O Domo de Serra é intrusivo em sedimentos do Grupo Bambuí. Tem forma circular, sendo discretamente achatado no seu lado noroeste. Seu topo está revestido por uma espessa capa de canga, composta por fragmentos de quartzo e magnetita cimentados por limonita, conhecido também com a denominação de "Chapadão do Ferro".

A geologia de Serra Negra é bastante complexa e até agora pouco estudada. A coluna estratigráfica mais recente encontra-se na tabela I.

3.2 - Rochas Sedimentares e Metassedimentares

São representadas na área pelos Grupos Bambuí e Canastra, ambos pertencentes ao Pré-cambriano superior.

3.2.1 - Grupo Canastra

COLUNA ESTRATIGRÁFICA DO COMPLEXO DE SERRA NEGRA - PATROCÍNIO - MG
SEGUNDO J. H. GROSSI SAD E N. CHABAN (1971)

IDADE	GRUPO	FORMAÇÃO	LITOLOGIA
QUATERNÁRIO	-	-	Aluviões e depósitos argilosos turfáceos.
TERCIÁRIO/ CRETÁCEO	-	-	Cobertura detrito-laterítica
CRETÁCEO	Vulcanismo básico - alcalino		Dunitos, micaperidotitos, mica-piroxenitos e carbonatitos com predominância dos primeiros. Serpentinóis mais ou menos silicificados.
PRÉ-CAMBRIANO SUPERIOR	BAMBUÍ	FORMAÇÃO IV	Ortoquartzitos, arenitos feldspáticos, folhelhos argilosos e folhelhos silticos.
		FORMAÇÃO III	Quartzito, por vezes conglomerático, com estratificação cruzada abundante, folhelhos silticos e argilosos.
		FORMAÇÃO II	Quartzito puro a argiloso e folhelhos silticos.
		FORMAÇÃO I	Quartzitos feldspáticos de granulção fina e siltitos argilosos bem laminados.
	CANASTRA		Quartzito, quartzitos micáceos e filitos.

As rochas do Grupo Canastra são representadas na área estudada por quartzitos, quartzitos micáceos, filitos e xistos, em contato de cavalgamento com as rochas do Grupo Bambuí.

3.2.2 - Grupo Bambuí

Segundo Grossi Sad e N. Chaban (1971), as rochas do Grupo Bambuí nesta área, constituem-se em uma ocorrência excepcional, pois se trata de uma sequência alternada de arenitos, siltitos e folhelhos, de difícil correlação com outras unidades anteriormente descritas neste grupo, como, por exemplo, as ocorrências na região do Alto Paranaíba e seus afluentes (Otávio Barbosa et al., 1970).

As rochas foram divididas em quatro formações, que não receberam designação formal e que são da base para o topo:

Formação I - Aflora, apenas, no lado leste do complexo, sendo mal exposta. É constituída por uma camada inferior arenítica e outra superior predominantemente siltica-argilosa. Tem uma espessura mínima de 500 metros. O contato com a rocha intrusiva é enclivado, dando lugar ao truncamento e desaparecimento da mesma.

Formação II - Encontra-se exposta na parte oeste e noroeste do domo, sendo truncada a norte pela rocha intrusiva e mostrando-se encoberta a sul pelo solo laterítico do chapadão. Compõe-se de uma camada inferior arenítica e outra superior argilosa e siltica. Apresenta uma espessura máxima de 630 metros.

Formação III - É notavelmente desenvolvida e tem es-

grossura média próxima de 1.600 metros. Nela, as mudanças laterais de fácies são muito bem caracterizadas. Constitui-se por uma camada superior, predominantemente arenosa, uma camada média arenosa-siltica e uma camada arenosa no topo.

Formação IV - É constituída de uma camada inferior de siltito argiloso e folhelho siltico com espessura de 500 metros, uma camada média de arenito com espessura de 300 metros e uma camada superior de folhelhos com espessura superior a 1.000 metros. No canto sudeste da estrutura dômica é frequente nestes folhelhos a presença de nódulos de pirita singenética.

3.2.3 - Tectônica e Metamorfismo

As rochas do Grupo Bambuí orientam-se de modo concêntrico ao redor do maciço intrusivo e a estrutura é observada a mais de 10 km de distância. Esta disposição originou um domo.

Os mergulhos dos sedimentos Bambuí e metassedimentos Canastra são centrífugos a partir do corpo intrusivo. Na sua proximidade, as camadas mostram-se fortemente inclinadas, para, à medida em que se afastar do contato, mostrarem-se com mergulhos fracos.

Um notável sistema radial de falhas verticais secciona não só o corpo intrusivo, mas também as encaixantes.

Metamorfismo de contato desenvolve-se em todas as rochas sedimentares do Grupo Bambuí. Os arenitos sofrem endurecimento, ficam vítreos por vezes, e onde se pode observar contato direto do arenito com a rocha intrusiva, este torna-se esverdeado.

Os siltitos reagem semelhantemente aos arenitos, mas ocasionalmente mostram-se recortados por fraturas intrincadas preenchidas por quartzo branco, provavelmente originado do próprio sedimento.

Os folhelhos adquirem muitas vezes aspecto de ardósias manchadas ("*spotted slates*").

3.3 - Rochas Ígneas e Metassomáticas

No período Cretácico, na área de Serra Negra, magma dunitico ascendeu, originando o complexo aí presente.

O material magmático não atingiu a superfície, mas alçou material sedimentar, conformando-o como um domo.

O complexo contém rochas de duas séries claramente distintas: a) dunito - micaperidotito - micapiroxenito; b) carbonatito.

Termos de transição entre os quatro tipos petrográficos acima mencionados são comuns.

3.3.1 - Dunito

Aflora na parte noroeste do complexo, na área do Hotel Serra Negra, encontrando-se em sua maior parte bastante serpentinizado e silicificado. Quando fresco, tem cor castanho-escura e castanho-esverdeada, com granulação variando de média a grosseira. O dunito é principalmente constituído por crisolita. Uma amostra média exhibe 70% de crisolita, 29% de serpentina e 1% de magnetita.

Constatou-se que a rocha de mais ampla distribuição su-

perifical no complexo é um serpentinito silicificado, passando a silexito. Ela se põe em contato com as rochas encaixantes, na maior parte das vezes, sendo provavelmente resultante da alteração do dunito.

3.3.2 - Micaperidotito

Uma grande massa de micaperidotito, volumetricamente maior que o dunito, foi mapeada a nordeste do complexo. O micaperidotito é duro, esverdeado, inequigranular e constituído de crisolita, diopsídio, flogopita e magnetita. A perovskita é um constituinte comum.

3.3.3 - Micapiroxenito

Ao sul do complexo e fora dele, um pequeno corpo de micapiroxenito, perfeitamente decomposto, foi descoberto em 1967. Sua forma é alongada, tendo 2,6 por 1,2 quilômetros.

3.3.4 - Carbonatito

Foi caracterizado na área estudada somente como testemunho em furos de sonda, realizados pela GEOSOL para o DNPM (1971) sob a forma de corpos venulares e diques centimétricos.

3.4 - Manto de Meteorização

Recobrimdo quase todo o complexo encontra-se um manto

de meteorização com espessura média de 150 metros. É constituído por material laterítico de estrutura granulada, cuja fração argilosa está em proporção muito variada. É recoberto por uma camada arenosa com espessura média próxima de 25 metros.

Grossi Sad (1971) citou ocorrência dos seguintes minerais no manto: magneto-ilmenita, perovskita, magnetita, anatásio, leucóxênio, rutilo, apatita, goethita, limonita, zircão, pirocloro (?), hematita, baritina, vermiculita, quartzo, minerais de argila e serpentina.

O manto é formado por lixiviação e concentração dos elementos mais solúveis que compunham os dunitos, micaperidotitos e carbonatitos.

Em consequência disso, foram formados depósitos de minerais de titânio e fosfato. Os estudos realizados até o presente momento foram insuficientes para se ter uma idéia de como se distribuem estes minerais no manto, tornando-se temerária qualquer hipótese a respeito de sua potencialidade econômica.

4 - METODOLOGIA DE TRABALHO NO CAMPO

O trabalho de campo consistiu, essencialmente, em uma amostragem aluvionar sistemática, obedecendo, sempre que possível, a um espaçamento aproximado de 1 km. Os pontos de coleta das amostras foram plotados previamente em fotografias aéreas na escala 1:60.000.

A superfície amostrada tem uma área aproximada de 168 km², abrangendo quase toda borda norte do domo, onde se coletou um total de 138 amostras. A amostragem foi feita ao longo dos cursos d'água que promanam do chapadão, estendendo-se até o rio Espírito Santo. Foram raríssimos os casos em que se necessitou coletar amostras de solo, quando se fez o foi com a finalidade de obter-se uma malha regular.

O equipamento utilizado consistiu de: pá dobrável ou enxada, trado manual tipo "boca do lobo", peneira com abertura de 2 mm e uma bacia com capacidade de 10 litros.

Foi utilizada a seguinte metodologia na coleta das amostras (do tipo prospecção em "leito vivo"):

1) O mesmo volume de material foi coletado para cada ponto amostrado: 10 litros.

2) Procurou-se amostrar sempre acumulação de cascalho ao longo dos riachos.

3) Cada amostra foi lavada para remoção de argila e, em seguida, peneirada a 2 mm, para separação da fração grosseira. O material retido na peneira foi examinado durante o proces-

samento a fim de se detectar algum mineral interessante porventura existente.

4) A fração menor que 2 mm foi bateada, obtendo-se os concentrados finais.

5) Os concentrados obtidos foram colocados em sacos plásticos, devidamente etiquetados, e posteriormente analisados no laboratório.

5 - METODOLOGIA DE TRABALHO NO LABORATÓRIO

5.1 - Preparação das Amostras

O processamento geral no tratamento preparatório das amostras obedeceu à seguinte esquematização:

- Secagem
- Pesagem total
- Separação com o imã de mão, retirando-se a fração magnética que foi pesada.
- Quarteamento no caso de amostras muito grandes ou com grande concentração de minerais pesados.
- Peneiramento a 0,5 mm, obtendo-se duas frações: > 0,5 mm para estudo em lupa binocular e < 0,5 mm para separação em líquidos densos.
- Em certos casos, tratamento das amostras com ácido oxálico a 5%, em virtude de se encontrarem completamente capeadas por limonita, dificultando sobremaneira a identificação das espécies minerais.
- Concentração dos minerais pesados por meio de bromoformio.
- Separação eletromagnética dos minerais pesados obtendo-se as seguintes frações: 0,3 A, 0,5 A, 0,75 A e > 0,75 A.

5.2 - Análise Mineralógica Semiquantitativa

As frações obtidas no processo descrito anteriormente, foram submetidas a um estudo detalhado em lupa binocular, para identificação e avaliação percentual das espécies minerais de cada concentrado, pelos métodos de rotina em laboratórios de sedimentos pesados.

Na identificação dos minerais dos concentrados, utilizou-se, quando necessário, observações microscópicas, testes físicos, microquímicos, químicos, raios-x, espectrografia de emissão, medição da radioatividade e estudo em luz ultravioleta.

Os valores resultantes da análise semiquantitativa por espectrografia de emissão de alguns concentrados estão registrados na tabela II. Os minerais identificados por difração de raios-x encontram-se na tabela III.

Na análise mineralógica semiquantitativa, utilizou-se os seguintes percentuais discriminados abaixo:

75 - 100%
50 - 75%
25 - 50%
5 - 25%
1 - 5%
< 1%

Na tabela V, de representação dos resultados, estes limites estão expressos pelos seguintes qualificadores:

75	-	100%	=	A
50	-	75%	=	B
25	-	50%	=	C
5	-	25%	=	D
1	-	5%	=	E
	<	1%	=	F
-			=	ausente

6 - DESCRIÇÃO DOS CONCENTRADOS

Os concentrados são bastante ricos em minerais ferromagnéticos, o que lhes confere uma coloração escura. Não raramente, mesmo os minerais claros, estão revestidos por uma fina película de óxido de ferro, o que reforça aquela coloração.

A fração leve dos concentrados, que constitui o material com densidade inferior a 2,9, foi submetida a uma análise rápida em lupa binocular, a qual revelou presença de quartzo, feldspato e fragmentos de rocha, não se constatando nenhum mineral economicamente importante.

De acordo com estes resultados, todas as considerações feitas a respeito das espécies minerais dos concentrados são baseadas exclusivamente no estudo dos minerais pesados.

No estudo feito à lupa binocular, os minerais mais abundantes são: magnetita, ilmenita, limonita, hematita, zircão, anatásio, leucoxênio, perovskita e pirita oxidada.

É frequente nos concentrados fragmentos de rocha com aspecto micáceo e nódulos de chumbo de caça.

Em média, foram identificados 15 minerais para cada concentrado.

A granulometria dos concentrados varia desde grãos centimétricos até grãos extremamente finos. Os minerais quase sempre apresentam-se em grãos angulosos, denunciando um certo arredondamento somente em casos esporádicos.

7 - DESCRIÇÃO DOS MINERAIS

São descritos a seguir, em ordem alfabética, os minerais determinados, assim como os testes realizados para sua identificação, caso se faça necessário.

- Anatásio - Está presente em todas as amostras, sob a forma de octaedros, prismas achatados e fragmentos irregulares. Nos octaedros, onde o zoneamento é comum, predomina a coloração amarelo-clara, enquanto nas formas tabulares, o azul, o cinzento e o marrom. Nos fragmentos as cores são bastante variadas. É frequente em todas as formas o capeamento por limonita. A granulometria é bastante variada, com espécimens ultrapassando 1,6 mm.
- Andaluzita - Encontrada somente na amostra 129, é caracterizada por prismas alongados e transparentes, de coloração rosa ou verde. O tamanho dos cristais é inferior a 0,2 mm.
- Anfibólios - Estão presentes sob a forma de cristais prismáticos, alongados segundo o eixo C, aciculares e fibrosos, de cores verde escura e castanha. A granulometria é sempre inferior a 0,4 mm. Foram identificadas por meios óticos as variedades actinolita e hornblenda.
- Apatita - Apresenta-se sob a forma de fragmentos de prismas hexagonais, grãos ovoides e irregulares, incolores, branco leitosos e esverdeados. É encontrada sempre

na fração inferior a 0,5 mm. A determinação foi feita por teste microquímico e meios óticos.

Calcopirita - Está em pequenos grãos irregulares, com tamanho sempre inferior a 0,1 mm. Sua presença foi confirmada por difratometria.

Cianita - É um mineral bastante raro, com formas achatadas exibindo clivagem perfeita e tonalidade azul clara. O tamanho dos cristais maiores não ultrapassa 0,3 mm. Apresenta fluorescência azul sob a ação da luz ultravioleta, em ondas longas.

Corindon - Ocorre sob a forma de pequenas placas e fragmentos de prismas achatados, transparentes, de coloração branca com tonalidade azulada. É encontrado sempre na fração inferior a 0,3 mm. Foi diagnosticado por meios óticos.

Crandallita - Apresenta-se sob a forma de massas reniformes, algumas vezes mamelonares, translúcidas, de coloração branca, amarelo-clara, marrom-amarelada ou avermelhada. A granulometria é sempre inferior a 0,4 mm. Seu diagnóstico foi confirmado por raios-x. Trata-se de um fosfato hidratado de Ca e Al, pouco frequente no Brasil.

Epidoto - Encontra-se sob a forma de pequenos grãos irregulares, transparentes e de coloração verde clara.

Estauroлита - Mineral pouco frequente nos concentrados, caracteriza-se por fragmentos irregulares transparentes, de coloração amarelo-acastanhada com inclusões car-

bonosas. O tamanho dos grãos nunca ultrapassa 0,4 mm.

- Granada - É um mineral raro e de concentração muito baixa, sob a forma de pequenos grãos irregulares de coloração rósea. São opticamente isotrópicos e têm dureza baixa.
- Hematita - Ocorre principalmente com uma forma romboédrica. A variedade especular de cor cinza escuro, se encontra sob a forma de lamelas, diagnosticadas pela cor vermelha do traço. A granulometria varia de 0,1 mm a 0,5 mm. A natureza da forma romboédrica foi confirmada por raios-x.
- Ilmenita - É um dos minerais mais frequentes e abundantes, sob a forma de grãos irregulares, fragmentos achatados e romboedros, com brilho metálico e de cor negra. Alguns grãos apresentam-se capeados por limonita, sendo frequente o fenômeno de leucoxenização. Em certas amostras, apresenta-se excepcionalmente sob a forma de octaedros, com aspecto semelhante ao da perovskita. Esta última forma indicaria uma possível pseudomorfose da perovskita pela ilmenita. A identificação da ilmenita neste caso foi feita por raios-x.
- Leucoxênio - Ocorre em todos os concentrados, sob a forma de grãos angulosos e arredondados, caracterizados por sua superfície envernizada ou seu aspecto terroso, de coloração branco-amarelada e marron-amarelada.

Encontram-se frequentemente capoados por limonita, o que dificulta bastante a identificação. O tamanho dos grãos é variado e nunca ultrapassa 2 mm.

Limonita

- Está presente em todos os concentrados, associado a canga laterítica que recobre o complexo. Apresenta-se sob formas variadas, como concreções, grãos sub-angulosos e sub-arredondados, fragmentos irregulares, com coloração variando de marron-amarelada a avermelhada. O tamanho é variável, encontrando-se espécimens no campo com até 2 cm de tamanho. Com lupa binocular apresenta-se algumas vezes com um hábito particular, caracterizado por concreções esferulíticas e botroidas, com estrutura interna fibrosa e camadas concêntricas. O resultado da difração de raios-x, desta forma de ocorrência, revelou tratar-se essencialmente do mineral goethita.

Magnetita

- Apresenta larga distribuição em todo o complexo, sendo o mineral mais abundante dos concentrados. Apresenta-se sob a forma de octaedros, fragmentos de cristais e grãos irregulares, sendo que, no caso onde os concentrados são bastante ricos em pirita oxidada, é mais frequente sob a forma de cubos. Em sua maioria se apresenta bastante oxidada, exibindo uma capa de alteração marron-avermelhada. É frequente o intercrescimento com anatásio e perovskita. A granulometria varia de 0,1 mm a 1,6 mm, sendo que no campo foram encontrados cristais com até

1 cm de tamanho.

Grossi Sad et all fazem referências à ocorrência de cromita na área. Não sendo identificado este mineral nos concentrados analisados, procurou-se justificar os valores anômalos encontrados para cromo, tanto nas dosagens realizadas pela GEOSOL (1971), como nos resultados constantes na tabela II.

Baseados no caráter isomórfico da série magnetita-cromita, e no fato de ser comum um certo teor de cromo na estrutura da magnetita (Dana, 1957), uma análise química quantitativa para cromo em duas amostras deste mineral, e a confecção de uma seção polida foram realizadas. Fez-se também dosagens quantitativas para titânio, tendo em vista ser comum na bibliografia consultada citações a respeito da existência de titano-magnetita nas rochas ultramáficas-alcálicas do complexo. Os valores resultantes das dosagens quantitativas para cromo e titânio encontram-se registrados na tabela IV. O estudo da seção polida revelou tratar-se de magnetita com lamelas de ilmenita.

- Malagueta - Está presente sob a forma de pequenos grãos fibro radiais, de coloração verde bem característica. É pouco frequente e o diagnóstico foi feito por meios óticos e testes microquímicos para Cu.
- Monazita - Apresenta-se em cristais geralmente tabulares e pequenos grãos irregulares transparentes de cor amare-

la. A maioria dos grãos está em torno de 0,3 mm.

Olivina - Ocorre com certa frequência, sob a forma de grãos irregulares, transparentes, incolores, verdes e amarelados, a maioria deles com impregnação de óxido de ferro. Apresenta-se frequentemente com a superfície rugosa ou picotada, semelhante a "favo de abelha". O tamanho dos grãos não ultrapassa 0,5 mm.

Ouro - Foi encontrado em três amostras, sob a forma de diminutas palhetas, e em concentração muito baixa.

Perovskita - Apresenta-se em grãos irregulares, octaedros, cubos e fragmentos de cristais de coloração preto-acastanhada e avermelhada, variando de transparente a opaco com brilho adamantino. Alguns grãos apresentam-se impregnados por óxido de ferro. A granulometria é bastante variada, não ultrapassando 2 mm. É encontrada em todas as frações eletromagnéticas, predominando na > 0,75 A. Sua natureza foi confirmada por difração de raios-x. A dosagem semi-quantitativa para Nb por espectrografia de emissão registrou valores em torno de 70 ppm.

Pirita - Encontrada somente nas amostras 35, 66, 71 e 131, assim mesmo em concentrações inferiores a 1%. Apresenta-se em pequenos grãos irregulares de cor amarelo-bronze, a maioria deles em torno de 0,2 mm.

Pirita Oxidada - É comum nos concentrados sob a forma de cubos geminados ou não, piritoedros e prismas retangulares, marron-amarelados e avermelhados. A granulometria é

bastante variada, encontrando-se espécimens com até 2 cm de tamanho. O resultado da difração de raios-x nas formas cúbicas, acusou a presença de hematita.

Piroxênios - Apresentam-se em cristais prismáticos curtos, com clivagem. A cor varia de verde-clara a verde-escuro. A granulometria é sempre inferior a 0,4 mm. Pertencem ao grupo dos clino-piroxênios, não tendo sido possível sua identificação pormenorizada.

Rutilo - Apresenta-se em cristais prismáticos e fragmentos irregulares de três cores distintas: avermelhada, marron-avermelhada e alaranjada. As faces normalmente se encontram estriadas, sendo comum geminação em "joelho" e "coração". Espécimens com mais de 1 mm são raros, a maioria está em torno de 0,4 mm.

Siderita - Mineral muito raro nos concentrados, caracteriza-se por cristais romboédricos de cor marron, com granulometria inferior a 0,4 mm.

Titanita - Encontrada na maioria dos concentrados, sob a forma de cristais achatados e grãos irregulares transparentes. As cores pela ordem de frequência são: creme, amarela e verde. A granulometria é sempre inferior a 0,5 mm. A determinação foi confirmada por meios óticos e testes microquímicos do titânio.

Turmalina - Está presente sob a forma de pequenos prismas hexagonais rolados, transparentes, de coloração marron,

verde e lilás. O tamanho dos espécimens não ultrapassa 0,4 mm.

Vermiculita - Apresenta-se principalmente em agregados lamelares de cor marron com reflexos dourados. É frequente na fração menor que 0,4 mm. Sua natureza foi confirmada por raios-x.

Xenotima - Caracteriza-se por cristais octaédricos achatados e grãos irregulares, de cor amarelo-esbranquiçada, sempre associados a monazita. O tamanho dos grãos não ultrapassa 0,3 mm.

Zircão - Aparece em cristais bipiramidais, octaedros achatados e fragmentos irregulares, incolores, castanho-esverdeados, e levemente coloridos em rosa, verde e amarelo. É encontrado na fração menor que 0,5 mm, sendo raríssimos os casos de espécimens em frações maiores. A natureza de todos os tipos foi confirmada por meios óticos e testes microquímicos para zircônio. É comum apresentar fluorescência amarela sob ação da luz ultravioleta, em ondas longas.

Frag.de rocha- Estão presentes sob a forma de fragmentos irregulares, com aspecto micáceo, semelhante a quartzitos. A granulometria é bastante variada.

8 - APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Com base nos resultados mineralógicos obtidos, foi elaborada a tabela V, contendo os minerais detetados, as porcentagens estimativas, representadas por letras qualificadoras, o número de amostras coletadas, os pesos dos concentrados e das frações de densidade superior a 2,9.

Os pontos amostrados foram plotados no mapa geológico do complexo (em anexo neste relatório) e elaborados os mapas de distribuição espacial dos principais minerais da faixa prospectada (figuras de n.ºs. 2 a 23). Estas representam superfícies de ocorrência dos minerais em função de sua percentagem aproximada, de acordo com as convenções constantes nas legendas das mesmas.

