Profundidade crustal e tipo de litologia na distribuição vertical dos elementos produtores de calor radiogênico

*Luis Manuel García Reyes, Roberto Max de Argollo e Moacyr Moura Marinho, Universidade Federal da Bahia – CPGG

Copyright 2008, SBGf - Sociedade Brasileira de Geofísica

Este texto foi preparado para a apresentação no III Simpósio Brasileiro de Geofísica, Belém, 26 a 28 de novembro de 2008. Seu conteúdo foi revisado pelo Comitê Técnico do III SimBGF, mas não necessariamente representa a opinião da SBGf ou de seus associados. É proibida a reprodução total ou parcial deste material para propósitos comerciais sem prévia autorização da SBGf.

Abstract

We evaluated that the K, U and Th distributions are influenced by the lithology and by the crustal depth, being the first more determinant. We employed a vertical cross-section of the crust exposed at the surface by tectonism in the west border of Jequié Block (São Francisco Craton). At the laboratory, we measured the K, U and Th contents in 85 samples of rocks in 79 outcrops related to the different depths by gamma ray spectrometry and used petrographic analysis to identify the metamorphic facies where the rocks were formed

Introdução

Na crosta continental, o cálculo da quantidade de calor radiogênico gerado requer o conhecimento da distribuição vertical de potássio, urânio e tório. A mobilização desses elementos ocorre mediante a atuação de processos metamórficos, fusão crustal, metassomatismo e migração de fluidos. A diferenciação magmática é responsável pela distribuição inicial de K, U e Th, sendo os dois últimos elementos mais sensíveis aos vários processos dessa diferenciação (Adams e Gasparini, 1970). Posteriormente, a atuação dos processos metamórficos altera a distribuição de K, U e Th, enriquecendo alguns de seus níveis e empobrecendo outros. Do mesmo modo, a circulação de fluidos, em grandes profundidades, tende a redistribuir estes elementos litófilos trazendo-os para as regiões mais externas da crosta.

A presença de U, Th e K, nas rochas fundamenta-se na existência de certos minerais, podendo fornecer dados adicionais das diversas litologias. Rochas que possuem composição mineralógica caracterizada essencialmente por quartzo e plagioclásio apresentam baixas concentrações de U, Th e K, enquanto que rochas compostas por micas, feldspatos potássicos e minerais acessórios como o zircão, a apatita e a monazita, contêm teores maiores desses elementos. Há, assim, um crescimento dos teores de U, Th e K com o aumento de sílica na rocha, favorecendo a maior concentração de potássio, urânio e tório em rochas ígneas ácidas do que nas intermediárias, básicas e ultrabásicas.

A forma de decrescimento da produção de calor com a profundidade na crosta não é bem conhecida (Reyes, 2008). Em algumas áreas específicas, conhecidas como províncias de fluxo de calor, observa-se existir uma aparente relação linear entre o fluxo de calor na superfície e a geração de calor superficial. Lachenbruch, em 1970, mostrou que diferentes distribuições verticais da produção de calor podem conduzir a tal relação linear, desde uma homogênea num bloco de espessura determinada até uma variação exponencial decrescente (Lachenbruch, 1968; Lachenbruch, 1970; Morgan, 1987). Apesar de úteis para casos gerais, tais variações sistemáticas raramente são válidas em situações reais. Vários estudos têm sugerido que a taxa de produção de calor está relacionada, fundamentalmente, com o tipo litológico das rochas e não com a profundidade (Ashwal e outros, 1987; Kremensky e Ovchinnikov, 1986; Kremensky e outros, 1989). Mas, de um modo geral, rochas crustais mais profundas, tais como os granulitos, possuem taxas mais baixas de produção de calor.

No presente trabalho, buscamos avaliar a influência da profundidade crustal e do tipo de litologia na distribuição vertical dos elementos produtores de calor radiogênico utilizando seções verticais da crosta expostas por tectonismo na borda oeste do Bloco Jequié, na região dos municípios de Maracás e Manoel Vitorino (Marinho e outros, 1994). Esses resultados são de grande interesse no conhecimento do comportamento geotérmico de regiões cratônicas no mundo, uma vez que existem poucos trabalhos abordando o assunto e, muitas vezes, apresentam conclusões conflitantes.

Área de estudo e Metodologia

O cráton do São Francisco abrange principalmente os estados da Bahia e de Minas Gerais. Adotando-se a definição e limites propostos por Almeida em 1977, esse cráton deve ser compreendido como a área estabilizada no final do Paleoproterozóico (1,8 Ga), que foi pouco ou não afetada pela Orogênese Brasileira (0,85 a 0,47 Ga). Esse período foi o responsável pelo desenvolvimento das faixas de dobramentos nas bordas do cráton, estabelecendo suas dimensões atuais (Ussami, 1993).

A área de amostragem neste trabalho está incluída na borda oeste do bloco Jequié, parte integrante do embasamento do cráton do São Francisco. Esse embasamento engloba, além do bloco Jequié, o bloco Gavião e a sequência Vulcano-sedimentar Contendas-Mirante, conforme Fig. 1.

Fig. 1: Mapa geológico simplificado do Bloco Gavião, da sequência Contendas-Mirante e da borda oeste do Bloco Jequié. Área de amostragem. Principais litologias da região: charnoquitos ("A"); enderbitos ("B"); granitos ("C") e tonalitos ("D").

A distância aproximada entre os pontos amostrados foi de 500 m ou em intervalos menores quando se apresentava uma mudança de litologia. De um total de 101 amostras coletadas, selecionamos 85 como representativas das unidades charnoquítica, enderbitica, granítica e tonalítica, representadas na Fig. 1 pelas letras "A", "B", "C" e "D", respectivamente. Visitamos 79 afloramentos, sendo que 20 correspondem à unidade "A", 14 à "B", 25 à "C" e 20 à "D".

Nas amostras coletadas, determinamos as *facies* metamórficas em que foram formadas as rochas e seus teores de potássio, urânio e tório.

A análise da influência do caráter das *facies* metamórficas na produção de calor radiogênico tem sido recentemente objeto de várias pesquisas, obtendo-se resultados variados. Nesse sentido, é importante comparar os resultados obtidos para as diferentes *facies* fixando a variável composição química das rochas. Assim, comparamos amostras na *facies* granulito com suas correspondentes na *facies* anfibolito, ou seja, charnoquitos ("A") com granitos ("C") e enderbitos ("B") com tonalitos ("D").

Os teores de K, U e Th nas rochas foram determinados por espectrometria gama que é uma técnica bem estabelecida e descrita por vários autores (Adams e Gasparini, 1970; Ribeiro e Roque, 2001; Alves Jr., 2004; Sapucaia, 2004; Sapucaia e outros, 2005).

No laboratório, medimos os teores de K, U e Th utilizando dois espectrômetros gama com detectores de cintilação de INa(Tl) de 101,6 mm × 76,2 mm. Para reduzir a radiação de fundo do sistema, os detectores operam no interior de castelos de chumbo independentes, construídos com tijolos de chumbo e com revestimento interno de cobre e instalados numa sala subterrânea no Laboratório de Física Nuclear Aplicada da UFBA. Para esses dois espectrômetros, as resoluções são de 10,0 e 10,5 % para o pico de 662 keV do Cs^{137} e de 4,6 e 4,7 % para o pico de 2.614 keV do Tl^{208} . O programa para obtenção dos espectros e tratamento de dados é o MAESTRO A65-B32, versão 5.34 da Ortec.

A calibração absoluta no laboratório foi realizada utilizando três padrões com massas dos elementos K, U e Th conhecidas e escolhidas de modo que suas concentrações fiquem nas faixas observadas nas rochas. Esses padrões combinados foram preparados diluindo-se aliquotas dos padrões RGK-1, RGU-1 e RGTh-1, fornecidos pela Agência Internacional de Energia Atômica, numa matriz de quartzo, onde os teores K, U e Th são desprezíveis.

As amostras para contagem gama foram preparadas moendo-se cerca de 1,5 kg de rocha para uma mesma granulometria (areia fina) e aliquotas de cerca de 900 g de material homogeneizado foram acondicionadas em potes plásticos de 125 mm × 40 mm enchendo-os totalmente. As densidades das amostras acondicionadas nos potes variaram em menos de 15 % em relação àquelas dos padrões, o que faz desprezível os efeitos de atenuação por diferenças de densidade para as radiações utilizadas em nosso método, todas acima de 880 keV. Usamos tempo de contagem de 30.000 s e o ruído de fundo utilizado foi integrado em 90.000 s. O controle da deriva dos espectros foi realizado a cada início de contagem de uma nova amostra ajustando a posição do fotopico de 662 keV do Cs^{137} no canal 182 para ambos os detectores — nas condições de nosso laboratório as derivas ficaram em torno de 1 canal.

Os teores de potássio, urânio e tório foram determinados usando o método descrito por Sapucaia (2004)

Resultados e discussões

Nas seções estudadas na borda ocidental do bloco Jequié, reconhecemos dois grupos de rochas com características petrográficas bem distintas: um de composição granítica e outro de composição predominantemente tonalítica. Ambos os grupos apresentam uma zoneografia metamórfica variando, de leste para oeste, da *facies* granulito para a anfibolito. Assim, para cada um desses grupos, foram definidas duas unidades, uma na *facies* anfibolito e sua equivalente na *facies* granulito. Essa correspondência é estabelecida considerando que a composição química da rocha metamórfica é igual àquela da ígnea original, exceto pela adição ou remoção de fases voláteis como H_2O e CO_2 . O grupo de composição granítica está formado pelas unidades "A" (hornblenda charnoquitos) e "C" (hornblenda

ortognaisses graníticos) nas *facies* granulito e anfibolito, respectivamente. O grupo de composição tonalítica está formado pelas unidades "B" (enderbitos), na *facies* granulito, e "D" (biotita ortognaisse tonalítico), na *facies* anfibolito.

A análise de lâminas delgadas no microscópio petrográfico permitiu a classificação das amostras. As rochas do grupo de composição granítica apresentam coloração cinza-esverdeada, quando na *facies* granulito, e creme-acizentadas, quando na *facies* anfibolito. Essas rochas são homogêneas, com granulação média e estrutura foliada caracterizada pela orientação dos minerais máficos. Suas composições mineralógicas são formadas por: quartzo (10 a 45 %); mesopertita ou feldspato pertítico, (30 a 65 %); plagioclásio, 15 a 35 %, raramente antipertítico, com teores em anortita de 11 a 24 %; hornblenda castanho-esverdeada, 1 a 15 %; clinopiroxênio, 0 a 7 %; ortopiroxênio, 0 a 3 %; olivina férrea, 0 a 3 %, ausente em amostras com ortopiroxênio; biotita, de castanho a vermelha; e pelos acessórios, zircão, apatita, alanita, magnetita e ilmenita.

As principais características microscópicas da *facies* granulito nas rochas da unidade charnoquítica ("A") são a presença de mesopertitas e microclinas pertíticas; de plagioclásios com teores de anortita entre 18 e 24 %; de hornblendas castanho-esverdeadas ricas em titânio e de ortopiroxênio ou de olivina + quartzo.

Nas feições microscópicas da *facies* anfibolito, na unidade granítica ("C") encontramos: microclinas não pertíticas, plagioclásios com teores de anortita entre 11 e 17 %, hornblendas verdes e ausência de ortopiroxênio ou olivina.

As rochas do grupo de composição predominantemente tonalítica geralmente ocorrem associadas com bandas máficas de centimétricas a métricas, apresentando intercalações mais espessas de litologias cálcio-silicáticas, serpentinitos, formações ferríferas bandadas e rochas aluminosas. Elas exibem coloração cinza-esverdeada quando na *facies* granulito, e cinza quando em ambiência da *facies* anfibolito. Essas rochas são de granulação média e com estrutura foliada. Suas composições mineralógicas são predominantemente tonalíticas e formadas por quartzo (20 a 40 %), plagioclásio antipertítico (20 a 75 %), mesopertita e microclina pertítica (5 a 70 %), biotita vermelha (0 a 8 %), ortopiroxênio (0 a 8 %); rara granada almandina, e por acessórios como zircão, apatita, magnetita e ilmenita.

As características distintivas entre as *facies* granulito e anfibolito das rochas do grupo com composição tonalítica são: para a unidade "B", a presença de mesopertitas e microclinas pertíticas, de biotitas avermelhadas ricas em titânio e de ortopiroxênio; e, para a unidade "D", a presença microclinas não pertíticas, de biotita castanha e a ausência de ortopiroxênio.

Identificadas as *facies* metamórficas das rochas, calculamos os teores de K, U, e Th das amostras.

Os teores de potássio medidos neste trabalho, em %, para as rochas na *facies* granulito com suas correspondentes quimicamente na *facies* anfibolito, ou seja, charnoquitos ("A") com granitos ("C") e enderbitos

("B") com tonalitos ("D"), são apresentados na Fig. 2 (a) e (b), respectivamente.

Fig. 2: Teores de K, em %, de amostras com composições químicas similares: (a) charnoquitos ("A") e granitos ("C"); e (b) enderbitos ("B") e tonalitos ("D").

Observa-se que os pares possuem concentrações médias de potássio muito próximas. Quando comparamos unidades litológicas que se encontram na mesma *facies* metamórfica ("A" com "B" e "C" com "D"), constata-se a dependência entre a concentração de potássio e a composição química das rochas. Na *facies* granulito, as medidas realizadas nos charnoquitos ("A") apresentaram maior média e menor dispersão do que os valores medidos nos enderbitos ("B"). No caso da *facies* anfibolito, a unidade "C", típica de granitos, teve maiores teores de potássio e pouca dispersão dos dados quando comparada com a unidade "D", tonalítica.

Na *facies* granulito e para as amostras de charnoquitos ("A"), os teores de potássio variam de 3,76 a 5,89 %, com média de $(4,27 \pm 0,44)$ %. Para os enderbitos ("B"), os valores encontram-se entre 0,05 e 4,31 % com média de $(2,5 \pm 1,4)$ %.

No caso da *facies* anfibolito, nas amostras de granitos as concentrações de potássio variam de 2,18 a 5,59 % com média de $(4,20 \pm 0,54)$ %. Para os tonalitos, os valores medidos encontram-se entre 1,26 e 5,58 %, com média de $(2,9 \pm 1,3)$ %.

Na Fig.3 mostramos o mapa da distribuição de potássio, elaborado a partir do levantamento aerogeofísico realizado pela Companhia Baiana de Pesquisa Mineral (CBPM) na área entre os municípios Ruy Barbosa e Vitória da Conquista. A unidade enderbítica ("B") é a que

possui menores teores de potássio, seguida da tonalítica ("D"). As concentrações mais elevadas correspondem aos granitos ("C"), ligeiramente maiores do que a dos charnoquitos ("A"). A distribuição de potássio obtida nesse mapeamento aéreo destaca a presença das litologias representadas na Fig. 1.

Fig. 3: Mapa aerogeofísico da distribuição de potássio na borda oeste do Bloco Jequié.

Na Fig. 4 (a) e (b), apresentamos os teores de urânio das amostras de afloramentos, em ppm, para as rochas na *facies* granulito com suas correspondentes quimicamente na *facies* anfibolito, ou seja, charnoquitos ("A") com granitos ("C") e enderbites ("B") com tonalitos ("D"), respectivamente. Nota-se que, no primeiro par, as concentrações médias de urânio são maiores nos granitos do que nos charnoquitos, sugerindo que existe influência da profundidade na distribuição de urânio na crosta. No segundo par, não foram detectadas diferenças estatísticas entre os teores de urânio dos enderbites e tonalitos, mesmo estando localizadas essas unidades em profundidades crustais diferentes.

Quando comparamos unidades litológicas que encontram-se na mesma *facies* metamórfica ("A" com "B" e "C" com "D"), constata-se a dependência entre a concentração de urânio e a composição química das rochas. Nos granulitos, as medidas realizadas nos charnoquitos ("A") apresentaram maior média do que nos

Fig. 4: Teores de U, em ppm, de amostras com composições químicas similares: (a) charnoquitos ("A") e granitos ("C"); e (b) enderbites ("B") e tonalitos ("D").

enderbites ("B"). No caso dos anfibolitos, a unidade "C", típica de granitos, teve teores de urânio superiores aos da unidade "D", tonalítica.

Na *facies* granulito, os teores de urânio na unidade de charnoquitos ("A") variam de 1,19 a 6,56 ppm com média de $(3,4 \pm 1,4)$ ppm. Para os enderbites ("B"), os valores encontram-se entre 0,62 e 5,13 ppm com média de $(2,3 \pm 1,1)$ ppm.

No caso da *facies* anfibolito, as concentrações de urânio, nos granitos variam de 1,09 a 8,82 ppm com média de $(5,3 \pm 1,9)$ ppm. Para os tonalitos, os valores medidos encontram-se entre 0,48 e 4,22 ppm com média de $(2,0 \pm 1,1)$ ppm.

Na Fig. 5 apresentamos o mapa dos dados aéreos da distribuição de urânio. A unidade enderbítica ("B") é a que possui menores teores de urânio, seguida da tonalítica ("D"). As concentrações mais elevadas correspondem aos granitos ("C"), ligeiramente maiores do que a dos charnoquitos ("A"). A distribuição de urânio obtida nesse mapeamento aéreo também destaca a presença das litologias representadas na Fig. 1.

Na Fig. 6 (a) e (b), são apresentados os teores de tório, em ppm, para as rochas na *facies* granulito com suas correspondentes quimicamente na *facies* anfibolito, ou seja, charnoquitos ("A") com granitos ("C") e enderbites ("B") com tonalitos ("D"). Nota-se que, no primeiro par, as concentrações médias de tório são maiores nos granitos do que nos charnoquitos. No segundo par, os tonalitos possuem maiores teores de tório do que os enderbites. Os dois casos anteriores sugerem que existe influência da profundidade na distribuição de tório na crosta.

Fig. 5: Mapa aerogeofísico da distribuição de urânio na borda oeste do Bloco Jequié.

Fig. 6: Teores de Th, em ppm, de amostras com composições químicas similares: (a) charnoquitos ("A") e granitos ("C"); e (b) enderbitos ("B") e tonalitos ("D").

Os teores de tório, na *facies* granulito, variam de 6,91 a 39,31 ppm, com média de (25 ± 11) ppm para os charnoquitos ("A") e entre 0,48 e 27,50 ppm, com média de $(13,2 \pm 9,2)$ PPM, para os enderbitos ("B").

Para a *facies* anfibolito, nas amostras de granitos (unidade "C"), as concentrações de tório variam de 11,58 a 51,15 ppm, com média de $(33,0 \pm 9,0)$ ppm. Para os tonalitos (unidade "D"), os valores encontram-se entre 1,78 e 85,76 ppm, com média de (21 ± 19) ppm.

Quando comparamos unidades litológicas que encontram-se na mesma *facies* metamórfica ("A" com "B" e "C" com "D"), constata-se a dependência entre a concentração de tório e a composição química das rochas. Nos granulitos, as medidas realizadas nos charnoquitos ("A") apresentaram maior média do que os valores medidos nos enderbitos ("B"). No caso dos anfibolitos, a unidade "C", típica de granitos, teve teores de tório superiores aos da unidade "D", tonalítica.

Fig. 7: Mapa aerogeofísico da distribuição de tório na borda oeste do bloco Jequié.

O mapa da distribuição de tório na região de estudo é apresentado na Fig 7. A unidade enderbitica ("B") é a que possui menores teores de tório, seguida da tonalítica ("D"). As concentrações mais elevadas correspondem aos granitos ("C") e logo aos charnoquitos ("A"). A distribuição de tório obtida nesse mapeamento aéreo destaca a presença das litologias representadas na Fig. 1.

Conclusões

As concentrações de potássio no bloco Jequié independem da profundidade crustal onde foi formada a rocha, sendo determinadas pela composição química da rocha. Assim, os teores desse elemento nos granitos ("C") e charnoquitos ("A") possuem médias próximas, mesmo estando essas duas unidades litológicas localizadas em profundidades crustais diferentes.

As concentrações de urânio e tório mostram-se influenciadas pela composição química e pela profundidade crustal da rocha.

Em sentido geral, nas unidades "A" (charnoquitos) e "C" (granitos), típicas de rochas ácidas, registram-se maiores concentrações médias de K, U e Th do que nas unidades "B" (enderbitos) e "D" (tonalitos), estas típicas de rochas intermediárias. Assim, evidencia-se a influência da litologia na distribuição vertical dos radioelementos. Quando comparados os teores dos elementos radioativos por *facies* metamórficas, constata-se maiores concentrações de U e Th nas camadas mais superficiais para rochas com composições químicas similares.

Concluimos, então, que tanto a profundidade quanto o a litologia influenciam na distribuição dos elementos K, U e Th. Contudo, verificamos que a influência da profundidade não é determinante diante da composição química das rochas. Essa observação constitui um dos motivos que explica o porquê vários estudos publicados mostram resultados conflitantes quando se referem à influência da profundidade crustal na distribuição dos elementos produtores de calor.

Agradecimentos

Agradecemos à *Companhia Baiana de Pesquisa Mineral (CBPM)* e à *Companhia de Pesquisa e Recursos Minerais (CPRM)* pelo apoio técnico; ao *CNPq* pelo apoio financeiro a esta pesquisa através do projeto 486369/2006-4; à *FAPESB* pelo bolsa de doutorado dada ao primeiro autor; ao Centro de Pesquisa em Geofísica e Geologia da UFBa (CPGG) pelas facilidades disponibilizadas para realização deste trabalho.

Referências

- Adams, J. A. S. e Gasparini, P., 1970. Gamma-Ray Spectrometry of Rocks. Methods in Geochemistry and Geophysics Series. Elsevier Publishing Company.
- Almeida, F. F. M., 1977. O Cráton do São Francisco. *Revista Brasileira de Geociências*. 7(4):349-364.
- Alves Jr., P. B., 2004. Determinação de perfis de taxa de produção de calor radiogênico em poços da bacia do Recôncavo. Monografia – Curso de Graduação em Geofísica, Universidade Federal da Bahia, 72p.
- Ashwal, L. D.; Morgan, P.; Kelley, S. A. e Percival, J. A., 1987. Heat production in an Archean crustal profile and implications for heat flow and mobilization of heat-producing elements. *Earth and Planetary Sciences Letters*, 85:439-450.
- Kremensky, A. A. e Ovchinnikov, L. N., 1986. The Precambrian continental crust: its structure, composition,

and evolution as revealed by deep drilling in the U.S.S.R. *Precambrian Res.*, 33:11-43.

Kremensky, A. A.; Milanovsky, Yu. e Ovchinnikov, L. N., 1989. A heat generation model for continental crust based on deep drilling in the Baltic shield. *Tectonophysics*, 159:231-246.

Lachenbruch, A. H., 1968. Preliminary geothermal model of the Sierra Nevada. *Journal of Geophysical Research*, 73(17):6877-6989.

Lachenbruch, A. H., 1970. Crustal temperature and heat production: implications of the linear heat-flow relation. *Journal of Geophysical Research*, 75(17):3291-3300.

Marinho, M. M.; Sabaté, P. e Barbosa, J. S. F., 1994. The Contendas-Mirante volcano-sedimentary belt. *Boletim IG-USP – "Petrologic and geochronologic evolution of the oldest segments of the São Francisco Craton, Brazil"*. Editores: M. H. C. Figueiredo e A. J. Pedreira, *Publicação especial* 17:37-72.

Morgan, P.; Sawka, W. N. e Furlong, K. P., 1987. Introduction: background and implications of the linear heat flow-heat production relationship. *Geophys. Res. Letters*, 14:248-1251.

Reyes, L. M. G., 2008. Distribuição vertical da taxa volumétrica de produção de calor radiogênico no Cráton do São Francisco. Tese de Doutorado – Curso de Pós-graduação em Geofísica, Universidade Federal da Bahia, 158p.

Ribeiro, F. B. e Roque, A., 2001. Vertical distributions of uranium, thorium, and potassium and of volumetric heat production rates in the sediments of the São Francisco Basin, Central Brazil. *Applied Radiation and Isotopes*, 55:393-405.

Sapucaia, N. S., 2004. Diferenciação litológica, teores de potássio, urânio e tório e taxa de produção do calor radiogênico do embasamento cristalino das bacias de Camamu e Almada. Dissertação de Mestrado – Curso de Pós-graduação em Geofísica, Universidade Federal da Bahia, 72p.

Sapucaia, Najara Santos, Roberto Max de Argollo e Jhildo Salomão Figueiredo Barbosa, 2005. Teores de potássio, urânio e tório e taxa de produção de calor radiogênico do embasamento cristalino das bacias de Camamu e Almada, Bahia, Brasil. *Revista Brasileira de Geofísica* 23 (4), 453-475.

Ussami, N., 1993. Estudos geofísicos no Cráton do São Francisco: estágio atual e perspectivas. Em: "O Cráton do São Francisco: trabalhos apresentados na reunião preparatória do II Simpósio sobre o Cráton do São Francisco". Editores: José Maria Landim Dominguez e Aroldo Misi. Salvador, SBG, CNPq, 35-43.