

Registro dos primeiros corpos com afinidade kimberlítica na Província Borborema, NE do Brasil

Izaac Cabral Neto¹ (izaac.cabralneto@cprm.gov.br)

Lys Matos Cunha² (lys.cunha@cprm.gov.br)

Francisco Valdir da Silveira² (francisco.silveira@cprm.gov.br)

Felix Nannini³ (felix.nannini@cprm.gov.br)

Roberto Gusmão de Oliveira³ (roberto.gusmao@cprm.gov.br)

Weldom Saraiva de Souza^{1,4} (weldom.souza@cprm.gov.br)

Ana Karoline Bezerra^{1,4} (ana.bezerra@cprm.gov.br)

¹CPRM – Serviço Geológico do Brasil, NANA – Núcleo de Apoio de Natal

²CPRM - Serviço Geológico do Brasil, SEDE - DF

³CPRM – Serviço Geológico do Brasil, Superintendência Regional de Recife

⁴Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Abstract

Discovery and confirmation of the first kimberlitic intrusions in the Borborema Province, NE Brazil.

Two kimberlitic bodies were recognized and studied on northern Rio Grande do Norte state during fieldworks of the Diamond Brazil Project. These intrusions have been named Santa Fé-1 and Santa Fé-2 and are located in the Rio Piranhas-Seridó domain, Borborema Province. The Santa Fé-1 and Santa Fé-2 pipes have areas of 27 ha and 9 ha, respectively, and exhibit a volcanoclastic kimberlite breccia texture containing ilmenite, garnet, spinel and clinopyroxene in abundance. Eclogite garnet contains $\text{Na}_2\text{O} > 0.07$ wt.% and has been classified as G3"D" and G4"D". According to ground magnetic and gravity survey data, these kimberlitic intrusions are cylindrical bodies, magnetically stratified and discordantly hosted into highly magnetic and dense rocks, which correspond to granodioritic and tonalitic orthogneisses and migmatites of the Arabia Complex (2546 ± 4.2 Ma, SHRIMP U-Pb zircon). The recognition of kimberlitic pipes with expressive dimensions in a previously not prospective setting opens new horizons to exploration of primary sources for diamonds in the Borborema Province and especially in the Rio Grande do Norte state.

Keywords: Discovery, Kimberlite, Borborema Province, Diamond Brazil Project.

Palavras-chave: Descoberta, Kimberlito, Província Borborema, Projeto Diamante Brasil.

INTRODUÇÃO

Trabalhos de campo do Projeto Diamante Brasil - o qual está inserido no Programa Geologia do Brasil, dentro da Ação Avaliação dos Recursos Minerais do Brasil, ligado ao Programa de Aceleração do Crescimento 2 (PAC 2), em desenvolvimento pelo Departamento de Recursos Minerais (DEREM) da CPRM - resultaram na descoberta de uma intru-

são de afinidade kimberlítica e na confirmação de outra no Sítio Santa Fé, município de Pedro Avelino, localizado na porção central do estado do Rio Grande do Norte (Figura 1).

Os corpos de afinidade kimberlítica (daqui em diante, corpos kimberlíticos) ora denominados Santa Fé-1 e Santa Fé-2 estão inseridos na folha Lajes (SB.24-X-D-VI) e possuem coordenadas UTM 796226 m E / 9380706 m S e 795662 m E / 9385226 m S,

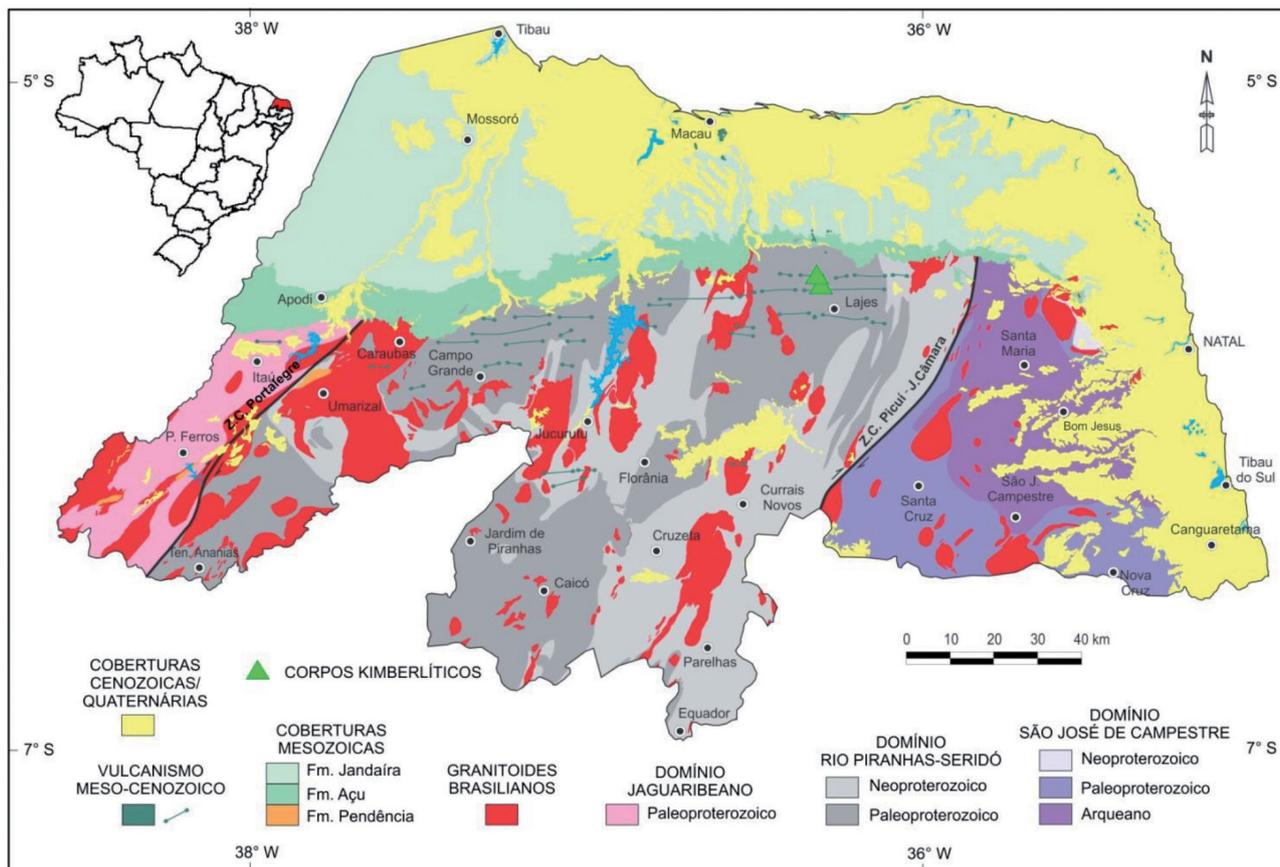


Figura 1 - Mapa geológico simplificado do estado do Rio Grande do Norte (MEDEIROS et al. 2010) com localização das intrusões kimberlíticas.

respectivamente, *Datum* WGS-84, zona 24 S. A localização do corpo Santa Fé-1 confirmou a hipótese do "diatrema de Santa Fé" levantada por Silveira (2006) que, embora não tenha abordado diretamente a rocha kimberlítica, reconheceu minerais indicadores de kimberlitos associados com xenólitos peridotíticos e eclogíticos na área de influência desta intrusão. A intrusão Santa Fé-2 corresponde a um corpo nunca antes relatado.

CONTEXTO TECTÔNICO-GEOLÓGICO

As intrusões Santa Fé-1 e 2 estão inseridas no domínio Rio Piranhas-Seridó (DPS) (ANGELIM et al., 2006; MEDEIROS; NASCIMENTO; SOUZA, 2010) da Província Borborema (ALMEIDA et al., 1977), próximo à borda centro-sul da bacia Potiguar (Figura 1). O DPS é constituído predominantemente por um embasamento gnáissico-migmatítico paleoproterozoico (complexos Arábia, Caicó e Santa Cruz) e por rochas supracrustais neoproterozoicas (Faixa Seridó). A sequência é intrudida por granitoides brasiliaños. Vulcanismos meso-cenozoicos ocorrem regionalmente em três eventos distintos: Ceará-Mirim, com idade de 132 ± 1 Ma, Serra do Cuó, de $93,1 \pm 0,8$ Ma, ambos datados pelo método $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ em plagioclásio (SOUZA et al., 2003), e Macau, com idades $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ distribuídas entre 70 e 65 Ma e entre 9-6 Ma (SOUZA et al., 2003; SILVEIRA, 2006; PESSOA NETO et al., 2007).

Os corpos Santa Fé-1 e 2 estão encaixados em ortognaisses e migmatitos granodioríticos a tonalíticos do Complexo Arábia ($2456 \pm 4,2$ Ma, U-Pb SHRIMP em zircão, COSTA; DANTAS, 2014), e soto-postos a olivina basaltos da Formação Macau (Figura 2). Isócrona Sm-Nd em granada e rocha total revelou idade de $69,7 \pm 8,6$ Ma, contemporânea ao magmatismo Macau (SILVEIRA, 2006).

DESCRIÇÃO DAS INTRUSÕES

As intrusões kimberlíticas Santa Fé-1 e 2 são subaflorantes (< 0,5 m de profundidade), na forma de pipe, com relevo negativo gerando lagoas semi-circulares com dimensões de 27 ha e 9 ha, respectivamente. O corpo Santa Fé-2, particularmente, apresenta solo residual de cor marrom-avermelhado com concentração anômala de vegetação do tipo pinhão-bravo.

Ambos os corpos são semelhantes em composição e textura, sendo descritos como brecha kimberlítica vulcanoclástica (fácies cratera), de cor verde amarronzado a esbranquiçado e com elevado grau de intemperismo. A distintiva textura inequigranular é caracterizada por uma assembleia de macrocristais (> 1 mm) de olivina, cromita, granada piropo, picroilmenita e Cr-diopsídio dispostos em uma matriz fina. Esta matriz apresenta cor verde esbranquiçada e é composta predominantemente por olivina (pseudomorfo), serpentina e carbo-

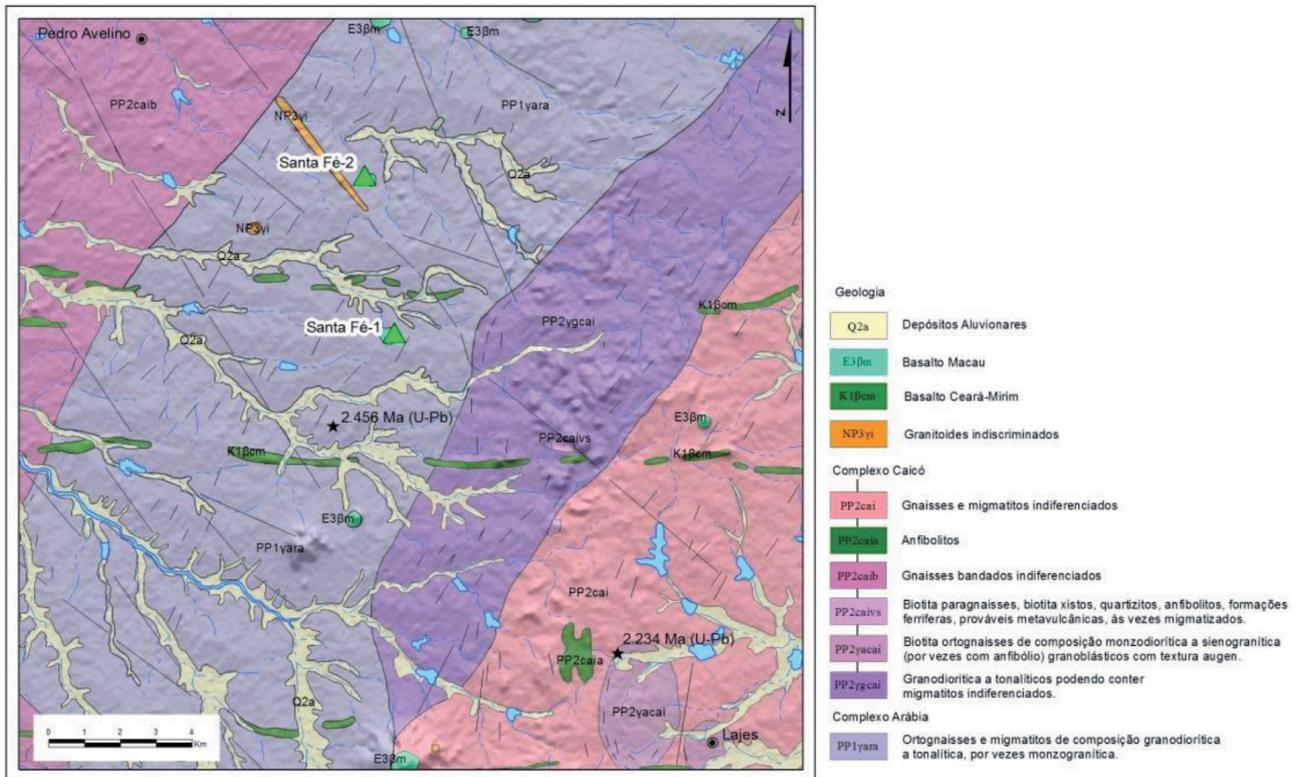


Figura 2 - Mapa geológico (COSTA; DANTAS, 2014) da região onde estão localizadas as intrusões kimberlíticas Santa Fé-1 e 2.

nato. Os grãos de cromita analisados por microsonda eletrônica são classificados como espinélio kimberlítico (Cr-espinélio). O Cr-diopsídio ocorre como grãos angulosos com superfície esculturada. A granada piropo ocorre como grãos angulosos exibindo remanescente de superfície kelifítica a sub-kelifítica e superfície esculturada, sendo de cores roxa, laranja ou vermelha. Grãos maiores que 0,5 cm são comuns e facilmente podem ser distinguidos a olho nu. Os xenólitos mais comuns encontrados em ambas as intrusões são biotita gnaisses (rocha encaixante), eclogitos e granada peridotitos, além de autólitos de fácies profundas (hipabissal). Carbonatação ocorre em vênulas e disseminada na matriz (Figuras 3A e 3B).

QUÍMICA MINERAL DE GRANADAS MANTÉLICAS

Análises químicas realizadas por microsonda eletrônica revelaram que as granadas das intrusões Santa Fé-1 e 2 têm composições correspondentes a piropo, predominantemente, e almandina com teores variáveis de CaO e Cr₂O₃ (Tabela 1), as quais projetam-se preferencialmente nos campos G1, G3 e G4, sendo compatíveis com mega-cristais de alto Ti, eclogitos e granada piroxenitos, respectivamente (Figura 4). Embora nenhum dos resultados analíticos provenientes dessas intrusões kimberlíticas estejam projetados no campo das granadas harzburgíticas (G10), ricas em Cr e empobrecidas em Ca, 41 granadas eclogíticas do corpo Santa Fé-1 e seis do corpo Santa Fé-2 apresentam teor de Na₂O superior a 0,07%, sendo por isso classificadas como G3"D" ou

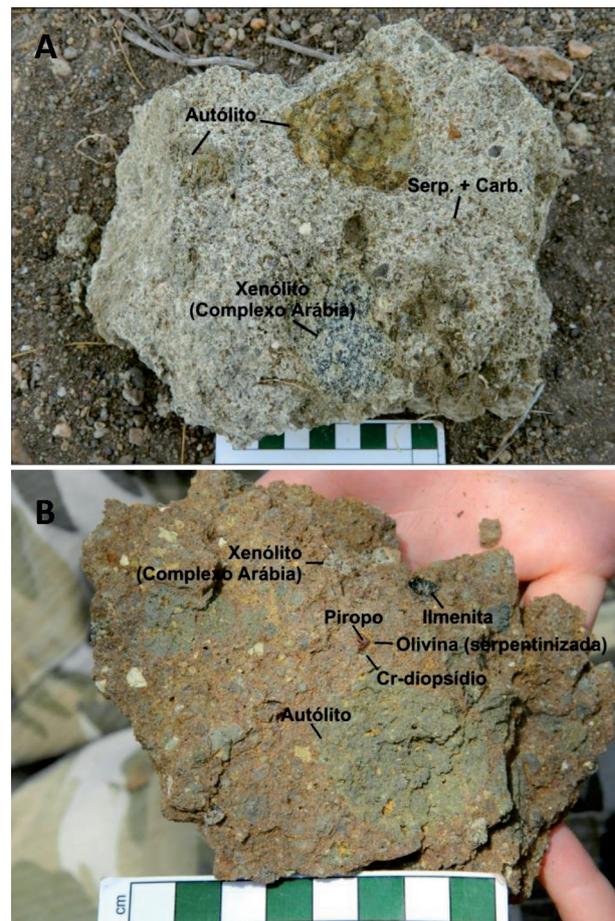


Figura 3 - Amostras das intrusões kimberlíticas Santa Fé-1 (A) e Santa Fé-2 (B) caracterizadas como brechas kimberlíticas vulcanoclásticas, apre-sentando elevado grau de intemperismo, ricas em xenólitos e minerais indicadores de kimberlitos.

G4"D". Tais grupos são indicativos de forte associação P-T e composição com diamantes (GRUTTER et al., 2004). As granadas do corpo Santa Fé-1 cujo teor de Cr_2O_3 é inferior a 0,75% projetam-se nos campos de inclusões em diamantes, preferencialmente, ao passo que as do corpo Santa Fé-2 apresentam-se pobres em Na_2O e TiO_2 (Figura 5).

Tabela 1 - Variação da composição em granadas das intrusões kimberlíticas Santa Fé-1 e 2. Valores dados em porcentagem. *Dados extraídos de Silveira (2006)

	Santa Fé-1*	Santa Fé-2
Na_2O	0-0,30	0-0,08
MgO	2,79-22,85	2,81-22,95
SiO_2	35,68-44,04	36,94-44,15
Al_2O_3	19,65-24,96	19,38-24,44
CaO	1,01-11,89	1,04-6,04
Cr_2O_3	0-2,58	0-1,61
TiO_2	0-0,75	0-0,60
NiO	0-0,136	0-0,121
FeO	4,96-31,49	6,09-30,32
MnO	0,07-1,86	0,12-6,73
K_2O	0-0,028	0,039-0,748
Total	98,07-102	100-102
Almandina	5,8-67,81	3,7-69,04
Grossulária	2,72-27,70	3,03-15,34
Piropo	10,88-75,50	11,84-76,27
Espessartita	0,13-4,04	0,24-16,10
Knorringita	0-3,77	0-2,31
Uvarovita	0-0,78	0-0,41

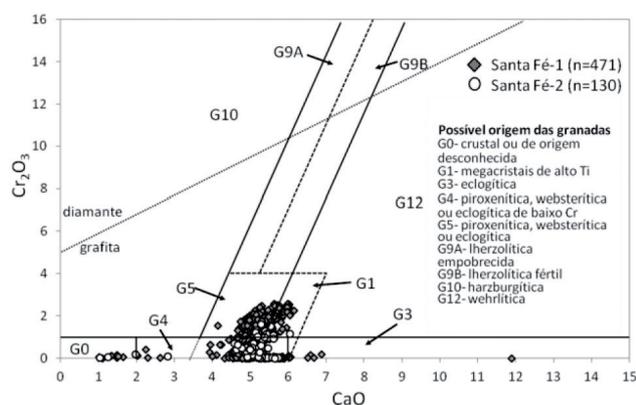


Figura 4 - Diagrama CaO vs. Cr_2O_3 (% em peso) para classificação de granadas mantélicas segundo sistemática proposta por Grutter et al. (2004). *Dados de química de granadas do corpo Santa Fé-1 foram obtidos por Silveira (2006).

GEOFÍSICA

Magnetometria

De acordo com levantamentos magnetométricos terrestres, Santa Fé-1 e Santa Fé-2 constituem corpos cilíndricos, magneticamente estratificados e discordante-mente encaixados em rochas com susceptibilidade magnética alta (Figura 6).

A porção mais próxima à superfície e mais intemperizada, conhecida como yellowground, apresenta valores mais baixos de susceptibilidade magnética, enquanto as mais profundas e com menor grau de alteração (blueground) são mais magnéticas. No contexto magnetométrico regional do Complexo Arábia, Santa Fé-1 e Santa Fé-2 apresentam baixo contraste magnético e são praticamente imperceptíveis em aerolevantamentos.

Gravimetria

A intrusão kimberlítica Santa Fé-2 foi detalhada por meio de gravimetria e os resultados demonstraram que esse corpo apresenta densidade negativa em relação à rocha encaixante, tem forma semicircular e diâmetro em torno de 200 metros (Figura 7). O padrão gravimétrico revelado para este corpo é semelhante aos de outros corpos kimberlíticos conhecidos (ISLES; MOODY, 2004).

COMENTÁRIOS FINAIS

A natureza kimberlítica das intrusões Santa Fé-1 e 2 foi considerada a partir de: (i) paragênese kimberlítica, (ii) química mineral, (iii) textura inequigranular típica, (iv) forma superficial, (v) dados magnetométricos e gravimétricos compatíveis com intrusões kimberlíticas e (vi) presença de xenólitos mantélicos.

Sendo assim, pode-se afirmar que tais intrusões são os primeiros (e únicos, até o momento) corpos kimberlíticos relatados na Província Borborema. Eles constituem pipes kimberlíticos de fácies cratera com área superficial relativamente grande.

Como, em geral, corpos kimberlíticos ocorrem em clusters, posicionados em interseções de estruturas profundas, ainda é possível existir outros corpos nessa região que ainda não foram descobertos.

A química mineral de granadas eclogíticas classificadas como G3"D" ou G4"D", principalmente se associadas aos xenólitos eclogíticos presentes nos corpos estudados, é um fato positivo que deve ser considerado ao se avaliar o potencial diamantífero destas intrusões, uma vez que corpos kimberlíticos com xenólitos de eclogitos têm chances de conter diamantes do tipo E.

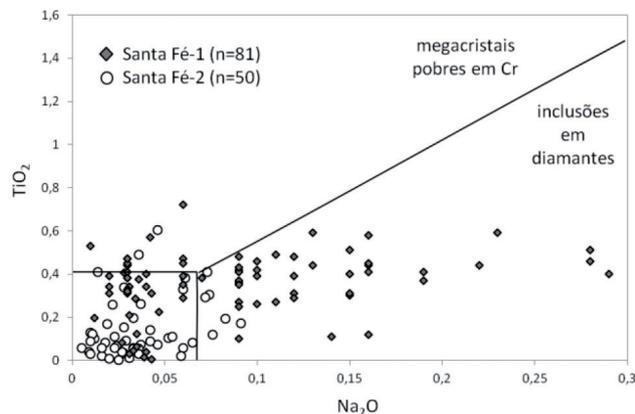


Figura 5 - Diagrama Na_2O vs. TiO_2 (% em peso) proposto por Cookenboo e Grutter (2007) para análise de granadas com teores de Cr_2O_3 inferiores a 0,75%. *Dados de química de granadas do corpo Santa Fé-1 foram obtidos por Silveira (2006).

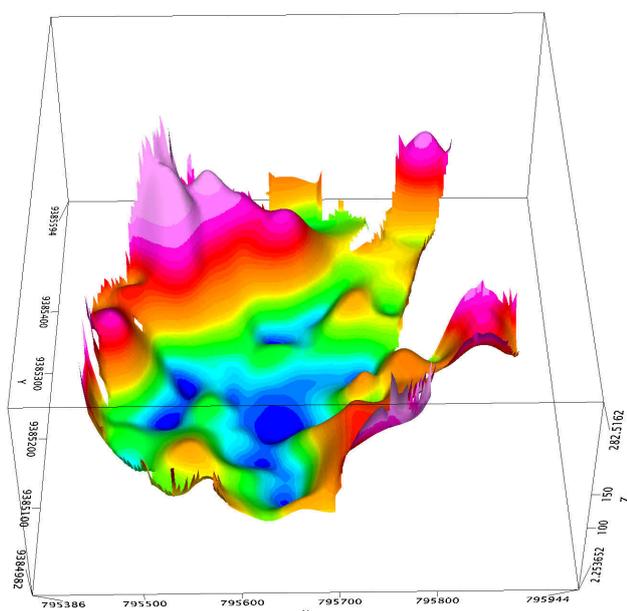


Figura 6 - Visualização 3D da componente regional do campo magnético total reduzido ao polo da intrusão Santa Fé-2. A intrusão é marcada por uma anomalia semicircular. A susceptibilidade alta da encaixante produz no mapa reduzido ao polo uma assinatura negativa para a intrusão.

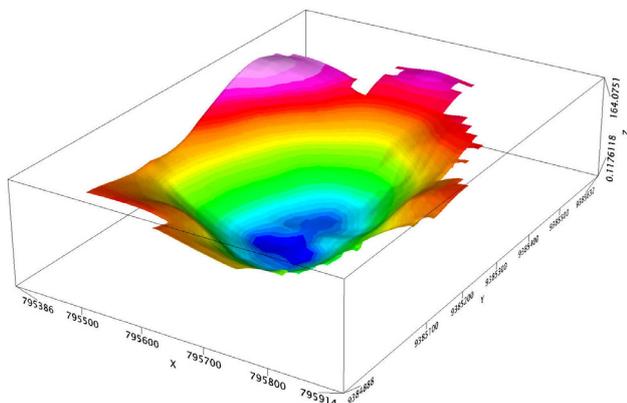


Figura 7 - Visualização 3D dos dados gravimétricos da intrusão Santa Fé-2. A anomalia negativa circular tem amplitude e forma característica de um pipe kimberlítico.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, F. F. M. et al. Províncias estruturais brasileiras. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 8., 1977, Campina Grande. **Anais...** Recife: SBG-Núcleo NE, 1977. p. 363-391.

ANGELIM, L. A. A. et al. **Geologia e recursos minerais do Estado do Rio Grande do Norte**. Recife: CPRM, 2006. 119 p.

COOKENBOO, H. O.; GRUTTER, H. Mantle-Derived indicator mineral compositions as applied to diamond exploration. In: PROCEEDINGS OF EXPLORATION 07: FIFTH DECENNIAL INTERNATIONAL CONFERENCE ON MINERAL EXPLORATION, 2007, Toronto, Canada. Toronto, 2007. p. 183-200.

COSTA, A. P.; DANTAS, A. R. **Lajes. Folha SB.24-X-D-VI: estado do Rio Grande do Norte. Carta Geológica e de Recursos Minerais**. Recife: CPRM, 2014, 1 mapa colorido, 90,00 x 70,00cm. Escala 1:100.000. (Programa Geologia do Brasil-PGB)

GRUTTER, H. S. et al. An updated classification scheme for mantle-derived garnet, for use by diamond explorers. **Lithos**, v. 77, n. 1-4, p. 841-57, 2004.

ISLES, D.; MOODY, I. Examples of Falcon™ data from diamond exploration projects in Northern Australia. In: LANE, R. (Ed.). **Airborne gravity 2004 abstracts from the ASEG-PESA Airborne Gravity 2004 Workshop**. Record 2004/018. Canberra: Geoscience Australia, 2004. p. 121-124.

MEDEIROS, V. C.; NASCIMENTO, M. A. L.; SOUZA, D. C. Geologia. In: PFALTZGRAFF, P. A. S.; TORRES, F. S. M. (Org.). **Geodiversidade do Estado do Rio Grande do Norte**. Rio de Janeiro: CPRM, 2010. p. 15-38.

PESSOA NETO, O. C. et al. Bacia Potiguar. **Boletim de Geociências da Petrobras**, v. 15, n. 2, p. 357-369, 2007.

SILVEIRA, F. V. **Magmatismo cenozoico da porção central do Rio Grande do Norte, NE do Brasil**. 2006. 195 f. Tese (Doutorado em Geodinâmica e Geofísica) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Rio Grande do Norte, 2006.

SOUZA, Z. S. et al. $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ geochronology of mesozoic and cenozoic magmatism in NE Brazil. In: SOUTH AMERICAN SYMPOSIUM ON ISOTOPE GEOLOGY, 4., 2003, Salvador. **Short papers**. Salvador: SBG, 2003.

INFORME TÉCNICO N° 1

Brasília, outubro de 2015.

ISSN: 2448-2242

Publicação *on-line* seriada

CPRM - Serviço Geológico do Brasil.

Disponível em: www.cprm.gov.br

CPRM - Serviço Geológico do Brasil

SBN – Quadra 02 – Bloco H, Ed. Central Brasília, 1º andar
Brasília - DF - Brasil

CEP: 70040-904

Telefone:(61) 2108-8400

www.cprm.gov.br

contatos: seus@cprm.gov.br

evandro.klein@cprm.gov.br



Diretor de Geologia e Recursos Minerais

Roberto Ventura Santos

Corpo Editorial

Evandro Luiz Klein (Editor)

Edilton José dos Santos

João Henrique Larizzatti

Luiz Gustavo Rodrigues Pinto

Revisores

Marco Tulio N. Carvalho

Elizângela S. Amaral

Evilarde C. Uchôa Filho

Francisco Valdir da Silveira

Evandro L. Klein

Maisa B. Abram

Normalização Bibliográfica

Nelma Fabrícia da P. Ribeiro Botelho

Editoreção Eletrônica

Marcelo Henrique Borges Leão

Nelma Fabrícia da P. Ribeiro Botelho