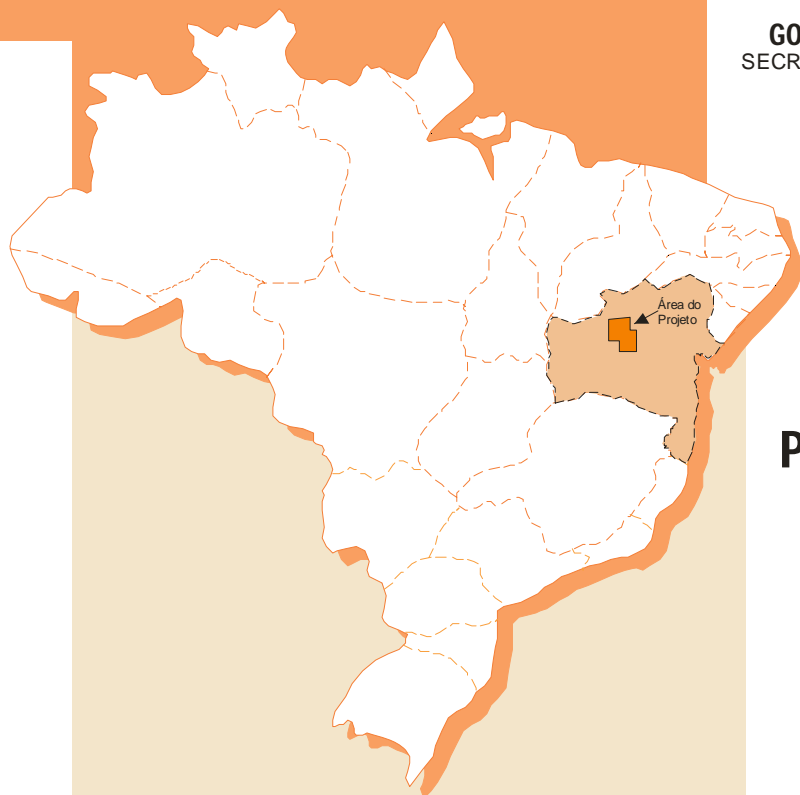


MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO
E TRANSFORMAÇÃO MINERAL

GOVERNO DO ESTADO DA BAHIA
SECRETARIA DA INDÚSTRIA, COMÉRCIO
E MINERAÇÃO



**PROGRAMA
RECURSOS
MINERAIS
DO BRASIL**

PROSPECÇÃO GEOQUÍMICA

PARTE - 2

Mapas Mineralógicos
Integrados
1:200.000

Mapas Mineralógicos
Áreas-Alvo
1:100.000

**PROJETO
BARRA - OLIVEIRA
DOS BREJINHOS**
Estado da Bahia

Salvador
2008



C P R M
Serviço Geológico do Brasil

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
SECRETARIA DE MINAS E METALURGIA
CPRM- *Serviço Geológico do Brasil*

GOVERNO DO ESTADO DA BAHIA
SECRETARIA DA INDÚSTRIA, COMÉRCIO E MINERAÇÃO
CBPM- *Companhia Baiana de Pesquisa Mineral*

PROGRAMA RECURSOS MINERAIS DO BRASIL

PROJETO BARRA - OLIVEIRA DOS BREJINHOS

RELATÓRIO TEMÁTICO DE PROSPECÇÃO GEOQUÍMICA

PARTE II

Autor
Francisco Valdir Silveira

SALVADOR, 2008

**MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
SECRETARIA DE GEOLOGIA E TRANSFORMAÇÃO MINERAL
CPRM-SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL**

**DGM
DEREM-DEPARTAMENTO DE RECURSOS MINERAIS
SUREG-SA**

PROJETO: BARRA-OLIVEIRA DOS BREJINHOS (BOB)

MINERAIS SATÉLITES DO DIAMANTE

RESULTADOS MINERALÓGICOS E DE QUÍMICA MINERAL

Geólogo Francisco Valdir Silveira
Coordenador Executivo da DGM

Salvador-BA, Junho/2008

1 - INTRODUÇÃO

Os trabalhos de prospecção para diamante são motivados pela constante necessidade de se descobrir novos depósitos com potencial econômico, sejam eles primários (kimberlitos/lamproítos) ou secundários (placers recentes, paleoplacers, conglomerados, etc.). Para tal, campanhas de campo em nível de reconhecimento e intensificação, envolvendo amostragem aluvionar e cheques de anomalias aeromagnéticas são executados em áreas com reconhecido potencial as ocorrências de minerais indicadores de rocha fonte do diamante.

O Projeto Barra Oliveira dos Brejinhos ou somente BOB, preenche estes pré-requisitos, pois encontra-se inserido dentro de uma vasta área da Chapada Diamantina no estado da Bahia (figura 1). Sabidamente, a região é dominada por ocorrências e depósitos secundários diamantíferos, os quais são objetos de exploração descontínua desde o Brasil colônia. As regiões conhecidas tradicionalmente como de exploração de diamantes, nos limites do projeto, se encontram nos municípios e Gentio do Ouro (áreas Santo Inácio e Gameleira) e Barra do Mendes (áreas Vanik, e povoado Minas do espírito Santo, garimpo Canoão), portanto, se constituindo numa região de elevado potencial a exploração, visando à descoberta de intrusões kimberlíticas/lamproíticas. Ainda dentro deste mesmo contexto, são conhecidos 2 (dois) campos (*Clusters*) de kimberlitos, ambos inseridos na Província Kimberlítica da Chapada Diamantina, descobertos e nominados pela empresa de exploração de diamantes De Beers do Brasil Ltda, de cluster SALVADOR (SA-01, SA-02 e SA-03) e cluster CONQUISTA (CON-01, 02, 03, 04, 05 e 06), sendo que os 4 (quatro) últimos corpos do *cluster* CONQUISTA foram aqui, nominados apenas de BOB-01, por tratar-se de uma intrusão única. Uma feição que chama atenção na área, diz respeito ao alinhamento segundo a direção SE-NW existente entre os corpos que se encontram na área, demonstrando seu caráter tectono-controlado, o que leva a sugerir, que toda estrutura posicionada nesta mesma direção se traduz em importante objeto de investigação.

Durante os trabalhos de levantamento geoquímico tradicional e mapeamento geológico regional, 1104 amostras aluvionares foram coletadas visando à obtenção de concentrados de minerais pesados. Os concentrados foram analisados para minerais indicadores de kimberlitos/lamproítos com o intuito do estabelecimento do background regional e indicação de áreas que possam garantir trabalhos adicionais de exploração, buscando-se a descobertas de novos corpos desta natureza nos limites do projeto.

O dados de química mineral do projeto BOB-BA foram gerados através das análises feitas por microsonda eletrônica em 1568 grãos minerais (granada, ilmenita, espinélio e clinopiroxênio) recuperados nos concentrados de minerais pesados obtidos das amostras coletadas nas campanhas de campo. Tabelas contendo os resultados das análises por microsonda eletrônicas e diagramas discriminantes são mostrados junto à descrição e interpretação de cada tipo de mineral estudado.

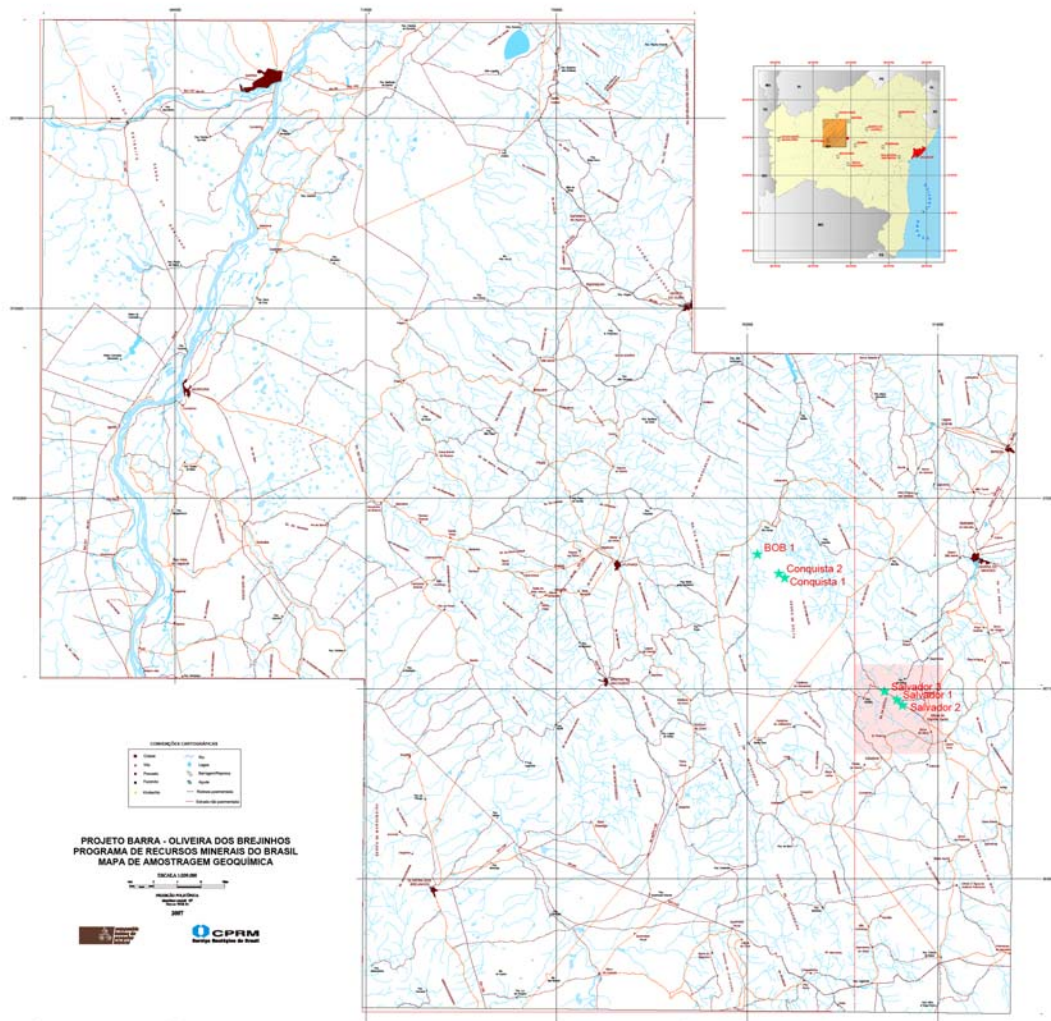


Figura 1 – Mapa de situação da área do Projeto BOB no contexto do Estado da Bahia, Brasil.

2 - OBJETIVOS

O presente trabalho de pesquisa teve como premissa maior, o mapeamento geológico acompanhado de um programa de amostragem aluvionar, visando a recuperação de minerais pesados indicadores de rocha fonte dos diamantes, e que pudessem ser encontrados disperso na rede de drenagem nos limites do projeto. A partir dos grãos minerais recuperados e analisados, fazer uma avaliação da existência ou não de rocha fonte na área, e se existir, qual o seu potencial diamantífero.

3 - MINERAIS INDICADORES DE KIMBERLITOS (MIK)

Os kimberlitos são rochas ígneas exóticas porque contêm uma variedade de espécimes minerais com composições químicas peculiares. Minerais como granada Cr-piropo (cor púrpura, bordas kelifíticas), granada eclogíticas (laranja-vermelha), Cr-diopsídio (verde-pálido a verde esmeralda), Mg-ilmenita (preto, fratura conchoidal) cromita (preto-avermelhado, forma cristalina irregular a octaedral), e olivina (verde-pálido a amarelo) estão ausentes da maioria das outras rochas ígneas, o que faz deles, particularmente, úteis como minerais indicadores de kimberlitos, embora em alguns casos, o diamante seja abundante o suficiente, para ser seu próprio mineral indicador. Nas rochas kimberlíticas estes minerais são mais abundantes do que o diamante, resistindo ao intemperismo, sendo visualmente e quimicamente distintos. Trata-se de minerais recuperados em

sedimentos inconsolidado, tipo cascalhos e areia de fração média a muito grossa, e quaisquer outros materiais aluviais modernos. A presença destes minerais, quando encontrados e confirmados com análise por microsonda eletrônica, pode ser indicativo da presença de corpos kimberlíticos dentro dos domínios daquela bacia hidrográfica, área que está sendo objeto de erosão, produzindo as aluviões ao longo dos canais.

4 - COLETA DAS AMOSTRAS

Durante as etapas de campo realizadas em 2006 e 2007, 588 estações de coleta de amostras aluvionares foram feitas no projeto BOB-BA (figura 2). As amostras foram coletadas no leito principal de sistemas fluviais de bacias importantes, com profundidade de coleta raramente ultrapassando os 50-70 cm abaixo da superfície, sempre em locais propícios à acumulação e concentração de minerais pesados de natureza diversa (foto 1). O volume médio das mostras ficou numa faixa de 100 litros, embora ocasionalmente algumas amostras de controle em grandes bacias tenham sido efetuadas com volume maior (foto 2). A distribuição espacial dos pontos de amostragem em alguns casos foi afetada por falta de acessibilidade e escassez de material a ser amostrado, principalmente em áreas de coberturas arenosas e planícies de inundação, modificando de certa forma, a densidade final de amostragem. De uma maneira geral, cada estação de amostragem produziu duas amostras de pré-concentrado (identificadas como ZA e ZB), totalizando 1104 amostras coletadas, sendo 516 da fração -1mm +0,5mm (peneira -16#) e 588 da fração -0,5mm (peneira -28#). Para cada ponto de coleta, também foram feitas anotações sobre o tipo de exposição, escala de mapa, coordenadas GPS, feições geomorfológicas e informações de geologia local.



Foto 1 – exemplificando condições e material amostrado, tipo cascalhos, com seixos de tamanho variados.



Foto 2 – exemplificando as condições de coleta, manuseio, volume e transporte do material amostrado.

5 – PROCESSAMENTO DAS AMOSTRAS

Ainda no campo, todas as amostras foram tratadas para recuperação dos pré-concentrados, excluindo-se toda parte grossa, tamanho superior a 1 mm. Os pré-concentrados de minerais pesados foram produzidos com peso médio variando de 100 a 500 g, e para tal, usou-se concentração gravimétrica manual em meio úmido feita por pessoal experiente. Usando um conjunto de peneiras (4#, 8#, 16# e 28# mash e bateia, foto 3), inicialmente foi produzido um pré-concentrado da fração -1+0,5 mm (Amostra ZA, foto 4), para em seguida, o material passante desta fração e retido pela bateia, compor o pré-concentrado formado pela granulometria -0,5 mm (Amostra ZB).



Foto 3 – mostra um kit ideal para pesquisa, usado para obtenção de pré-concentrado de minerais pesados.



Foto 4 - mostra o pré-concentrado de minerais pesados a ser coletado (círculo), e minerais leves nas bordas.

6 - ANÁLISES DAS AMOSTRAS

As duas frações (ZA e ZB) contendo os pré-concentrados de minerais pesados foram enviadas para o Laboratório de sedimentologia da CPRM em Porto Alegre, onde todas as amostras passam obrigatoriamente por processos de limpeza, seguido de separação magnética (ímãs e separador Frantz, foto 5). Feita a separação magnética, os concentrados de minerais não magnéticos da amostra são levados para separação visual. Usando lupa binocular, os concentrados de minerais pesados são observados e os Minerais Indicadores de Kimberlitos (MIK) são catados e descritos em termos de tamanho, forma, morfologia de superfície, cor e alteração quando presente, foto 6.

Em vista as dificuldades inerentes à disponibilidade de microsonda, os procedimentos analíticos ficaram restritos a um número limitado de grãos. Deste modo, analisou-se apenas um máximo de 10 grãos de cada mineral satélite por amostra, totalizando 80 grãos de granada, 1450 grãos de ilmenita, 21 grãos de Cr-diopsídio e 17 grãos de Cr-espínélio. Após a separação os minerais foram montados e colados em seções com resina epóxi (seções polidas) e remetidas para análises.



Foto 5 - mostrando separador magnético tipo *Frantz* usado nos procedimentos de preparação dos concentrados.



Foto 6 - mostrando analista fazendo uso de lupa binocular para separação e catagem dos minerais de interesse.

As determinações das composições dos elementos maiores dos grãos minerais separados foram executadas por uma microsonda eletrônica modelo CAMECA SX-50 da Universidade de Brasília (UNB). A análise por microsonda se traduz em numa importante ferramenta para fornecer

a composição química do grão mineral, produzindo a certeza se um determinado grão mineral tem sua origem no manto ou na crosta.

Do total de 1568 grãos minerais analisados, apenas 30 grãos foram confirmados como MIK, para tal, foram usando gráficos para análise discriminante de dados. Deste total, raras amostras contêm mais do que uma variedade de mineral indicador e em alguns casos mais do que um grão de cada. A localização das amostras que contêm os referidos grãos está mostrada nas figuras 2, 3, 4, 5.

7 - RESULTADOS QUÍMICOS DOS MINERAIS INDICADORES (MIK)

A interpretação dos resultados de química mineral do projeto BOB-BA para clinopiroxênios (Cr-diopsídios) e Espinélios (cromitas) é bastante complexa sob o ponto de vista regional, pois na área, existe a presença destes minerais com composição química que pode não ser exclusiva de kimberlito ou lamproíto. Por exemplo, os Cr-espinélios pode estar relacionado com intrusões alcalinas (piroxenitos, peridotitos, gabros, basaltos alcalinos) ou mesmo xenólitos do manto, além de outras litologias típicas de províncias alcalinas. Outro dado importante, diz respeito ao fato de que nosso pessoal do laboratório de mineralogia ainda não estar familiarizado e treinado para fazer separação visual de minerais da paragênese crustal daquelas do manto, incorrendo em um número significativo de análises químicas sem qualquer relevância.

A seção seguinte apresenta os resultados de análise por microsonda eletrônica em minerais pesados que foram separados nas amostras do projeto BOB, incluindo planilhas de dados, diagramas discriminantes e discussão sobre os minerais indicadores de kimberlitos ou lamproítos.

7.1 - Granadas

As granadas de origem mantélicas são consideradas como os minerais indicadores mais importantes de kimberlitos e eclogitos, conseqüentemente de diamantes. Estudos recentes envolvendo a classificação de granadas feitas por Schulze (2003) e Grutter et al (2004) tem se mostrado eficiente em fazer a distinção entre granadas de origem crustal daquelas de origem no manto (paragênese peridotítica e eclogítica). Os elementos chaves usados para identificar as granadas derivadas do manto e fazer inferências sobre o potencial de diamante de uma determinada área ou um corpo individual são o Cr, Ca, Mg, Fe, Ti e Na.

No presente trabalho, distintas espécies de granadas estão classificadas de acordo com o método proposto por Grutter et al (2004). O método divide as granadas em 12 categorias distintas (G1 a G12). Dentre estas, apenas as granadas harzburgíticas (G10), Lherzolíticas (G9), piroxeníticas, websteríticas e eclogíticas (G4, G5 e G3) estão associadas com diamantes. As granadas wherlíticas são referidas como G12, as megacrísticas de baixo Cr como G1, e as variedades peridotíticas ricas em Ti são nominadas de G11. As demais granadas que não se enquadram em nenhuma das categorias, incluindo granadas crustais, são referidas como as G0. O esquema de classificação aqui mostrado tem conotação empírica, porém foi testado com um amplo conjunto de dados, demonstrando tratar-se de um método eficiente e robusto.

Os resultados das análises por microsonda feitas nas granadas separadas visualmente e sua classificação usando o método proposto por Grutter et al (2004) são exibidos na tabela 1. A localização das amostras com as granadas identificadas no levantamento são apresentadas na figura 2. Os 80 grãos de granadas separadas dos concentrados de minerais pesados provenientes das amostras coletadas no BOB foram analisadas por microsonda eletrônica e plotados nos diagramas discriminantes Cr_2O_3 vs CaO e FeO vs TiO_2 . Deste total, os dados químicos apontam existência de 11 grãos de granadas pertencentes a paragênese eclogítica (G3 e G4), recuperadas de 7 estações de amostragem (PB-64, EL-B-76, LL-B-258, 259 e 260, GC-B-13 e GC-B-17). São granadas provenientes de eclogitos do Grupo I (7 granadas) e Grupo II (5 granadas), sendo que aquelas do primeiro grupo têm forte relação com diamante, sendo, portanto, de alto interesse a prospecção, e levam o sufixo "D" quando possuírem concentrações de $Na_2O > 0,07 \%$, semelhante às concentrações encontradas em granadas eclogíticas que ocorrem como inclusões em diamantes. Os

dados químicos para as demais granadas analisadas se enquadram dentro da classificação da paragênese crustal (G0), não mostrado na tabela 1.

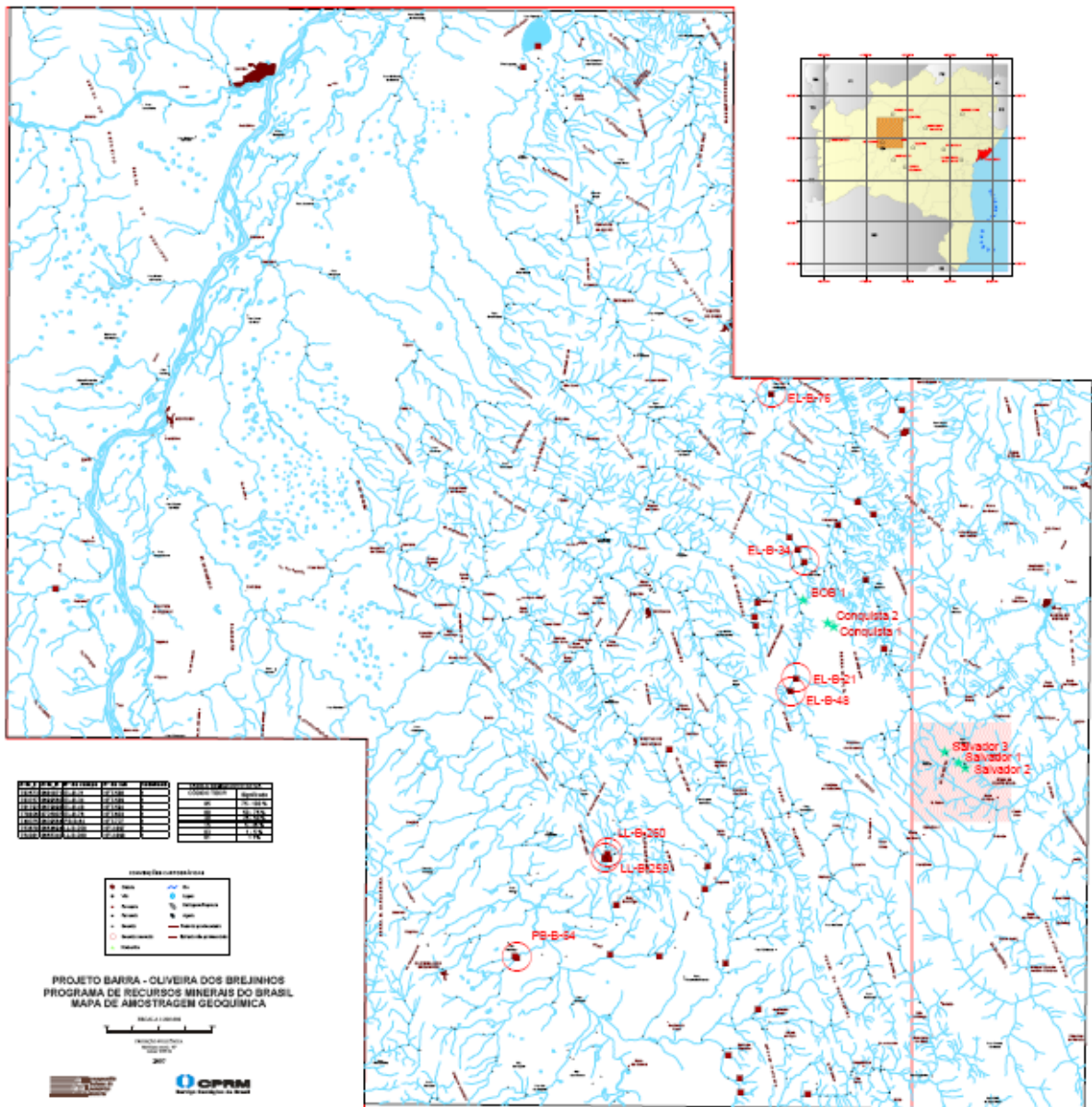


Figura 2 – Quadrados em vermelho diz respeito a amostras com granadas, aquelas identificadas com círculos são ditas de alto interesse a prospecção para diamante.

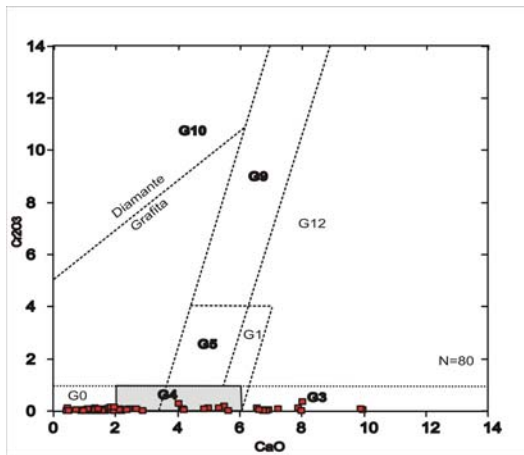


Figura 3 - Plote CaO vs Cr₂O₃ para granadas recuperadas em amostras do BOB (baseado em Gurney e Moore 1994; Grutter et al., 2004).

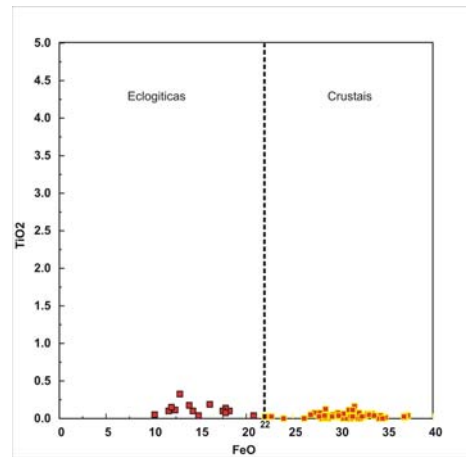


Figura 4 - Plote FeO vs TiO₂ para granadas do BOB (baseado em Daniel Schulze, 2003).

Tabela 1 – Resultados analíticos para granadas

Amostra	PB64	ELB76	LLB258	LLB258	LLB259	LLB259	LLB259	LLB260	LLB260	GCB13	GCB17
Na2O	0,42	0,00	0,21	0,00	0,33	0,28	0,00	0,07	0,00	0,15	0,24
SiO2	36,73	35,90	37,82	37,58	36,58	35,98	36,95	37,22	37,28	36,59	36,94
Al2O3	20,34	20,75	21,63	21,79	21,57	19,92	21,27	21,21	21,35	21,42	21,79
MgO	3,65	4,07	7,78	7,85	4,19	3,00	4,09	3,71	3,23	3,33	6,00
K2O	0,00	0,01	0,00	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,03	0,03	0,01
CaO	5,62	2,71	2,22	2,04	4,21	8,22	8,08	5,45	7,42	6,95	2,20
TiO2	0,17	0,04	0,00	0,04	0,10	0,19	0,07	0,09	0,14	0,03	0,00
FeO	13,96	14,93	28,87	29,93	14,39	16,14	27,91	11,75	12,08	28,44	24,01
MnO	17,66	19,33	0,53	0,56	17,62	12,27	1,17	20,07	18,75	3,06	8,43
Cr2O3	0,17	0,04	0,00	0,02	0,05	0,32	0,07	0,10	0,06	0,02	0,05
NiO	0,05	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,03	0,09	0,03
Fe2O3	1,31	0,09	0,15	0,00	0,00	0,93	0,22	0,05	0,06	0,00	0,00
TOTAL	100,09	97,87	99,22	99,84	99,04	97,26	99,82	99,71	100,42	100,10	99,70
Na	0,129	0,000	0,063	0,000	0,103	0,087	0,000	0,021	0,000	0,048	0,073
Si	5,880	5,880	5,939	5,888	5,871	5,901	5,872	5,935	5,908	5,850	5,862
Al	3,838	4,005	4,003	4,024	4,080	3,851	3,983	3,986	3,988	4,036	4,075
Mg	0,871	0,993	1,822	1,834	1,003	0,734	0,969	0,882	0,763	0,793	1,419
K	0,000	0,002	0,001	0,005	0,001	0,003	0,000	0,000	0,005	0,005	0,003
Ca	0,964	0,475	0,374	0,343	0,724	1,444	1,375	0,930	1,259	1,191	0,373
Ti	0,021	0,004	0,000	0,004	0,012	0,023	0,009	0,011	0,016	0,003	0,000
Fe	1,869	2,045	3,792	3,921	1,932	2,213	3,709	1,567	1,601	3,802	3,187
Mn	2,395	2,682	0,071	0,074	2,395	1,704	0,157	2,711	2,516	0,414	1,133
Cr	0,022	0,005	0,000	0,002	0,007	0,041	0,009	0,013	0,008	0,002	0,006
Ni	0,007	0,002	0,000	0,001	0,000	0,001	0,000	0,000	0,003	0,011	0,003
Fe3+ cátionsc/24O	0,158	0,011	0,018	0,000	0,000	0,114	0,026	0,005	0,007	0,000	0,000
UV	0,538	0,124	0,000	0,059	0,163	1,016	0,220	0,314	0,195	0,049	0,155
AD	4,200	0,342	0,437	0,066	0,178	3,157	0,760	0,301	0,414	0,046	0,000
GR	10,899	7,167	5,733	5,389	11,515	19,351	21,096	14,568	19,770	19,085	5,951
PY	14,315	16,038	30,074	29,723	16,588	12,070	15,613	14,493	12,449	12,789	23,215
SP	39,350	43,310	1,172	1,199	39,608	28,020	2,528	44,558	41,049	6,682	18,544
AL	30,698	33,019	62,585	63,564	31,949	36,386	59,783	25,767	26,123	61,347	52,136
Clas.Grütter 2004	G4D	G4	G4D	G4	G4D	G3D	G3	G4	G3	G3D	G4D
Clas.Schulze 2003	Eclogito Grupo I (C)	Crustal	Crustal	Crustal	Eclogito Grupo I (C)	Eclogito Grupo I (C)	Crustal	Eclogito Grupo II (C)	Eclogito Grupo II (C)	Crustal	Crustal

7.2 - Ilmenitas

A ilmenita rica em Mg (picro-ilmenita) é um dos minerais mais usados como indicador de kimberlito. Trata-se de um membro comum da suíte megacrística, tendo como principais elementos o Ti, Mg, Cr, Mn e Fe e, em geral usados para distinguir ilmenitas kimberlíticas daquelas não kimberlíticas (Wyatt et al, 2004). Os 1450 grãos de ilmenitas separados e analisados, são mostrados na tabela 2. O diagrama discriminante TiO_2 vs MgO (figura 6), mostra vários resultados, sendo que apenas 2 de grãos de ilmenitas plotam dentro do campo de referencia de kimberlito. Um outro plote que relaciona Cr_2O_3 vs MgO mostrado na figura 7, também sugere que os mesmos grãos identificados na figura anterior estão associados com kimberlitos. Como referência são mostrados na figura 7 o campo definido para ilmenitas kimberlíticas típicas Australianas, Sul Africanas e Norte Americanas (on- e off- craton, dados de Wyatt *et al.* (2004)).

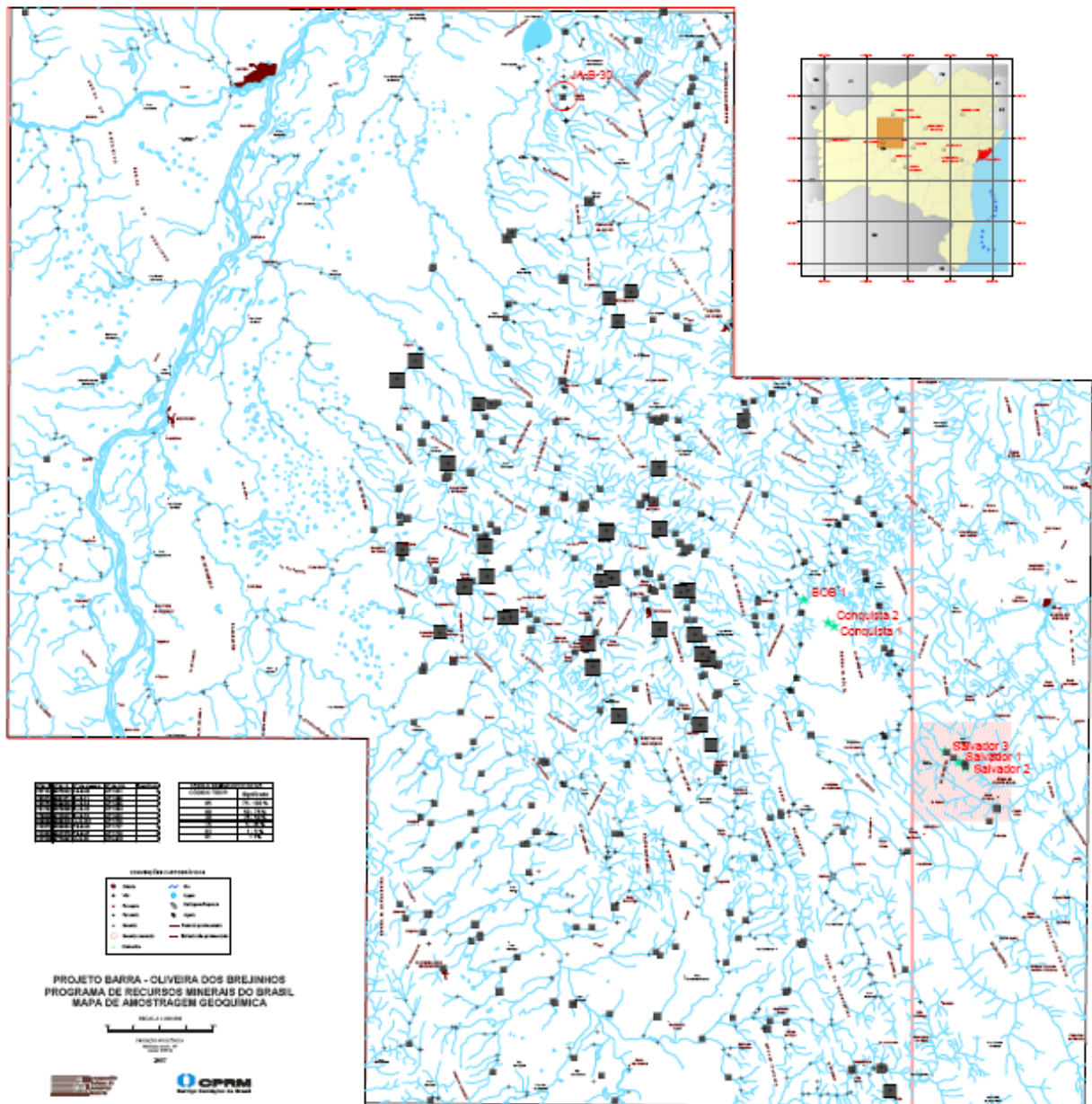


Figura 5 - Quadrados em cinza exibem amostras contendo ilmenitas; aquelas com círculos são consideradas de alto interesse a prospecção para diamante.

7.3 - Espinélios

De modo semelhante ao Cr-diopsídio, a distinção dos espinélios relacionados a kimberlitos daqueles derivados de outras fontes não é tarefa fácil. Os espinélios são encontrados numa variedade de ambientes, incluindo intrusões acamadadas, ofiolitos, xenólitos em basaltos alcalinos, entre outros. Dos 17 grãos de Cr-espinélios (cromitas) separados dos concentrados, (10 grãos na mostra LL-132, 02 grãos na mostra LL-08, 02 grãos na mostra JA-B-01, 03 grãos na mostra JA-B-02) pelo menos 04 deles, são considerados MIK de alto interesse, tomando como base a sua composição química (figura 8). Estes grãos de cromita consistem principalmente de Al_2O_3 (8,0 a 27,0 %), Cr_2O_3 (28,0 a 64,0%), FeO (8,0 a 23,0%), e MgO (6,9 a 15,0%). Os constituintes menores são TiO_2 (<5,58%), NiO (<0,38%), e SiO_2 (<0,36%). Todos os grãos analisados se alinham segundo o trend peridotítico (figura 9). Dois grãos de cromita (amostra LL-132) têm alto conteúdo de cromo (>62% Cr_2O_3) com apropriado conteúdo de MgO , plotando no campo composicional das cromitas encontradas como inclusões em diamantes. O diagrama TiO_2 vs. $100Cr/(Cr+Al)$ mostrado na figura 10 reforça esta hipótese, pois a maior parte das cromitas plotam dentro do campo granada peridotito e pelo menos 2 grãos (LL-132) tem composição > 60%, compatível com cromitas encontradas como inclusão em diamantes. Em se tratando exclusivamente das Mg-cromitas recuperadas da amostra LL-B-132, um fato importante de ser mencionado é que aquela amostra fica localizada sobre a intrusão kimberlítica Salvador-01, portanto, trata-se de grãos desgarrado desta intrusão, conseqüentemente apresenta origem no manto.

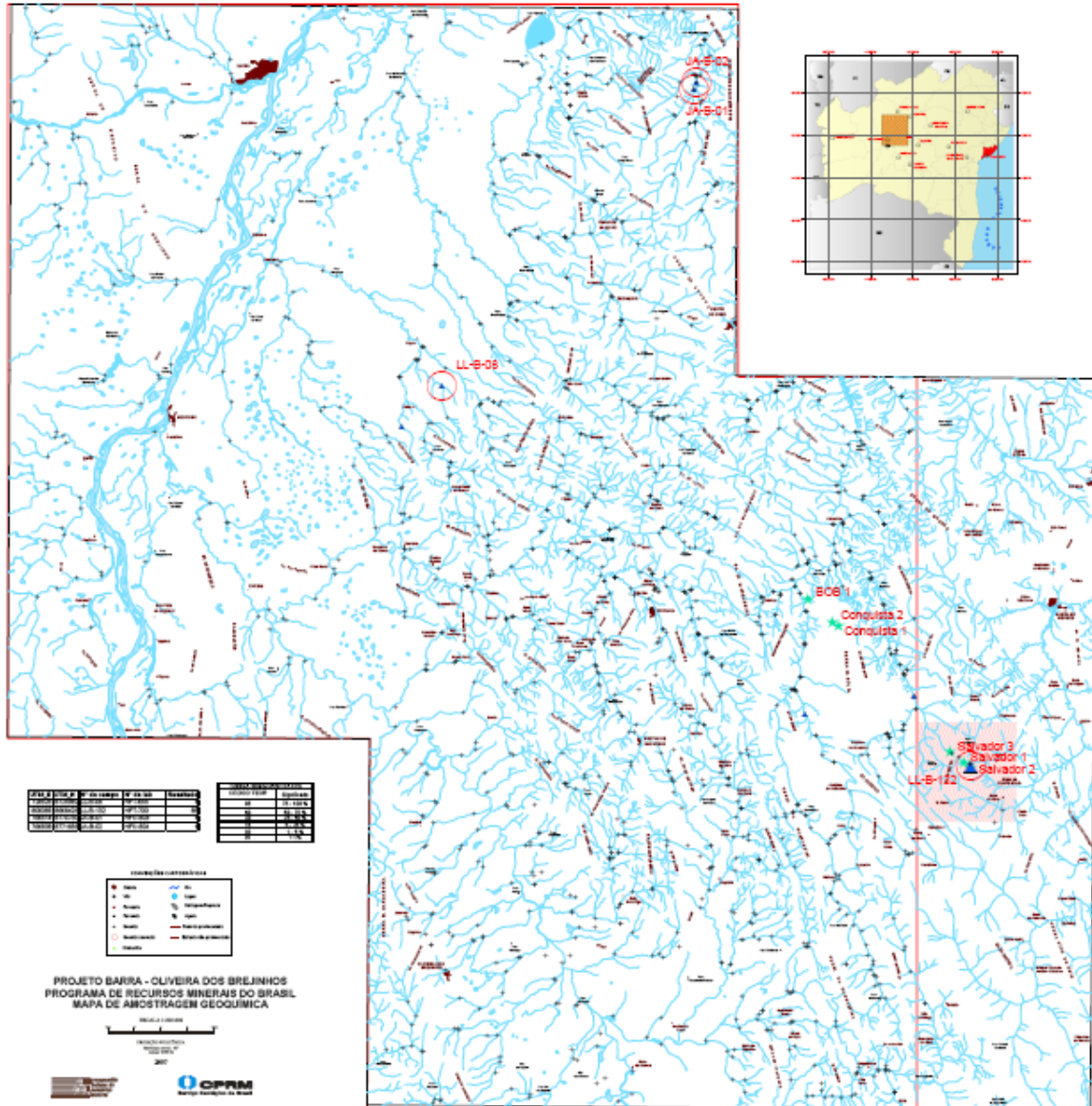


Figura 8 - Triângulos em azul são amostras contendo espinélios (cromitas), aquelas circuladas são consideradas de alto interesse a prospecção.

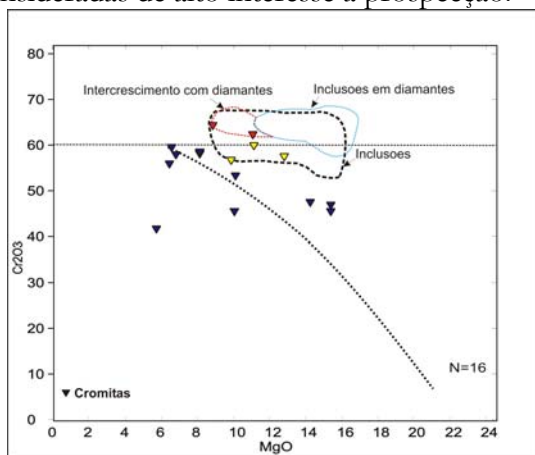


Figura 9 – Plote Cr_2O_3 vs. MgO para Mg-cromitas dos concentrados de minerais pesados do BOB.

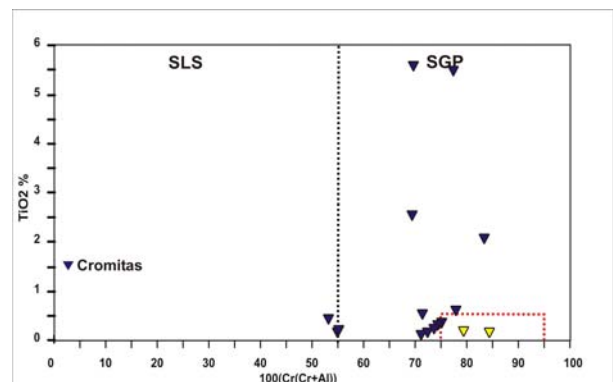


Figura 10 – Plote TiO_2 vs. $100Cr/(Cr+Al)$ para Mg-cromitas do BOB (SLS-espinélio de espinélio peridotito e SGP-espinélio de granada peridotito).

Tabela – 3: Resultados analíticos para cromitas

Amostra	LL08	LL08	LL132	LL132	LL132	LL132	LL132	LL132	LL132	LL132	LL132	LL132	JAB01	JAB01	JAB02	JAB02	JAB02
SiO2	0,17	0,26	0,36	0,11	0,10	0,13	0,14	0,09	0,15	0,11	0,06	0,09	0,00	0,01	0,00	0,31	0,00
Al2O3	10,70	13,17	14,15	1,55	25,77	12,17	7,85	26,78	7,85	11,30	15,45	25,23	12,76	13,33	14,30	10,83	13,83
MgO	11,04	10,00	10,06	0,18	14,25	5,67	8,85	15,34	6,53	11,12	12,79	15,33	8,10	8,12	9,85	6,40	6,80
TiO2	0,15	5,58	0,50	24,88	0,14	2,53	0,13	0,41	2,05	0,57	0,07	0,17	0,33	0,28	0,12	5,47	0,21
FeO	14,70	22,84	18,33	7,59	12,47	23,10	16,52	11,98	21,93	15,26	14,15	11,96	19,06	16,71	18,50	18,47	19,34
Cr2O3	62,10	45,29	53,03	27,75	47,15	41,40	64,08	45,26	59,21	59,69	57,24	46,67	57,73	58,30	56,49	55,55	57,55
CaO	0,00	0,02	0,00	0,02	0,00	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02	0,00	0,02	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01
MnO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fe2O3	0,00	0,00	0,70	0,00	0,00	1,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
NiO	0,10	0,38	0,20	0,00	0,17	0,07	0,01	0,02	0,08	0,14	0,10	0,20	0,09	0,00	0,06	0,12	0,10
V	0,44	0,00	0,18	0,00	0,17	0,00	0,25	0,22	0,14	0,34	0,36	0,24	0,12	0,21	0,16	0,17	0,16
ZnO	0,10	0,00	0,01	1,68	0,17	0,02	0,71	0,00	0,00	0,16	0,00	0,12	0,00	0,08	0,14	0,09	0,03
TOTAL	99,50	97,53	97,51	63,76	100,37	86,23	98,54	100,10	97,94	98,70	100,22	100,01	98,18	97,04	99,62	97,40	98,01
Si	0,04	0,07	0,09	0,04	0,02	0,04	0,04	0,02	0,04	0,03	0,02	0,02	0,00	0,00	0,00	0,08	0,00
Al	3,29	4,13	4,41	0,72	7,25	4,42	2,50	7,48	2,55	3,50	4,59	7,11	4,02	4,20	4,38	3,42	4,36
Mg	4,29	3,97	3,97	0,10	5,07	2,61	3,57	5,42	2,69	4,35	4,80	5,46	3,22	3,24	3,82	2,56	2,71
Ti	0,03	1,12	0,10	7,38	0,02	0,59	0,03	0,07	0,43	0,11	0,01	0,03	0,07	0,06	0,02	1,10	0,04
Fe	3,21	5,08	4,06	2,50	2,49	5,95	3,74	2,37	5,07	3,35	2,98	2,39	4,26	3,74	4,03	4,14	4,33
Cr	12,80	9,53	11,09	8,65	8,90	10,09	13,71	8,48	12,93	12,38	11,40	8,82	12,19	12,33	11,62	11,78	12,17
Ca	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mn	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ni	0,02	0,08	0,04	0,00	0,03	0,02	0,00	0,00	0,02	0,03	0,02	0,04	0,02	0,00	0,01	0,03	0,02
Zn	0,02	0,00	0,00	0,49	0,03	0,00	0,14	0,00	0,00	0,03	0,00	0,02	0,00	0,02	0,03	0,02	0,01
V	0,08	0,00	0,03	0,00	0,03	0,00	0,04	0,03	0,03	0,06	0,06	0,04	0,02	0,04	0,03	0,03	0,03
Fe3+	0,00	0,00	0,14	0,00	0,00	0,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CÁTIONS(32 O)	23,77	23,98	23,94	19,90	23,84	23,99	23,77	23,88	23,75	23,83	23,89	23,93	23,80	23,62	23,94	23,17	23,65
Cr(Cr+Al)	79,56	69,77	71,54	92,31	55,10	69,53	84,56	53,13	83,51	77,98	71,32	55,37	75,22	74,58	72,60	77,48	73,63

7.4 - Clinopiroxênios

Os clinopiroxênio são cristais verde a verde claros contendo acima de 0,5% de Cr (Cr-diopsídio). Tipicamente são fáceis de serem identificados visualmente em concentrados de minerais pesados, podendo ou não estar associados com diamantes. Por este motivo é considerado um mineral indicador de kimberlitos. O complicador é que, clinopiroxênios com características similares àquelas encontradas em rochas kimberlíticas também estão presentes em uma variedade de rochas ultramáficas, tal como, intrusões acamadadas, ofiolitos e xenólitos hospedados em basaltos. Conseqüentemente, análises por microsonda são requeridas para diferenciar grãos de Cpx relacionados a kimberlitos daqueles associados com outras litologias, e por isso, é considerado um MIK menos significativo do que a granada, ilmenita e espinélio. A composição química de 20 grãos de possíveis Cr-diopsídios recuperados de amostras distintas e que foram separados visualmente dos concentrados (figura 11), apenas sete caem dentro do campo indicador de kimberlito, trata-se de grãos com o número de Mg # ($100\text{Mg}/(\text{Mg}+\text{Fe})$) variando de 93.10 a 95.70, (tabela 4). Os estudos sugerem que grãos de Cr-diopsídio com $\text{Mg}\# > 88$ (Quirt, D.H., 2004) comumente estão relacionados a manto peridotítico, particularmente se o conteúdo de Cr_2O_3 for $> 0,5\%$, a exemplo dos grãos aqui analisados).

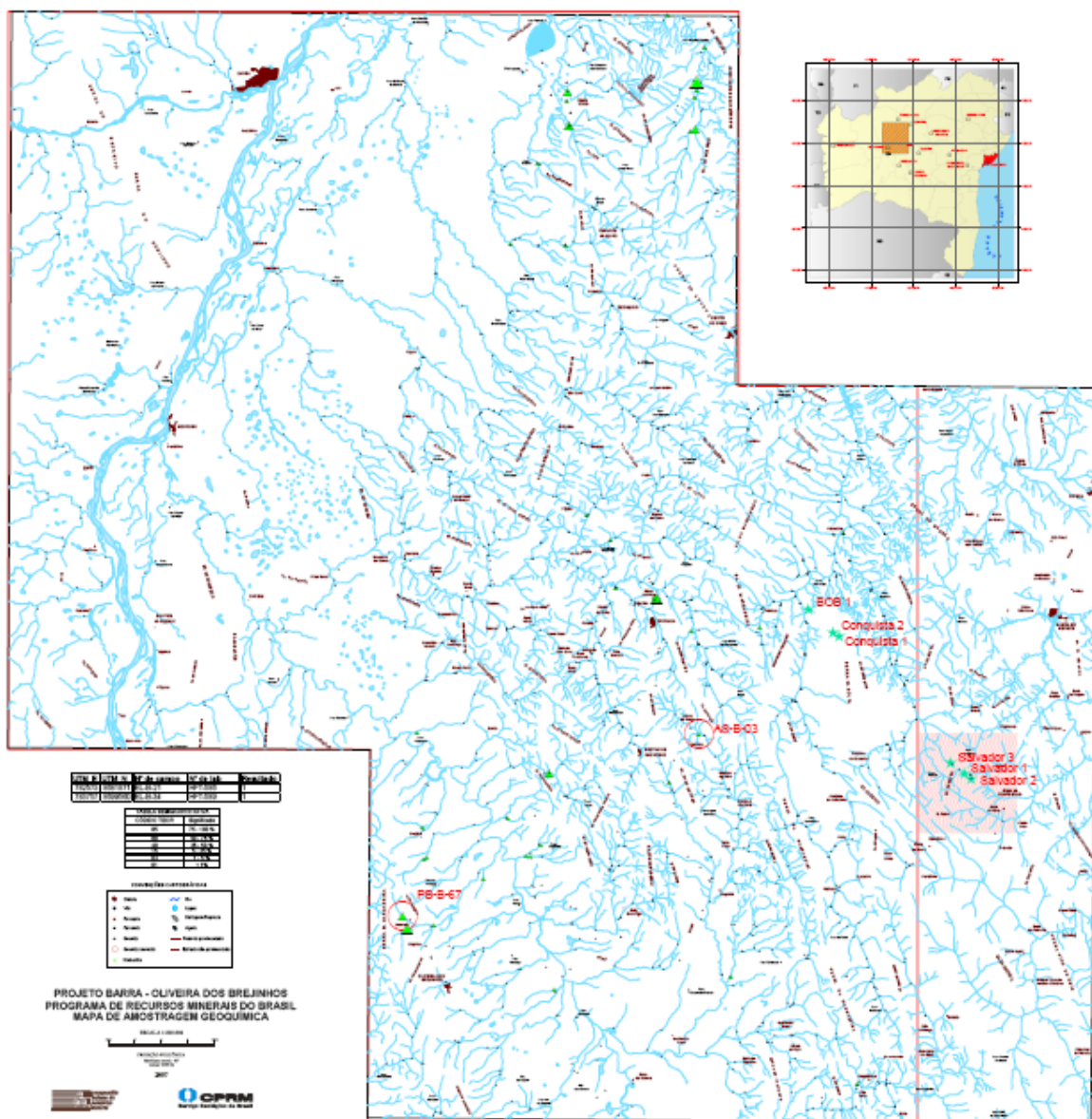


Figura 11 - Triângulos em verde são amostras contendo Cr-diopsídios, aquelas com círculos são consideradas de interesse a prospecção.

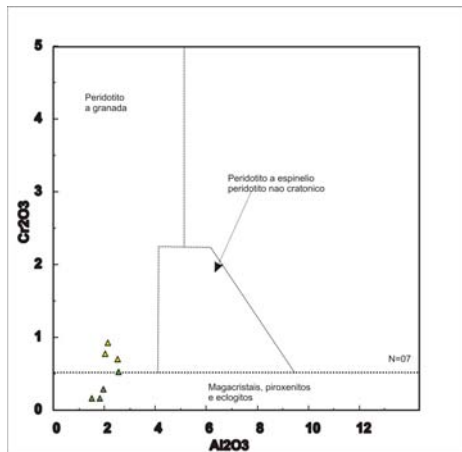


Figura 12 - Diagrama discriminante para Cr-diopsídio do BOB; (a) Cr_2O_3 - Al_2O_3 (Ramsey e Tompkins, 1994).

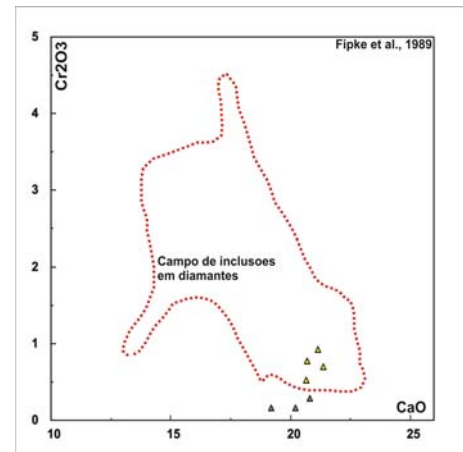


Figura 13 - Diagrama discriminante para Cr-diopsídio do BOB; Cr_2O_3 -CaO (Fipke *et al.*, 1998).

O diagrama discriminante Cr_2O_3 - Al_2O_3 de Ramsey e Tompkins (1994) mostrado na figure 12 e o diagrama Cr_2O_3 -CaO de Fipke *et al.* (1989) mostrado na figure 13, foram usados para refino adicional desta interpretação. A maioria dos Cr-diopsídios encontrados como inclusões ou intercrescidos com diamantes, plotam dentro do campo granada peridotito ‘on-craton’, figura 12, contudo, aqueles que plotam no campo espinélio-granada peridotito “off craton” também podem ser recuperados de concentrados de kimberlito. O diagrama Cr_2O_3 -CaO da figure 13, mostra o campo que representa a composição de Cpx encontrados como inclusões em diamantes. Os três diopsídios separados e analisados aqui (PB-67), quando plotados neste diagrama caem no limite do campo representativo de Cr-diopsídio encontrado como inclusões em diamantes, sugerindo certa relação com fonte contendo diamante.

Tabela 4 – Resultados analíticos para diopsídios

Amostra	AS03	PB67	PB67	PB67	PB67	PB67	PB67	PB79	PB80	PB80	PB80	PB88	PB88	PB88	VBZ154	LLB244	LLB244	GCB23	GCB50	PBB40	PBB08
SiO2	52,02	52,29	51,82	51,21	51,90	51,19	51,19	36,20	35,98	35,87	36,00	35,87	35,37	35,95	36,67	36,38	36,78	36,17	36,57	36,95	36,89
Al2O3	1,52	2,15	1,99	2,56	2,03	2,52	1,83	62,31	60,25	62,88	61,20	61,40	60,45	62,12	59,60	60,75	60,09	58,87	60,48	60,77	61,13
TiO2	0,36	0,21	0,29	0,37	0,24	0,31	0,56	0,00	0,00	0,03	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,02	0,02	0,01	0,03	0,03
FeO	7,96	5,17	3,41	4,33	3,29	4,90	8,73	0,84	0,81	0,66	0,64	0,95	0,89	0,75	0,77	0,67	0,83	0,65	0,76	1,05	0,77
MgO	15,16	16,46	16,27	16,00	16,33	15,70	15,17	0,01	0,00	0,00	0,01	0,05	0,02	0,02	0,03	0,03	0,00	0,00	0,00	0,02	0,03
MnO	0,19	0,13	0,19	0,13	0,05	0,15	0,23	0,89	2,96	0,33	1,68	1,42	2,17	1,05	2,86	2,06	2,39	4,12	2,33	2,87	2,00
Cr2O3	0,15	0,92	0,28	0,52	0,76	0,69	0,16	0,01	0,00	0,00	0,00	0,04	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03
CaO	20,23	21,16	20,81	20,67	20,71	21,37	19,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,03	0,00	0,03	0,00	0,00	0,01
Na2O	0,31	0,15	0,64	0,46	0,70	0,21	0,22	0,08	0,00	0,03	0,00	0,03	0,08	0,11	0,07	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,13
K2O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
NiO	0,01	0,05	0,01	0,00	0,04	0,07	0,07	0,00	0,00	0,05	0,06	0,00	0,00	0,03	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00	0,05	0,05
Fe2O3	0,50	0,00	4,03	2,36	2,52	0,76	0,41	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL	98,41	98,70	99,74	98,61	98,57	97,89	97,79	100,35	100,00	99,85	99,62	99,76	99,03	100,02	100,05	100,01	100,10	99,86	100,15	101,77	101,07
Na	0,02	0,01	0,05	0,03	0,05	0,02	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
K	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Si	1,96	1,94	1,91	1,91	1,93	1,92	1,94	1,18	1,19	1,17	1,19	1,18	1,18	1,18	1,21	1,20	1,21	1,20	1,20	1,20	1,20
Al	0,07	0,09	0,09	0,11	0,09	0,11	0,08	2,39	2,35	2,42	2,38	2,38	2,37	2,40	2,32	2,35	2,33	2,31	2,34	2,33	2,34
Mg	0,85	0,91	0,89	0,89	0,90	0,88	0,86	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ca	0,82	0,84	0,82	0,83	0,82	0,86	0,78	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ti	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fe	0,25	0,16	0,11	0,14	0,10	0,15	0,28	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02
Mn	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,03	0,08	0,01	0,05	0,04	0,06	0,03	0,08	0,06	0,07	0,12	0,07	0,08	0,06
Ni	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cr	0,01	0,03	0,01	0,02	0,02	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fe3+	0,01	0,00	0,11	0,07	0,07	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CÁTIONS (6 O)	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	3,63	3,64	3,62	3,63	3,63	3,64	3,63	3,63	3,63	3,63	3,64	3,63	3,64	3,63
WO	42,42	43,90	44,99	44,54	45,00	45,31	40,62	0,17	0,00	0,00	0,00	0,96	0,00	0,00	1,39	0,00	0,79	0,00	0,00	0,63	0,63
EN	44,24	47,51	48,93	47,96	49,35	46,32	44,61	1,16	0,00	0,00	0,99	3,34	1,04	1,44	1,35	1,65	0,00	0,00	0,00	0,99	1,61
FS	13,33	8,59	6,08	7,51	5,66	8,37	14,77	98,67	100,00	100,00	99,01	96,66	98,00	98,56	98,65	96,95	100,00	99,21	100,00	99,01	97,76

8 - CONCLUSÕES

Os resultados do estudo buscando a identificação de minerais indicadores de kimberlito e diamante, em conjunto com o levantamento geológico do Barra-Oliveira dos Brejinhos-BOB, aliado as condições geológicas, sugerem que a área objeto do presente estudo tem potencial a possuir kimberlitos-lamproítos contendo diamantes ainda não descobertos. A presença de mineral indicador tipo granadas eclogíticas, Mg-cromitas (espinélio cromífero) e picro-ilmenitas (Mg-ilmenitas) dentro da área, suportam esta hipótese.

Outra possibilidade que não pode ser descartada é que, alguns dos minerais indicadores localizados dispersos nos sedimentos fluviais pode ter sido derivado de retrabalhamento de rochas sedimentares das unidades geológicas aflorantes na área, por exemplo (possíveis conglomerados diamantíferos da Formação Tombador), melhor do que de intrusões kimberlíticas ou lamproíticas diretamente. Particularmente, em se tratando da Mg-cromitas (Cr-espinélio), é um mineral resistente aos processos de alteração e abrasão induzida pelo transporte; um mineral que é relativamente inerte a reciclagem, e neste caso, pode resistir a vários ciclos de retrabalhamento no ambiente secundário.

Grande parte das granadas analisadas, principalmente aquelas da paragênese eclogítica tipo G3 e G4, encontradas no presente estudo (PB-64, EL-B-76, LL-B-258, 259 e 260, GC-B-13 e GC-B-17), vem de amostras fluviais que estão localizadas em regiões sem qualquer influencia das intrusões já conhecidas nos limites do projeto, portanto se traduzindo em alvos a serem objetos de verificação em trabalhos futuros. Os dados geoquímicos sugerem que estas granadas estão associadas com diamantes, visto que algumas delas apresentam assinaturas compatíveis com aquela de granadas eclogíticas encontradas como inclusões em diamantes, motivo pelo qual em sua classificação (Grütter, 2004) levam o sufixo “D”.

Os dois espinélio de mais alto conteúdo de cromo, portanto, de mais alto interesse, foram coletados sobre a intrusão denominada de Salvador-01 (LL-132), e neste caso, aquela intrusão é forte candidata a ser sua fonte. Outros grãos de Mg-cromitas (LL-08, JA-B-01, JA-B-02) com elevadas concentrações de cromo (~60%) não estão relacionados a qualquer intrusão conhecida, portanto, se traduzindo em alvos potenciais para ser investigado em trabalhos futuros.

Pelo menos três grãos de clinopiroxênio (Cr-diopsídio) obtidos na amostras PB-67 e analisados no presente estudo aponta para uma fonte mantélica, podendo os mesmo estarem associados com kimberlitos ou não, neste caso, pode ser objeto de investigação adicional para a área.

Outros minerais pesados de interesse econômico também foram encontrados nos concentrados de minerais pesados do Projeto BOB (planilha com resultados mineralógicos do Projeto), a exemplo de áreas anômalas em ouro, cassiterita, anatázio, xenotímio, entre outros minerais resistentes importantes como farejadores de intrusões alcalinas. Neste contexto, abre-se, portanto, um leque de possibilidades de investigação e estudos adicionais.

Um programa envolvendo Follow-up geoquímico (aluvionar) e geofísica de terreno, em escala de semidetalhe, deve ser realizado sobre as amostras anômalas identificadas neste trabalho de pesquisa. As anomalias se referem aos de minerais indicadores de rocha fonte dos diamantes (kimberlitos/lamproítos/eclogitos), além de outros de interesse econômicos que foram encontrados nas amostras aluvionares coletadas no Projeto BOB durante o levantamento geológico e geoquímico.

9 - BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

Fipke, C.E., Gurney, J.J., Moore, R.O., and Nassichuk, W.W. (1989): The development of advanced technology to distinguish between diamondiferous and barren diatremes, *Geological Survey of Canada*, Open File 2124, 1175 pages.

Grütter, H.S., Gurney, J.J., Menzies, A.H. and Winter, F. (2004): An updated classification scheme for mantle-derived garnet, for use by diamond explorers; *Lithos*, 77, pages 841-857.

Gurney, J.J and Moore R.O. (1994): Geochemical correlation between kimberlitic indicator minerals and diamonds as applied to exploration; *in* 5th International Kimberlite Conference, Araxá, Brazil, *Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM*, 1, page 125.

Quirt, D.H. (2004): Cr-diopside (clinopyroxene) as a kimberlite indicator mineral for diamond exploration in glaciated terrains; *in* Summary of Investigations 2004, Volume 2, *Saskatchewan Geological Survey*, Sask. Industry Resources, Misc. Rep. 2004-4.2, CD-ROM, Paper A-10, 14 pages.

Ramsey, R.R. and Tompkins, L.A. (1994): The geology, heavy mineral concentrate mineralogy, and diamond prospectivity of Boa Esperança and Cana Verde pipes, Corrego D'anta, Minas Gerais, Brazil; *in* Kimberlites, Related Rocks and Mantle Xenoliths, Proceedings of the 5th International Kimberlite Conference, *Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais-CPRM*, 2, pages 329-345.

Schulze, D. J. (2003): A classification scheme for mantle-derived garnets in kimberlite: a tool for investigating the mantle and exploring for diamonds, *Lithos*, 71, pages 195-213.

Wyatt, B.A., Baumgartner, M., Ancar, E. and Grütter, H. (2004): Compositional classification of "kimberlitic" and "non-kimberlitic" ilmenite; *Lithos*, 77, pages 819-840.

Haggerty, 1991

Créditos

Os trabalhos de amostragem regional visando a obtenção dos concentrados de minerais pesados foi realizada ao longo dos trabalhos de geoquímica convencional por técnicos prospectores e pelos geólogos;

SIGLA	COLABORADOR	FUNÇÃO
AS	Ademi Santos -	Técnico
EF	Edvaldo Fateicha da Silva -	Técnico
EL	Ercivaldo Manoel Linden	Técnico
CG	Carlos Alberto Góes de Andrade –	Técnico (SUREG-RE)
FC	Francisco das Chagas Pereira -	Técnico
PB	Pedro de Alcântara Braz Filho -	Geólogo
VB	Vânia Passos Borges –	Técnica e (Geóloga)
LL	Lindaura Lucena -	Técnica
JB	João Rocha –	Técnico (SUREG-GO)

O geólogo Adriano Alberto Marques Martins executor a checagem de algumas anomalias geofísicas e coleta de amostras de solo, visando à recuperação de minerais resistentes (concentrados de bateia) em locais com anomalias magnéticas tipo dipolo.

Os técnicos Ademi Santos, João Rocha (SUREG_GO), Vânia Passos e Lindaura Lucena participaram ativamente da campanha de campo adicional para recuperação de minerais pesados em pontos estratégicos do Projeto BOB.

O geólogo Léo Teixeira e Ioná colaboraram na revisão parcial do texto explicativo do Relatório Temático de Prospecção Geoquímica-Parte II, e Lindaura de Lucena Macedo colaborou ativamente na preparação das tabelas e preparação de *shapes* para geração dos mapas mineralógicos do BOB.