

INTEGRAÇÃO DE DADOS GEOFÍSICOS RADIOMÉTRICOS E MAGNETOMÉTRICOS PARA A FOLHA JARDIM DO SERIDÓ SB.24-Z-B-V

Henrique Faustino Bulhões (1); Breno Valdiery Gomes de Sousa (1); Alexandre Magno Rocha da Rocha (2).

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte. E-mail: henrique.fbulhoes@hotmail.com

Resumo: A aerogeofísica é uma área da geofísica que tem como objetivo a coleta de dados através de aeronaves, sua utilização vem sendo mais difundida nos últimos anos por ter como vantagem o menor custo e a rapidez em comparação com as técnicas convencionais. Esta pesquisa teve por objetivo identificar possíveis anomalias para a Folha Geológica Jardim do Seridó (SB.24-Z-B-V), realizados através de aerolevantamentos disponibilizados pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM). A aquisição dos dados aerogeofísicos são realizados por aeronaves equipadas com ferramentas acopladas, no qual possuem a principal finalidade de caracterizar extensas áreas com interesse específico para pesquisas de reconhecimento preliminar e para pesquisas de detalhe. Entre os métodos geofísicos utilizados nos aerolevantamentos estão o magnetométrico e o radiométrico, que foram usados nesta pesquisa. O radiométrico consiste na detecção do índice de radioatividade emitida naturalmente pelas rochas com cada elemento por meio de raios alfa, beta e gama, com a finalidade de obter valores dos elementos Tório (Th), Urânio (U) e Potássio (K). O magnetométrico consiste em identificar e quantificar corpos rochosos com susceptibilidade magnética abaixo da superfície, em que, neste trabalho foram utilizadas as técnicas de sinal analítico e de primeira derivada. A partir de tratamentos e classificações das imagens por meio do software ArcGIS, foram confeccionados mapas para os elementos Th, U e K para o método radiométrico e de sinal analítico e primeira derivada pelo magnetométrico. Como resultado, foram encontradas anomalias pelo método radiométrico para os elementos Th e U na direção SW-NE e demarcação das estruturas contidas em subsuperfície por meio do método magnetométrico, visualizadas mediante a criação de mapas.

Palavras-Chave: Geofísica; radiometria; magnetometria; anomalia; mapas.

Introdução

A aerogeofísica é a aplicação da geofísica utilizando dados coletados em aeronaves com equipamentos acoplados. Seu objetivo principal é caracterizar extensas áreas com interesse específico, tanto para trabalhos de reconhecimento preliminar, como para trabalhos de detalhe. Os primeiros aerolevantamentos implementados no Brasil foram feitos desde a década de 50 (SBGF, 2017), desse momento em diante sua utilização vem sendo cada vez mais difundida por ter como vantagem o menor tempo e custo em relação aos levantamentos geofísicos terrestres convencionais.

Segundo Killeen (1979), com o rápido crescimento das tecnologias de aquisição de dados foi possível realizar aerolevantamentos regionais com melhores resoluções para aplicação dos métodos geofísicos, dessa forma, sua utilização pode ser empregada em várias áreas das geociências como mapeamento geofísico e geoquímico, geologia estrutural e prospecção mineral.

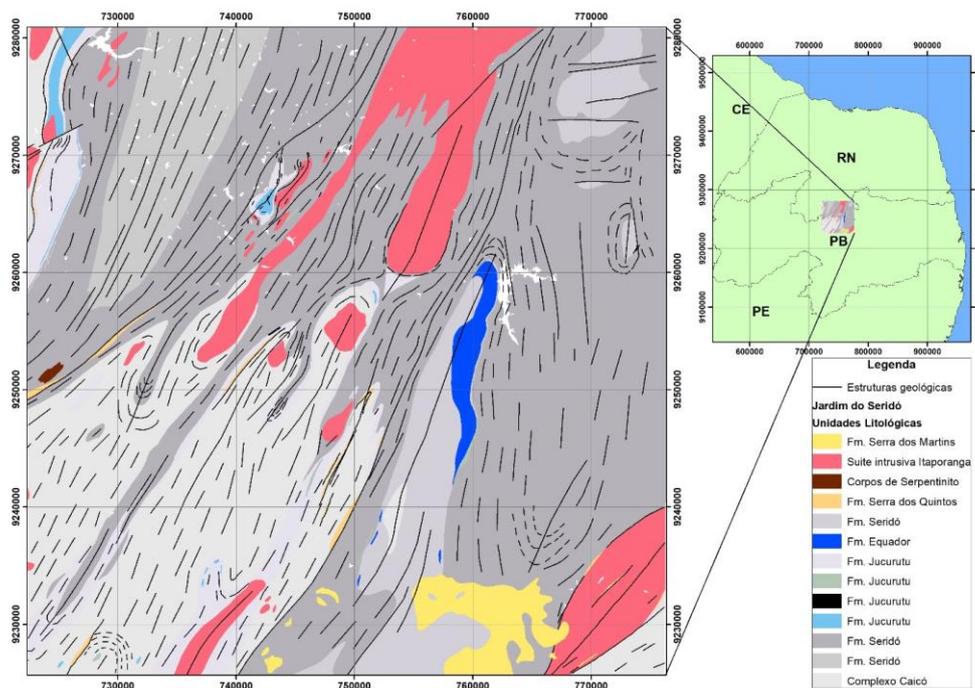
O que define um levantamento aerogeofísico ser preliminar ou de detalhe é o espaçamento usado entre as linhas de voo e a sua altura (SBGF, 2017). O nível de detalhe por sua vez é limitado

pelos recursos financeiros disponíveis para execução do projeto. De acordo com Ulbricht (2009), fatores externos como relevo, vegetação e solos influenciam diretamente na detecção dos elementos radioativos contidos naturalmente nas rochas, dificultando assim a aquisição e a análise dos dados coletados durante o levantamento aéreo.

Entre os métodos geofísicos utilizados no levantamento aéreo estão o magnetométrico e o radiométrico. O primeiro permite a identificação de estruturas (falhas, contatos) presentes em subsuperfície por meio da determinação dos campos magnéticos presentes nas rochas. O radiométrico, por meio da gamaespectrometria, permite calcular as concentrações dos radioisótopos Tório, Urânio e Potássio contidos naturalmente nos solos e rochas. Por meio dos valores obtidos é possível distinguir diferentes unidades geológicas, seus contatos e avaliar locais com possíveis mineralizações associadas aos elementos radioativos citados.

Atividades de geoprocessamento utilizando dados geofísicos são realizadas pelas turmas do curso técnico em Geologia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte - Campus Natal-Central (IFRN-CNAT) das modalidades integrado e subsequente. Este trabalho tem como base uma das atividades realizadas na turma de último nível em caráter experimental durante as disciplinas de Geofísica e Mapeamento Geológico, no qual este foi realizado na cidade de Parelhas/RN utilizando como referência geológica a folha Jardim do Seridó SB.24-Z-B-V (figura 1), cujo produtos finais são a produção de mapas geológicos e geofísicos da área analisada durante as fases de pré e pós campo.

Figura 1: Mapa de localização da folha Jardim do Seridó.



Fonte: Modificado de CPRM (2017).

Dessa forma, este trabalho tem como objetivo a delimitação das unidades geológicas em escala regional e a identificação de possíveis anomalias pelo método geofísico radiométrico, e de estruturas geológicas contidas em subsuperfície no método geofísico magnetométrico.

Métodos geofísicos

A identificação de elementos químicos em rochas pode ser realizada através de métodos radiométricos. Esta pode ser feita a partir do índice de radioatividade emitida naturalmente por cada elemento por meio de raios alfa, beta e gama.

A radiação alfa consiste “na mudança que o núcleo sofre ao perder uma partícula composta de dois prótons e dois nêutrons” (IAG-USP, 2000). A radiação beta baseia-se “na emissão, por um núcleo, de uma partícula com massa igual à do elétron. Esta partícula tem a mesma carga do elétron, mas ela pode ser negativa ou positiva” (IAG-USP, 2000). E a radiação gama se “consiste na liberação de uma parte da energia interna de um núcleo na forma de radiação eletromagnética sem a alteração do número de partículas que o constitui” (IAG-USP, 2000).

Os principais elementos químicos de interesse na exploração geofísica utilizando o método radiométrico são o Tório (Th), Urânio (U) e Potássio (K). Sapucaia et al. (2005) informa que estes elementos são referidos como elementos produtores de calor radiogênico, no qual mais de 98% do calor gerado no interior da Terra devem-se à radioatividade produzida pelos radioisótopos das séries naturais do U^{238} , U^{235} e Th^{232} e pelo K^{40} .

Segundo Luiz e Silva (1995) o Método Magnetométrico consiste em quantificar a susceptibilidade magnética dos corpos rochosos contidos em subsuperfície de acordo com a presença e o modo de distribuição dos minerais magnéticos contidos nas rochas. Essa técnica se baseia na variação do campo magnético terrestre resultante da presença de minerais com forte atração magnética como magnetita, ilmenita e pirrotita. “Além de permitir a localização de minerais economicamente importantes, as medidas magnéticas podem ainda ser usadas na identificação de contatos geológicos e de estruturas geológicas (falhas, dobras)” (LUIZ & SILVA, 1995).

As anomalias magnéticas surgem em decorrência da alteração localizada do campo magnético terrestre devido à alta presença de minerais magnéticos que são formados nas rochas da superfície terrestre. Gonçalves (2007) afirma que, em altas profundidades, as rochas perdem suas propriedades magnéticas devido à alta temperatura, dessa forma as anomalias localizam-se na crosta terrestre.

O método magnético utiliza-se de técnicas em sinal analítico, no qual corresponde a um filtro obtido por meio da combinação de três componentes matemáticos, que identifica facilmente os gradientes verticais e horizontais do campo magnético contidos nas rochas e primeira derivada, que foi utilizada para uma melhor interpretação das estruturas contidas em maiores profundidades, já que permite uma melhor identificação dos contrastes magnéticos.

A coleta dos dados foram retiradas dos levantamentos aerogeofísicos de número 1092, intitulado de Projeto Seridó, realizados por meio de contrato entre o Departamento Nacional de Produção Mineral em convênio com a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) (contratante) e as empresas prestadoras do serviço: LASA Engenharia e Prospecções S.A. e a PROSPECTORS Aerolevantamentos e Sistemas Ltda. envolvendo os estados do Rio Grande do Norte e da Paraíba, na escala de 1:100.000, disponibilizados ao público para download. O projeto Aerogeofísico Seridó teve o objetivo de adquirir e processar os dados aeromagnetométricos e aerogamaespectrométricos. Esse levantamento teve altura de 100 metros, com linhas de voo com espaçamento de 500 metros, com direção Norte-Sul, e linhas de controle com espaçamentos de 10 quilômetros, com direção Leste-Oeste (CPRM, 2010).

Metodologia

De posse dos dados obtidos pelo site da CPRM e disponíveis para download, os mesmos foram inseridos no software ArcGIS com o objetivo de ter uma melhor visualização espacial dos elementos radiométricos e das estruturas presentes em subsuperfície na região. Pelos métodos utilizados, foram feitas classificações manuais para os valores encontrados dos radioisótopos Tório, Urânio e Potássio onde a cor azul corresponde aos menores valores a rosa aos maiores. Para as técnicas de sinal analítico e primeira derivada também foram separadas em classes os valores encontrados no método magnetométrico. A delimitação dos lineamentos magnéticos, foram feitas a partir da criação de arquivos shapefile. Após a classificação, foi adicionado o hillshade para uma melhor visualização topográfica da região e por fim foram geradas curvas de isoteores pelo método radiométrico e em nanotesla pelo magnético.

Para o desenvolvimento desse artigo foram confeccionados mapas para anomalias de Tório, Urânio e Potássio no método radiométrico e mapas de sinal analítico e primeira derivada no método magnético.

Resultados e discussão

Como resultado final foram gerados mapas pelos métodos radiométrico e magnetométrico onde por meio destes constatou-se as anomalias dos radioisótopos investigados na radiometria e a

visualização dos lineamentos magnéticos existentes na área. A análise conjunta dos mapas geofísicos permite uma interpretação regional dos elementos investigados pela radiometria, em que se verifica a alta presença dos elementos Tório, Urânio e Potássio contidos nas rochas da região, sendo isso um indicativo de possíveis mineralizações através desses elementos.

O uso do método radiométrico possibilitou a diferenciação das unidades litológicas presentes na área, ficando constatado, pelos mapas confeccionados, que na direção sudoeste-nordeste ocorrem as maiores anomalias dos radioisótopos investigados, dado que nesta orientação estão presentes as rochas que pela sua composição mineralógica apresentam os maiores valores detectados pelo método em questão.

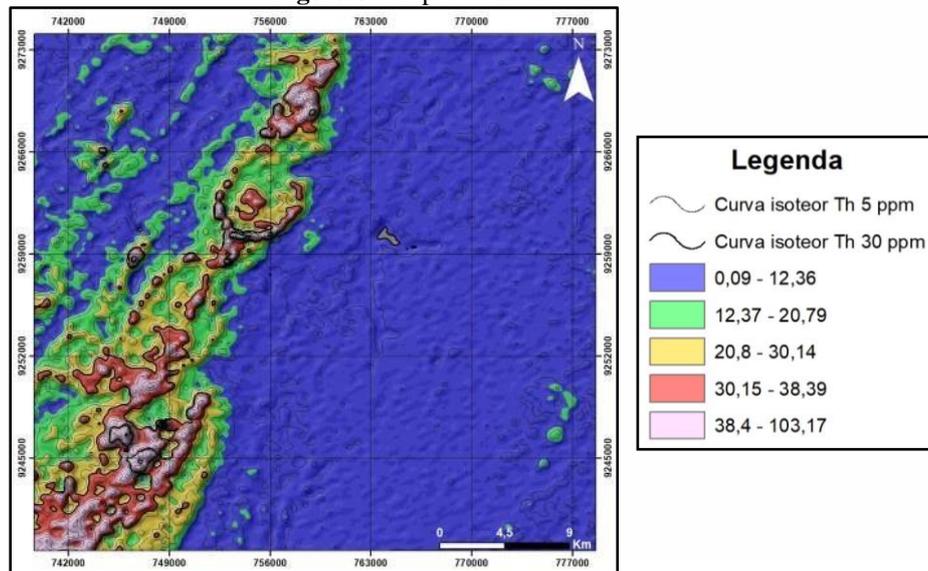
O tório é utilizado neste tipo de análise, pois trata-se de um elemento que pela sua assinatura radiométrica distingue melhor as unidades rochosas presentes. Os maiores valores encontram-se a Norte e a Sudoeste do mapa, atingindo valores que chegam até 103 partes por milhão (ppm) (figura 3) em que, segundo ROSE et al. (1979) atingem valores bem acima da concentração normal desse elemento na crosta que é de 10 (ppm).

Os valores de urânio encontrados (figura 4) indicam que esse teor trata-se de uma anomalia, uma vez que de acordo com ROSE et al. (1979), a concentração média para esse elemento na crosta terrestre é de 2,5 ppm.

Os altos índices de potássio encontrados (figura 5), identificam uma estrutura no formato de uma dobra a qual, de acordo com o mapa geológico da região, corresponde ao contato entre as Formações Equador e Seridó.

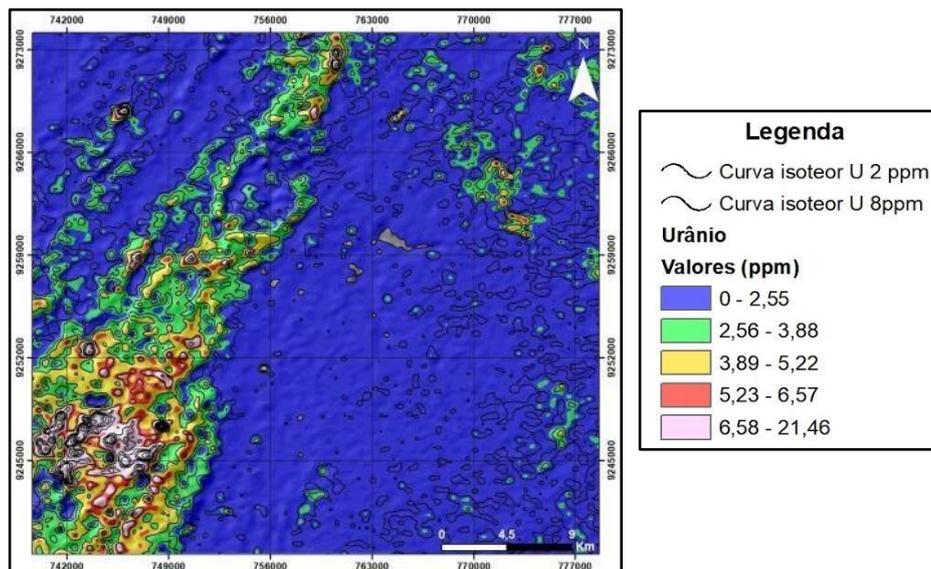
A associação dos três mapas radiométricos produzidos permite delimitar, por meio das classificações elaboradas, as unidades geológicas presentes e separá-las em algumas zonas homologas, sendo essas, áreas que possuem as mesmas características em relação aos teores dos radioisótopos analisados, podendo ainda ser traçados contados que diferenciam os valores em ppm obtidos através da análise.

Figura 3: Mapa de isoteor do elemento Tório.



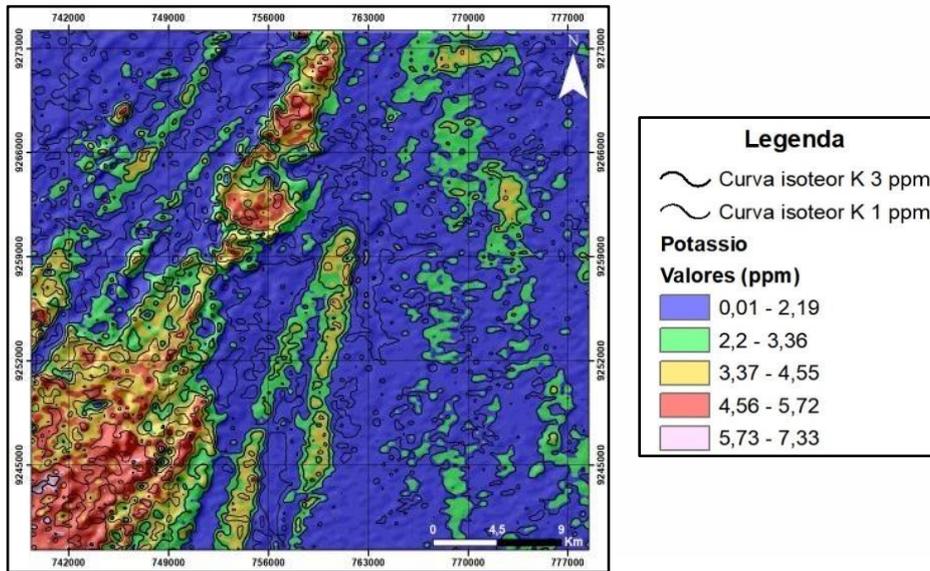
Fonte: Autoria própria (2017)

Figura 4: Mapa de isoteor do elemento Urânio.



Fonte: Autoria própria (2017)

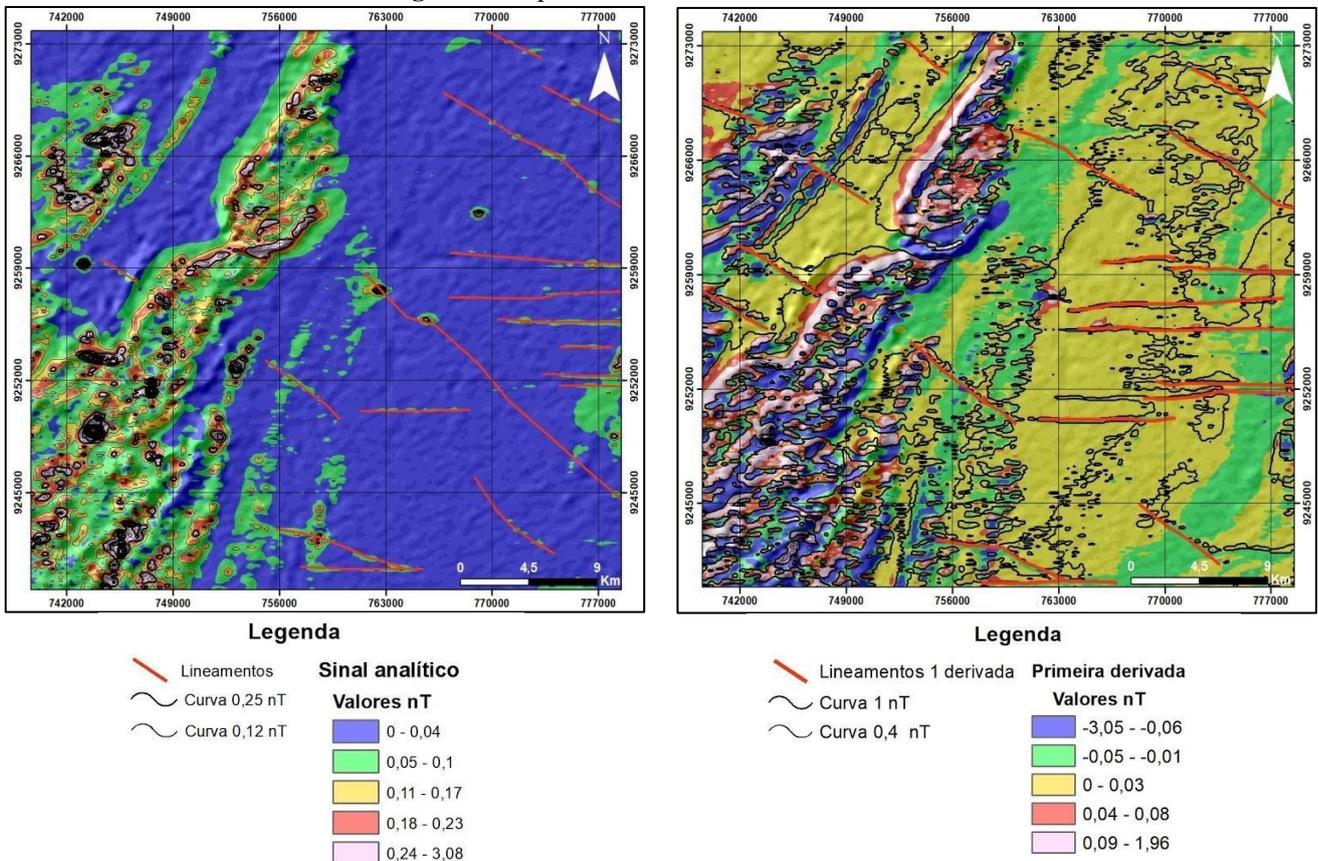
Figura 5: Mapa de isoteor do elemento Potássio.



Fonte: Autoria própria (2017)

Nos mapas magnetométricos dos domínios foram identificados os lineamentos magnéticos, associados às principais estruturas em subsuperfície, que possivelmente estão relacionados a geologia estrutural da Bacia Potiguar. Esses lineamentos têm direções de Noroeste-Sudeste e Oeste-Leste (figura 6), no qual há estruturas semelhantes que seguem a mesma direção das principais falhas encontradas na Bacia.

Figura 6: Mapas de Sinal Analítico e Primeira Derivada.



Fonte: Autoria própria (2017)

Conclusões

A partir da pesquisa realizada, pôde-se identificar anomalias e estruturas geológicas, no qual comprova-se, por meio dos métodos empregados, que as rochas da região possuem potencial para se explorar Elementos Terras Raras (ETR), uma vez que os minerais que estão associados a esses elementos encontram-se presentes nas unidades geológicas da região, mas para isso recomenda-se a utilização de outros métodos geofísicos e geoquímicos, como por exemplo gama total, concentrado de bateia, sedimento de corrente, pedogeoquímica, entre outros. Pois apenas com uma investigação mais detalhada, é possível ter total certeza que a área pode vir a ser prospectada.

Fica evidenciado por meio dos resultados desta pesquisa que o semiárido possui mais riquezas a serem exploradas, uma vez que os minerais encontrados nas rochas da área analisada possuem propriedades importantes, podendo estes serem utilizados em diversos setores industriais como setor energético, petrolífero, automotivo, entre outros.

A nível de conhecimento, a pesquisa trouxe a experiência de tratar dados geofísicos e entender como são aplicados na prática. Pois os métodos aerogeofísicos estão sendo cada vez mais empregados atualmente em diversas áreas das geociências.

Referências

CPRM - Serviço Geológico do Brasil. **PROJETOS PERNAMBUCO - PARAÍBA - RIO GRANDE DO NORTE**. Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br/aero/1000/aero1000.htm>>.

Acesso em: 25 ago. 2017.

GONÇALVES, Bruno Freitas. **MODELAGEM DE DADOS GEOFÍSICOS MAGNÉTICOS E RADIOMÉTRICOS AÉREOS E TERRESTRES APLICADOS À INTERPRETAÇÃO GEOLÓGICA**. 2008. 142 f. TCC (Graduação) - Curso de Geofísica, Departamento de Geologia e Geofísica Aplicada, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2008.

KILLEEN, P.G. **GAMMA RAY SPECTROMETRIC METHODS IN URANIUM EXPLORATION - APPLICATION AND INTERPRETATION**. Geophysics and Geochemistry in the Search for Metallic Ores. Geological Survey of Canada, Economic Geology Report 31, p. 163-229, 1979.

LUIZ, José Gouvêa; SILVA, L. M. C. **GEOFÍSICA DE PROSPECÇÃO**. Belém: Editora Universitária UFPA, 1995. 335 p.

ROSE A.W., HAWKES H.E., WEBB J.S. **GEOCHEMISTRY IN MINERAL EXPLORATION**. 2. ed. London, Academic Press, 657 p. 1979.

SAPUCAIA, Najara Santos; ARGOLLO, Roberto Max de; BARBOSA, Johildo Salomão Figueiredo. **TEORES DE POTÁSSIO, URÂNIO, TÓRIO E TAXA DE PRODUÇÃO DE CALOR RADIOGÊNICO NO EMBASAMENTO ADJACENTE ÀS BACIAS SEDIMENTARES DE CAMAMU E ALMADA, BAHIA, BRASIL**. Revista Brasileira de

Geofísica, São Paulo, v. 23, n. 4, p.453-475, out. 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbg/v23n4/a08v23n4.pdf>>. Acesso em: 23 ago. 2017.

SBGF, SOCIEDADE BRASILEIRA DE GEOFÍSICA (Rio de Janeiro). CPRM LIBERA GRATUITAMENTE DADOS BRUTOS E PROCESSADOS (XYZ) DE AEROLEVANTAMENTOS GEOFÍSICOS. 2017. Disponível em: <https://www.sbgf.org.br/home/index.php?option=com_content&view=article&id=927:cprm-libera-gratuitamente-dados-brutos-e-processados-xyz-de-aerolevamentos-geofisicos&catid=14&Itemid=435>. Acesso em: 25 ago. 2017.

ULBRICH, Horstpeter Herberto Gustavo José et al. LEVANTAMENTOS GAMAESPECTROMÉTRICOS EM GRANITOS DIFERENCIADOS. I: REVISÃO DA METODOLOGIA E DO COMPORTAMENTO GEOQUÍMICO DOS ELEMENTOS K, TH E U. Revista do Instituto de Geociências - USP, São Paulo, v. 9, n. 1, p.33-53, jan. 2009.

USP (São Paulo). Instituto Astronômico e Geofísico. **MÉTODOS UTILIZADOS EM GEOFÍSICA.** 2000. Disponível em: <<http://www.iag.usp.br/siae98/default.htm>>. Acesso em: 29 ago. 2017.