

**GEOCRONOLOGIA E GEOQUÍMICA ISOTÓPICA DE Sr E Nd NOS DIQUES
MÁFICOS DO CURAÇÁ CRATON DO SÃO FRANCISCO (BRASIL): REGISTRO DE
UM EVENTO DISTENSIVO NEOPROTEROZÓICO ASSOCIADO À EVOLUÇÃO DA
FAIXA COLISIONAL SERGIPANA**

L.R. Bastos Leal¹, W. Teixeira², G. Bellieni³, R. Petrini⁴, E.M. Piccirillo⁴

1. Curso de Pós-graduação em Geociências, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP

2. Centro de Pesquisas Geocronológicas do IGc, USP, Núcleo de Pesquisa em Geoquímica e Geofísica da Litosfera da USP, São Paulo, SP

3. Dipartimento di Mineralogia e Petrologia, Universidade de Padova, Itália

4. Istituto di Mineralogia e Petrografia, Universidade de Trieste, Itália

ABSTRACT

The Curaçá mafic dike swarm, located in the northern part of the São Francisco Craton, near the front of the Sergipano orogenic belt, intrudes medium-high grade metamorphic rocks of the Caraíba complex (2.25-2.10 Ga). The dikes are NE-SW oriented and preserve igneous fabric. They are up to 25 meters wide and several kilometers long.

Two of the dikes have been dated by the Rb-Sr method (whole rock samples and mineral concentrates) yielding 650 ± 95 Ma and 704 ± 56 Ma. These ages likely represent the emplacement of the Curaçá dike swarm. The high $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ initial ratios (0.70668 and 0.71059), coupled with the Sm-Nd isotope data, suggest that the dikes have been variably contaminated by radiogenic isotopic diffusion from the country rocks.

Tectonically, the Curaçá dike swarm represents a magmatic event related to the collision of the Sergipano marginal belt, as suggested by the similar pattern of the geochronological data and by tectonics of the belt. The 680 Ma Curaçá dike event, together with other magmatic events of approximately similar age affecting the São Francisco Craton (e.g. the alkaline rocks of southern Bahia), may represent a major distensive episode of continental character. This could be a consequence of extensive and large compressional processes occurring within the Neoproterozoic orogenic belts that surrounded the Craton, and related to the agglutination of West Gondwana.

RESUMO

O enxame de diques máficos do rio Curaçá situa-se na porção setentrional do Craton do São Francisco, próximo à frente de colisão da faixa Sergipana, de idade neoproterozóica. O enxame é intrusivo nas rochas metamórficas de médio a alto grau do Complexo Caraíba, cuja evolução crustal ocorreu no Paleoproterozóico (2,25-2,10 Ga). Os diques, com texturas ígneas preservadas, apresentam direção NE-SW, possuem larguras de até 25 metros e extensões quilométricas.

Duas isócronas internas Rb-Sr (amostras de rochas totais e concentrados minerais) demonstram que a colocação do enxame do Curaçá ocorreu há aproximadamente 705-650 Ma. Com base nas elevadas razões iniciais $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ (0,70668 e 0,71059) destas isócronas e nas análises Sm-Nd, sugere-se que os diques do Curaçá foram submetidos a processos de contaminação variável por difusão isotópica radiogênica, a partir das rochas encaixantes.

Em termos tectônicos, o enxame do Curaçá é interpretado como um evento de reativação de natureza reflexa, imposto na margem setentrional do Craton do São Francisco, em decorrência da colisão da faixa Sergipana, durante o ciclo Brasileiro. A constatação de outras manifestações ígneas contemporâneas, em idade, aos diques investigados (e.g., Província Alcalina do Sul da Bahia) sugere que o episódio distensivo/magmático Curaçá tem dimensão continental, e está relacionado aos processos compressivos distais ao Craton, que afetaram as faixas orogênicas marginais neoproterozóicas no processo tectônico geral de aglutinação do Gondwana ocidental.

INTRODUÇÃO

A origem dos enxames de diques máficos no interior dos continentes tem sido atribuída a esforços tracionais associados ao desenvolvimento de riftes continentais, à interação de placas tectônicas ou a pontos quentes no manto subcontinental (e.g. Halls, 1982; Windley, 1984; Halls & Fahrig, 1987). No tocante à instalação destes enxames em associação a fenômenos de colisão continental, tanto no Proterozóico, como no Fanerozóico, tem sido relatada a importância dos fraturamentos intracontinentais perpen-

diculares ao "front" colisional, que levam ao condicionamento dos enxames de diques nessas zonas de fraqueza tectônica (e.g. Burke Sengör, 1976; Rennalli & Ernst, 1986; Hancock & Bevan, 1987; Ernst et al., 1987; Feraud et al., 1987). Em geral, diques máficos intracontinentais exibem padrões geoquímicos de basaltos oceânicos e continentais (manto litosférico sub-continental), ou refletem processos de contaminação, por exemplo, envolvendo mistura de uma fonte tipo MORB com material crustal (Lightfoot & Hawkesworth, 1988;

Dupuy et al., 1988; Hergth et al., 1989).

No Craton do São Francisco (CSF), diversos enxames de diques máficos pré-cambrianos foram objeto de estudos petrográficos, geoquímicos, paleomagnéticos e geocronológicos (Fig. 1), sendo os mais importantes situados na região de Uauá, Curaçá, Salvador, Ilhéus-Olivença, Lavras e Pará de Minas (e.g. Oliveira & Montes, 1984; Sial et al., 1987; Correa Gomes et al., 1989; Bastos Leal, 1992; Moraes Brito, 1992; Tanner de Oliveira, 1989; Renne et al., 1990; Bellieni et al. 1991a, b; D'Agrella Filho, 1992).

Neste trabalho, são apresentados os dados geocronológicos Rb-Sr e K-Ar do enxame de diques máficos do Curaçá e suas características isotópicas de Nd e Sr, além dos principais aspectos petrológicos e geoquímicos. As implicações tectônicas decorrentes da

existência desta atividade magmática na porção nordeste do CSF são discutidas comparativamente ao contexto tectônico da faixa Sergipana, cujo desenvolvimento crustal associou-se aos processos colisionais neoproterozóicos do continente Gondwana Ocidental.

CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL

O enxame de diques máficos do Curaçá situa-se na região do vale do rio homônimo, no estado da Bahia (Fig. 2). Os diques são intrusivos em rochas metamórficas de médio a alto grau do Complexo Caraíba (Figueiredo, 1982, 1989), no setor setentrional do CSF, sendo recobertos pelas supracrustais do Grupo

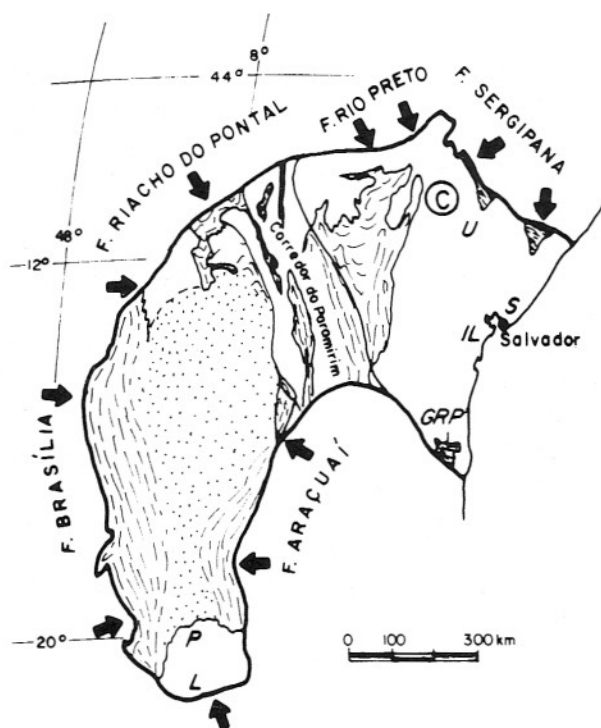


Figura 1 - Configuração do Craton do São Francisco e seus limites com as faixas marginais de evolução Brasiliana, estando representados os principais enxames de diques máficos proterozóicos. Símbolos: C=Curaçá (objeto de estudo), U=Uauá, S=Salvador, IL=Ilhéus-Olivença, L=Lavras e P=Pará de Minas. Também representados os esforços compressivos associados às colisões das faixas marginais (setas com vergência rumo ao Craton), os traços gerais da deformação nas coberturas proterozóicas do Craton (inclusive no Grupo Rio Pardo - GRP), bem como o "corredor de deformação do Paramirim" (Adaptado de Alkmim et al., 1993).

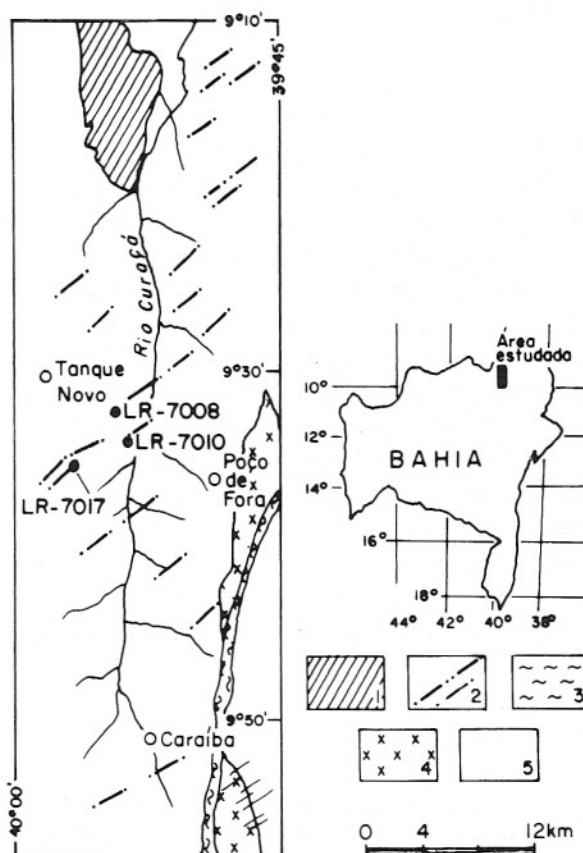


Figura 2 - Mapa geológico simplificado da região do vale do Curaçá, estado da Bahia. 1- Cobertura do Neoproterozóico (faixa Sergipana). 2- Enxame de diques máficos do Curaçá com a localização das amostras estudadas isotopicamente. 3- Zonas de cisalhamento. 4- Sienito Itiúba (transamazônico). 5- Terrenos metamórficos de médio a alto grau (Complexo Caraíba). Ver texto para detalhes do contexto geológico.

Canudos, de idade neoproterozóica. Os diques representam uma manifestação magmática tardia de caráter anorogênico ao ciclo Transamazônico (e.g., Delgado & Dalton de Souza, 1975; Oliveira & Tarney, 1990; Bastos Leal, 1992).

O período do Paleoproterozóico teve grande importância na evolução das rochas do Complexo Caraíba, conforme demonstrado por idade U-Pb (intercepto superior em diagrama Concórdia) em gnaisses tonalíticos (dados em escala regional) com cerca de 2,25 Ga (G. Gáal, 1987; comun. escr.) e 4 isócronas Rb-Sr em rocha total em gnaisses com idades variáveis entre 2,23 e 2,15 Ga (Mascarenhas & Garcia, 1989; Bastos Leal, 1992). O resfriamento regional do complexo ocorreu há aproximadamente 1,70 Ga, conforme sinalizado por uma datação K-Ar (Mascarenhas & Garcia, 1989).

No contexto paleotectônico da porção setentrional do CSF, Bastos Leal (1992) procedeu a uma análise comparativa entre as rochas dos complexos Caraíba e Uauá (este situado a leste e adjacente ao primeiro complexo), com base em dados isotópicos de Sr. O Complexo Uauá exibe idades Rb-Sr isocrônicas em rocha total de cerca de 3,16 - 3,10 Ga e 2,71 Ga (Mascarenhas & Garcia, 1989; Bastos Leal, 1992). Além disso, este complexo foi recentemente datado pelo método Sm-Nd com uma idade modelo (TDM) de 3,16 Ga (K. Sato, 1994; comun. escr.). Segundo a interpretação de Bastos Leal (1992), as rochas granulíticas do Complexo Caraíba seriam formadas e/ou metamorfisadas a partir de materiais crustais com composições isotópicas semelhantes aos ortognaisses arqueanos do Complexo Uauá. Esta hipótese é consistente com as razões iniciais $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ reportadas para as isócronas do Complexo Caraíba (0,701-0,707), as quais sugerem que processos de retrabalhamento crustal participaram da evolução paleoproterozóica. Nesta interpretação, a razão inicial mais baixa (0,701) poderia ser reflexo de protolitos crustais com razão Rb/Sr baixa, a exemplo de rochas granulíticas empobrecidas em Rb. No entanto, uma idade modelo Sm-Nd (TDM) de 2,42 Ga, recentemente obtida em gnaisses do Complexo Caraíba (K. Sato, 1994; comun. escr.), reforça a possibilidade de parte de seus precursores serem, na verdade, de idade paleoproterozóica.

CARACTERÍSTICAS DO ENXAME

Os primeiros trabalhos geológicos de cunho regional da área investigada trouxeram

informações superficiais acerca do enxame de diques máficos do vale do rio Curaçá, sendo que Delgado & Dalton de Souza (1975), no projeto Cobre-Curaçá, mapearam e descreveram as principais feições de campo e petrográficas destes diques. Posteriormente, Gava et al. (1983) e Seixas et al. (1985) sugeriram a contemporaneidade entre os enxames de diques de Curaçá e Uauá (este último situado a leste do primeiro), com base em estudos petrográficos e de campo. Gava et al. (1983) agruparam ambos os enxames sob a denominação de "Vulcanismo Caratacá". Por outro lado, Oliveira & Tarney (1990) e Oliveira (1991), com base na assinatura geoquímica dos diques de Curaçá, propuseram uma associação tectônica deste enxame com a implantação do sistema Espinhaço, admitindo uma idade meso-proterozóica para os mesmos. Dados paleomagnéticos, recentemente obtidos por D'Agrella Filho (1992) nos diques do Curaçá, revelaram polos característicos com direções NE e SW, com baixas inclinações, interpretadas como adquiridas durante o Neoproterozóico, com base no padrão geocronológico Rb-Sr dos diques (Bastos Leal, 1992) e em comparações com polos paleomagnéticos obtidos nos diques do enxame de Pará de Minas, situados na porção meridional do Craton do São Francisco.

Os diques do Curaçá apresentam direção NE-SW e estão estruturados segundo um padrão de fraturamento regional característico do setor nordeste do CSF (Fig. 2). Falhamentos de direção N-S e NW-SE são responsáveis por pequenos deslocamentos pós-colocação dos diques. Todavia, os diques preservam suas feições de corpos intrusivos retilíneos, sem qualquer deformação, demonstrando que a sua colocação deu-se em época posterior ao metamorfismo regional do Complexo Caraíba. Em geral, possuem larguras variando de alguns centímetros até dezenas de metros, chegando a um máximo de 25 metros, com extensões da ordem de alguns quilômetros. Podem apresentar variação granulométrica da borda (granulação fina) para o centro (granulação média a grossa), além de xenólitos das rochas encaixantes no seu interior (Bastos Leal, 1992). Via de regra, os diques encontram-se intemperizados, alteração esta, possivelmente, ligada à presença do fraturamento superimposto, já mencionado. Isto exigiu um trabalho petrográfico cuidadoso para a escolha das amostras mais frescas para as investigações propostas.

ASPECTOS PETROLÓGICOS E GEOQUÍMICOS

Os diques do Curaçá possuem granulação que varia de fina a média. Nas bordas dos corpos mais espessos, as texturas são afíricas e moderadamente porfiríticas, enquanto que nas porções mais internas são subofíticas-ofíticas e holocristalinas. Eventualmente, alguns diques podem apresentar texturas vesiculares. Produtos de cristalização tardia estão presentes na maioria dos diques, sendo representados por anfibólio, clorita, carbonatos e sericita. Os diques menos alterados (e.g., 7008, 7010, 7016 e 7017; Tabela 1) são constituídos, basicamente, por augita (Wo₃₆₋₄₃, En₃₅₋₃₉) e plagioclásio (An₆₈₋₄₂) em matriz, que, eventualmente, apresenta intercrescimentos quartzo-feldspáticos. Os minerais acessórios são magnetita, apatita, pirita e pirrotita. Essas amostras menos alteradas podem ainda conter cristais de quartzo reabsorvidos (xenocristais?).

Os diques estudados cristalizaram-se a partir de magmas basáltico-andesíticos de afinidade toleítica (quartzo normativo = 2-6% olivina/hiperstênio normativos = 0,4-0,6) e, subordinadamente, de basaltos transicionais (olivina/hiperstênio normativos = 1,4-5,4) - (Fig. 3; Tabela 1). Variações significativas em termos da geoquímica de seus elementos traço foram constatadas nos corpos do enxame do Curaçá. As amostras com baixo conteúdo em TiO₂ (< 2 % em peso) e elementos incompatíveis (Ei) possuem, em geral, valores maiores de CaO, Al₂O₃, Cr+Ni e de mg (Mg⁺²/Mg⁺²+Fe⁺² atômico) em relação aos exemplares com maior conteúdo em TiO₂ (> 2% em peso) e Ei (Tabela 1).

É interessante acrescentar que os diques basálticos investigados não sofreram, aparentemente, modificações significativas em termos da composição química geral (Tabela 1). Por exemplo, as concentrações de Sr são relativamente constantes, na maioria dos diques, em torno de 300 ppm, bem como as razões Nb/La exibem pouca variação, para a maior parte das amostras, situando-se entre 1,28 e 1,34.

Diagramas de variação com base em valores de mg e Zr (Figs. 4 e 5; Tabela 1) indicam que os basaltos com teores altos em Ti podem ser relacionados aos do tipo baixo Ti através de um modelo de cristalização fracionada de gabros originados de magmas parentais pouco diferentes entre si (conforme Zr vs. Ei; Fig. 5). Esta hipótese é apoiada pelos padrões dos elementos terras raras - "REE"

(Fig. 6), uma vez que os diques de alto TiO₂ possuem razões (La/Sm)_n e (La/Yb)_n relativamente maiores do que aqueles com baixo conteúdo em TiO₂ (Tabela 2).

Cabe ressaltar, no entanto, que estas razões de "REE" diferentes não podem ser explicadas, meramente, através de um processo simples de fracionamento de rochas gabróicas. Com efeito, no aranhograma da Figura 7, elaborado a partir de três amostras menos alteradas do enxame de Curaçá, verificam-se padrões similares entre elas, em se considerando as concentrações de "LILE".

DADOS ISOTÓPICOS E DISCUSSÃO

As determinações Rb-Sr (Tabela 3) nos diques LR-7008 e 7010 do enxame do Curaçá e K-Ar (dique LR-7008) foram realizadas no Centro de Pesquisas Geocronológicas-CPGeo do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, para a dissertação de Mestrado de um dos autores (Bastos Leal, 1992). Em adição, dados isotópicos de Sr e Nd foram obtidos, para três diques (LR-7008, 7010, 7017, Tabelas 3 e 5), nos laboratórios das universidades de Trieste, Pisa (Itália) e Nancy (França), como parte do programa de cooperação científica.

Os dados Rb-Sr do CPGeo foram produzidos a partir de concentrados multi-minerálicos (frações 80-100 mesh) e de amostras de rocha total. Tal procedimento visou obter maior dispersão nas razões Rb/Sr nesses sub-sistemas, em relação à rocha total, de modo a permitir a elaboração de isócronas internas Rb-Sr para os diques selecionados. Este procedimento é uma adaptação ao descrito por Patchett et al. (1978) e Armstrong et al. (1982) em estudos geocronológicos Rb-Sr de diques máficos pré-cambrianos. Uma descrição detalhada do procedimento analítico aqui adotado, para a obtenção de isócronas internas, pode ser obtida em Bastos Leal (1992) e Bastos Leal et al. (1994).

Os teores de Rb e Sr foram determinados no CPGeo por diluição isotópica, após uma quantificação preliminar por fluorescência de raios X. Como se sabe, em rochas básicas (como é o presente caso), os teores baixos de Rb são extremamente críticos em termos da precisão das razões ⁸⁷Rb/⁸⁶Sr das amostras em rocha total e concentrados minerais. Por sua vez, estas razões, juntamente com as razões ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr, definem o valor do coeficiente angular das isócronas a serem calculadas. No presente trabalho, as razões ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr foram

Tabela 1 - Elementos maiores (% em peso) e traço (ppm) dos diques do Curaçá. Elementos maiores recalculados a 100% (em peso), sem perda ao fogo (PF). Fe_2O_3 , FeO e perda ao fogo (PF) correspondem a valores originais. Abreviações: mg = $Mg^{+2}/(Mg^{+2}+Fe^{+2})$, assumindo $Fe_2O_3/FeO = 0,15$; Q,Ol,Hp = quartzo, olivina e hiperstênio em valores normativos -CIPW ($Fe_2O_3/FeO = 0,15$) e FRX = fluorescência de raios X.

	7005	7006	7007	7008	7009	7010	7011	7012	7016	7017
SiO ₂	53.42	52.66	50.61	50.26	46.07	45.54	54.40	51.08	49.46	49.11
TiO ₂	2.94	2.59	1.39	1.43	1.83	2.13	2.49	2.42	1.39	1.42
Al ₂ O ₃	13.55	13.49	15.64	16.79	16.59	17.38	14.63	15.10	17.47	17.87
FeO _t	13.92	15.04	11.44	11.08	15.14	15.92	13.93	14.69	11.31	11.18
MnO	0.14	0.17	0.18	0.17	0.20	0.22	0.23	0.22	0.18	0.18
MgO	7.31	4.58	7.90	7.54	8.67	6.82	3.77	4.18	7.22	7.40
CaO	4.44	6.06	9.10	9.21	7.47	8.42	5.81	7.89	9.54	9.03
Na ₂ O	2.78	2.60	2.51	2.78	2.22	1.64	1.47	2.60	1.87	1.68
K ₂ O	1.05	2.20	1.12	0.59	1.54	1.56	2.08	1.45	1.44	2.01
P ₂ O ₅	0.46	0.61	0.11	0.15	0.27	0,37	0,79	0,37	0,12	0,12
mg	0.506	0.375	0.577	0.574	0.528	0.457	0.349	0.360	0.557	0.566
Fe ₂ O ₃	4.76	6.37	3.10	2.07	5.02	6.02	6.55	6.38	3.28	3.34
FeO	9.41	9.04	8.55	9.17	10.39	10.25	7.79	8.71	8.24	8.06
P.F	4.58	3.78	3.01	2.35	4.37	3.88	3.36	3.28	3.39	3.23
FRX										
Cr	6	14	169	162	86	119	1	27	188	183
Ni	27	19	113	99	112	97	24	33	89	100
Ba	1850	1119	286	223	405	274	1092	3119	303	802
Rb	13	40	20	6	18	30	30	25	20	34
Sr	140	360	323	318	330	507	851	321	296	324
La	67	51	11	12	18	17	72	38	6	7
Ce	131	100	22	20	31	45	129	66	16	9
Nd	58	42	12	15	14	22	60	24	10	10
Zr	341	313	97	94	155	188	417	255	85	91
Y	59	54	25	25	39	46	61	48	24	27
Nb	52	45	13	13	23	27	77	39	12	12
Q	5.99	3.65	-	-	-	-	13.72	2.00	-	-
Ol/Hp	-	-	0.44	0.41	5.40	1.34	-	-	0.33	0.56

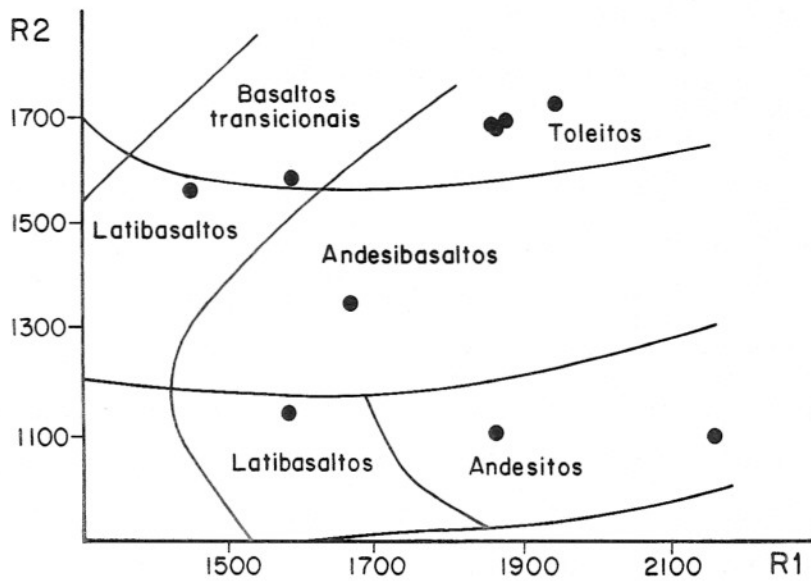


Figura 3 - Diagrama de classificação (De La Roche, 1980) para os diques do Curaçá.

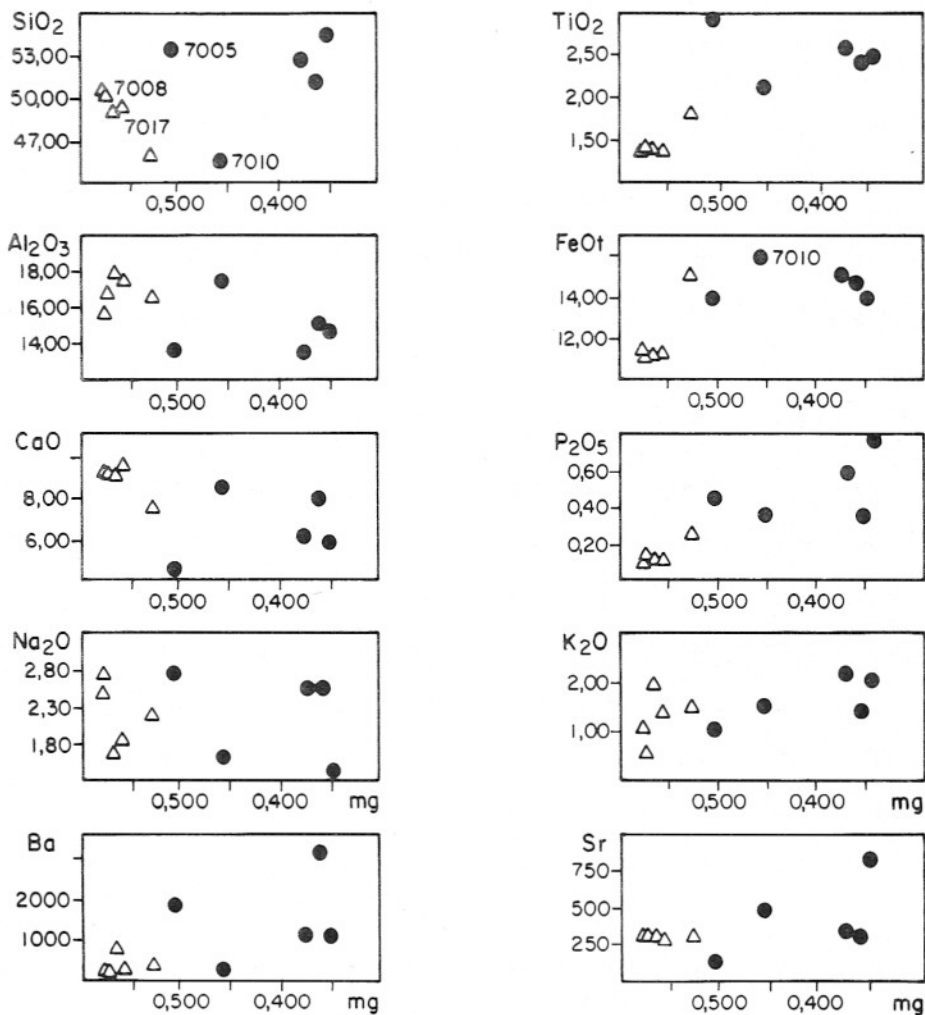


Figura 4 - Diagramas de variação baseados no número de mg ($Mg^{+2}/Mg^{+2}+Fe^{2+}$; $Fe_2O_3/FeO = 0,15$) vs. Ba e Sr (ppm), e Na_2O , CaO , Al_2O_3 , SiO_2 , K_2O , P_2O_5 , FeO , TiO_2 (% em peso). Símbolos: triângulos ($TiO_2 < 2\%$ em peso); círculos cheios ($TiO_2 > 2\%$ em peso).

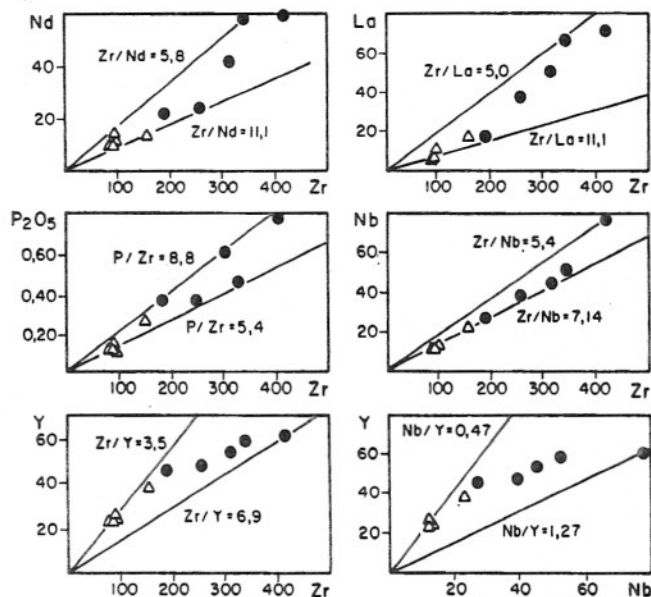


Figura 5 - Diagramas de elementos traços. Símbolos conforme Figura 4.

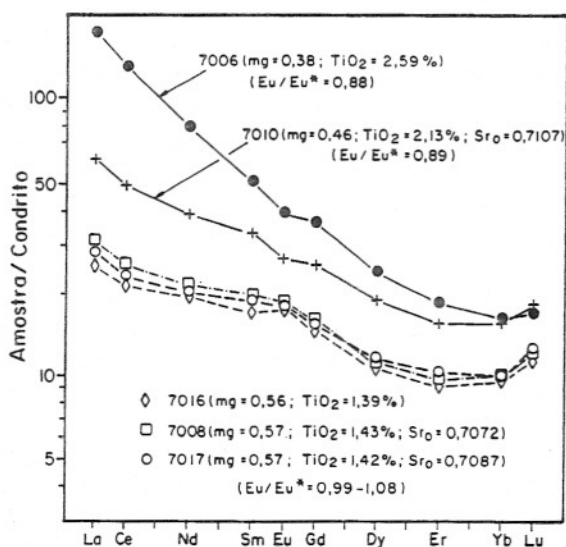


Figura 6 - Aranhograma para concentrações relativas de elementos terras raras normalizadas em relação ao manto condrítico.

obtidas no espectrômetro de massa VG-354 do CPGeo, sendo que os erros absolutos destas medidas (Tabela 3) obedeceram a uma correção em função do valor médio do padrão internacional NBS-987, no período das análises (1990/91). O valor médio deste padrão ($n=27$), para efeito da reprodutibilidade analítica do laboratório, foi de $0,701024 \pm 0,00003$. Os cálculos das razões isotópicas e das idades foram efetuados utilizando-se as constantes recomendadas por Steiger & Jäger (1977). Nos cálculos isocrônicos foi utilizado o programa

Tabela 2 - Conteúdos dos elementos terras raras (ETR), obtidos por espectrometria de emissão indutiva atômica (ICP-AES) para os diques do Curaçá. Valores das razões La/Sm, Sm/Yb, La/Yb e Eu/Eu* normalizados em relação ao condrito (cf. Boynton, 1984).

	7006	7008	7010	7016	7017
La	50.7	9.8	19.4	8.3	8.8
Ce	106.1	21.0	40.5	17.5	18.6
Nd	48.3	12.9	23.9	12.0	11.8
Sm	10.1	3.9	6.6	3.4	3.9
Eu	2.9	1.4	2.0	1.3	1.3
Gd	9.7	4.2	6.8	4.0	4.1
Dy	7.9	3.7	6.3	3.7	3.7
Er	4.0	2.1	3.3	2.0	2.2
Yb	3.4	2.1	3.4	2.1	2.1
Lu	0.5	0.4	0.6	0.4	0.4
(La/Sm) _n	3.16	1.58	1.85	1.54	1.42
(Sm/Yb) _n	3.18	2.00	2.07	1.74	2.00
(La/Yb) _n	10.03	3.16	3.84	2.68	2.84
(Eu/Eu*) _n	0.86	1.05	0.89	1.08	0.99

Williamson (1968), com 1 de precisão.

Duas amostras (LR-7008 e LR-7010) foram selecionadas para os estudos isotópicos

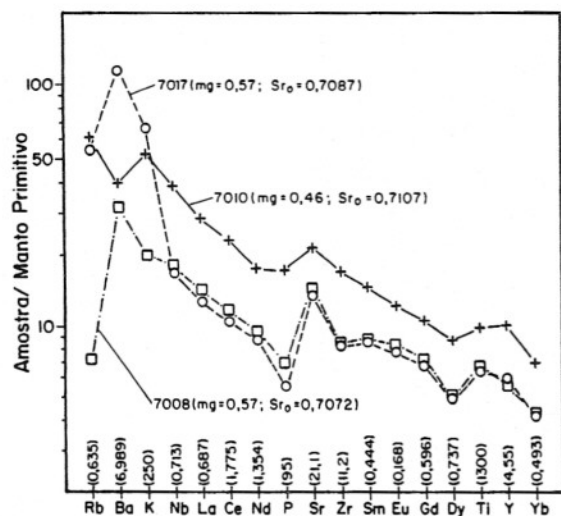


Figura 7 - Concentrações de elementos incompatíveis normalizadas em relação ao manto primitivo (Sun & McDonough, 1989).

Rb-Sr. Os resultados analíticos destas amostras podem ser observados na Tabela 3. O alinhamento isocrônico, obtido a partir de cinco análises do dique LR-7008, revelou idade de 650 ± 95 Ma e razão inicial $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ de $0,70668 \pm 0,00016$ (Fig. 8). Uma amostra deste dique, analisada no laboratório da Universidade de Pisa (Itália), parece não pertencer ao alinhamento isocrônico obtido [triângulo RT(I)]. Possivelmente, isto decorreu do fato de os teores de Rb e Sr terem sido quantificados por fluorescência de raios X. Este método, normalmente, fornece valores distintos em relação aos teores de Rb e Sr medidos por outros métodos: respectivamente, 10,3 e 313,2 ppm (diluição isotópica; CPGeo) e 6 e 318 ppm (Pisa). Estes teores produzem, respectivamente, razões Rb/Sr da ordem de 0,095 e 0,055, o que denota a importância da precisão dessa medida para a definição do traçado da isócrona.

O dique LR-7010 foi analisado através de seis amostras que produziram um alinhamento isocrônico com idade de 704 ± 56 Ma e razão inicial $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ de $0,71059 \pm 0,00056$ (Fig. 9). Uma outra amostra em rocha total deste mesmo dique, também submetida à análise na Universidade de Pisa (Itália), parece pertencer ao alinhamento isocrônico obtido [triângulo TR(I)], apesar dos seus conteúdos de Sr e Rb terem sido quantificados por fluorescência de raios X, método este menos preciso que o da diluição isotópica, utilizado no CPGeo para a grande maioria das amostras.

De maneira geral, pode-se considerar que

os altos erros destes diagramas isocrônicos devem-se, basicamente, a pequena variação das razões Rb/Sr dos concentrados minerais, uma vez que os pontos analíticos apresentam uma colinearidade satisfatória. Tendo em vista os valores de MSWD obtidos (1,5 e 1,2, respectivamente) e as texturas ígneas preservadas dos diques datados, consideramos que as idades obtidas estejam sinalizando a época da colocação do enxame do Curaçá.

Em conseqüência, a colocação dos diques do Curaçá ocorreu em condições de uma litosfera rígida e fria, visto que o último resfriamento regional do substrato cratônico (Complexo Caraíba) deu-se em época muito anterior, em associação às etapas finais de estabilização tectônica do ciclo Transamazônico (ver capítulo anterior).

No contexto da geocronologia K-Ar, havia (Tabela 4) apenas um único dado publicado para os diques investigados (amostra OB-U-PF-1), cuja idade aparente em plagioclásio indicou 646 ± 33 Ma (Gava et al., 1983 recalculado de Cordani, 1970). Em adição a este dado, o dique 7008 foi também analisado pelo método K-Ar, tendo fornecido uma idade aparente (plagioclásio) de 996 ± 12 Ma. Com base no padrão de idade Rb-Sr muito mais jovem obtido para este mesmo dique (650 Ma, Fig. 8) e no resultado K-Ar já publicado, consideramos a idade aparente K-Ar do dique 7008 desprovida de valor geológico, muito possivelmente decorrente de excesso de argônio incorporado a partir das encaixantes, o que é bastante comum no caso de diques básicos.

Para efeito da discussão da geoquímica de Nd e Sr, os três exemplares de rocha total (diques LR-7017, 7008 e 7010; Tabelas 3 e 5) tiveram seus parâmetros isotópicos recalculados para $t_0=680$ Ma (valor médio das idades das duas isócronas Rb-Sr). Obtiveram-se valores negativos de Nd (-12,7 -9,1 e -8,5), correspondendo às razões isotópicas $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}_0$ de 0,51112; 0,51125 e 0,51133 (Tabela 5), e valores de Sr positivos (+42,8, +70,5 e +100,1) com respectivas razões $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}_0$ de 0,70722/0,70721 (CPGeo/Pisa); 0,70867 e 0,71072/0,71067 (Tabela 5). O padrão isotópico obtido pode ser observado na Figura 10, onde os pontos situam-se num quadrante do diagrama de correlação, que é típico para materiais derivados de uma fonte magmática enriquecida nas razões Nd/Sm e Rb/Sr (em relação ao "bulk earth"), e/ou que sofreram interação com a crosta continental, conforme exemplificado na literatura (e.g. Mohr, 1987; Patchett et al., 1978;

Tabela 3 - Dados analíticos Rb/Sr para exemplares selecionados dos diques do Curaçá. (A) = Rb, Sr e isótopos de Sr obtidos no CPGeo-USP; (B) = teores de Rb e Sr obtidos nas universidades de Trieste, Pisa (Itália) e Nancy (França). 1) medidas por diluição isotópica; 2) medidas por fluorescência de raios X.

Dique LR-7008	Magnético	Máfico-1	Máfico-2	Félsico-1	Rocha total	
					(A)	(B)
N.Lab.(SPR)	11363	11364	11365	11366	11367	-
N.Campo	7008	7008	7008	7008	7008	7008
Rb(ppm) ¹	6.0	9.1	10.6	11.3	10.3	-
Sr(ppm) ¹	176.0	195.3	179.6	407.1	313.2	-
Rb(ppm) ²	-	-	-	-	-	6
Sr(ppm) ²	-	-	-	-	-	318
(⁸⁷ Rb/ ⁸⁶ Sr)	0.0990(17)	0.1356(23)	0.1634(28)	0.080(13)	0.0951(16)	0.055(1)
(⁸⁷ Sr/ ⁸⁶ Sr)	0.70740(11)	0.70798(9)	0.70818(9)	0.70742(9)	0.70764(7)	0.70744(3)
medido						
Idade (Ma)	650(95)	650(95)	650(95)	650(95)	650(95)	-
isocrônica						
⁸⁷ Sr/ ⁸⁶ Sr ₀	-	-	-	-	0.70668	-
isocrônica						

Diques LR-7010	Magnético	Máfico-1	Máfico-2	Félsico-1	Félsico-2	Rocha total	
						(A)	(B)
N.Lab.(SPR)	11416	11417	11418	11419	11420	11415	---
N.Campo	LR-7010	7010	7010	7010	7010	7010	7010
Rb(ppm) ¹	19.69	30.13	33.82	47.52	(66.4) ²	39.46	-
Sr(ppm) ¹	199.18	403.32	476.91	620.24	(443.6) ²	443.58	-
Rb(ppm) ²	-	-	-	-	-	-	30
Sr(ppm) ²	-	-	-	-	-	-	507
(⁸⁷ Rb/ ⁸⁶ Sr)	0.286(5)	0.216(4)	0.205	0.222(4)	0.439(12)	0.2576(4)	0.171(1)
(⁸⁷ Sr/ ⁸⁶ Sr)	0.71351(7)	0.71283(9)	0.71253(12)	0.72247(21)	0.71491(11)	0.71322(12)	0.71233(3)
medido							
Idade (Ma)	704(56)	704(56)	704(56)	704(56)	704(56)	704(56)	-
isocrônica							
⁸⁷ Sr/ ⁸⁶ Sr ₀	-	-	-	-	-	0.71059	-
isocrônica							

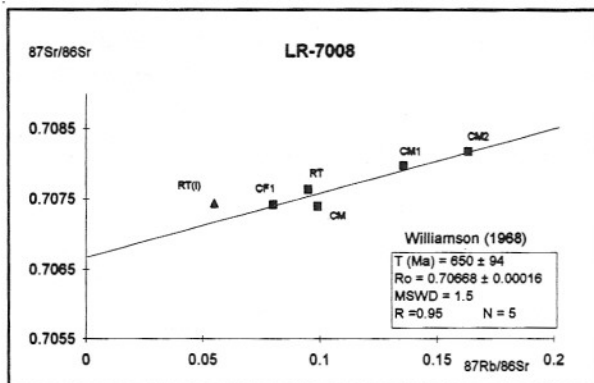


Figura 8 - Diagrama isocrônico Rb-Sr para os diques máficos do Curaçá (amostra LR-7008) (RT = rocha total; CM = concentrado magnético; CM1 = concentrado máfico-1; CM2 = concentrado máfico-2; CF1 = concentrado félsico-1). Simbologia em triângulo representa a análise RT obtida no laboratório de Pisa (Itália).

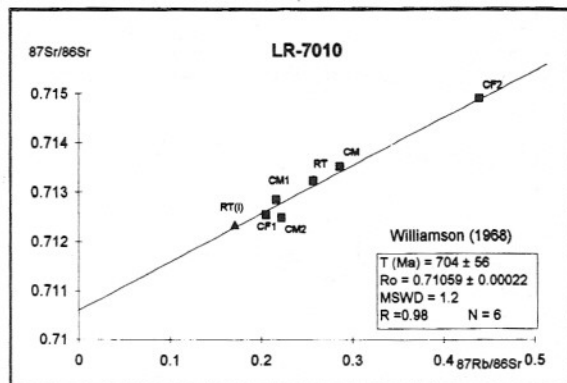


Figura 9 - Diagrama isocrônico Rb-Sr para os diques máficos do Curaçá (amostra LR-7010) (RT = rocha total; CM = concentrado magnético; CM1 = concentrado máfico -1; CM2 = concentrado máfico-2; CF1 = concentrado félsico-1; CF2 = concentrado félsico-2). Simbologia em triângulo representa a análise em RT obtida no laboratório de Pisa (Itália).

Tabela 4 - Dados analíticos K/Ar (em plagioclásio) nos diques básicos OB-U-PF-1 (1) e LR-7008D (2).

Nº Lab. (CPGeo)	Granulometria (Mesh)	% K	Ar ⁴⁰ Rad ccSTP/g x 10 ⁻⁵	% Ar ⁴⁰ Atm	Idade (Ma)	Amostra
391	60-100	0,15	44.01	55.4	646 (33)	1
6865	80-100	0.74	38.18	13.60	996 (12)	2

De Paolo, 1981; Bastos Leal et al., 1994). Esta conclusão é também ratificada pelos altos valores das razões isocrônicas iniciais obtidas nos dois diques investigados (0,70668 e 0,71059; Tabela 3), bem como pela existência de xenólitos da rocha encaixante em alguns dos diques do enxame do Curaçá (ver seção anterior).

É interessante, ainda, acrescentar que o dique LR-7010 possui uma razão $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}_0$ (0,51133) pouco maior que a das amostras LR-7008 (0,51125) e LR-7017 (0,51112). Entretanto, sua respectiva razão $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}_0$ (0,71072/67) é comparativamente muito maior que aquelas obtidas para as amostras LR-7008 e LR-7017 (0,70722/21 e 0,70867). Isto sugere uma relativa maior influência radiogênica oriunda de materiais crustais para o sistema isotópico do dique LR-7010.

Teoricamente, os efeitos de uma con-

tribuição radiogênica, produto da interação entre uma magma básico primitivo (e.g. "bulk earth") e componentes crustais, podem ser testados através dos modelos de mistura a dois componentes (ex., Faure, 1986). Simulações preliminares de mistura relativa a fusões de equilíbrio, com base nas amostras dos diques do Curaçá (LR-7008, LR-7017 e LR-7010), sugerem que estes sofreram contaminação por diferentes materiais crustais (por exemplo, assumindo-se como membros extremos os Complexos Caraíba e Uauá). Aparentemente, este processo de contaminação foi variável de dique para dique, conforme ilustrado anteriormente pelos isotópos de Nd e Sr na análise LR-7010.

A possibilidade da presença de diferentes percentuais de contaminação nos diques do Curaçá é reforçada pela significativa variação geoquímica dos seus elementos traço nos diques estudados. Entretanto, em nível dos

Tabela 5 - Dados Rb-Sr e Sm-Nd dos diques de Curaçá, e da composição do "bulk earth" (BE), utilizada na Figura 10. a) Medidas por ICP-AES (Pisa e Nancy); b) Medidas por diluição isotópica (CPGeo); c) Medidas por fluorescência de raios X (CPGeo, Pisa e Nancy).

Dique	Sm ou Rb (ppm)	Nd ou Sr (ppm)	$^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ ou $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$	$^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$ ou $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$	ϵ_{Nd} ou ϵ_{Sr}	R_0 ($T=0,68\text{Ga}$)	ϵ_{Nd} ou ϵ_{Sr} ($T=0,68\text{Ga}$)
Sm LR-7008	3.9 ^a	12.9 ^a	0.51201 (3)	0.1738	-11.1	0.51125	-9.1
Rb	10.3 ^b	313.2 ^b	0.70764	0.0951	(+44.6)	0.70722/21	(+42.8)
Sm LR-7010	6.6 ^a	23.9 ^a	0.51207 (3)	0.1664	-11.1	0.51133	-8.5
Rb	39.46 ^b	443.6 ^b	0.71322	0.2576	(+124.2)	0.71072/67	(+100.1)
Sm LR-7017	3.9 ^a	11.8 ^a	0.51201 (3)	0.2011	-12.2	0.51112	-12.7
Rb	34 ^c	324 ^c	0.71162 (4)	0.304 (2)	(+108.1)	0.70867	(+70.5)
manto primitivo (BE*)							
Sm BE	5.11	18.77	0.512638	0.1657		0.51175	
Rb	11.76	323.6	0.7045	0.105		0.70386	

* composição BE atual conforme Sun & McDonough (1989), a saber: Rb (0,635 ppm); Sr (21,1); Nd (1,354); Sm (0,444) e razões Rb/Sr=0,030 e Sm/Nd=0,328.

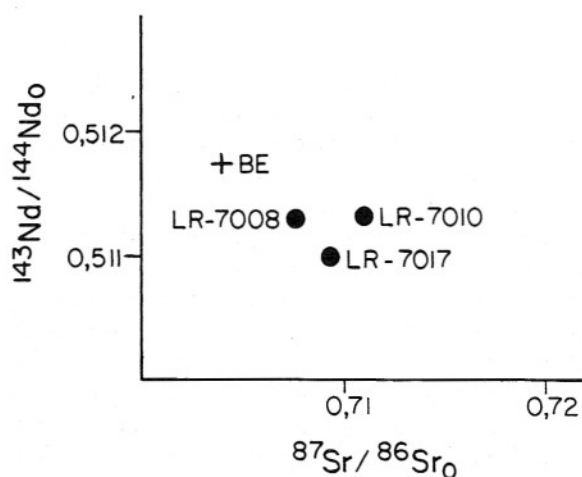


Figura - 10 Diagrama $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}_0$ versus $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}_0$ comparativo entre os diques analisados e o "bulk earth" - BE (recalculado para $t_0=680$ Ma; época de intrusão dos diques de Curaçá). Características isotópicas do BE acham-se relacionadas na Tabela 5.

elementos maiores isto não foi constatado, conforme já comentado. Deste modo, as características isotópicas de Sr e Nd são aqui interpretadas como devidas, pelo menos em parte, a processos de difusão seletiva de isótopos e não de assimilação. Tal processo de difusão seria responsável pela incorporação

preferencial destes isótopos nos magmas básicos, proveniente de fluidos da crosta continental.

A interpretação da geoquímica isotópica de Sr e Nd é importante, pois abre uma alternativa ao modelo proposto por Oliveira & Tarney (1990), que advogaram, para os diques de Curaçá, uma origem, fundamentalmente, a partir de uma fonte mantélica enriquecida e heterogênea, submetida a diferentes graus de fusão, com base na presença de diferenças texturais intra-diques localizadas, e na maior abundância de elementos incompatíveis nas margens, comparativamente com o centro dos diques. Finalmente, a definição de uma idade neoproterozóica para os diques investigados não sustenta a hipótese, aventada por Oliveira (1991), de que o enxame do Curaçá seria o produto de uma pluma mantélica (de idade Mesoproterozóica), ligada geneticamente à evolução do sistema Espinhaço.

CONTEXTO GEOTECTÔNICO DA FAIXA SERGIPANA E SUA RELAÇÃO COM ENXAME DE DIQUES DO CURAÇÁ

O Sistema de Dobramentos Sergipano (Brito Neves, 1973), instalado na margem nordeste do CSF, tem sido interpretado como um produto da colisão brasileira entre este cra-

ton e o Maciço Pernambuco-Alagoas. Este último possui características autóctono-subautóctonas, com sua infraestrutura denotando ter sido parcialmente envolvida pelas deformações brasileiras (ex. Brito Neves & Cordani, 1978; Gava et al., 1983; Santos & Brito Neves, 1984; Davison & Santos, 1989; Chaves, 1991). A faixa Sergipana representa uma das colisões associadas à amalgamação, ocorrida durante o Neoproterozóico, que caracterizou o cenário paleogeográfico da província Borborema (ex., Brito Neves & Cordani, 1991). Juntamente com os cinturões Riacho do Pontal e Rio Preto, além do cinturão Oubanguides, exposto ao longo da extremidade norte do Craton do Congo-Kasai, a faixa Sergipana forma um anel colisional ao longo de mais de 5000 Km, com estruturas grosseiramente orientadas WNW-ESE, NW-SE e E-W, tendo como antepaís o CSF e Craton do Congo-Kasai (Trompette, 1994).

A faixa Sergipana tem sido interpretada como um produto colisional decorrente de uma tectônica tangencial ao CSF (ex., Sá et al., 1986; Campos Neto & Brito Neves, 1987; Del-Rey Silva, 1994), embora Davison & Santos (1989) tenham proposto um modelo de colisão oblíqua, que teria gerado uma colagem de miniplacas cada uma com características tectônicas próprias. Ambas as hipóteses consideram a zona frontal da faixa Sergipana como uma única unidade de características subautóctonas, conforme ilustrado pelas seqüências metasedimentares do setor oeste do cinturão, que desaparecem embaixo de falhas inversas do embasamento policíclico da margem do CSF (Fig. 11). Em termos geométricos, o soerguimento do cinturão está influenciado pelas duplas vergências associadas às deformações regionais, cujas primeiras fases mostram-se, também, claramente direcionadas para o sul, rumo ao CSF (Campos Neto & Brito Neves, 1987).

Recentes dados Sm-Nd e U-Pb na faixa Sergipana e no maciço Pernambuco-Alagoas permitiram delinear a arquitetura interna desse setor meridional da província Borborema, cuja infraestrutura foi basicamente estabelecida há 1,0 Ga atrás, conforme sugerem dados U/Pb em zircão (Van Schmus et al., 1994). As idades modelo Sm-Nd (T_{DM}) em rochas metavulcânicas e plutônicas da faixa Sergipana e granitos brasileiros do maciço Pernambuco-Alagoas situam-se entre 1,2 e 1,5 Ga (Fig. 12) com N_d levemente negativos (-2 a -6), o que corrobora uma derivação a partir de protólitos com idade Mesoproterozóica. Em adição, os

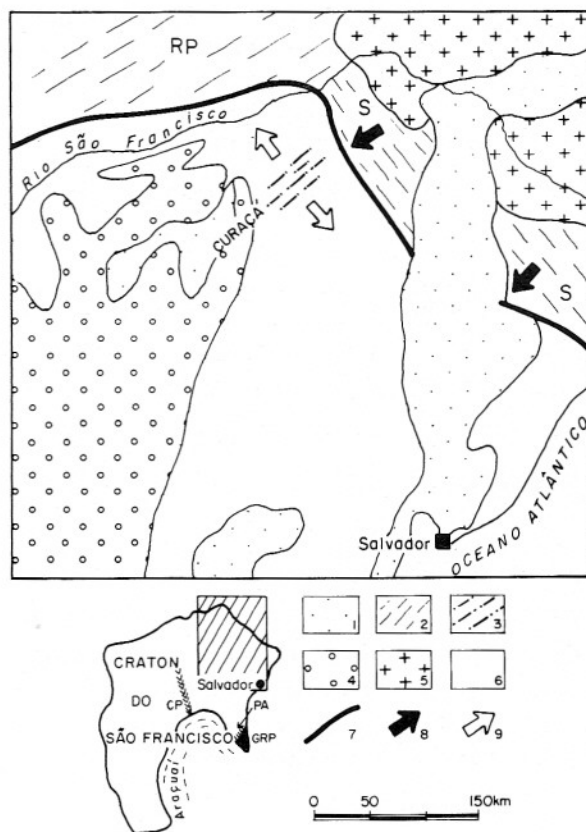


Figura 11 - Esboço geológico da região nordeste do Craton do São Francisco (Adaptado de Almeida, 1977). 1- Coberturas fanerozóicas. 2- Orógenos do Neoproterozóico representados, fundamentalmente, por seqüências metasedimentares, rochas intrusivas e vulcânicas: Sergipano (S) e Riacho do Pontal (RP). 3- Enxame de diques do Curaçá. 4- Coberturas cratônicas do Meso e Neoproterozóico. 5- Terrenos granito-gnáissicos em parte migmatizados de idade Mesoproterozóica (1,5-1,0 Ga). 6- Terrenos do Arqueano (Complexo Uauá) e Paleoproterozóico, este último submetido a metamorfismo de alto grau (Complexo Caraíba; 2,23-2,15 Ga). 7- Limite geológico do CSF. 8- Direções aproximadas dos esforços tectônicos no cinturão Sergipano. 9- Direção do "stress" extensional responsável pela colocação dos diques de Curaçá. Símbolos: GRP= Grupo Rio Pardo; PA= Província Alcalina do Sul da Bahia; CP= "corredor de deformação do Paramirim".

processos brasileiros de encurtamento e espessamento crustal da faixa Sergipana parecem ter também admitido a participação subordinada de materiais com delongada vivência crustal, conforme sugerem idades U-Pb entre 2,1-2,2 Ga, obtidas nas rochas da extremidade norte do CSF (Van Schmus et al., 1994). As rochas desta extremidade sofreram resfriamento regional ao final do ciclo

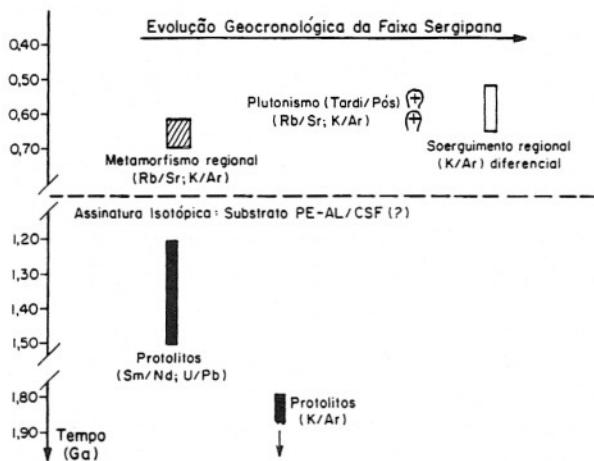


Figura 12 - Quadro sinótico da evolução geocronológica da faixa Sergipana e de seu substrato: Maciço Pernambuco Alagoas (PE-AL) e Craton do São Francisco (CSF). Dados Rb-Sr, K-Ar, Sm-Nd e U-Pb (zircões) compilados não possuem qualquer conotação da magnitude dos eventos identificados. Simbologia em retângulos pretos sinalizam a variação das idades em rochas metavulcânicas e plutônicas da faixa Sergipana, em granitos de idade Brasiliana no PE-AL, bem como o resfriamento da margem do substrato do antepaís (terrenos encaixantes dos diques do Curaçá). Retângulos achurados e vazios representam, respectivamente, o período principal de metamorfismo da faixa e o do soerguimento regional.

Transamazônico, conforme representado pelo intervalo de idades K-Ar (protólitos) na Figura 12.

No quadro geocronológico da faixa Sergipana, sintetizado na Figura 12, a posição das simbologias na horizontal representa, simbolicamente, a seqüência dos eventos ao longo do tempo, conforme sinalizado pela seta. Tectonicamente, a instalação desta faixa envolveu um evento de extensão imposto na litosfera acrescida há cerca de 1,0 Ga, com posterior encurtamento crustal de nordeste para sudoeste (rumo ao antepaís), durante o ciclo Brasiliano.

O metamorfismo regional da faixa Sergipana ocorreu entre 680-670 Ma, de acordo com dados (recalculados) Rb/Sr isocrônicos e K/Ar da literatura (Brito Neves & Cordani, 1978; Aldrich in Humphrey & Allard, 1969). Os principais pulsos graníticos (tardi a pós-tectônicos), responsáveis pelo espessamento complementar da faixa, ocorreram há cerca de 614 ± 9 Ma e 619 ± 21 Ma, com base em isócronas Rb/Sr (Chaves & Celino, 1993) e

600 ± 23 Ma (Davison & Santos, 1989). Aparentemente, os eventos plutônicos tardi a pós-tectônicos guardariam uma relação temporal com o soerguimento regional (retângulo vazio na Fig. 12). As idades aparentes K/Ar entre 600-620 e 580-590 Ma corroboram este quadro de transição da estabilização regional, muito embora o soerguimento da faixa Sergipana pareça ter sido heterogêneo, fato alicerçado pelo seu padrão duplo de vergências (Campos Neto & Brito Neves, 1987) e também sugerido por uma outra datação K/Ar, da ordem de 670 Ma (biotita), mais antiga que o padrão geocronológico de resfriamento como um todo. Já a etapa pós-orogênica regional está caracterizada por idades em torno de 530 Ma (Brito Neves & Cordani, 1978; Gava et al., 1983).

Pelo exposto acima quanto à evolução crustal da faixa Sergipana, os diques do Curaçá possuem um registro geocronológico contemporâneo às suas etapas principais de deformação e metamorfismo, sendo anteriores aos eventos plutônicos tardi a pós-tectônicos datados. Esta coerência do cenário geocronológico, aliado ao condicionamento tectônico dos diques segundo às mesmas direções de transporte tectônico da faixa Sergipana, de NE para SW (Figs. 1 e 11), permitem interpretar a formação do enxame de diques de Curaçá como um reflexo da colisão continental citada, conforme originalmente proposto por Bastos Leal (1992).

Em conclusão, a colocação deste enxame associar-se-ia à tectônica extensional perpendicular ao "front" do cinturão Sergipano criada durante a fase colisional principal, favorecendo, assim, um modelo tectônico tangencial frente ao CSF (Sá et al., 1986; Campos Neto & Brito Neves, 1987). Em escala continental, o modelo geodinâmico coaduna-se com as deformações neoproterozóicas superimpostas, tanto na cobertura cratônica, como no corredor de deformação do Paramirim, cujo soerguimento estrutural teria sido induzido por mecanismo motriz, focado nos cinturões marginais Araçuaí e Rio Preto (Alkmim et al., 1993).

Aparentemente, o processo colisional do cinturão Sergipano foi acompanhado de processos de fusão e interação subordinada com o substrato continental da margem nordeste do CSF, conforme sugerido por evidências isotópicas de Nd e dados U-Pb (Van Schmus et al., 1994). Este modelo viria explicar, assim, a assinatura isotópica peculiar dos diques de Curaçá, que admite a presença de processos complexos de contaminação crustal e/ou difusão isotópica.

OUTRAS MANIFESTAÇÕES ÍGNEAS ANOROGÊNICAS CONTEMPORÂNEAS AO ENXAME DE DIQUES DO CURAÇÁ

A colocação do enxame de diques do Curaçá é contemporânea, em idade, com manifestações magmáticas, identificadas em outros setores laterais do CSF (Fig. 11), a exemplo da suíte alcalina Itabuna, no sul do estado da Bahia, datada em 680 Ma pelos métodos Rb-Sr, K-Ar e U-Pb (Cordani et al., 1974; Teixeira et al., submetido). Este plutonismo do sul da Bahia, analogamente à conotação tectônica dos diques de Curaçá, cujas características composicionais são de tendência alcalina (Oliveira, 1991), inclui também diques máficos anorogênicos de filiação alcalina. A suíte alcalina Itabuna tem sua origem ligada ao desenvolvimento de um cinturão colisional marginal ao CSF no Neoproterozóico, no caso a faixa Araçuaí (Teixeira et al., submetido).

É interessante apontar que a acomodação tectônica do cinturão Araçuaí está refletida nas extremidades do antepaís (ex., Trompette, 1994), através da aloctonia de parte das unidades da bacia Rio Pardo (Karmann, 1987), da produção de um sistema de falhas ortogonais ao "trend" da colisão (sistema Itabuna), com contribuição magmática de composição alcalina ou básica - a província Alcalina do Sul da Bahia (Mascarenhas, 1973; Arcanjo, 1990) -, além do rejuvenescimento isotópico diferencial do embasamento cratônico adjacente, como no "corredor do Paramirim" - Figuras 1 e 11 (ex., Cordani et al., 1969; Mascarenhas & Garcia, 1989).

Com base no acima exposto, pode ser extrapolado que o enxame de diques do Curaçá,

bem como as manifestações ígneas alcalinas contemporâneas, como a acima citada, estão associadas ao fraturamento dos setores laterais do CSF/ Craton Congo-Kasai, geradas durante os processos de colisão neoproterozóicos às suas margens.

Num cenário envolvendo o CSF como um todo, este fraturamento do Neoproterozóico - que se acha também registrado nos seus setores meridionais por meio dos diques máficos com cerca de 680 Ma, como os existentes no Quadrilátero Ferrífero (Carneiro, 1992; Silva, 1982; comun. verbal) - vem demonstrar a magnitude dos ajustes internos sofridos por esta placa litosférica. Trata-se, portanto, da resposta tectônica aos processos colisionais e de encurtamento crustal, vinculados às faixas móveis distais do CSF, desenvolvidas no continente Gondwana ocidental, durante o ciclo Brasileiro.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FAPESP, pelo apoio financeiro concedido para o projeto de dissertação de Mestrado de L. R. Bastos Leal (proc. n 89/1845-3), bem como à Secretaria de Minas e Energia da Bahia e à Caraíba Metais, pelo apoio logístico nos trabalhos de campo. Agradecemos, também, ao MURST e CNR, pelo apoio às análises isotópicas (Itália), a K. Sato (CPGeo), pela cessão das análises Sm-Nd das rochas dos Complexos Caraíba e Uauá, bem como a I. K. Sonoki, pela modelagem dos dados Sr e Nd. Somos gratos, finalmente, ao Dr. B. B. Brito Neves, pela leitura crítica da primeira versão deste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALKMIM, F.F.; BRITO NEVES, B.B. de; CASTRO ALVES, J.A. (1993) Arcabouço Tectônico do Craton do São Francisco - uma revisão. In: J.M.L. Dominguez & A. Misi (eds.) O craton do São Francisco, Soc. Bras. Geol./Superintendência de Geologia e Recursos Minerais/Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, p. 45-62.
- ARCANJO, J.B.A. (1990) Geologia da região sul do estado da Bahia: Itabuna, folha SD.24 YBVI. Texto explicativo. Brasília-Departamento Nacional da Produção Mineral. Programa de Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, Superintendência regional/Salvador, 228 p.
- ARMSTRONG, R.L.; EISBACHER, G.H.; EVANS, P.D. (1982) Age and stratigraphic-tectonic significance of Proterozoic diabase sheets, Mackenzie Mountains, northwestern Canada. *Can. J. Earth Sciences*, **19**: 316-323.
- BASTOS LEAL, L.R. (1992) Geocronologia Rb-Sr e K-Ar, evolução isotópica e implicação tectônica dos enxames de diques máficos de Uauá e Vale do rio Curaçá, Bahia. Dissertação de Mestrado. Instituto de Geociências. Universidade de São Paulo, 120p.
- BASTOS LEAL, L.R.; TEIXEIRA, W.; PICCIRILLO, E.M.; MENEZES LEAL, A.B.; GIRARDI, V.A.V. (1994) Geocronologia Rb/Sr e K/Ar dos diques máficos de Uauá, Bahia, Brasil. *Geochim. Brasil.*, **8**(1): 99-114.

- BELLIENI, G.; PETRINI, R.; PICCIRILLO, E.M.; CAVAZZINI, G.; CIVETTA, L.; COMINCHIARAMONTI, P.; MELFI, A.J.; BERTOLO, S.; DE MIN, A. (1991a) Proterozoic mafic dyke swarms of the São Francisco Craton (SE-Bahia State, Brazil): petrology and Sr-Nd isotopes. *Eur. J. Mineral.*, **3**: 429-449.
- BELLIENI, G.; PETRINI, R.; PICCIRILLO, E.M.; BRITO, C.M.; TEIXEIRA, W.; COMINCHIARAMONTI, P.; MELFI, A.J.; DE MIN, A.; BASTOS LEAL, L.R. (1991b) Early and Late Proterozoic dyke swarms from the São Francisco Craton (Brazil): Petrology, Geochemistry and Sr-Nd Isotopes. In: International Symposium on Mafic Dykes. São Paulo, Brazil., Extended Abstracts, p. 71-75.
- BOSSI, J.; CAMPAL, N.; CIVETTA, L.; DEMARCHI, G.; GIRARDI, V.A.V.; MAZZUCHELLI, M.; NEGRINI, L.; RIVALENTI, G.; FRAGOSO CESAR, A.R.; SINIGOI, S.; TEIXEIRA, W.; PICCIRILLO, E.M. (1993) Early Proterozoic Dyke Swarms from western Uruguay: geochemistry, Sr/Nd isotopes and Petrogenesis. *Chemical Geol.*, **106**(3/4): 263-277.
- BOYNTON, W.V. (1984) Cosmochemistry of the rare earth elements: meteorite studies. In: P. Henderson (ed.), Elsevier Sc. Publication B.V., Netherlands, Rare Earth Element Geochemistry, p. 63-114.
- BRITO NEVES, B.B. de (1973) Elementos de Geologia PréCambriana do Nordeste Oriental. In: 27^o Congr. Bras. Geol., Aracaju-SE, 2:105-134.
- BRITO NEVES, B.B. de & CORDANI, U.G. (1978) Problemas geocronológicos do "Geossinclinal Sergipano" e do seu embasamento. In: 27^o Congr. Bras. Geol., Recife, p. 67-76.
- BRITO NEVES, B.B. de & CORDANI, U.G. (1991) Tectonic evolution of South America during the Late Proterozoic. *Precamb. Res.*, **53**:23-40.
- BURKE SENGÖR, A.M.C. (1976) Collision of irregular continental margins: Implications for foreland deformation of Alpine-type orogens. *Geology*, **4**:779-782.
- CARNEIRO, M.A. (1992) O complexo metamórfico Bonfim Setentrional: evolução geológica de um segmento arqueano de crosta continental. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 232p.
- CAMPOS NETO, M. & BRITO NEVES, B.B. (1987) Considerações sobre a organização e geometria do Sistema de Dobramentos Sergipano. In: 1^o Simp. Nacional de Estudos Tectônicos, Bol. de Resumos, Salvador, Sociedade Brasileira de Geologia/Núcleo BA-SE, p. 90-93.
- CHAVES, J.M. (1991) Maciços Cel. João Sá e Glória: petrologia e geoquímica de granitóides do Domínio Macururé, Faixa Sergipana (NE do Brasil). Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, 153p.
- CHAVES, J.M. & CELINO, J.J. (1993) Os granitóides do domínio Macururé e a sua implicação na evolução geodinâmica da faixa Sergipana (NE do Brasil). In: II Simp. do Craton do São Francisco, Anais, Salvador, Sociedade Brasileira de Geologia/Núcleo BA-SE/Superintendência de Geologia e Recursos Minerais, p. 308-311.
- CORDANI, U.G. (1970). Idade do vulcanismo no oceano Atlântico Sul. *Bol. IGA*, **1**: 9-75.
- CORDANI, U.G.; ISOTTA, C.A.L.; ABREU, A.C. (1969) Reconhecimento geocronológico do embasamento da região oriental do estado da Bahia. In: 23^o Congr. Bras. Geol., Anais, Salvador, p. 159-165.
- CORDANI, U.G.; BERNAT, M.; TEIXEIRA, W.; KINOSHITA (1974) Idades radiométricas das rochas alcalinas do sul da Bahia. In: 28^o Congr. Bras. Geol., Anais, SBG, Porto Alegre, **6**: 253-259.
- CORREA GOMES, L.C.; OLIVEIRA, M.A.F.T. de; LEAL, L.R.B. (1989) Structural features associated with mafic dykes. Examples from the Atlantic Coastal Belt of Bahia, Brazil. *Bol. IG-USP. Série Científica*, **20**: 21-24.
- DAVISON, I. & SANTOS, R.A. (1989) Tectonic evolution of the Sergipano Fold Belt, NE Brazil, during the Brasiliano Orogeny. *Precamb. Res.*, **45**: 319-342.
- DE LA ROCHE, H.; LETERRIER, J.; GRANCLAUDE, P.; MARCHAL, M. (1980) A classification of volcanic and plutonic rocks using R1 R2 - diagram and major - element analyses — its relationships with current nomenclature. *Chemical Geol.*, **29**: 183-210.
- D'AGRELLA FILHO, M. S. (1992) Paleomagnetismo de enxames de diques máficos proterozóicos e rochas do embasamento do Craton do São Francisco. Tese de Doutorado, Instituto Astronômico e Geofísico, Universidade de São Paulo, 201 p.
- DE PAOLO, D. (1981) Trace element and isotopic effects of combined wallrock assimilation and fractional crystallization. *Earth Plan. Sci. Lett.*, **53**: 189-202.
- DELGADO, I. de M. & DALTON DE SOUZA, J. (1975) Projeto Cobre-Curaçá; Geologia Econômica do Distrito Cuprífero do Rio Curaçá, Bahia- Brasil. Relatório Final e Mapas. Salvador, Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais 9 vols. Convênio Departamento Nacional da Produção Mineral.
- DEL-REY SILVA, L.J. (1994) The Sergipano fold belt and implications for Neoproterozoic tectonics. In: 38 Congr. Bras. Geol., Bol. Resumos Expandidos, **1**: 265-267.
- DUPUY, C.; MARSH, J.D.; MICHARD, A.; TESTA, S. (1988) Asthenospheric and lithospheric sources for Mesozoic dolerites from Liberia (Africa): trace element and isotope evidence. *Earth Plan. Sci. Lett.*, **87**: 100-110.

- ERNST, R.E.; BELL, K.; RENALLI, H.C. (1987) The Great Abitibi dyke, southeastern Superior Province, Canadá. In: Mafic Dyke Swarms. Geol. Ass. Canada, Special Paper, **34**: 123-137.
- FAURE, G. (1986) Principles of Isotope Geology. Second Edition, New York, John Wiley & Sons., 589p.
- FERAUD, G.; GIANNERINI, G.; GREENHOUGH, J.D. (1987) Dyke swarms as paleostress indicators in areas adjacent to continental collision zones: examples from the European and Northwestern Arabian Plates. In: Mafic Dyke Swarms. Geol. Ass. Canada, Special Paper, **34**: 273-278.
- FIGUEIREDO, M.C.H. de (1982) Geochemistry of high-grade complexes of Bahia State, Brazil. Rev. Bras. Geociênc., **12**: 307-312.
- FIGUEIREDO, M.C.H. de (1989) Geochemical evolution of eastern Bahia, Brazil: A probable early Proterozoic subduction-related magmatic arc. J. South Am. Earth Sci., **2**: 131-145.
- GAVA, A.; NASCIMENTO, D.A.; VIDAL, J.L.B.; GHIGNONE, J.L.; OLIVEIRA, E.P.; SANTIAGO FILHO, A.L.; TEIXEIRA, W. (1983) In: Projeto RADAMBRASIL. Folhas SC.24/25 Aracaju/Recife. Levantamentos de Recursos Naturais, **30**: 27-376.
- HALLS, H.C. (1982) The importance and potential of mafic dyke swarms in the studies of geodynamics processes. Geoscience Canada, **9**: 145-154.
- HALLS, H.C. & FAHRIG, W.F. (1987) Mafic dyke swarms. Geol. Ass. Canada, Special Paper, **34**:503p.
- HANCOCK, P.L. & BEVAN, T.G. (1987) Brittle models of foreland extension. In: Continental Extensional Tectonics, Coward, M.P. & Hancock, P.L. (eds.) Geol. Society. Special Publication, **28**: 127-137.
- HERGT, H.J.M.; CHAPPELL, B.W.; McCULLOCH, M.T.; McDOUGALL, I.; CHIVAS, A.R. (1989) Geochemical and isotopic constraints on the origin of the Jurassic dolerites of Tasmania. J. Petrol., **30**: 841-883.
- HUMPHREY, F.L. & ALLARD, G.O. (1969) The Propriá Geosyncline, a Key Tectonic Element in the Continental Drift Puzzle of the South Atlantic. In: 23^o Congr. Bras. Geol., Salvador, p. 47-59.
- ΚARMANN, I. (1987) O Grupo Rio Pardo (Proterozóico Médio a Superior): uma cobertura paraplatoformal da margem sudeste do cráton do São Francisco. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 129 p.
- LIGHTFOOT, P. & HAWKESWORTH, C. (1988) Origin of Deccan Trap lavas: evidence from combined trace element and Sr, Nd and Pb-isotope studies. Earth Plan. Sci. Lett., **91**: 89-104.
- MASCARENHAS, J. F. (1973) A geologia do centro-leste do Estado da Bahia. In: 26^o Congr. Bras. Geol., Anais, Aracaju, **2**: 36-66.
- MASCARENHAS, J.F. & GARCIA, T.W. (1989) Mapa geocronológico do estado da Bahia. Texto explicativo, Secretaria das Minas e Energia/Superintendência de Geologia e Recursos Minerais, 189p.
- MOHR, P.A. (1987) Crustal contamination in mafic sheets: a summary. In: Mafic Dyke Swarms. Geol. Ass. Canada, Special Paper, **34**: 75-80.
- MORAES BRITO, C. (1992) Caracterização geológica, geoquímica e petrológica dos diques máficos proterozóicos da região de Salvador. Dissertação de Mestrado, Instituto Astronômico e Geofísico, Universidade de São Paulo, 96p. e apêndices.
- OLIVEIRA, E. P. de (1991) Petrogenesis of Middle Proterozoic mafic dykes in the São Francisco Craton, Brazil: Implications for a fossil mantle plume beneath the Northern Espinhaço range. Bol. IG-USP, publicação especial, **10**: 17-25.
- OLIVEIRA, P. de & MONTES, M.L. (1984) Os enxames de diques máficos do Brasil. In: 33^o Congr. Bras. Geol., Anais, Rio de Janeiro, p. 4137-4154.
- OLIVEIRA, E. P. de & TARNEY, J. (1990) Processes versus source characteristics in the genesis of the Middle Proterozoic Curaça dykes, northeastern Brazil. In: International Symposium on Mafic Dykes, Extended Abstracts, São Paulo, Brazil, p. 81-83.
- PATCHETT, P.J.; BYLUND, G.; UPTON, B.G.J. (1978) Paleomagnetism and the Greenville orogeny: new Rb-Sr ages from dolerites in Canada and Greenland. Earth Plan. Sci. Lett., **40**: 349-364.
- POWELL, J.L. & BELL, K. (1974) Isotopic composition of strontium in alkaline rocks. In: The Alkaline Rocks, John Wiley & Sons, p. 412-423.
- RENNALLI, G. & ERNST, R.E. (1986) The Abitibi dyke swarm: a consequence of Superior-Greenville interaction?. Tectonophysics, **121**:357-366.
- RENNE, P.R.; ONSTOTT, T.C.; D'AGRELLA FILHO, M.S.; PACCA, I.G.; TEIXEIRA, W. (1990) ⁴⁰Ar/³⁹Ar dating of 1.0-1.1 Ga magnetizations form the São Francisco and Kalahari cratons: tectonic implications for Pan African and Brasiliano mobile belts. Earth Plan. Sci. Lett., **101**:349-366.
- SÁ, E.F.J. de; MORAES, J.A.C.; SILVA, L.H.H.D.R. (1986) Tectônica tangencial na faixa Sergipana. In: 34^o Congr. Bras. Geol., Anais, Goiânia, **3**:1246-1256.
- SANTOS, E.J.& BRITO NEVES, B.B. (1984) Província Borborema. In: F.F.M. Almeida & Y. Hasui (eds.). O Precambriano do Brasil. Edgard Blucher, São Paulo, p. 123-186.
- SEIXAS, S.R.M; AZEVEDO, R.R.; SAMPAIO, A.R.; OLIVEIRA, V.E.; TEIXEIRA, L.R. ; DIAS GOMES, R.A.A.; GOMES, P.J.P. (1985) Projeto Mapas Metalogenéticos e de

- Previsão e Recursos Minerais. Folha SC. 24-V-D. Textos e Mapas. Brasília, Ministério das Minas e Energia/Departamento Nacional da Produção Mineral/Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais.
- SIAL, A.N.; OLIVEIRA, E.P. de; CHOUDHURI, A. (1987). Mafic dyke swarms of Brazil. In: Mafic Dyke Swarms. Geol. Ass. Canada, Special Paper, **34**: 467-481.
- SUN, S.S. & MCDONOUGH, W.F. (1989) Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes. In: Sauder A.D. & Norry M.J. (eds.), "Magmatism in the Ocean Basins", Geol. Soc. London, Special Publication, **42**:315-345.
- STEIGER, R.H. & JÄGER, E. (1977) Subcommission on Geochronology: convention on the use of decay constants in geochronology and cosmochronology. A.A.P.G. Studies in Geology, **8**: 67-71.
- TANNER DE OLIVEIRA, M.A. (1989) O enxame de diques máficos de Olivença: aspectos geoquímicos e petrogenéticos. Tese de Doutorado. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 154 p.
- TEIXEIRA, W.; KAMO, S. L.; ARCANJO, J. B. A. U-Pb zircon baddeleyite age and tectonic interpretation of the Itabuna Alkaline Suite, São Francisco craton, Brazil. *J. South Am. Earth Sciences*, 1995 (submetido).
- TROMPETTE, R. (1994) Geology of Western Gondwana (2000 - 500 Ma): Pan-African-Brasiliano Aggregation of South America and Africa. (traduzido por A. V. Carozzi). A. A. Balkema/ Rotterdam/ Brookfield, 350 p.
- VAN SCHMUS, W.R.; BRITO NEVES, B. B. DE B.; HACKSPACHER, P. (1994) Identification of lithospheric domains in NE Brazil and their relevance to the ancestry and assembly of western Gondwana. International Symposium on the Physics and Chemistry of the Upper Mantle. São Paulo, Brasil. Extended Abstracts, p. 79-81.
- WILLIAMSON, J.H. (1968) Least-squares fitting of a straight line. *Can J. Physics*, **46**: 1845-1847.
- WINDLEY, B.F. (1984) The evolving continents. John Wiley & Sons, 2ed., 399p.