

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

**EVOLUÇÃO CRUSTAL DA PLATAFORMA SUL
AMERICANA, COM BASE NA GEOQUÍMICA
ISOTÓPICA Sm-Nd**

KEI SATO

Orientador: Prof. Dr. Umberto Giuseppe Cordani

TESE DE DOUTORAMENTO

COMISSÃO JULGADORA



Nome	Assinatura
Presidente: Prof. Dr. Umberto Giuseppe Cordani	<u>U. G. Cordani</u>
Examinadores: Prof. Dr. Benjamim Biey de Brito Neves	<u>Benjamim Biey de Brito Neves</u>
Prof. Dr. Marcio Martins Pimentel	<u>Marcio Martins Pimentel</u>
Prof. Dr. Moacyr Moura Marinho	<u>Moacyr Moura Marinho</u>
Prof. Dr. W. Randall Van Schmus	<u>W. Randall Van Schmus</u>

SÃO PAULO
1998

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

DEDALUS - Acervo - IGC



30900005639

**“EVOLUÇÃO CRUSTAL
DA PLATAFORMA SUL AMERICANA,
COM BASE NA GEOQUÍMICA ISOTÓPICA Sm-Nd”.**

Kei Sato

Orientador: Prof.Dr. Umberto Giuseppe Cordani



TESE DE DOUTORAMENTO

Programa de Pós-Graduação em Geoquímica e Geotectônica

SÃO PAULO
1998

A minha querida esposa Laura

Aos filhos Eduardo T. Sato

Marcos M. Sato

Wilson K. Sato

Aos meus pais Maki Sato

Torayoshi Sato (in memoriam)

AGRADECIMENTOS

O autor externa seus mais sinceros agradecimentos a todos colegas que colaboraram direta ou indiretamente na realização deste trabalho.

Inicialmente ao orientador professor, Dr. Umberto G. Cordani pelas inúmeras sugestões e críticas construtivas recebidas durante a execução deste trabalho. Acrescente que o mesmo sempre esteve presente nos momentos mais difíceis da carreira profissional, desde a contratação em 1974 pelo CPGeo, quando era estudante de Física.

Sinceros agradecimentos são devidos também ao professor Dr. Oswaldo Siga, Jr. pela cuidadosa revisão do texto, e pelas inúmeras sugestões recebidas.

Agradecimentos são igualmente extensivos aos (às) professores (as) doutores (as) do Instituto de Geociências - USP e de outros Institutos, Colombo C. G. Tassinari, Enio Soliani Jr., Koji Kawashita, Wilson Teixeira, Benjamim B. de Brito Neves, Mário Campos Neto, Márcio M. Pimentel, Ian McReath, Miguel A. S. Basei, Marly Babinski e Maria H. Macedo, pelas proveitosas discussões, e pelas sugestões recebidas de fundamental importância no desenvolvimento deste trabalho.

Os professores Doutores Gunter Lugmair (Univ. Califórnia S. Diego - La Jolla - USA), R. W. Carlson (Carnegie Institution of Washington - USA), Riccardo Petrini (Istituto di Geocronologia e Geochimica Isotópica de Pisa - Itália), W. R. Van Schmus (Univ. de Kansas - USA) e Nuno Machado (Universidade de Quebec - Canadá), prestaram inestimável colaboração durante o desenvolvimento nas técnicas analíticas de Sm e Nd no CPGeo, em várias ocasiões, no período 1990-1994.

Muito obrigado aos colegas do Centro de Pesquisas Geocrológicas - Liliane A. Petronilho, Ivone K. Sonoki, Solange Lucena de Souza, Valéria Cristina S. R. Santos, Artur T. Onoe, Helen M. Sonoki, Walter M. Sproesser, Décio Duarte, Cláudio dos Santos, Mercedes D. Vergara, Vasco Antônio P. Silva e José Elmano Gouvêia (em memória), pela imensa colaboração recebida.

Gratidão especial é igualmente endereçada aos colegas do Inst. de Geociências - USP: Dalton Machado da Silva, Edmir de Oliveira, Claudionor Barbosa, José G. Neto e Henrique Martins - gráfica; Jaime de Souza - fotografia; Claudio Hoppe - laminação; Rita P. Conde, Marcia C. Ponte - informática; e Reynaldo P. Castellon - desenho.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	I
ÍNDICE DE CAPÍTULOS	II
ÍNDICE DE FIGURAS	IV
ÍNDICE DE TABELAS	IX
RESUMO	XII
ABSTRACT	XIV

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO / OBJETIVOS	1
------------------------	---

CAPÍTULO 2

EVOLUÇÃO DA CROSTA TERRESTRE	3
2.1 - Nossa origem comum	3
2.2 - Formação do sistema solar	4
2.3 - Processos formadores de crosta terrestre, no tempo geológico	4
2.4 - Evolução da crosta continental	8

CAPÍTULO 3

METODOLOGIA	9
3.1- Princípios básicos da geocronologia	9
3.2- Geocronologia Sm-Nd	10
3.3 - Técnica de análise	13
3.4 - Cronograma de execução do presente trabalho	15

CAPÍTULO 4

SISTEMÁTICA INTERPRETATIVA Sm-Nd	16
4.1 - Generalidades	16
4.2 - Variação química no manto superior	18
4.3 - Utilização dos isótopos de Nd em petrogênese	20
4.4 - Datações geocronológicas pelo método Sm-Nd	21
4.5 - Idades modelo Sm-Nd em estágio único	22
4.6 - Problemas na interpretação das idades modelo	25
4.7 - Cálculos de idades modelo em estágio duplo	30

CAPÍTULO 5

DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	
5.1 - Antecedentes a respeito da evolução da Plataforma Sul Americana	33
5.2 - Craton Amazônico	38
5.3 - Fragmento Cratônico Rio Apa	62
5.4 - Craton São Luis	66
5.5 - Faixas de Dobram. Paraguai-Araguaia / Tocantins / M. Coreau	68
5.6 - Craton São Francisco	76
5.7 - Domínio Borborema	121
5.8 - Domínio Jequitinhonha	151
5.9 - Complexo Goiás Central	171
5.10 - Domínio Uruaçu	189
5.11 - Domínio Brasília	195
5.12 - Domínio Araxá - Alto Rio Grande	199
5.13 - Fragmentos Cratônicos Luis Alves e Rio de La Plata	214
5.14 - Fragmento Crustal Curitiba	228
5.15 - Domínios Paranaguá e Dom Feliciano	239

CAPÍTULO 6

CONSIDERAÇÕES FINAIS	263
-----------------------------	-----

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	278
-----------------------------------	-----

APÊNDICES

Apêndice 1 - Nota explicativa das tabelas utilizadas no capítulo 5	291
Apêndice 2 - Legenda das litologias encontradas nos trabalhos prévios.	292
Apêndice 3 - Técnicas de medidas isotópicas de Nd no espectrômetro de massa	293
Apêndice 4 - Espectrômetro de massa	301

ÍNDICE DAS FIGURAS

Fig.	Título	pág.
2.1	Taxa de produção de calor da Terra	5
3.1	Espectro de Nd	11
3.2	Espectro de Sm	11
4.1	Exemplo de evolução isotópica de Nd no tempo geológico	19
4.2	Diagrama de evolução isotópica de Nd. Definições de idades T_{CHUR} e T_{DM}	23
4.3	Diagrama $\epsilon_{Sr} \times \epsilon_{Nd}$ - Variação isotópica do manto	26
4.4	Diagrama de mistura	28
4.5	Exemplo de evolução isotópica de Nd, segundo modelo de estágio duplo	31
5.1-1	Curva de crescimento da crosta continental no tempo geológico	34
5.1-2	Compartimentação geotectônica da Plataforma Sul Americana	35
5.2-1	Mapa geológico do Craton Amazônico	40
5.2-2	Histograma de idades Rb-Sr das Províncias Ventuari-Tapajós e Rio Negro Juruena	41
5.2-3	Mapa de localização das amostras datadas no Craton Amazônico	43
5.2-4	Diagrama de evolução isotópica de ϵ_{Nd} - Província Amazonas Central	44
5.2-5	Diagrama $\epsilon_{Sr} \times \epsilon_{Nd}$ - Província Amazonas Central	44
5.2-6	Diagrama de evolução isotópica de ϵ_{Nd} - Província Maroni - Itacaiunas	45
5.2-7	Diagrama $\epsilon_{Sr} \times \epsilon_{Nd}$ - Província Maroni - Itacaiunas	45
5.2-8	Isócrona Sm-Nd - Província Maroni - Itacaiunas	48
5.2-9	Diagrama de evolução isotópica ϵ_{Nd} - Províncias Ventuari-Tapajós e R. Negro Juruena	48
5.2-10	Diagrama $\epsilon_{Sr} \times \epsilon_{Nd}$ - Província Ventuari - Tapajós	49
5.2-11	Diagrama $\epsilon_{Sr} \times \epsilon_{Nd}$ - Província Rio Negro - Juruena	49
5.2-12	Diagrama de evolução isotópica de ϵ_{Nd} - Províncias Rondonianas -S. Ignácia e Sunsás	50
5.2-13	Histograma de idades modelo Sm-Nd (T_{DM}) das areias fluviais do Rio Madre de Dios	50
5.2-14	Histograma dos principais eventos de acreção do Craton Amazônico	51
5.3-1	Mapa geológico simplificado do fragmento Cratônico Rio Apa	64
5.3-2	Diagrama de evolução isotópico de ϵ_{Nd} - Rio Apa	65
5.4-1	Mapa geológico simplificado do Craton São Luis	67
5.5-1	Compartimentação tectônica da Província Paraguai-Araguai / Tocantins	71
5.5-2	Mapa geológico simplificado da porção setentrional da Faixa de Dobram. Paraguai-Araguai / Tocantins	72
5.5-3	Diagrama de evolução isotópica de ϵ_{Nd} - F. Paraguai-Araguaia/Tocantins	73
5.6-0	Mapa geológico simplificado do Craton São Francisco	78
5.6-1	Craton de S. Francisco - Mapa de localização aproximada das amostras datadas	79
5.6-2	Diagrama de evolução isotópico de ϵ_{Nd} - rochas granitóides do Complexo Contendas-Mirante	82
5.6-3	Diagrama $\epsilon_{Sr} \times \epsilon_{Nd}$ - rochas granitóides do Complexo Contendas-Mirante	82
5.6-4	Diagrama de evolução isotópico de ϵ_{Nd} das rochas vulcano-sedimentares do Complexo Contendas-Mirante	83
5.6-5	Diagrama $\epsilon_{Sr} \times \epsilon_{Nd}$ - rochas vulcânicas do Compl. Contendas-Mirante	83
5.6-6	Diagrama de evolução isotópico de ϵ_{Nd} das rochas intrusivas do	

	Complexo Contendas-Mirante	86
5.6-8	Diagrama de evolução isotópico de ϵ_{Nd} das rochas do Bloco Gavião e da região de Jacobina	87
5.6-9	Diagrama $\epsilon_{Sr} \times \epsilon_{Nd}$ das amostras da região de Jacobina e do Bloco de Gavião	87
5.6-10	Isócrona de referência Sm-Nd (rocha total) das rochas granulíticas do Complexo Jequié	90
5.6-11	Diagrama de evolução isotópico de ϵ_{Nd} das rochas granulíticas do Complexo Jequié	90
5.6-12	Diagrama $\epsilon_{Sr} \times \epsilon_{Nd}$ das rochas granulíticas do Complexo Jequié	91
5.6-13	Diagrama ϵ_{Nd} versus tempo geológico T(Ga) das amostras da região de Lagoa Real	91
5.6-14	Diagrama $\epsilon_{Sr} \times \epsilon_{Nd}$ das rochas granitóides da região de Lagoa Real	94
5.6-15	Mapa geológico simplificado da região Sul do Craton do S. Francisco	95
5.6-16A	Diagrama ϵ_{Nd} versus tempo geológico T(Ga) das rochas granitóides e básicas de Bonfim (Belo Horizonte - MG)	96
5.6-16B	Diagrama ϵ_{Nd} versus tempo geológico T(Ga) das rochas granitóides e básicas do Complexo Campo Belo (Belo Horizonte - MG)	96
5.6-16C	Diagrama ϵ_{Nd} versus tempo geológico T(Ga) das rochas granitóides do Cinturão Mineiro	97
5.6-17	Diagrama $\epsilon_{Sr} \times \epsilon_{Nd}$ das rochas granitóides da região meridional do Craton São Francisco	97
5.6-18	Diagrama ϵ_{Nd} versus tempo geológico T(Ga) das rochas granitóides e vulcânicas da região nordeste do Craton S. Francisco	100
5.6-19	Diagrama ϵ_{Nd} versus tempo geológico T(Ga) das rochas granulíticas da região de Salvador-Itabuna	100
5.6-20	Diagrama $\epsilon_{Sr} \times \epsilon_{Nd}$ das rochas nordeste do Craton S. Francisco	101
5.6-21	Diagrama ϵ_{Nd} versus tempo geológico T(Ga) das rochas granitóides da região de Correntina - Mansidão.	104
5.7-1	Mapa geológico simplificado da Província Borborema	123
5.7-2	Mapa de localização aproximada das amostras datadas pelo método Sm-Nd - Província Borborema	124
5.7-3	Diagrama de evolução isotópica ϵ_{Nd} no tempo geológico das rochas granitóides e básicas do Maciço Rio Piranhas	125
5.7-4	Diagrama de evolução isotópica ϵ_{Nd} no tempo geológico das rochas plutônicas brasileiras do Maciço Rio Piranhas	125
5.7-5	Diagrama de evolução isotópica ϵ_{Nd} no tempo geológico das rochas granitóides e granulíticas do embasamento do Maciço Caldas Brandão	126
5.7-6	Diagrama de evolução ϵ_{Sr} versus ϵ_{Nd} das rochas granitóides do Maciço Caldas Brandão	126
5.7-7	Diagrama de evolução isotópica ϵ_{Nd} no tempo geológico das rochas granitóides e básicas da Faixa Seridó	129
5.7-8	Diagrama de evolução isotópica ϵ_{Nd} no tempo geológico das rochas granitóides e vulcânicas ácidas da Faixa Seridó	129
5.7-9	Diagrama de evolução ϵ_{Sr} versus ϵ_{Nd} - Faixa Seridó	130
5.7-10	Diagrama de evolução isotópica ϵ_{Nd} no tempo geológico das rochas granitóides do embasamento da Faixa de Dobr. Pajeú-Paraíba	130
5.7-11	Diagrama de evolução isotópica ϵ_{Nd} no tempo geológico das rochas	

	plutônicas brasileiras da Faixa Dobrada Piancó - A. Brígida	131
5.7-12	Diagrama de evolução isotópica ϵ_{Nd} no tempo geológico das rochas granitóides da Linha Sienitóide (Alto Teixeira)	131
5.7-13	Diagrama de evolução isotópica ϵ_{Nd} no tempo geológico das rochas granitóides do Maciço Pernambuco Alagoas	132
5.7-14	Diagrama de evolução isotópica ϵ_{Nd} no tempo geológico das rochas granitóides da Faixa de Dobramento Sergipana	132
5.7-15	Diagrama de evolução isotópica ϵ_{Nd} no tempo geológico das rochas granitóides da Faixa de Dobramento Riacho do Pontal	135
5.7-16	Diagrama de evolução ϵ_{Sr} versus ϵ_{Nd} . Faixa de Dobram. Riacho do Pontal / Rio Preto	135
5.7-17	Diagrama de evolução isotópica ϵ_{Nd} no tempo geológico das rochas granulíticas e granitóides da região Santa Quitéria, Tróia e Jaguaribe	136
5.7-18	Diagrama de evolução ϵ_{Sr} versus ϵ_{Nd} . Porção Norte da Prov. Borborema	136
5.7-19	Principais domínios de acreção manto-crosta continental da Província Borborema	138B
5.8-1	Unidades tectônicas do Domínio Jequitinhonha	153
5.8-2	Mapa de localização aproximada das amostras datadas pelo método Sm-Nd - Domínio Jequitinhonha	154
5.8-3	Diagrama ϵ_{Nd} versus tempo geológico - Guanhães.	155
5.8-4	Diagrama ϵ_{Nd} versus tempo geológico - Mantiqueira	155
5.8-5	Diagrama ϵ_{Nd} versus tempo geológico - Juiz de Fora	158
5.8-6	Diagrama ϵ_{Nd} versus tempo geológico - Embu	158
5.8-7a	Diagrama ϵ_{Nd} versus tempo geológico - Costeiro (NE de S. Paulo)	159
5.8-7b	Diagrama ϵ_{Nd} versus tempo geológico - Costeiro (região de S. Paulo)	159
5.8-8	Diagrama ϵ_{Nd} versus tempo geológico - Aracuai	162
5.8-9	Diagrama ϵ_{Sr} versus ϵ_{Nd} - Embu e Costeiro	162
5.8-10	Diagrama ϵ_{Sr} versus ϵ_{Nd} - Guanhães, Mantiqueira, Juiz de Fora e Costeiro (NE de S. Paulo)	163
5.8-11	Histograma das idades modelo Sm-Nd (T_{DM}) - Domínio Jequitinhonha	163
5.9-1	Compartimentação tectônica da região Centro-Oeste do Brasil	173
5.9-2	Mapa geológico simplificado da porção Centro-Oeste do Brasil	174
5.9-3	Localização aproximada das amostras datadas pelo método Sm-Nd - Porção Centro - Oeste do Brasil	175
5.9-4	Diagrama isocrônico Sm-Nd da região de Crixás - Hidrolina	176
5.9-5	Diagrama ϵ_{Nd} versus tempo geológico - região de Crixas-Hidrolina	176
5.9-6	Diagrama ϵ_{Nd} versus tempo geológico - região de Jussara - Goiás	177
5.9-7	Diagrama ϵ_{Nd} versus tempo geológico - região de Iporá-Arenópolis-Ribeirão	177
5.9-8	Histograma das idades modelo Sm-Nd (T_{DM}) - região de Iporá	180
5.9-9	Diagrama ϵ_{Sr} versus ϵ_{Nd} - Goiás - Central	181
5.10-1	Diagrama ϵ_{Nd} versus tempo geológico - complexo Canabrava	191
5.10-2	Isócrona Sm-Nd das rochas ultrabásicas e básicas do complexo Canabrava	191
5.10-3	Diagrama ϵ_{Nd} versus tempo geológico - complexo Niquelândia	193
5.11	Diagrama ϵ_{Nd} versus tempo geológico - Domínio Brasília	196
5.12-1	Mapa geológico simplificado com localização das amostras datadas - Domínio Araxá	201
5.12-2	Diagrama isocrônico Sm-Nd das rochas granulíticas da região Anápolis-Goiânia	202

5.12-3	Diagrama ϵ_{Nd} versus tempo geológico - Domínio Araxá	202
5.12-4A	Mapa geológico simplificado com principais cidades - FARG E NESG	203
5.12-4B	Mapa de localização aproximada das amostras datadas -Faixa Alto Rio Grande / Nappe de Empurrão Socorro - Guaxupé	203
5.12-5	Diagrama ϵ_{Nd} versus tempo geológico - Faixa Alto Rio Grande/Nappe de empurrão Socorro-Guaxupé	208
5.12-6	Diagrama ϵ_{Sr} versus ϵ_{Nd} - Araxá, NESG e FARG	208
5.13-1	Compartimentação geotectônica da região Sul da Plataforma Sul Americana	216
5.13-2	Compartimentação geotectônica da porção SE de Paraná e SE de S. Catarina e localização aproximada das amostras datadas pelo método Sm-Nd do Frag. Cratônico Luis Alves	217
5.13-3A	Mapa geológico simplificado do Escudo do Rio Grande do Sul	218
5.13-3B	Principais cidades chamadas no texto e localização aproximada das amostras datadas pelo método Sm-Nd. Escudo do Rio G. do Sul	219
5.13-4	Diagrama ϵ_{Nd} versus tempo geológico - Frag. Cratônico Luis Alves	220
5.13-5	Diagrama ϵ_{Sr} versus ϵ_{Nd} - Fagamento Cratônico Luis Alves	220
5.13-6	Diagrama isocrônico Sm-Nd (RT) das amostras ultrabásicas localizadas próxima à cidade de Piên	221
5.13-7	Diagrama ϵ_{Nd} versus tempo geológico - rochas ultramáficas de Piên	221
5.13-8	Diagrama isocrônico Sm-Nd (minerais) - Domínio Luis Alves	224
5.13-9	Diagrama ϵ_{Nd} versus tempo geológico dos minerais separados da rocha granulítica - Domínio Luis Alves	224
5.13-10	Diagrama ϵ_{Nd} versus tempo geológico das rochas granitóide do Bloco Taquarembó	225
5.13-11	Diagrama ϵ_{Nd} versus tempo geológico das rochas granitóides do Bloco São Gabriel	225
5.13-12	Diagrama ϵ_{Sr} versus ϵ_{Nd} - Bloco São Gabriel	227
5.14-1	Mapa geológico simplificado e localização aproximada das amostras datadas da Faixa Itaiacoca (Paraná)	230
5.14-2	Diagrama evolução isotópica ϵ_{Nd} versus tempo geológico das rochas granitóides das Faixas Itaiacoca e São Roque	231
5.14-3	Diagrama evolução isotópica ϵ_{Sr} versus ϵ_{Nd} - Granitóides dos Complexos Itaiacoca e Faixa São Roque	231
5.14-4	Diagrama evolução isotópica ϵ_{Nd} versus tempo geológico - vulcânicas do Grupo Itaiacoca	232
5.14-5	Diagrama evolução isotópica ϵ_{Sr} versus ϵ_{Nd} - Vulcânicas do Grupo Itaiacoca	232
5.14-6	Diagrama evolução isotópica ϵ_{Nd} versus tempo geológico das rochas granitóides do Domínio Curitiba	235
5.14-7	Isócrona mineral Sm-Nd - Domínio Curitiba	235
5.14-8	Diagrama evolução isotópica ϵ_{Nd} (em minerais) versus tempo geológico - Domínio Curitiba	236
5.14-9	Diagrama evolução isotópica ϵ_{Sr} versus ϵ_{Nd} - Domínio Curitiba	236
5.14-10	Localização aproximada das amostras datadas pelo método Sm-Nd. Domínios Curitiba e Paranaguá	238
5.15-1	Diagrama evolução isotópica ϵ_{Nd} versus tempo geológico das rochas granitóides do Domínio Paranaguá	241
5.15-2	Diagrama evolução isotópica ϵ_{Sr} versus ϵ_{Nd} - Domínio Paranaguá	241

5.15-3	Principais cidades e localização aproximada das amostras datadas pelo método Sm-Nd no Escudo do Rio Grande do Sul	242
5.15-4	Mapa geológico simplificado do Domínio Dom Feliciano - Santa Catarina	243
5.15-5	Diagrama evolução isotópica ϵ_{Nd} versus tempo geológico das rochas granitóides do Domínio Dom Feliciano (Faixa Tijuca) - Santa Catarina	244
5.15-6	Diagrama evolução isotópica ϵ_{Nd} versus tempo geológico das rochas granitóides do Domínio Dom Feliciano (Faixa Tijuca)- Rio Grande do Sul	244
5.15-7	Diagrama evolução isotópica ϵ_{Nd} versus tempo geológico das rochas granitóides do Domínio D. Feliciano - Batólito de Pelotas- Santa Catarina	245
5.15-8	Diagrama evolução isotópica ϵ_{Nd} versus tempo geológico. Batólito de Pelota e Encruzilhada do sul (RS)	245
5.15-9	Diagrama evolução isotópica ϵ_{Nd} versus tempo geológico. Integração dos dados das figuras 5.15-7 e 5.15-8	246
5.15-10	Resumo dos principais domínios de acreção manto-crosta continental. Domínio Dom Feliciano	249
6.1	Histograma da acreção de crosta juvenil da Plataforma Sul Americana no tempo geológico	265
6.2	Curva de crescimento da crosta continental juvenil da Plataforma Sul Americana	265
6.3	Principais domínio de acreção manto-crosta continental	266
6.4	Histograma da acreção de crosta juvenil no tempo geológico relativo a porção NW do Lineamento Transbrasiliano.	269
6.5	Histograma da acreção de crosta juvenil no tempo geológico relativo a porção SE do Lineamento Transbrasiliano.	269
6.6	Taxa de crescimento setorial para as crostas continentais separadas pelo lineamento Transbrasiliano.	269
6.7	Diagrama $T_{DM} \times f_{Sm/Nd}$	272
6.8	Diagrama $\epsilon_{Nd} \times T(Ga)$. Evolução isotópica de ϵ_{Nd} no tempo geológico em rochas granitóides selecionadas (tipo TTGs) da Plataforma Sul Americana	272
6.9	Diagrama $T_{Rb-Sr} \times T_{DM}$ e $T_{Rb-Sr} \times T_{CHUR}$	277

ÍNDICE DE TABELAS

TAB.	TÍTULO	Pág
3.1	Medidas das razões isotópicas nos padrões de La-Jolla e BCR-1	14
3.2	Concentrações de Sm e Nd obtidas por técnica de diluição isotópica - Padrão BCR1	14
4.1	Concentrações médias de Sm e Nd - (Faure 1988 modificado)	17
4.2	Valores de ϵ_{Nd} nos diferentes ambientes geotectônicos	21
	CRATONS AMAZÔNICO - SÃO LUIS - RIO APA e FAIXA PARAGUAI-ARAGUAIA / TOCANTINS	
5.2-1	Dados Sm e Nd das rochas da Província Amazônia Central	53
5.2-2	Dados Sm e Nd das rochas da Província Maroni - Itacaiunas	55
5.2-3	Dados Sm e Nd das rochas da Província Ventuari - Tapajós	56
5.2-4	Dados Sm e Nd das rochas da Província Rio Negro - Juruena	58
5.2-5	Dados Sm e Nd das rochas da Prov. Rondoniana- S. Ignácia / Sunsás	59
5.2-6	Idades modelo em areias fluviais de Madre Dios - região da Prov. Sunsás	61
5.3	Dados Sm e Nd das rochas do Fragmento Cratônico Rio Apa	63
5.4	Dados Sm e Nd das rochas do Craton São Luis	66
5.5	Dados Sm e Nd das rochas da Faixa de dobram. Paraguai-Araguaia / Tocantins / Domínio Médio Coreau	74
	CRATON SÃO FRANCISCO	
5.6-1	Dados Sm e Nd das rochas do Complexo Contendas-Mirante (embasamento)	106
5.6-2	Dados Sm e Nd das rochas do Complexo Contendas-Mirante (sequência vulcano sedimentar)	107
5.6-3	Dados Sm e Nd das rochas do Complexo Contendas - Mirante (granitóides intrusivos)	109
5.6-4	Dados Sm e Nd das rochas do Bloco Gavião / Jacobina	110
5.6-5/6	Dados Sm e Nd das rochas do Complexo Jequié (embasamento)	112
5.6-7	Dados Sm e Nd das rochas do Complexo Jequié (supra - crustais)	113
5.6-8	Dados Sm e Nd das rochas da Região de Lagoa Real / Riacho de Santana	114
5.6-9A	Dados Sm e Nd das rochas dos Complexos Bonfim, C. Belo e B. Horizonte	115
5.6-9B	Dados Sm e Nd das rochas do Grupo Bambuí (Região de Minas Gerais)	118
5.6-10A	Dados Sm e Nd das rochas da região NE do Craton São Francisco	118
5.6-10B	Dados Sm e Nd das rochas da região Salvador - Itabuna	119

5.6-11	Dados Sm e Nd das rochas da região Oeste de Craton São Francisco	120
	PROVÍNCIA BORBOREMA	
5.7-1	Dados Sm e Nd das rochas do Maciço Rio Piranhas	139
5.7-2	Dados Sm e Nd das rochas do Maciço Caldas Brandão	140
5.7-3	Dados Sm e Nd das rochas da Faixa Seridó	140
5.7-4	Dados Sm e Nd das rochas da Faixa Dobrada Pianco-A. Brigida	142
5.7-5	Dados Sm e Nd das rochas da Faixa Dobrada Pajeú - Paraiba	143
5.7-6	Dados Sm e Nd das rochas do Maciço Pernambuco-Alagoas	145
5.7-7	Dados Sm e Nd das rochas da Faixa Dobrada Sergipana	146
5.7-8	Dados Sm e Nd das rochas da Faixa Dobrada Riacho do Pontal	147
5.7-9	Dados Sm e Nd das rochas da Faixa Dobrada Rio Preto	147
5.7-10	Dados Sm e Nd das rochas do Domínio Ceará	148
	DOMÍNIO JEQUITINHONHA	
5.8-1	Dados Sm e Nd das rochas do Sub-Domínio Guanhões	165
5.8-2	Dados Sm e Nd das rochas do Sub-Domínio Mantiqueira	165
5.8-3	Dados Sm e Nd das rochas do Sub-Domínio Juiz de Fora	166
5.8-4	Dados Sm e Nd das rochas do Sub-Domínio Embu	166
5.8-5	Dados Sm e Nd das rochas do Sub-Domínio Araçuaí	167
5.8-6	Dados Sm e Nd das rochas do Sub-Domínio Costeiro	168
5.8-7	Dados Sm e Nd das rochas do Sub-Domínio Cabo Frio	169
	DOMÍNIOS CENTRO-OESTE E LESTE DO BRASIL	
5.9-1	Dados Sm e Nd das rochas do Complexo Goiás - Central	183
5.9-10	Dados Sm e Nd das rochas do Domínio Uruaçu	197
5.9-11	Dados Sm e Nd das rochas do Domínio Brasília	198
5.12-1	Dados Sm e Nd das rochas do Domínio Araxá	210
5.12-2A	Dados Sm e Nd das rochas da Faixa Alto Rio Grande	211
5.12-2B	Dados Sm e Nd das rochas do Nappe de Empurrão Socorro - Guaxupé	212
	DOMÍNIO SUL DO BRASIL	
5.13-1	Dados Sm e Nd das rochas do Fragmento Cratônico Luis Alves	250
5.13-2	Dados Sm e Nd das rochas dos Blocos Taquarembó e São Gabriel	252
5.14-1	Dados Sm e Nd das rochas das Faixas Itaiacoca e São Roque	254
5.14-2	Dados Sm e Nd das rochas do Domínio Curitiba	257
5.15-1	Dados Sm e Nd das rochas do Domínio Paranaguá	259

5.15-2	Dados Sm e Nd das rochas do Dominio Dom Feliciano -(Faixa Tijucas)	260
5.15-3	Dados Sm e Nd das rochas do Dominio Dom Feliciano -(Batólito de Pelotas)	261
6.1	Tabela de números de datações pelo método Sm-Nd por intervalo de tempo geológico e por dominio geológico.	273
6.2	Áreas de acreção manto-crosta continental por intervalo geológico da Plataforma Sul Americana	275
6.3	Tabela de idades modelo TCHUR e TDM das rochas granitóides (TTGs) selecionadas da Plataforma Sul Americana	277

RESUMO

A sistemática Sm-Nd é um dos melhores métodos para a investigação dos processos maiores de evolução relativa a formação da crosta continental no tempo geológico. Idades modelo Sm-Nd podem indicar a época dos eventos de diferenciação mantélica e formação da crosta continental juvenil, e as incertezas interpretativas decorrem da falta de informação adequada sobre a química do manto superior e sobre os processos de fracionamento químico durante diferenciação do magma máfico, bem como sobre os processos secundários que ocorrem em ambiente crustal (mistura de fontes, fracionamento químico entre Sm e Nd durante refusão de material crustal, etc.).

Metodologias da sistemática Sm-Nd são apresentadas e aplicadas em rochas da Plataforma Sul Americana.

As principais conclusões indicam acreções juvenis com períodos de intensa atividade entre 3,1 e 3,0Ga (~ 8% do volume total da crosta continental), 2,8 e 2,7 (~ 20%), 2,2 e 1,9 (~40%) e 1,3 e 1,1 (~7%). Tais períodos correspondem aproximadamente aos valores mais frequentes observados em escala mundial.

A curva de crescimento da crosta continental no tempo geológico indica que cerca de 35% da crosta continental era formada no final do Arqueano (2,5Ga), mas a maior taxa de acreção de material juvenil ocorreu durante o Paleoproterozóico com 88% de volume acumulado ao final deste período e atingindo a 98% no início do Neoproterozóico, restando muito pouco para épocas posteriores. Portanto, o Paleoproterozóico mostra-se claramente como a principal época de formação de crosta continental juvenil da Plataforma Sul Americana, correspondendo a aproximadamente 54% em volume.

O Lineamento Transbásiliano é uma megasutura, ativa durante o Neoproterozóico, que separa duas grandes massas continentais: a porção NW que inclui os Cratons Amazônico, São Luís e Rio Apa e suas regiões marginais e a porção SE, formada por um mosaico de blocos que compreende os Cratons do São Francisco, do Rio de La Plata e de Luiz Alves, bem como as respectivas regiões marginais e outros fragmentos menores.

Em termos de evolução crustal setorial observou-se certa semelhança em ambas as partes das massas continentais durante o período entre 3.0 e 1.7 Ga com concentrações similares (picos) tanto no Arqueano como no Paleoproterozóico. Diferem em relação ao Arqueano precoce, visto que não há dados do lado NW, com valores tão antigos (3.7-3.5Ga) como os do Bloco Gavião,

Contendas-Mirante e Caldas Brandão, período em que a massa NW (Cratons Amazônico-São Luis) permaneceu virtualmente inafetada pelos eventos tecto-orogênicos, a não ser em suas regiões marginais, enquanto que a massa SE teve uma evolução muito mais complexa, tendo participado da formação de pelo menos dois supercontinentes (Rodínia e Gondwana).

ABSTRACT

Sm-Nd isotopic systematics is relevant to the topics of origin and evolution of continental crust, where model ages refer to the time when crustal material was differentiated from the upper mantle. Alternative interpretations are due to a lack of adequate information on crustal processes and the variable composition of the mantle sources.

The Sm-Nd methods are presented, and applied on rock materials from the South American Platform.

The main conclusions indicate juvenile accretion with higher growth rates (peaks), around 3.7-3.5Ga (~ 0.5% in volume), 3.1 - 2.9Ga (~ 16%), 2.7 - 2.6 (~9%), 2.2 - 1.9 (35%) and 1.3-1.0 (7%).

The continental growth curve indicates that about 35 % of the crust was formed by 2.5Ga, 88% by 1.8Ga and 99% by 1.0Ga, and the remaining ~1% was added in the Phanerozoic. Rapid crustal growth occurred between 2.2 and 1.9Ga. The main period of continental crust formation occurred during the Paleoproterozoic, corresponding to 54 % in volume.

Sm-Nd model ages, when compared with the crystallisation ages of granitoid rocks, furnish a rough estimate of juvenile vs. reworked material. Within the South American Platform about 45% of juvenile continental crust is still preserved within tectonic provinces of different ages. The remainder represents continental crust reworked in younger tectono-thermal events. In particular crustal reworking was predominating over juvenile accretion during Meso-Neoproterozoic.

The Transbrasiliano Lineament is a megasuture, active in the Neoproterozoic, which separates a large northwestern mass, including the Amazonian and São Luis Cratons, from a southeastern mass, formed by a collage of cratonic fragments, of which the São Francisco and Rio de La Plata are the largest. The crustal evolutions of these two large continental masses are considered individually, and can be resumed following form:

- 1 - Old Archean rocks (>3.4Ga) are found only within the south-eastern part (Gavião Block, Contendas-Mirante Complex (São Francisco Craton) and Caldas Brandão Massif (Borborema Province);
- 2 - On both continental masses, crustal evolution between 3.0 and 1.7 Ga is very similar;
- 3 - During Meso and Neoproterozoic times, the northwestern mass (Amazonian and São Luis Cratons) remained virtually unaffected by tectono-orogenic events, while the southeastern mass is composed of smaller cratonic fragments, which later took part in the formation of two large supercontinents: Rodinia during the Mesoproterozoic, and Gondwana in the Neoproterozoic.

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO / OBJETIVOS

INTRODUÇÃO/OJETIVOS

As razões isotópicas $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ podem ser utilizadas com grande propriedade para a investigação dos processos maiores de evolução crustal, e em especial o da formação de crosta continental.

É objetivo principal deste trabalho empregar a metodologia isotópica Sm/Nd para estudar a evolução geotectônica da América do Sul, no Precambriano, à luz de diversas centenas de determinações geocronológicas obtidas pelo autor, a partir de 1991, no Centro de Pesquisas Geocronológicas da USP (CPGeo-USP). Além dessas análises, foram também compilados, recalculados e utilizados todos os dados que se fizeram disponíveis, obtidos por diversos pesquisadores em laboratórios estrangeiros, de modo que este trabalho pretende ser uma síntese mais ou menos completa e atualizada da evolução crustal da Plataforma Sul Americana.

Como objetivo complementar do trabalho, foi feita a completa implantação da metodologia Sm-Nd nos laboratórios do Centro de Pesquisas Geocronológicas do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo (CPGeo-USP). Este segundo objetivo pode ser considerado como plenamente atingido, uma vez que, desde 1992, já foram realizadas com sucesso cerca de 1000 determinações completas Sm-Nd, em rochas que abrangem todo o território nacional, e partes da Argentina, Uruguai, Portugal e Angola, em trabalhos de geocronologia de interesse de vários dos pesquisadores ligados ao CPGeo. A parte metodológica, acompanhada de alguns exemplos da aplicação do método, foi adequadamente descrita no trabalho de Sato et al. (1995).

Com relação ao assunto principal deste trabalho, o autor balizou suas hipóteses de trabalho pela síntese anterior (Cordani et al., 1988), realizada há cerca de uma década, e baseada essencialmente em análises Rb-Sr e nas razões iniciais $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ de muitas centenas de rochas granitóides de todas as províncias tectônicas maiores da Plataforma Sul Americana. A sistemática empregada na discussão dos resultados isotópicos Sm-Nd (capítulo 5) utiliza, com poucas modificações, as mesmas unidades tectônicas caracterizadas por Cordani et al. (op.cit.). O mencionado capítulo 5 constitui a parte principal, original, do trabalho, onde se interpretam os resultados analíticos Sm-Nd, quase

sempre em termos de idades modelo T_{DM} , o indicador mais empregado em situações similares.

Por outro lado, para que os leitores tenham claras as idéias do presente autor a respeito dos processos de origem e evolução da crosta continental, no tempo geológico, e das potencialidades interpretativas do método Sm-Nd, foram incluídos dois capítulos específicos a respeito (capítulos 2 e 4), aos quais é intercalado o capítulo 3, com a parte metodológica, onde se descrevem as técnicas analíticas empregadas no CPGeo-USP.

Finalmente, as conclusões parciais resultantes das interpretações efetuadas caso a caso, para todas as províncias tectônicas consideradas, foram reunidas no capítulo 6, onde procura-se elaborar a síntese enunciada pouco acima. A evolução crustal da Plataforma Sul Americana é então descrita a partir da análise da curva de crescimento da crosta continental no tempo geológico, e esta pode ser comparada com curvas análogas de outras partes do globo.

CAPÍTULO 2

EVOLUÇÃO DA CROSTA TERRESTRE

CAPÍTULO 2

PROCESSOS MAIORES NA EVOLUÇÃO CRUSTAL

2.1 - Formação planetária, nossa origem comum

Conforme nos é ensinado pelos astrofísicos modernos, a origem do Universo é atribuída ao “Big Bang”, a grande explosão inicial ocorrida há cerca de 13-15 bilhões de anos, a partir de um volume muito pequeno em que se concentrava toda a matéria, com densidade extrema. Os físicos teóricos, que trabalham com modelos e simulações dos estágios iniciais do Big Bang, nos dizem que foram sendo formados, sucessivamente, e durante o primeiro milhão de anos, ftons, as partículas elementares, e finalmente átomos de hidrogênio. Num Universo inicial constituído apenas de hidrogênio, formaram-SE as primeiras estrelas, integrando as primeiras galáxias, e no interior delas começaram a funcionar as fábricas dos elementos que conhecemos, formados em reações nucleares.

A evolução estelar indica um estágio de estabilidade que leva alguns bilhões de anos, em que o combustível nuclear (hidrogênio) é consumido para formar hélio, e em seguida passa por um estágio de temperatura mais alta em que ocorrem fusões nucleares dos átomos de hélio e de elementos mais pesados (estágio de Gigante vermelha), e finalmente, um estágio terminal, de curta duração (as supernovas), em que são formados os demais elementos pesados.

O ciclo de evolução estelar se repete indefinidamente em todas as partes do Universo, e a produção dos elementos no interior das estrelas obedece a regras bem definidas, que dependem das propriedades físicas dos nuclídios envolvidos, de modo que a proporção relativa dos elementos resulta similar, qualquer que seja a estrela produtora. Após os primeiros bilhões de anos desde o Big Bang, os processos conduzidos pelas primeiras estrelas condicionaram as proporções relativas em que os diferentes elementos são encontrados, em todas as galáxias. A composição química resultante é denominada “Abundância Cósmica” ou “Abundância Solar” dos elementos.

2.2 - Formação e Evolução do Sistema Solar

Como parte integrante da galáxia denominada “Via Láctea”, os elementos que a integram foram formados no interior de pelo menos uma supernova que explodiu há não mais do que 4.8 Ga., e foram lançados no espaço para posteriormente serem aglutinados na “nebulosa solar”, que viria a dar origem ao nosso Sol, bem como aos corpos planetários que integram o sistema, há cerca de 4.6 Ga.

Dessa nebulosa solar, composta por gás e poeira cósmica, com composição química correspondente à abundância solar dos elementos, além do Sol, formaram-se os planetas que conhecemos, durante processo de acreção por atração gravitacional. Maiores informações a respeito podem ser encontradas em Safronov (1972), Anderson (1989), e também em Cordani e Sigolo (1997).

Durante a evolução do Sistema Solar, num estágio inicial de alta temperatura foram perdidos grande parte dos elementos mais voláteis (H, He, C, N, F, Ne, etc.) nos planetas internos em formação (Mercúrio, Venus, Terra e Marte) e também nos corpos parentais dos asteróides (e dos meteoritos) que existiam, naquela época remota, entre as órbitas de Marte e Júpiter. Perda de voláteis ocorreu em muito menos escala nos planetas externos (Júpiter, Saturno, Urano, Netuno) que retiveram seus envoltórios gasosos. A origem comum dos planetas internos e dos corpos parentais dos meteoritos é o que justifica o modelo “condrítico” para a composição química global da Terra.

Após o processo de acreção planetária, os planetas internos, aquecidos pelos impactos de corpos menores relativos ao próprio processo de aglutinação, e também pelo calor interno produzido pelos nuclídios radioativos, passaram por um estágio de diferenciação primária, que levou à formação de um núcleo metálico denso, com composição análoga à dos sideritos, e de um manto silicático, com composição análoga à dos acondritos. Datações efetuadas em numerosos meteoritos indicaram que tais processos de diferenciação ocorreram praticamente em seguida à acreção planetária, há cerca de 4.56 Ga.

2.3 - Processos formadores da crosta terrestre, no tempo geológico

Durante toda a evolução do planeta Terra, grandes quantidades de material líquido foram extraídos do manto silicático, por fusão parcial. Os magmas assim formados, primários, de natureza basáltica, foram incorporados à assim denominada “crosta oceânica”, de espessura pequena (5-10 Km), mas cobrindo grandes áreas da superfície do planeta. Como parte da

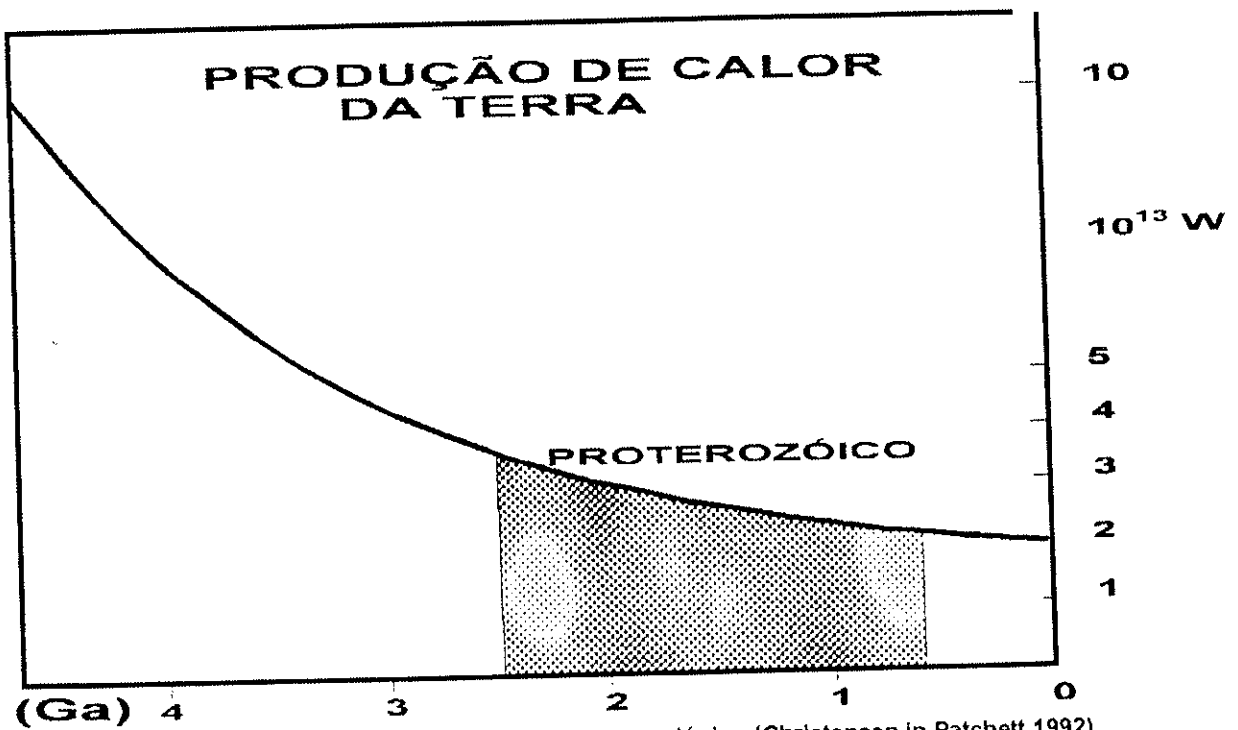


FIG. 2.1 Produção de calor da Terra através do tempo geológico (Christensen in Patchett 1992). A produção de calor é 2 vezes maior a 2,5Ga em relação ao presente dia.

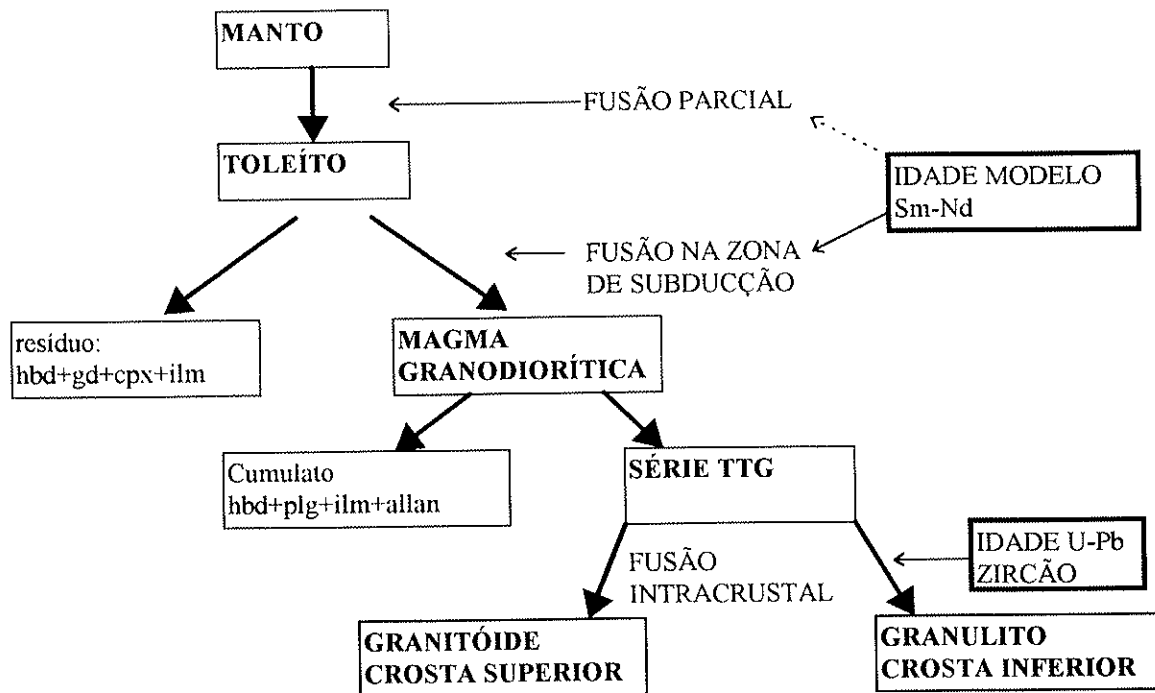
litosfera oceânica, a crosta oceânica tem vida curta na superfície do planeta (dezenas de milhões de anos), sendo reciclada de volta para o manto em processos tectônicos denominados de “subducção”, e que ocorrem nos limites convergentes entre placas tectônicas.

Acredita-se que processos similares aos da tectônica de placas do presente (regime tectônico plataformal) tenham ocorrido no passado, pelo menos desde o fim do Arqueano, e acredita-se também que o regime tectônico permóvel, característico do Arqueano, tenha sido de muito maior intensidade, visto que a energia liberada pelos elementos radioativos (U, Th, K, e outros elementos de meia-vida curta) era pelo menos três vezes maior do que no presente (fig. 2.1 - James 1989).

Se crosta oceânica é apenas transiente, na história da Terra, e seu destino é voltar para o manto, crosta continental pode ser estabilizada na superfície do planeta, como é comprovado, por exemplo, pelos Gnaisses Acasta, de cerca de 4 Ga., encontrados no Canadá.

Crosta continental pode crescer por magmatismo intra-placa, por adição de material de caráter normalmente básico, produzido no manto (Rudnick, 1995). Entretanto, o processo mais comum de crescimento da crosta continental é por adição de material nas mesmas margens convergentes de placas onde ocorre subducção de crosta oceânica. Ao voltar para o manto, a placa litosférica descendente pode sofrer fusões parciais, que produzem magmas secundários, já não mais de natureza basáltica. Tais magmas voltam para níveis mais altos, e se incorporam à crosta continental em arcos magmáticos, com componentes vulcânicos ou plutônicos, de caráter básico a ácido, de acordo com o estágio de diferenciação e fracionamento do material. Este processo de crescimento continental, que implica na diferenciação unidirecional manto-crosta em pelo menos dois estágios (crosta oceânica e crosta continental) tem ocorrido desde o Arqueano, com a formação de TTGs (suites de tonalitos - trondhjemitos - granodioritos) até o presente, com o magmatismo calcio-alcálico das zonas de subducção.

Segundo Martin (1987), os mecanismos de formação de TTGs podem ser resumidos da seguinte forma :



1 - Fusão parcial do manto superior, com produção de magmas toleíticos. Formação de crosta oceânica.

2 - Fusão parcial da crosta oceânica, com produção de magmas granodioríticos, e deixando resíduo de granada anfibolitos na crosta inferior.

3 - Cristalização fracionada dos magmas granodioríticos, produzindo as variedades diferentes de rochas granitóides, instaladas na crosta superior.

Processos análogos à formação dos TTGs ocorrem até o presente, no regime tectônico plataformal, nos arcos magmáticos das margens ativas cordilheiranas. Tais processos indicam crescimento da crosta continental a partir do manto, um dos assuntos mais fascinantes da história da Terra, e que pode ser investigado através das assinatura isotópica de diversos elementos (Sr, Pb, Nd, Os, e outros) nos sistemas rochosos. Por exemplo, a crosta continental teria sido ela formada mais ou menos continuamente, desde o Arqueano Inferior até o presente? Haveria episódios de maior intensidade de formação de crosta continental? Em que proporção poderia dar-se a sua reciclagem para o manto (subducção A)?

2.4 - Evolução da Crosta Continental

A distribuição aparentemente episódica das idades radiométricas, em termos globais, tem sido apontada desde a década de 60. Em histogramas, os registros radiométricos parecem apontar “picos” de valores de idade aparente em torno de 2,7, 1,9 e 1,3 Ga em todos os continentes, além de cerca 0,6 nos continentes que se originaram da fragmentação do Supercontinente Gondwana (Condie 1997).

Ao que parece, crosta continental “juvenil” (formada a partir do manto da maneira apontada pouco antes) foi formada em grande proporção no Arqueano e início do Proterozóico. Posteriormente prevalecem materiais retrabalhados (por exemplo por refusão a partir de protólitos crustais), embora haja evidências de formação de crosta juvenil no Neoproterozóico e mesmo no Fanerozóico na América do Norte e na Eurásia (p. ex. Sengör et. al, 1993).

Segundo muitos autores, como por exemplo Cordani e Brito Neves (1982), os regimes tectônicos do passado foram condicionados pela evolução termal do planeta, e pela formação de grandes massas continentais, estabilizadas na superfície do planeta a partir do fim do Arqueano. As fases principais teriam sido as seguintes:

1 - Até cerca de 2.8 Ga. - Regime permóvel, com grande mobilidade, reciclagem e formação de microcontinentes, os quais por colisão poderiam ter formado uma ou mais grandes massas no final do Arqueano.

2 - Entre 2.8 e 1.3 Ga. Formação de super continentes por aglutinação, e consequente dispersão por fraturamento, com formação relativamente importante de crosta continental juvenil, acompanhada de certo retrabalhamento crustal. O último supercontinente do período foi Rodínia, formado pela aglutinação de massas continentais durante o Ciclo denominado Grenville.

3 - Após 1.3 Ga. Predomina o retrabalhamento crustal, embora continue o processo de adição de crosta continental juvenil nos cinturões orogênicos cordilheiranos. Formação de grandes massas com crosta continental tais como Laurásia, Báltica, Gondwana, etc., atuando como placas tectônicas coerentes durante o Neoproterozóico e todo o Fanerozóico.

CAPITULO 3

METODOLOGIA

Este trabalho está baseado essencialmente em medidas isotópicas de Sm e Nd em rochas da Plataforma Sul Americana. Neste capítulo serão resumidas as informações essenciais de geocronologia e de geoquímica isotópica, de caráter metodológico, necessárias para o completo entendimento das interpretações efetuadas, em termos de evolução geológica.

3.1 - Princípios básicos de geocronologia

Nuclídeos radioativos são os que se encontram na natureza em estado energético metaestável, e que acabam desintegrando-se espontaneamente, emitindo radiações eletromagnéticas, emitindo partículas nucleares (alfa, beta⁻, beta⁺), e/ou capturando elétrons da órbita K (captura K). O produto final da(s) transformação(ões) nuclear(es), que atinge o estado fundamental (de energia mínima), é denominado nuclídeo radiogênico.

A equação fundamental da geocronologia é baseada no processo físico de decaimento radioativo, definido por uma exponencial negativa, que se apresenta da forma seguinte:

$$N = N_0 e^{-\lambda T} \text{ ou}$$

$$T = (1/\lambda) \ln (N_0 / N)$$

se $N_0 = N + F$ então

$$T = (1/\lambda) \ln [1 + (F/N)] \qquad \text{equação 1}$$

onde

λ = constante de desintegração (esta definida pela probabilidade de decaimento radioativo).

N = número de nuclídeos de um determinado elemento radioativo medido hoje na amostra (pai).

N_0 = quantidade inicial do nuclídeo radioativo no momento do fechamento do sistema.

F = nº. de átomos transmutados (filho - radiogênico).

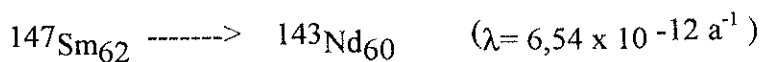
F = número de átomos do elemento filho que foram transmutados, que na prática é igual à quantidade total de átomos presente (F_p , medida atual) menos a quantidade inicial de átomos (F_o), preexistente no sistema no momento de seu fechamento ($F = F_p - F_o$).

Para que uma datação geocronológica tenha significação geológica é necessário que a quantidade inicial de átomos do elemento filho (F_o) seja conhecida, ou possa ser calculada, e também que o sistema tenha permanecido fechado com relação a modificações na quantidade de átomos de ambos os isótopos, radioativo (pai) e radiogênico (filho).

Finalmente, os isótopos radioativos naturais de interesse para os estudos de evolução geológica são os que possuem meia vida da mesma ordem de grandeza do tempo geológico (bilhões de anos), e que são suficientemente abundantes na natureza, em diversos tipos de rocha, para permitir medidas com a precisão adequada. Tradicionalmente, os métodos radiométricos utilizados em geocronologia são o Rb-Sr, o K-Ar e sua variante Ar-Ar, os métodos U-Th-Pb e suas variantes Pb-Pb, o Re-Os, o Lu-Hf e finalmente o que nos interessa neste trabalho, o método Sm-Nd.

3.2 - Geocronologia Sm-Nd

O Sm e o Nd possuem sete isótopos cada um, respectivamente (144, 147, 148, 149, 150, 152 e 154) e (142, 143, 144, 145, 146, 148 e 150), (figs 3.1 e 3.2) onde o isótopo ^{143}Nd é radiogênico e o isótopo ^{147}Sm é radioativo, sendo os demais isótopos estáveis. O método radiométrico Sm-Nd baseia-se na desintegração do ^{147}Sm em ^{143}Nd , através de uma emissão espontânea de partículas α segundo a constante de desintegração λ_{Sm} .



No caso do método Sm-Nd, a equação fundamental da geocronologia (equação 1) toma a forma seguinte:

$$T = (1/\lambda) \ln [1 + (^{143}\text{Nd} - ^{143}\text{Nd}_o)/^{147}\text{Sm}]$$

onde $^{143}\text{Nd}_o$ é a quantidade inicial, existente antes do fechamento do sistema. Isótopos são medidos em espectrômetros de massa na forma de razões isotópicas. Desta forma, para uma melhor precisão nos cálculos, na expressão acima ambos os membros são divididos por ^{144}Nd , resultando:

$$T = (1/\lambda) \ln [1 + (^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd} - ^{143}\text{Nd}_o/^{144}\text{Nd}_o)/(^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd})] \quad \text{equação(2)}$$

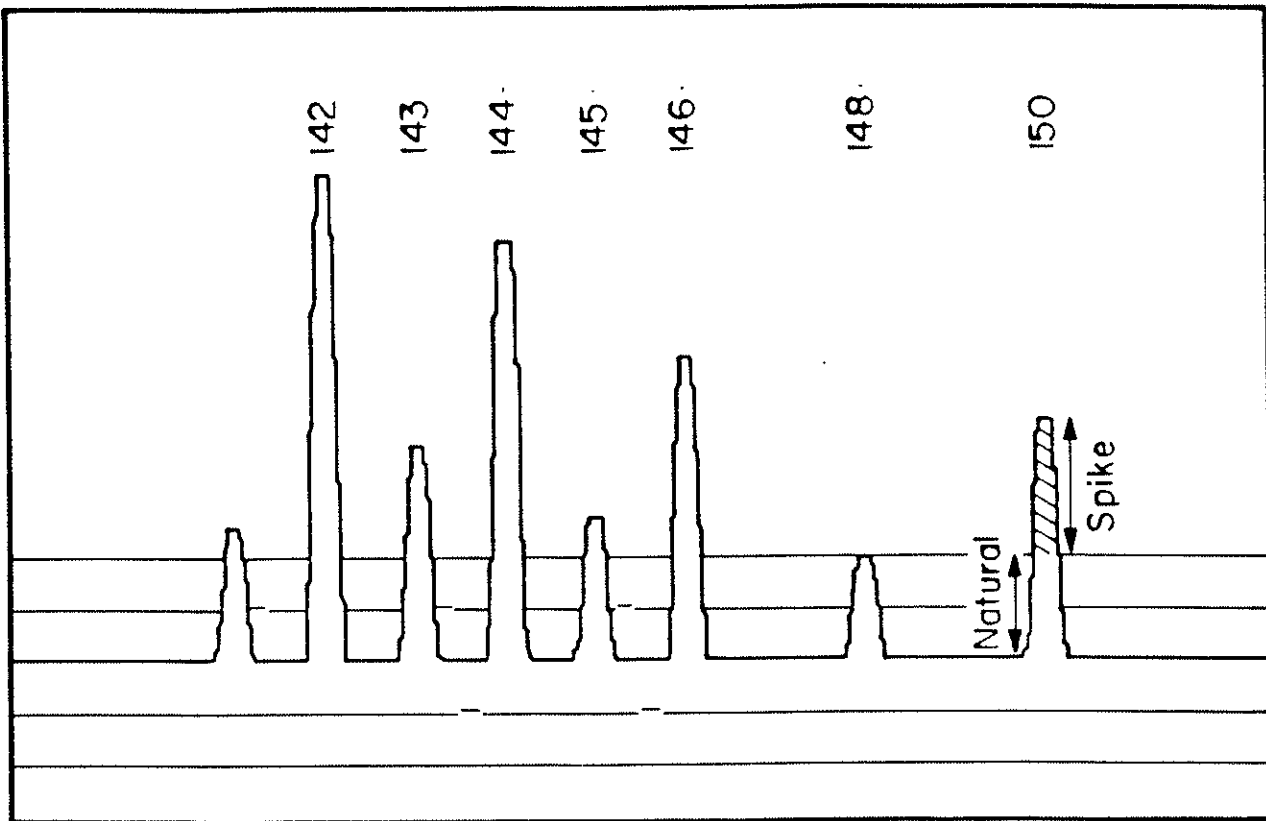


Figura 3.1 - Espectro de Neodímio

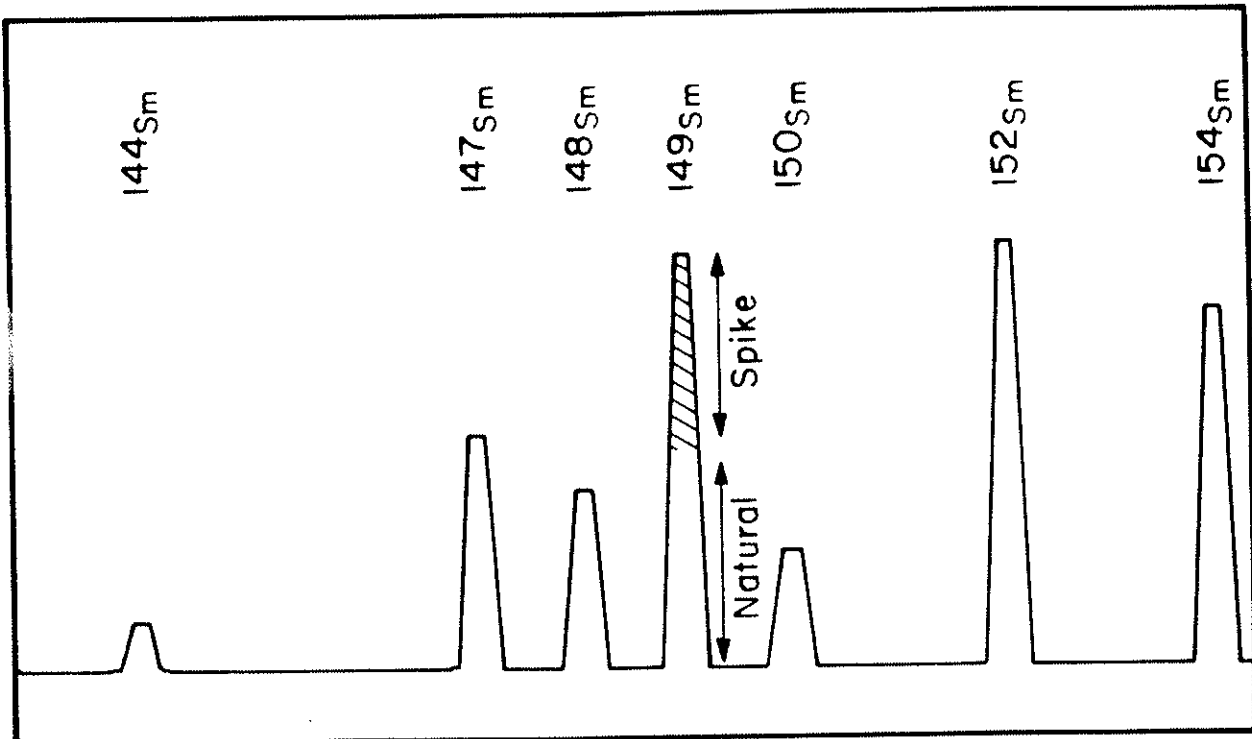


Figura 3.2 - Espectro de Samário

A equação fundamental da geocronologia pode ser representada também pela seguinte expressão genérica:

$$T = (1/\lambda) \ln [1 + (Y - Y_0) / X] \quad \text{equação (3)}$$

onde Y_0 é denominado razão inicial (RI) do elemento radiogênico, que no nosso caso é o neodímio ($^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$)₀. Esta forma da equação fundamental é interessante no caso da possibilidade de contar com várias amostras cogenéticas de uma mesma unidade rochosa, para as quais o valor de RI é idêntico. Neste caso as idades são calculadas através de diagramas isocrônicos, em que os resultados das medidas efetuadas em várias amostras são inseridos, e a equação isocrônica é expressa da seguinte forma:

$$(^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd})_{\text{med}} = (^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd})_0 + (^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd})_{\text{med}}(e^{\lambda T} - 1) \quad \text{eq. (4)}$$

Sabendo-se que $e^{\lambda T} = 1 + \lambda T + (\lambda T)^2/2! + (\lambda T)^3/3! + \dots$ etc., mas que todos os termos deste desenvolvimento são muito pequenos a partir do terceiro, visto que λ é da ordem de 10^{-11} e T é da ordem de 10^9 , pode-se aproximar a equação para a forma :

$$Y \cong (\lambda T)X + Y_0$$

que corresponde a uma equação linear do tipo $Y = aX + b$, onde $a = \lambda T = \Delta Y/\Delta X$ (coeficiente angular) e $b = Y_0$ (razão inicial RI). A forma da equação isocrônica, no caso do método Sm-Nd, é a seguinte:

$$(^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd})_p \cong (^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd})_0 + (^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}) \lambda T$$

Para calcular idades através de diagrama isocrônico é necessário medir os valores de X e Y em várias amostras cogenéticas (idealmente em número de pelo menos sete). No caso específico do método Sm-Nd, isócronas podem ser obtidas em muitos tipos de rocha, inclusive rochas ultramáficas, ou em amostras isoladas, utilizando-se fases minerais apropriadas.

3.3 - Técnicas de análise

A grande maioria das análises Sm-Nd deste trabalho foi realizada pelo autor, no Centro de Pesquisas Geocronológicas da USP. Maiores pormenores a respeito das técnicas laboratoriais (digestão química, eluição, preparação e calibração das colunas de troca catiônica, deposição das amostras, análises espectrométricas e cálculos de diluição isotópica) pode ser encontrada em Sato et al. (1995). Os procedimentos analíticos podem ser resumidos como segue:

1 - As amostras após adicionados os “spikes” combinados ^{149}Sm e ^{150}Nd em dosagens adequadas, em cada caso, são atacadas em copo de savilex utilizando-se soluções ácidas ($\text{HF} + \text{HNO}_3 + \text{HCl}$). No caso da presença de granada, zircão e de outros minerais refratários as amostras são atacadas dentro de uma bomba do tipo Par a 180°C .

2 - Após a digestão química, a separação de Sm e de Nd é efetuada em duas etapas. Na primeira, as ETR são separadas mediante utilização de uma coluna de troca catiônica, com resina AG 50W-X8; na segunda, a separação fina de Sm e Nd é efetuada em outra coluna, mediante utilização de pó de teflon revestido com ácido ortofosfórico.

3 - Após concentração, Sm e Nd são depositados sobre filamentos ultra-limpas. Normalmente, Nd é dissolvido com HNO_3 , e depositado sobre filamento simples de Re, na forma de $(\text{NdO})^+$. Para análises de Nd na forma metálica, amostra é dissolvida com HCl (0,1N) e depositado sobre um dos lados do filamento triplo (Ta-Re-Ta). Sm é dissolvido com H_3PO_4 , e depositado sobre filamento simples de Ta, e analisado na forma metálica.

4 - Em alguns casos, a deposição da amostra de Nd é feita com H_3PO_4 e sílica gel em monofilamentos de Re, quando as medidas isotópicas são efetuadas na forma de $(\text{NdO})^+$ em multicoletores.

5 - As razões isotópicas $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$, bem como as demais razões isotópicas de Sm e de Nd para os cálculos das concentrações de cada elemento, por diluição isotópica, são obtidas através de espectrômetro de massa multicoletor, tipo VG-354. As razões isotópicas de Nd foram normalizadas com $^{146}\text{Nd}/^{144}\text{Nd} = 0.7219$

Na época em que foram realizadas as determinações Sm-Nd deste trabalho, foram executadas também muitas medidas de controle em padrões internacionais inter-laboratórios (La Jolla e BCR-1). Os resultados, como pode ser verificado nas tabelas 3.1 e 3.2, abaixo,

foram plenamente satisfatórios. Para cada análise do CPGeo-USP foram medidas pelo menos uma centena de razões, e os erros nas razões isotópicas são dados com intervalo de confiança de 95% (critério 2σ).

Tab. 3.1 : medidas das razões $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ nos padrões de La-Jolla e BCR-1

Padrões	$^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ valores de consenso	$^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ valores CPGeo	No. de anál.	sistemas de medidas
La Jolla		0,511850 $\pm(29)$	22	monocoletor (metal)
La Jolla		0,511853 $\pm(15)$	15	monocoletor (óxido)
La Jolla		0,511857 $\pm(23)$	4	multicoletor (óxido - din/est.
La Jolla		0,511847 $\pm(22)$	14	multicoletor (metal)- estático
La Jolla	0,511848* $\pm(4)$			
BCR-1		0,512662 $\pm(27)$	4	monocoletor (óxido)
BCR-1		0,512650 $\pm(20)$	4	multicoletor (óxido - din/est
BCR-1	0,512639** $\pm(20)$			

Obs.: (*) valor de La Jolla; (**) Wasseburg et. al. (1981);

Tab.3.2: Concentrações de Sm e Nd para o padrão BCR-1

	valores de consenso#	valores de CPGeo
Sm(ppm)	6,58	6,53 \pm 0.005
Nd (ppm)	28,7	28,52 \pm 0.01
razão Sm/Nd	0.229	.228

(#) Gladney (1982) apud Nakamura e Misawa (1989);

Os erros nos dados Sm e Nd para o padrão BCR-1 são relativo ao desvio padrão de 8 análises efetuadas em dias diferentes.

BRANCO - A contaminação total do laboratório durante obtenção dos dados Sm-Nd deste trabalho foi em torno de 30 pg para Sm e em torno de 70pg para o Nd. Para análises de rochas máficas e ultramáficas com teores abaixo de 1ppm foram iniciadas com 150 a 200mg de material para minimizar o efeito de contaminação. As reprodutibilidades nas idades em duas análises químicas/isotópicas para tais rochas foram concordantes, com os valores situando-se dentro do erro experimental.

3.4 - Cronograma

A metodologia empregada na elaboração do trabalho obedeceu aos seguintes critérios:

1 - Extensa compilação bibliográfica de trabalhos geocronológicos regionais, de toda a América do Sul, com a finalidade de selecionar amostras especiais para as análises Sm-Nd. Basicamente, foram escolhidas aquelas amostras consideradas adequadas e disponíveis no acervo do CPGeo-USP

2 - Desenvolvimento e operação das técnicas analíticas para as análises de Sm e de Nd no CPGeo-USP. Os procedimentos químicos foram implantados com a colaboração de vários pesquisadores, e encontram-se plenamente descritos em Sato et al. (1995).

3 - Interpretação geotectônica regional, efetuada com a colaboração de diversos pesquisadores do Instituto de Geociências da USP, e também de outras instituições congêneres.

4 - Elaboração de ilustrações, desenhos e gráficos interpretativos, inteiramente via computacional, utilizando programas (softwares) AUTOCAD, Corel, e Excel.

CAPÍTULO 4

SISTEMÁTICA INTERPRETATIVA

Sm - Nd

4 - SISTEMÁTICA INTERPRETATIVA Sm-Nd

4.1 - Generalidades

Ambos os elementos, Samário (Sm) e Neodímio (Nd), pertencem ao grupo das terras raras (ETR) ou lantanídeos. Formam íons positivos de mesma valência (carga 3+), e raios iônicos muito próximos (0.96 e 1.00 Å), o que faz com que se tornem elementos praticamente isoquímicos. Consequentemente, nos minerais e nas rochas, as razões Sm/Nd são pouco diferenciadas, variando, na prática, apenas entre 0.10 a 0.54.

Como integrantes dos ETR, Samário e Neodímio são encontrados em quase todos os sistemas minerais, normalmente como substitutos de íons grandes. A Tabela 4.1, adaptada de Faure (1988), inclui valores médios de concentrações de Sm e Nd nos minerais e rochas mais comuns.

A tabela 4.1 indica que os ETR têm preferência pelos retículos cristalinos de micas, anfibólios, feldspatos potássicos, clinopiroxênios, e também de granadas, que são os sistemas minerais com razões Sm/Nd mais elevadas. Estes são os principais minerais a serem analisados pelo método Sm-Nd. Em alguns casos, os ETR concentram-se como constituintes importantes de minerais acessórios de rochas granitóides, como é o caso de allanita, apatita, monazita, xenotima, fluorita, cassiterita, etc.

Como os ETR têm forte carga (3+) e número atômico elevado (57 a 71), eles não se difundem facilmente no estado sólido. Desta forma, durante um evento metamórfico, embora possa ocorrer uma redistribuição de ETR (e portanto de Sm e Nd) entre as fases minerais neoformadas, normalmente os sistemas de rocha total permanecem fechados com relação a migrações de ETR.

Apesar de um comportamento aproximadamente isoquímico de Sm e Nd, como o íon Nd^{3+} possui volume e massa inferiores aos do íon Sm^{3+} , durante certos processos geoquímicos pode ocorrer fracionamento entre estes dois elementos. Isto é observado, em especial, naqueles processos de fusão parcial de determinados protolitos mantélicos ou crustais, que levam à formação de magmas diferenciados.

TAB. 4.1 : concentrações médias de Sm e Nd

Mineral	Sm(ppm)	Nd(ppm)	Sm/Nd	$^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$	ϵ_{Nd}
MINERAIS					
olivina	0.07	0.36	0.19	0.115	-0.42
clinopiroxênio	3.34	9.09	0.367	0.222	0.13
anfíbólio	6.03	17.3	0.347	0.209	0.06
biotita	37.02	171.5	0.215	0.130	-0.34
plagioclásio	0.547	1.85	0.292	0.177	-0.10
k-feldspato	3.77	26	0.14	0.085	-0.57
granada	1.17	2.17	0.539	0.326	0.66
apatita	223	718	0.311	0.188	-0.04
monazita	15000	88000	0.17	0.102	-0.48
allanita*	1750	23500	0.074	0.045	-0.77
VULCÂNICA					
komatiito	1.14	3.59	0.317	0.192	-0.02
toleíta (arqueano)	1.96	6.67	0.293	0.177	-0.10
toleíta (MORB)	3.3	10.3	0.32	0.193	-0.02
toleíta (continental)	5.32	24.2	0.22	0.133	-0.32
basalto calc.-alcalino	6.07	32.6	0.186	0.112	-0.43
basalto alcalino	8.07	41.5	0.194	0.117	-0.41
traquito	14.1	73.2	0.192	0.116	-0.41
fonolito	15.1	81.4	0.185	0.118	-0.40
andesito	3.9	20.6	0.189	0.108	-0.45
dacito	5.05	24.9	0.202	0.122	-0.38
riolito	4.65	21.6	0.215	0.130	-0.34
PLUTÔNICAS					
piroxenito	0.0025	0.0085	0.294	0.177	-0.10
peridotito	0.582	2.28	0.255	0.154	-0.22
gabro	1.78	7.53	0.236	0.142	-0.28
eclogito	2.61	8.64	0.302	0.182	-0.08
tonalito	4.01	16.8	0.238	0.143	-0.27
qz monzonito	5.31	26.4	0.2	0.12	-0.39
granodiorito	6.48	29.9	0.216	0.13	-0.34
granito	8.22	43.5	0.188	0.188	-0.04
granulito	4.96	31.8	0.156	0.094	-0.52
sienito	9.5	86.8	0.11	0.066	-0.66
nef. sienito	14	75.5	0.185	0.118	-0.40
kimberlito	8.08	66.1	0.122	0.073	-0.63
carbonatito	38.7	178.8	0.216	0.13	-0.34
condrito	0.199	0.620	0.320	0.194	-0.01
águas de rios de grande extensão	-----	-----	~0.182	~0.11	~-0.44
água do mar	$0.545 \cdot 10^{-6}$	$2.58 \cdot 10^{-6}$	0.211	~0.127	~-0.35
sedimentos Faner. ($^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd} \cong 0.512$)	~5.15	~24.0	~0.214	~0.129	~-0.34

* valor médio das allanitas da região de Iporá/Israelândia, Goiás (Pimentel e Charnley 1991). Valores de **CHUR** (reservatório uniforme condritico) e **DM** ("depleted mantle") utilizados nos cálculos de idades modelo - CHUR: $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd} = 0.1967$ e $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd} = 0.512638$ (se normalizado com $^{146}\text{Nd}/^{144}\text{Nd} = 0.7219$); manto empobrecido "DM": $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd} \cong 0.222$ e $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd} \cong 0.513114$.

A modificação mais significativa da razão Sm/Nd, observada sistematicamente, é a que ocorre durante os eventos de diferenciação do manto superior, quando magmas toleítico-tonalíticos primários são formados a partir de processos de fusão parcial do material peridotítico. Neste processo, modelado por De Paolo (1988), o valor de $\alpha_{Sm/Nd}$ é sempre menor do que 1 no magma basáltico resultante, e maior do que 1 no resíduo sólido ultramáfico. O parâmetro α é definido como:

$$\alpha_{Sm/Nd} = \frac{\text{Conc. Sm (liq., resid.) / Conc. Sm (sólido original)}}{\text{Conc. Nd (liq., resid.) / Conc. Nd (sólido original)}}$$

Analogamente, em quaisquer outros processos envolvendo fusão parcial de fontes mantélicas ou crustais, o líquido magmático se enriquece preferencialmente em Nd, resultando portanto em rochas magmáticas com razões Sm/Nd sempre mais baixas do que as do material original (fig.4.1). Mais ainda, a partir do momento em que magmas tonalíticos primários são incorporados à crosta, nos processos de diferenciação mantélica, modificações posteriores na sua razão Sm/Nd, com raras exceções, são pequenas, quando comparadas com o fracionamento inicial. Isto quer dizer que os sistemas Sm/Nd, normalmente, são pouco afetados por processos crustais tais como alteração intempérica ou hidrotermal, metamorfismo, e produção de magmas secundários. As considerações acima são as que habitualmente regem as interpretações geológicas de dados isotópicos Sm-Nd.

4.2- Variações geoquímicas no manto superior

Com a formação de crosta oceânica, por extração de material basáltico, e com a incorporação de boa parte desse material, que não retorna ao manto, este torna-se gradativamente empobrecido em elementos litófilos de íons grandes, tais como Ba, K, Rb, U, Th, e também ETR. Neste contexto, também diminuem as concentrações de Sm e Nd no manto superior empobrecido (DM = “depleted mantle”), em relação à do manto primordial (considerado homogêneo e denominado CHUR : reservatório uniforme condritico). Os valores médios aproximados desses reservatórios geoquímicos podem ser vistos na tabela 4.1. Além disso, desde que o Nd é um

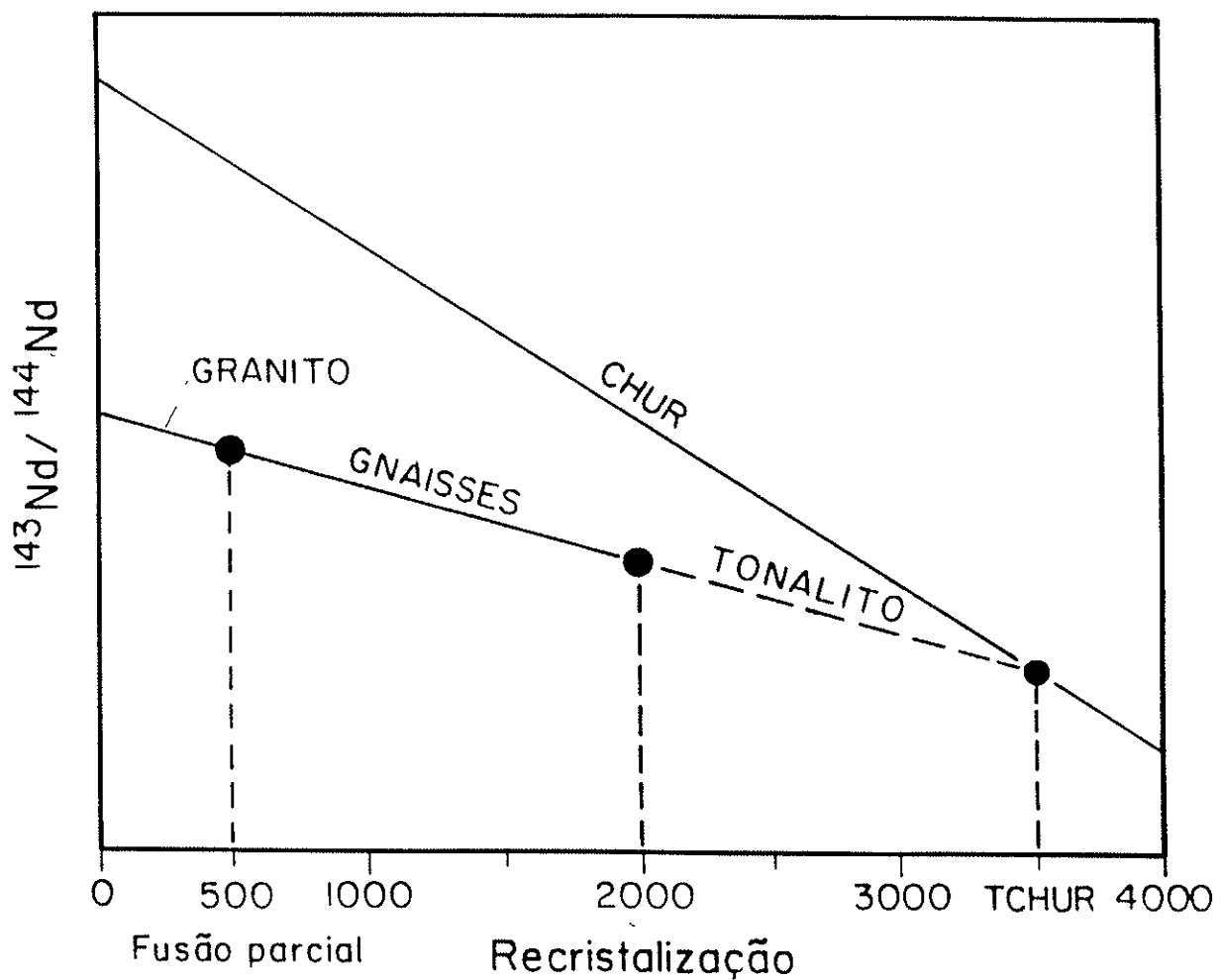


Fig. 4.1: Diagrama de evolução isotópica da razão $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ do manto condritico (CHUR) e da crosta continental no tempo geológico. No ponto de intersecção da linha de evolução do CHUR com rocha crustal é definido como idade modelo T_{CHUR} (3.5Ga), que corresponde à época de diferenciação do magma do manto para crosta. Este material diferenciado sofreu um processo de recristalização a 2.0Ga associado a um evento metamórfico de alto grau e que por sua vez sofreu uma fusão parcial a 0.5Ga.

pouco mais “incompatível” do que o Sm, a razão Sm/Nd diminui na crosta continental em formação, e aumenta, de modo complementar, a razão Sm/Nd do manto superior empobrecido.

O fato da razão Sm/Nd sofrer fracionamento significativo e relevante somente durante a diferenciação manto superior - crosta oceânica permite obter, para qualquer rocha da crosta continental, a época aproximada em que o seu magma parental diferenciou-se do manto, qualquer que tenha sido sua história geológica posterior (fig. 4.1). Este é o raciocínio utilizado para o cálculo das assim chamadas “idades modelo”, que utilizam as medidas das relações atuais $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ e $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$ das amostras em questão, inseridas num modelo de evolução isotópica de Nd no manto, como será descrito a seguir.

O paradigma das idades modelo Sm-Nd serem consideradas como relativas a época de extração dos protolitos das rochas crustais analisadas, a partir do manto superior, foi largamente utilizado logo após o desenvolvimento do próprio método, seguindo as propostas de De Paolo (1981). Mais recentemente, com a consciência da heterogeneidade inicial do próprio manto, bem como da complexidade dos processos mantélicos e crustais, tal paradigma simplista inicial tem sido questionado (Arndt, 1987; Patchett, 1992), e as interpretações da evolução isotópica do Nd nas rochas crustais têm sido mais elaboradas.

4.3 - - Utilização dos isótopos de Nd em petrogênese

As razões $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ iniciais são largamente utilizadas como indicadores de processos formadores de rochas crustais, e especialmente na caracterização de seu material fonte.

Mediante o cálculo de um parâmetro, denominado ϵ_{Nd} (veja a equação 8), que corresponde à comparação entre o valor atual da razão $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ da amostra em questão, ou do valor da mesma razão em qualquer época da história geológica dessa amostra, com o valor que teria o reservatório condritico uniforme (CHUR) já definido, e representativo da “Terra Global”, na mesma época, temos idéia da origem e do tempo de residência crustal do material analisado.

Por exemplo, se o valor de ϵ_{Nd} relativo à época de cristalização de uma rocha crustal ϵ_{Nd} resultar positivo, o material fonte apresenta razão Sm/Nd mais elevada que o CHUR, sugerindo material fonte oriunda do manto superior empobrecido (DM - depleted mantle). Alternativamente, se o valor de ϵ_{Nd} resultar negativo, o material fonte, de razão Sm/Nd, neste caso, menor do que o CHUR, teria como origem provável, a crosta superior com tempo de residência crustal, tanto maior quanto maior negativo for o valor de ϵ_{Nd} .

Evidentemente, as situações imaginadas no parágrafo anterior são simplistas, visto que na natureza os processos geoquímicos e tectônicos são freqüentemente complexos, envolvendo fontes anômalas, misturas de material, processos de assimilação e de diferenciação, etc., que ocasionam modificações e flutuações importantes dos valores de ϵ_{Nd} . Os valores médios atuais de ϵ_{Nd} , ou os intervalos de variação mais comuns, em vários sistemas e reservatórios geoquímicos maiores da Terra, segundo DePaolo (1988) estão relacionados na Tabela 4.2.

Tabela 4.2 : Valores de ϵ_{Nd} em diferentes ambientes geotectônicos .

Feição geotectônica	ϵ_{Nd}
CHUR (Manto inferior “primitivo” = Terra Global)	zero
Manto superior empobrecido (DM)	+10
Vulcanismo de dorsal médio-oceânica (MORB)	+10
Ilhas oceânicas e montes submarinos (IOB)	+5 a +10
Vulcanismo oceânico intraplaca (“Hot spots”)	zero a +8
Cratons continentais	-30 a -5
Vulcanismo de “rifts” continentais	-5 a +8
Arcos magmáticos em margens continentais	-20 a +8

4.4 - Datações geocronológicas pelo método Sm-Nd

O comportamento geoquímico similar dos íons Sm e Nd faz com que modificações posteriores na razão Sm/Nd sejam pequenas, quaisquer que sejam os processos sofridos pelos sistemas a que pertencem. Desta forma, não há fases minerais, na natureza, em que predomine grandemente o isótopo radioativo (o Sm), para permitir datações geocronológicas precisas e diretas, tal como ocorre nos outros sistemas geocronológicos.

Datações Sm-Nd são efetuadas, normalmente, através de idades denominadas modelo, de acordo com determinadas premissas, como será verificado mais adiante, ou então através de diagramas isocrônicos, quando são disponíveis materiais cogenéticos das rochas a serem datadas. Neste último caso, o significado geológico das idades isocrônicas é similar ao de outros sistemas (Rb-Sr, Pb-Pb). A principal vantagem de se aplicar o método Sm-Nd está no fato destes elementos serem pouco móveis no estado sólido, e portanto os sistemas que os possuem pouco

sofrem por modificações geoquímicas posteriores aos eventos significativos datados pelas isócronas. Por outro lado, a sistemática isocrônica em rocha total é dificultada devida a pequena dispersão das razões Sm/Nd, não permitindo uma distribuição adequado dos pontos analíticos em diagrama isocrônico.

Isócronas Sm-Nd em minerais são comumente utilizadas, visto que as razões Sm-Nd podem ser bastante distintas (ver tab. 4.1). Geralmente utilizam-se concentrados de granada, anfibólio, clinopiroxênio, plagioclásio e biotita, além de ponto representativo do sistema rocha total. Como no caso de outros sistemas geocronológicos, as idades isocrônicas obtidas devem ser interpretadas como relativas às épocas de formação das paragêneses minerais analisadas.

4.5 - Idades modelo Sm-Nd em estágio único

Hoje em dia, em função de estudos geoquímicos, abrangendo principalmente geoquímica isotópica, o manto **não** é considerado como integralmente homogêneo. Os materiais provenientes do manto superior denotam muitas vezes características geoquímicas distintas. Dois modelos de evolução isotópica de Nd para o manto superior são utilizados (fig. 4.2): um baseado na evolução dos condritos (CHUR - "Chondritic Uniform Reservoir"), e um outro baseado na evolução do manto superior, que admite uma modelagem em que o manto sofreria episódios de fracionamento envolvendo a extração de magmas basálticos, permanecendo um manto residual enriquecido na razão Sm/Nd e empobrecido geoquimicamente em elementos litófilos de íons grandes (DM, "Depleted Mantle").

O cálculo de idades modelos T_{CHUR} ou T_{DM} é feito através da seguinte maneira:

Da equação 4 temos,

$$(^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd})_X = (^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd})_O + (^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd})_X (e^{\lambda T} - 1) \quad \text{---> (manto)}$$

$$(^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd})_{am} = (^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd})_O + (^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd})_{am} (e^{\lambda T} - 1) \quad \text{---> (amostra)}$$

onde X pode ser CHUR ou DM e am = amostra (razão medida hoje)

No ponto de interseção das duas retas acima define-se a idade modelo T_{CHUR} ou T_{DM} . Subtraindo-se a equação da reta do manto pela equação da amostra temos a seguinte fórmula:

$$T(x) = (1/\lambda) \ln \left\{ 1 + \frac{[(^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd})_X - (^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd})_{am}]}{[(^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd})_X - (^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd})_{am}]} \right\} \quad \text{eq. 5}$$

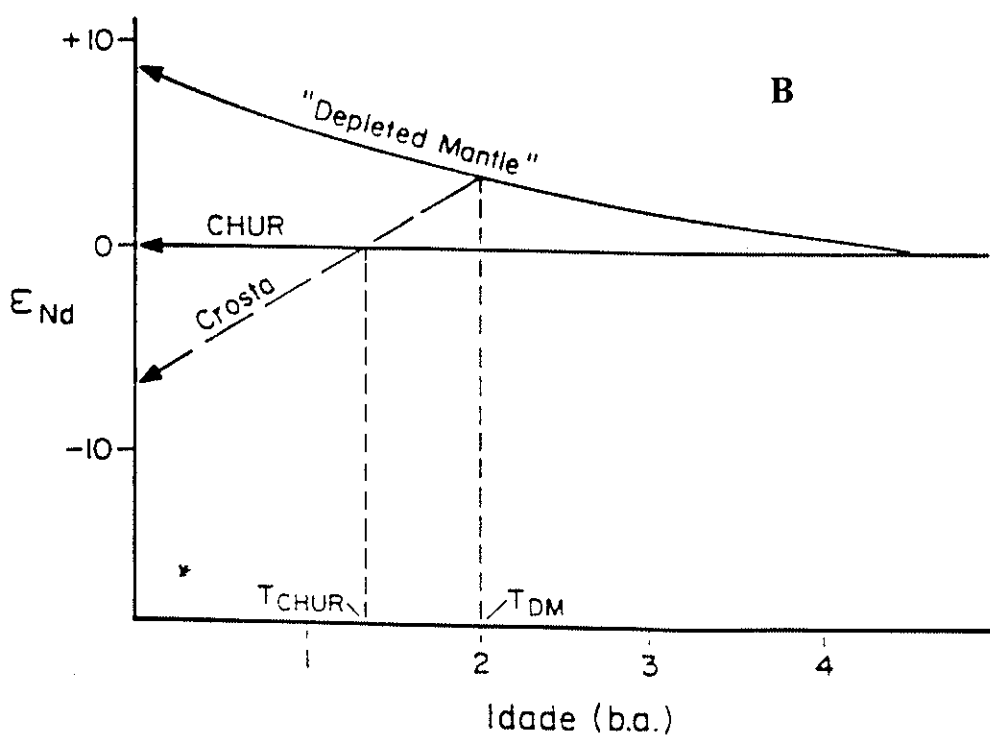
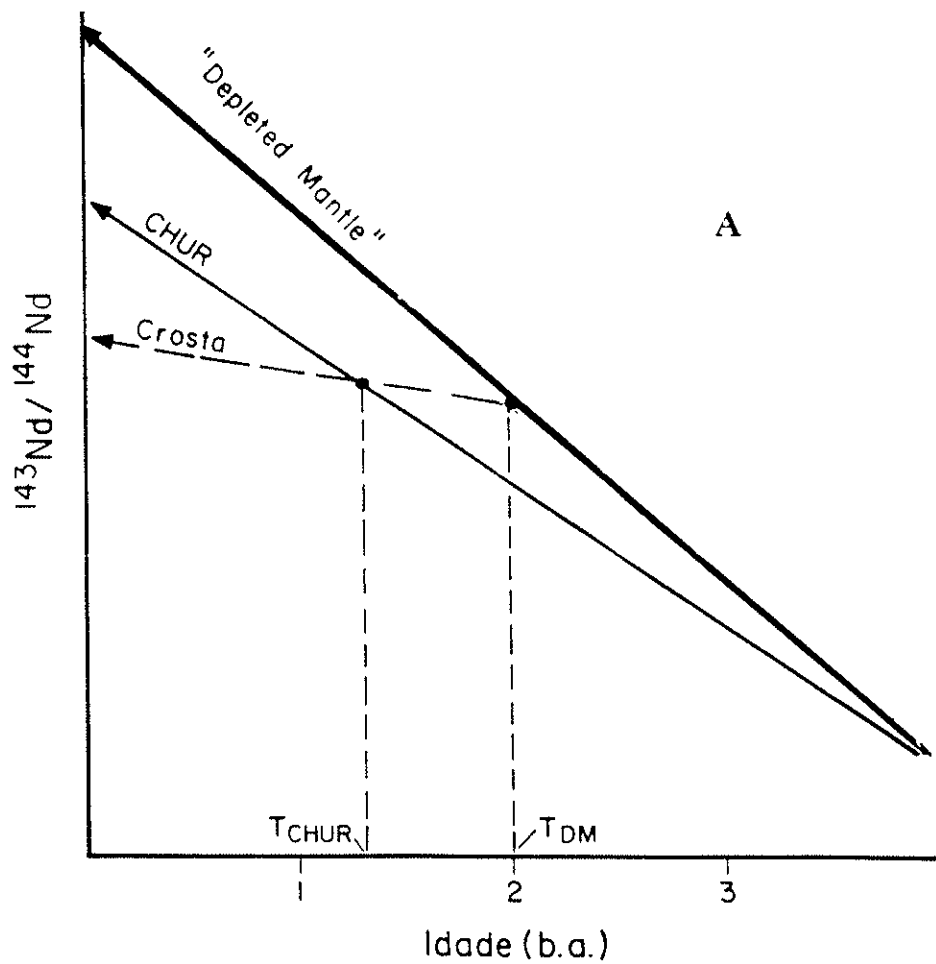


Fig. 4.2 - Diagramas de evolução isotópica de Nd no tempo geológico: A - linhas de evolução isotópica de Nd no tempo geológico (modelo linear). As idades modelo T_{CHUR} e T_{DM} são calculadas com base na equação 5. B - Evolução isotópica de Nd baseada segundo modelo de DePaolo 1981. A idade modelo (T_{DM}) é calculada com base nas equações 6 e 7.

A equação acima caracteriza à uma evolução linear dos isótopos de Nd no manto superior. DePaolo (1981), modelou uma evolução isotópica de Nd não linear para o manto superior fracionado, mas uma evolução segundo uma equação do segundo grau em T (parábola), (fig. 4.2) e neste caso a idade modelo é obtida resolvendo-se a seguinte equação:

$$\epsilon_{Nd}(T) = 0,25T^2 - 3T + 8,5 \quad \text{curva do manto empobrecido (DM)} \quad \text{eq. (6)}$$

$$\epsilon_{Nd}(T) = \epsilon_{Nd}(0) - Q f_{(Sm/Nd)} \{ 0.512638 / (^{143}Nd/^{144}Nd)_{CHUR}(T) \} [e^{\lambda T} - 1] \quad \text{eq. (7a)}$$

considerando $e^{\lambda T} - 1 \cong \lambda T$ e $0.512638 / (^{143}Nd/^{144}Nd)_{CHUR}(T) \cong 1$

$$\epsilon_{Nd}(T) \cong \epsilon_{Nd}(0) - Q f_{(Sm/Nd)} T \quad \text{evolução da rocha crustal} \quad \text{eq. (7b)}$$

onde o parâmetro Q_{Nd} é uma constante que insere o valor da constante de desintegração λ_{Sm} ,

$$Q_{Nd} = [10^4 \lambda_{Nd} (^{147}Sm/^{144}Nd)_{CHUR}(0)] / (^{143}Nd/^{144}Nd)_{CHUR}(0) \\ = [10^4 \times 0.00654 \times 0.1967] / 0.512638 = 25.09 \text{ b.a.}^{-1}$$

O parâmetro $\epsilon_{Nd}(0)$ é definido como a razão atual $^{143}Nd/^{144}Nd$ da amostra sobre a razão $^{143}Nd/^{144}Nd$ do manto CHUR, subtraído de 1 e multiplicado por um fator 10000:

$$\epsilon_{Nd}(0) = \left\{ \frac{(^{143}Nd/^{144}Nd)(0)_{am}}{(^{143}Nd/^{144}Nd)(0)_{CHUR}} - 1 \right\} 10000 \quad \text{equação 8}$$

O parâmetro $f_{Sm/Nd}$ indica o grau de fracionamento da razão $^{147}Sm/^{144}Nd$ da amostra em relação ao manto CHUR:

$$f_{(Sm/Nd)} = \frac{(^{147}Sm/^{144}Nd)_{am} - (^{147}Sm/^{144}Nd)_{CHUR}}{(^{147}Sm/^{144}Nd)_{CHUR}} \quad \text{eq. (9)}$$

A razão $^{147}Sm/^{144}Nd$ é calculada a partir da concentração total (em ppm) de Sm e Nd da seguinte forma (DePaolo, 1988):

$$^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd} = 0,6049 \times [\text{Sm}(\text{ppm}) / \text{Nd}(\text{ppm})]$$

O ponto de interseção relativas as curvas das equações (6) e (7b) é definido como idade modelo T_{DM} . Igualando-se as equações (6) e (7b) é obtida uma expressão matemática do segundo grau em T:

$$aT^2 + bT + c = 0 \quad \text{onde } a = 0.25; \quad b = -3 + Qf_{\text{Sm/Nd}}; \quad c = 8.5 - \epsilon_{\text{Nd}}(0)$$

$$T = \{ -b - [b^2 - 4ac]^{1/2} \} / 2a \quad \text{onde T é dado em Ga}$$

As diferenças entre as idades modelo obtidas através das equações 7a (sem aproximação) e 7b (com aproximação) são relativamente pequenas: Neoproterozóico < ~10Ma; Paleoproterozóico < ~15Ma; Arqueano < ~35Ma. Os erros devido a inhomogeneidade do manto supera as aproximações acima referida.

As constantes utilizadas na equação 5 segundo Ben Othman et. al 1984, Michard et. al 1985 são: do presente até 2,8Ga. --> $(^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd})_{\text{DM}} = 0,513114$ e $(^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd})_{\text{DM}} = 0,222$. Para idades mais antigas que 2,8Ga a evolução isotópica de Nd no manto superior fracionado torna-se praticamente assintótica à do "bulk earth" (CHUR) ou seja, assume-se que a crosta continental produzida entre 4,55 a 2,8Ga tinha vida muito curta e a maior parte dela era reincorporada ao manto. Dessa forma, o processo de empobrecimento no manto superior tornou-se significativo apenas após a 2,8Ga., e o valor utilizado para as constantes acima são passa a ser para 0,512638 e 0,1967 respectivamente. Outros de pesquisadores adotam diferentes parâmetros de DM para o modelo de manto empobrecido, para toda a escala de tempo geológico (por exemplo ver Rollinson, 1993). A incerteza na curva de evolução do manto empobrecido poderá acarretar discrepâncias nos cálculos das idades modelos. As constantes relativas ao CHUR utilizadas nas equações 8 e 9 são as mesmas referidas acima.

4.6 -Problemas na interpretação de idades modelo:

i) Variação química e isotópica do manto:

As idades modelo não terão qualquer significado geológico, se o manto que produziu o magma parental da rocha estudada for diferente do reservatório DM (manto empobrecido "normal"). Por exemplo, através de estudos isotópicos dos basaltos de cadeias meso oceânica e ilhas oceânicas (OIB) foram revelados padrões distintos para o enriquecimento e / ou empobrecimento dos elementos traços (He, Ne, Sr, Nd, Hf, Os e Pb) em regiões do manto

superior atual. Zindler e Hart (1986) observaram 4 componentes isotópicas mantélicas para os basaltos oceânicos, que podem ser caracterizadas resumidamente da seguinte forma:

DMM ("depleted Morb Mantle") - fonte empobrecida nos elementos incompatíveis (Rb, Nd, Hf, etc), para a maioria dos basaltos das dorsais meso oceânicas (MORB). O DMM apresentam razões $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ muito baixa (geralmente $< 0,703$), altas razões $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ ($\sim 0,51315$), e $^{176}\text{Hf}/^{177}\text{Hf}$ ($> 0,2381$).

HIMU (manto com alta razão U/Pb). Enriquecimento pronunciado em ^{206}Pb e ^{208}Pb , indicativo de fonte mantélica enriquecida em U e Th e altamente empobrecida em Pb. Esta componente poderia ser gerada pela reciclagem de litosfera oceânica subductada, ou pela migração ascendente de fusões subsaturadas em sílica, a partir da astenosfera, gerando um reservatório enriquecido localizado no manto litosférico. A componente HIMU pode ser diferenciada de DMM através das seguintes composições isotópicas: Pb \rightarrow $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} > 20$ e Os \rightarrow $^{187}\text{Os}/^{188}\text{Os} > 0,134$. (bulk-earth \rightarrow $^{187}\text{Os}/^{188}\text{Os} \approx 0,1275$).

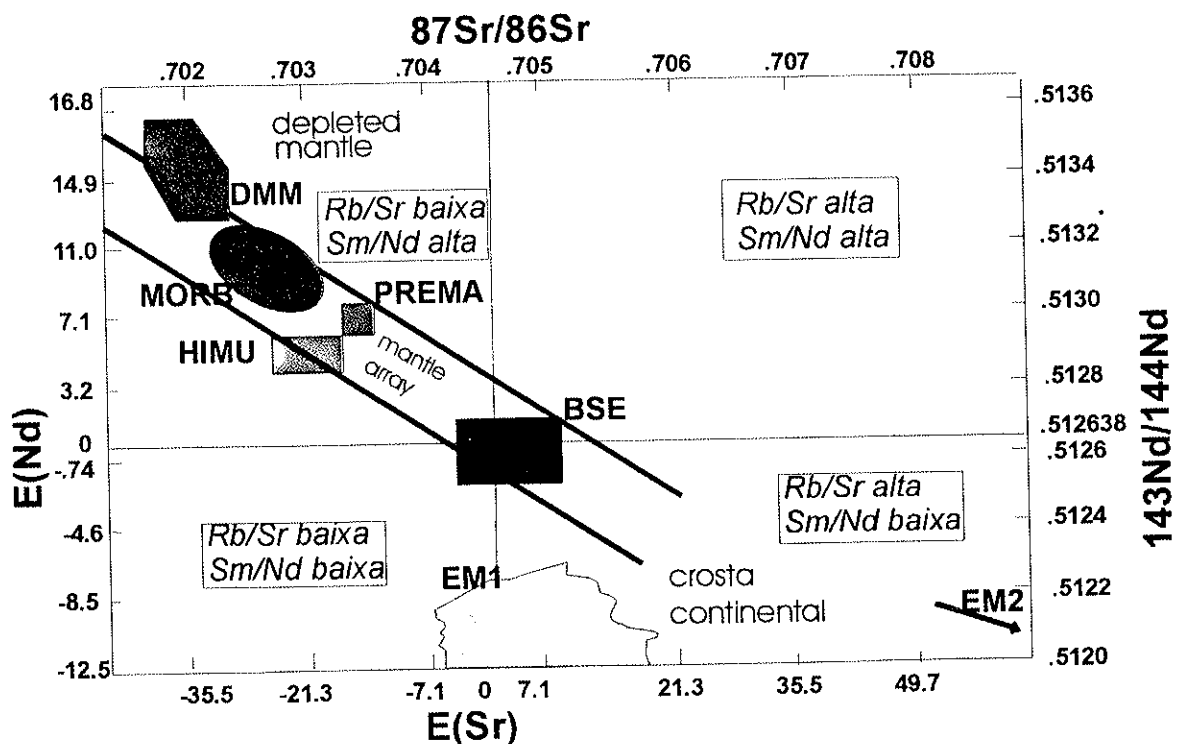


FIG. 4-3: DIAGRAMA E(Sr) X E(Nd) - VARIAÇÃO QUÍMICA E ISOTÓPICA DO MANTO.

Ref. : Zindler e Hart, (1986), DePaolo e Wasserburg, (1979).

BSE = "bulk silicate earth"; DMM = "depleted MORB mantle"; HIMU = manto enriquecido em U e Th; EM1 e EM2 = manto enriquecido (enriched mantle); PREMA = "prevalent mantle"

EM (manto enriquecido). Corresponde a componentes mantélicas enriquecidas em Rb, Sm e U (e Th) relativamente a Sr, Nd, Pb, quando comparadas com o manto primordial. A componente do manto enriquecido pode ser classificada em dois tipos: EM1 e EM2.

EM1- Pode ser identificada através das seguintes razões isotópicas: $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd} < 0,51264$ (bulk-earth); $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} < 0,706$ e $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} < 18$. Frequentemente tem sido sugerido que EM1 seria derivado de manto litosférico continental delaminado, ou alternativamente de componente isolada do manto inferior não diferenciado.

EM2 - Pode ser distinguida de EM1 através das seguintes razões isotópicas: $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} > 0,706$ e $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} \sim 18,8$. A razão isotópica em Pb de EM2 situa-se no intervalo característico dos sedimentos de origem continental e tem sido sugerido ultimamente que esta componente teria derivada da crosta continental, possivelmente através da reciclagem de sedimentos pelágicos.

O diagrama $\epsilon_{\text{Sr}} \times \epsilon_{\text{Nd}}$ da fig. 4.3 ilustra os padrões acima mencionados. De um modo geral, fontes do tipo manto empobrecido “depleted mantle” posicionam-se no segundo quadrante e fontes do tipo crustal situam-se no quarto quadrante. Dados relativos ao manto litosférico enriquecido, tipo EM1, posicionam-se entre o terceiro e o quarto quadrante, próximos a origem, enquanto os EM2, com características isotópicas em Nd e em Sr muito similares aos de crosta continental, posicionam-se no quarto quadrante.

ii) Alteração na razão $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$ em rochas crustais:

Outro fator importante que pode alterar os valores das idades modelo ocorre ao se datar rochas granitóides fortemente enriquecidas em certos minerais, que concentram seletivamente os elementos terras raras leves, por exemplo a allanita, conforme demonstrado por Pimentel e Charnley (1991). A formação de uma quantidade significativa desse mineral resulta no enriquecimento progressivo de Nd no magma, com a consequente diminuição da razão Sm/Nd. Por outro lado a razão Sm/Nd aumenta significativamente na fração residual, mesmo que tenha pequena quantidade de allanita segregada da fusão. Do mesmo modo razão Sm/Nd aumenta significativamente para as rochas portadoras de granada (ver tab. 4.1). Tais casos fornecem idades modelo que não correspondem a realidade. Por exemplo, no caso de rocha formada por fusão parcial de protolito crustal, o erro introduzido por meio de fracionamento Sm/Nd é dado pela seguinte equação:

$$\text{Erro (T)} = (\Delta f_{\text{Sm/Nd}}) \times (T_{\text{fc}} - T_{\text{fp}}) \quad (\text{Nelson e DePaolo, 1985}) \text{ equação (10)}$$

onde $f_{\text{Sm/Nd}}$ é a razão $\left\{ \left[\frac{^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}_{\text{amostra}}}{^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}_{\text{CHUR}}} \right] - 1 \right\}$ e o

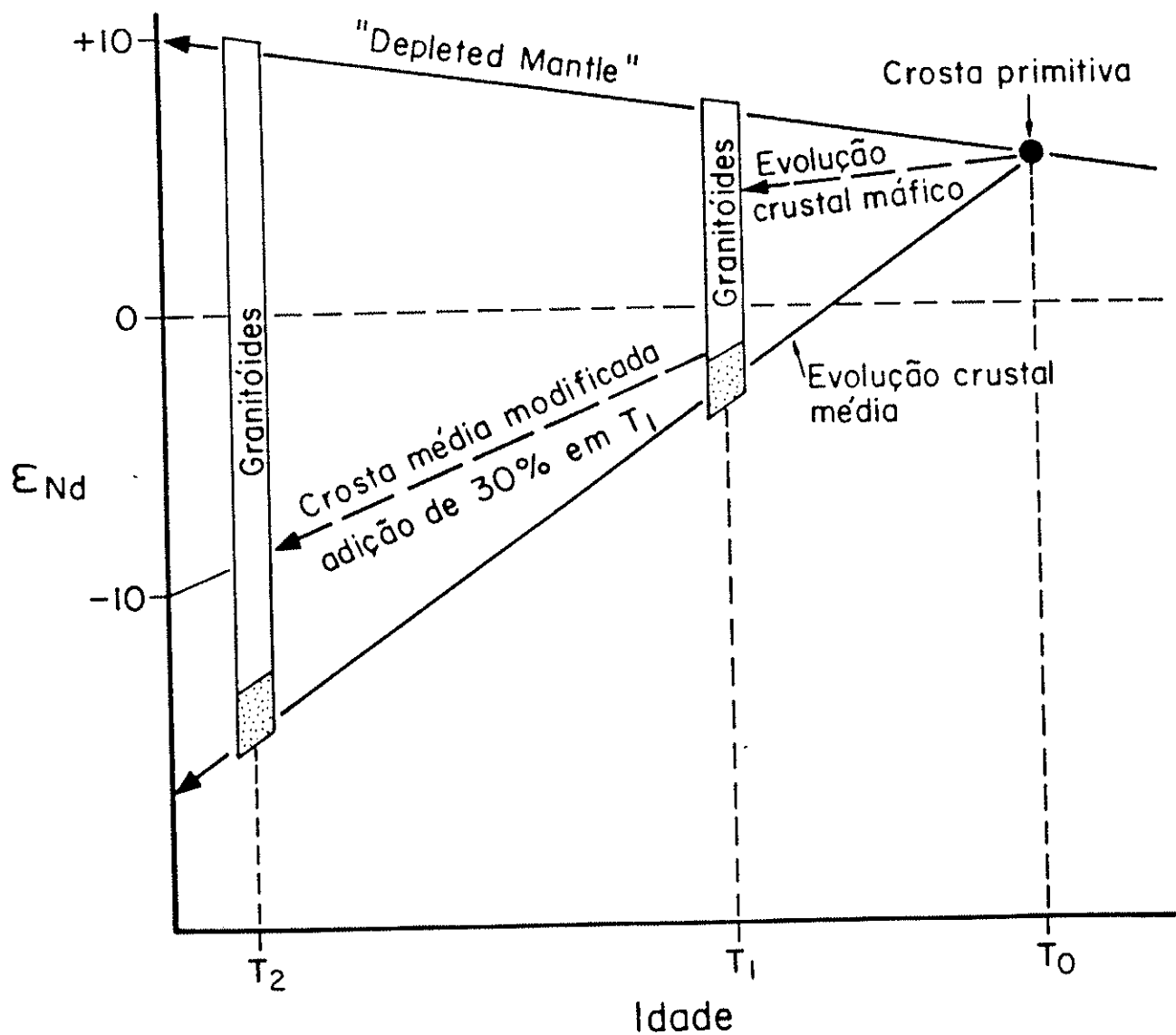


Fig. 4-4 - Diagrama de mistura caracterizando modificação da linha de evolução isotópica de ϵ_{Nd} da rocha crustal diferenciado do manto em T_0 , em função da adição de 30% de magma juvenil em T_1 . Em T_2 ocorreu apenas o metamorfismo.

$\Delta f = [f_{Sm/Nd \text{ em } T(f_c)} - f_{Sm/Nd \text{ em } T(f_p)}]$ é relativo à mudança na razão Sm/Nd ocorrida, T_{fp} é a idade da cristalização da rocha, e T_{fc} é a idade do protólito relativa à época da separação manto-crosta (T_{DM}).

O erro devido ao fracionamento Sm/Nd ocorrido durante processos de fusão parcial não excede mais que 100Ma quando $(T_{fc}-T_{fp})$ é menor que 400 - 600 Ma., de acordo com o modelo de Hanson (1978), no qual $\Delta f_{Sm/Nd} < |0,2|$. No entanto, quando ocorre cristalização, por exemplo, de allanita, o Δf poderá ser muito maior que 0,2 e por conseguinte a idade modelo não será confiável (Pimentel e Charnley, 1991). Não é recomendada, portanto, a utilização de idades modelo em granitóides enriquecidos em allanitas e granadas.

iii) **Misturas de duas ou mais fontes:** Quando ocorre fusão com participação de fontes distintas (manto/crosta ou crosta A/crosta B), a interpretação das idades modelo é bem complicada. De um modo geral a idade modelo representará uma época intermediária para as derivações últimas dos protólitos, a partir de materiais do manto. DePaolo (1988) mostra um exemplo onde a rocha crustal sofre assimilação de 30% de material juvenil (fig. 4.4).

iv) **Sedimentos e metassedimentos, incluindo paragneisses:** Outro fator que pode produzir idades modelo Sm-Nd que não correspondem ao processo de diferenciação mantélica dos protólitos crustais das rochas estudadas, ocorre quando se trabalha com materiais derivados da fusão parcial de sedimentos heterogêneos, provenientes de diversas fontes. A idade obtida seria um valor intermediário entre os diversos episódios de diferenciação manto-crosta que geraram os protólitos das rochas fontes dos sedimentos. A idade obtida será em função do conteúdo em ETR proveniente de cada fonte, e o valor será mais próximo daquela, cuja participação na constituição dos sedimentos e/ou metassedimentos foi mais significativo.

4.7 - Cálculos de idades modelo em estágio duplo

Para rochas que possuem grandes quantidades de minerais acessórios tais como a granadas ou allanitas, em que o Sm fraciona muito fortemente em relação ao Nd, as idades modelo de um estágio único não teriam qualquer significado geológico. Isto ocorre também nos casos de rochas de natureza máfica e ultramáfica, quando devido aos baixos teores de Sm e de Nd, pode ocorrer o fracionamento entre Sm e Nd durante evento metamórfico de médio a alto grau.

O grau de fracionamento pode-se ser medido através do valor $f_{Sm/Nd}$ da equação 9. A tabela 4.1 fornece uma estimativa dos valores de $f_{Sm/Nd}$ para diferentes graus de fracionamento de minerais e das rochas crustais em relação ao CHUR.

Os problemas interpretativas que decorrem da heterogeneidade mantélica, ou da evolução complexa sofrida pelos sistemas rochosos crustais já foram indicados no item anterior (4.6). No caso de rochas **granitóides**, incorporadas à crosta continental por acreção, por magmatismo em arcos magmáticos, normalmente os valores $^{147}Sm/^{144}Nd$ são da ordem de 0.085 a 0.125. Quando os valores escapam do intervalo referido, muito provavelmente o cálculo pelo modelo do estágio único estará desprovido de significação geológica.

Neste trabalho, para situações em que o valor de $f_{Sm/Nd}$ mostrou-se incompatível com o modelo de estágio único, buscou-se um modelo alternativo (estágio duplo, a partir de um processo inicial gerador de protolito com $f_{Sm/Nd} \cong 0.11$), na tentativa de obter valores compatíveis com a história geológica regional.

A equação matemática para o modelo em estágio duplo, conforme a figura 4.5, pode ser deduzida de seguinte forma :

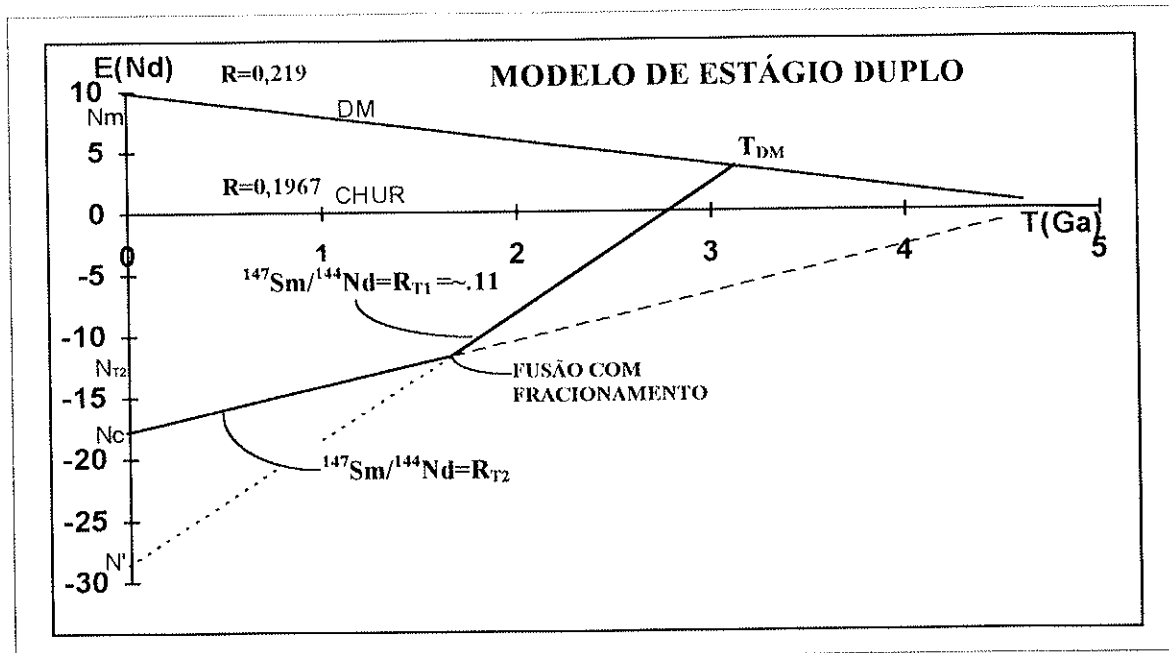


Fig. 4.5: EXEMPLO DE EVOLUÇÃO SEGUNDO MODELO em ESTÁGIO DUPLO - Diagrama de evolução isotópica de Nd em função do tempo geológico. Em 3.2 Ga o magma separou-se do manto tendo $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd} = R_{T1} = 0,11$. A 1,7Ga ocorreu re-fusão deste material, com novo fracionamento entre Sm e Nd a (razão $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd} = R_{T2}$). Em $T=0$ (hoje) o valor de $\epsilon_{\text{Nd}} = N_c$. A regressão direta de ϵ_{Nd} com a inclinação de R_{T2} até a linha de manto empobrecido (DM) condicionaria um valor de T_{DM} sem significado geológico.

Da eq. (1) $\rightarrow N_m = N_o + R_m (e^{\lambda T_{\text{dm}}} - 1)$ para manto empobrecido.

$N' = N_o + R_{T1}(e^{\lambda T_{\text{dm}}} - 1)$ rochas crustais formadas em eventos tectono-magmáticos primário.

$$N_m - N' = (R_m - R_{T1}) (e^{\lambda T_{\text{dm}}} - 1).$$

$$(e^{\lambda T_{\text{dm}}} - 1) = (N_m - N') / (R_m - R_{T1}).$$

$$T_{\text{dm}} = (1 / \lambda) \ln \left\{ 1 + (N_m - N') / (R_m - R_{T1}) \right\} \rightarrow \text{equação (11)}.$$

onde $N = ^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ e $R = ^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$; $T_1 = 1^\circ$ estágio e $T_2 = 2^\circ$ estágio (valor imposto correspondendo a idade do evento tectono magmático secundário).

$$N_c = N_{T2} + R_{T2} (e^{\lambda T_2} - 1) \text{ rochas crustais com fracionamento em } T_2.$$

$$N' = N_{T2} + R_{T1}(e^{\lambda T_2} - 1) \text{ rochas crustais sem fracionamento em } T_2.$$

$$N' - N_c = (R_{T1} - R_{T2}) (e^{\lambda T_2} - 1).$$

$$N' = N_c + (R_{T1} - R_{T2}) (e^{\lambda T_2} - 1) \rightarrow \text{equação (12)}.$$

substituindo-se N' da eq. (12) em eq.(11) temos,

$$T_{dm} = (1 / \lambda) \ln \left\{ 1 + \frac{N_m - [N_c + (R_{T1} - R_{T2}) (e^{\lambda T_2} - 1)]}{(R_m - R_{T1})} \right\} \rightarrow \text{eq. (13)}$$

onde $N_c = (^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd})$ --> medido hoje, na rocha crustal;

$N_m = (^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}) = 0,51315$ (manto empobrecido)

$R_{T2} = ^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$ --> medido hoje, na rocha crustal;

$R_{T1} = ^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$ = valor estimado.

$R_m = 0,219$ ----> manto empobrecido.

Obs.: as constantes N_m e R_m foram baseadas em Millisenda et. al. (1994).

DePaolo e Schubert 1991 apresentam o cálculo de idades modelo Sm-Nd (T_{DM}) em estágio duplo através da seguinte expressão matemática:

$\epsilon_{Nd} - Q_{Nd} f_{Sm/Nd} T_2 = (8.6 - 1.91T_{DM}) + Q_{Nd}[-0.25 - 0.08T_{DM}] (T_{DM} - T_2)$ onde T_2 é o evento de cristalização secundário. Nesta equação é adotado uma evolução da razão $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ do manto superior "DM" **linear** no tempo geológico $\{\epsilon_{Nd}(T) = 8.6 - 1.91T\}$. O termo $-0.25 - 0.08T_{DM}$ representa a razão $f_{Sm/Nd}$ **empírica** da amostra, relativa a separação manto-crosta (evento primário). Resolvendo a equação em T temos a seguinte expressão:

$$aT^2 + bT + c = 0 \quad (T \text{ em Ga})$$

$$\text{onde } a = -2.0072; \quad b = -8.1725 + 2.0072T_2; \quad c = 8.6 + 6.2725 - \epsilon_{Nd} + 25.09f_{Sm/Nd(\text{hoje})}T_2$$

O autor preferiu não utilizar neste trabalho a equação de DePaolo e Schubert (1991) devido a considerável incerteza no fator $f_{Sm/Nd}(T) = -0.25 - 0.08T_{DM}$.

O modelo de evolução em estágio duplo de $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ em função do tempo geológico poderá minimizar os desvios ocasionados por problemas de fracionamento, se forem conhecidas a idade do evento T_2 e a razão R_{T1} ($^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$). A idade T_2 pode ser estimada através de isócrona Sm/Nd ou através de outras metodologias (U-Pb em zircões, isócronas Rb-Sr, etc). O valor do R_{T1} pode ser estimado com base no valor médio de várias determinações da região. Caso não hajam outras análises Sm-Nd, em terrenos similares, pode ser utilizado o valor R_{T1} médio relativo a crosta continental de $0,11 \pm 0,01$ (válido para granitóides).

CAPÍTULO 5

DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

5.1 - Antecedentes a respeito da Evolução da Plataforma Sul Americana

Embora existam vários estudos parciais anteriores, a primeira síntese a respeito da evolução geotectônica, incluindo avaliação do crescimento da crosta continental da Plataforma Sul Americana no tempo geológico, é devida a Cordani et al. (1988). Esses autores basearam-se no acervo de cerca de dez mil datações individuais Rb-Sr em rocha total, a maioria delas obtida no CPGeo-USP, e caracterizando cerca de 500 diagramas isocrônicos, bem como as relativamente poucas análises U-Pb, Pb-Pb e Sm-Nd disponíveis na época, e obtidas em diversos laboratórios estrangeiros, em projetos de colaboração científica com o CPGeo.

Segundo o citado trabalho, os principais períodos de acreção crustal, na Plataforma Brasileira foram:

- Arqueano (3.1 a 2.5 Ga. - vários episódios)- 45% da crosta continental
- Eoproterozóico (2.1 a 1.9 Ga.- Ciclo Transamazônico) - 35%
- Proterozóico Médio (1.8 a 1.6 Ga. - Arco RioNegro-Juruena) - 15%
(1,3 a 1,0 Ga. - Ciclos Rondoniano e Sunsás) - 5%
- Neoproterozóico (0.8 a 0.6 Ga. - Ciclo Brasileiro) - mínima.

Os ciclos orogênicos Rondoniano e Sunsás, que contribuíram para a formação do Supercontinente de Rodínia, e o Ciclo Brasileiro, que resultou na consolidação da parte ocidental do Supercontinente Gondwana, foram caracterizados como sendo essencialmente de natureza ensialica, contribuindo dessa forma muito pouco para o crescimento de crosta continental.

Pela quantificação acima resumida, a taxa de acreção foi de 45% durante o Arqueano, chegando a 80% no final da orogênese Transamazônica, e atingindo virtualmente 100% antes do Neoproterozóico. Portanto, em termos quantitativos, segundo Cordani et al.(1988), o Proterozóico foi mais importante em termos de acreção de crosta continental do que o Arqueano, no caso da Plataforma Sul Americana. A fig. 5.1 mostra a curva de crescimento da Plataforma Sul Americana mostrando o super evento de acreção durante o Paleoproterozóico (curva 1). Crescimento com padrão similar ocorre na porção SW do Est. Unidos (curva 2; DePaolo 1991).

Na concepção do presente trabalho, o ponto de partida foi justamente a síntese referida, de Cordani et al.(1988), aproveitando-se, para efeito comparativo, praticamente os mesmos domínios crustais estabelecidos por aqueles autores. Apenas alguns dos limites de domínios foram

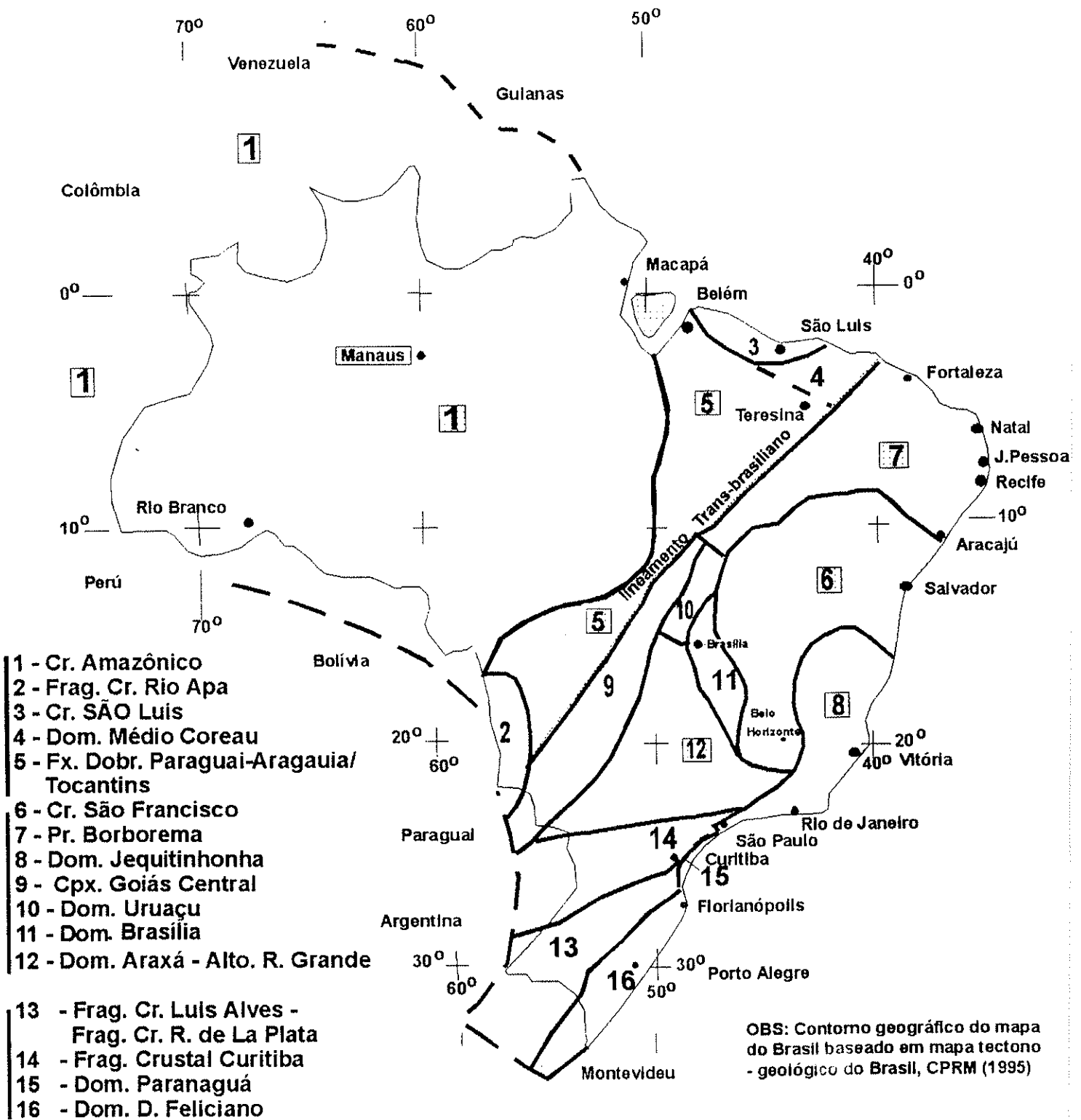
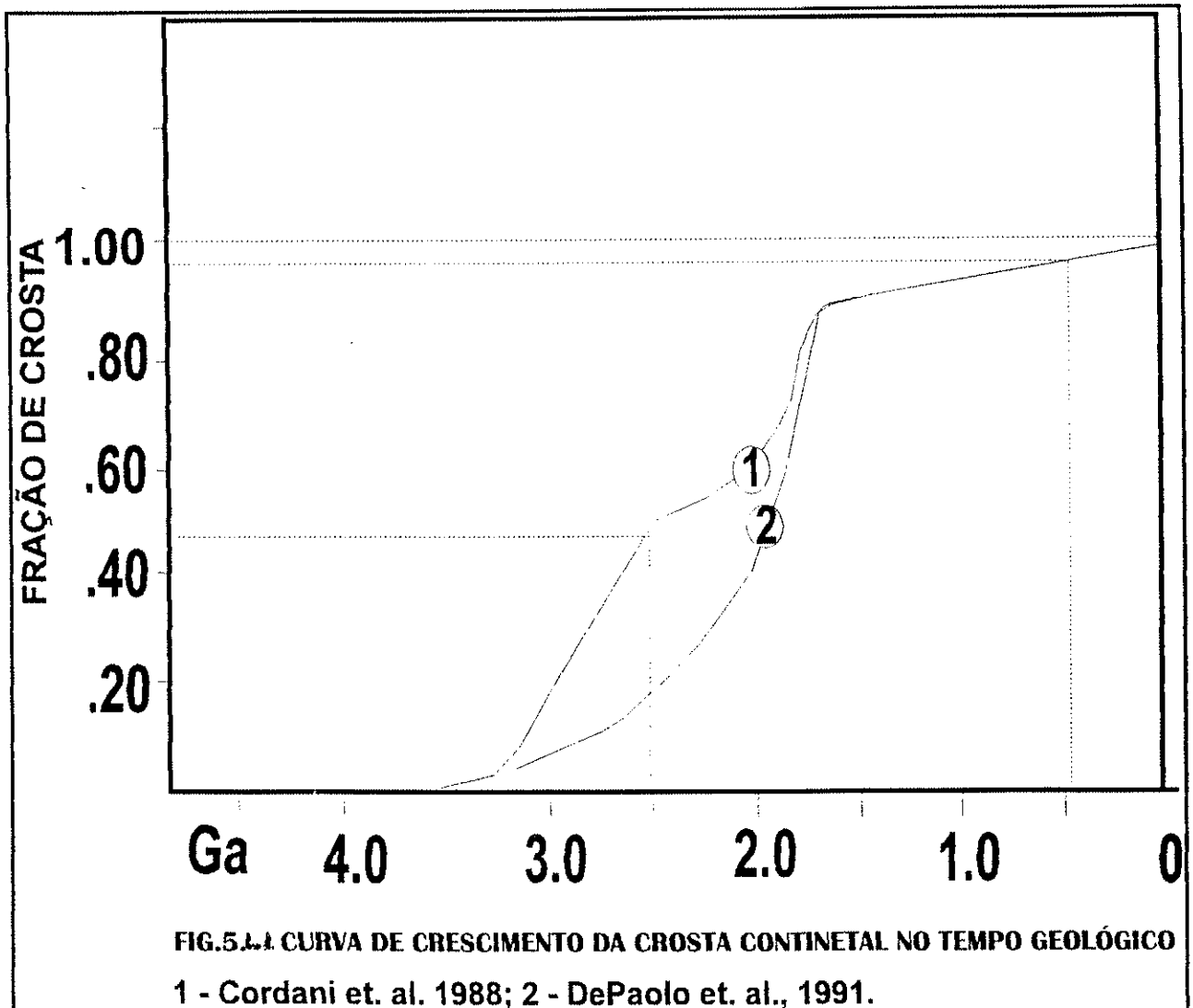


FIG. 5.1- 2 - COMPARTIMENTAÇÃO GEOTECTÔNICA BASEADO EM CORDANI ET. AL. (1988, MODIFICADO)



modificados, por causa de informações adicionais recentes, seja de geologia regional como de geocronologia.

Como no caso do trabalho de Cordani et al. (op cit.), foram utilizados os limites das unidades geotectônicas maiores, os cratons sin-brasilianos em relação às suas faixas móveis adjacentes. Desta forma, foram destacados para análises em separado os cratons Amazônico e do São Francisco, bem como os fragmentos cratônicos menores (São Luiz, Luiz Alves, Rio de La Plata, e Rio Apa). Além disso, em cada uma das faixas móveis brasileiras estudadas, foram separados para análises individuais determinados blocos tectônicos, separados quase sempre por descontinuidades tectônicas importantes, e sempre que possível caracterizados pela coerência de suas histórias geológicas.

A figura 5.2 exibe a compartimentação geotectônica escolhida para os estudos interpretativos deste trabalho. Cada uma das unidades maiores indicada foi objeto de análise interpretativa individualizada, num dos sub-itens deste capítulo 5. Na figura, é muito nítida a importância do Lineamento Trans-brasiliano, que corta completamente a Plataforma Sul Americana de NE para SW, e representa quase seguramente a sutura principal que conectou as grandes massas continentais contendo os cratons Amazônico e do São Francisco/Congo, no Neoproterozóico, como etapa maior do processo de aglutinação do Gondwana (Brito Neves e Cordani, 1991). O craton Amazônico atuou de modo mais ou menos rígido, mantendo sua integridade tectônica, apesar da ativação tectônica em suas faixas marginais. Entretanto, a articulação das massas cratônicas menores do lado sudeste do lineamento Trans-brasiliano, São Francisco, Luiz Alves, Rio de La Plata e Paraná(?), produziu um complexo “collage” de faixas marginais, microcontinentes, blocos e fragmentos tectônicos, etc. completamente afetados pela tectônica Brasileira.

Há duas diferenças importantes no conhecimento das duas grandes áreas a NW e a SE do Lineamento Trans-brasiliano. Primeiramente em termos de conhecimento geral da geologia e da geotectônica, visto que a região a SE inclui todas as regiões mais conhecidas do Brasil (Minas Gerais e Bahia, Nordeste, Sudeste, Sul e Centro-Oeste). Em segundo lugar, em termos de geocronologia e geoquímica isotópica (e especialmente no tocante a datações Sm-Nd), visto que na região Amazônica os trabalhos atingem apenas o nível de reconhecimento. Isto se reproduz neste trabalho, de modo que as interpretações a respeito da evolução crustal somente podem ser efetuadas de modo incipiente na região centro-norte da Plataforma Sul Americana (sub-capítulos 5.2 a 5.5) enquanto que podem elas serem mais elaboradas nas demais regiões.

Nos sub-capítulos que se seguem, o autor procurou sempre apresentar um mapa de localização das amostras analisadas, em contexto geotectônico simplificado. Acompanham cada sub-capítulo tabelas contendo os dados analíticos completos das amostras analisadas, inclusive aqueles mais utilizados nas interpretações (T_{DM} , f , ϵ_{Nd}) e que serviram para a elaboração dos diferentes diagramas interpretativos utilizados nas interpretações a respeito de evolução crustal.

Para a caracterização litológica das amostras analisadas, nem todas tiveram análises petrográficas completas, e muitas foram indicadas pelos seus respectivos coletores com denominação aproximada, após exame macroscópico, de campo. Em vista disso, para maior clareza e simplificação, o autor resolveu utilizar apenas oito categorias litológicas em suas tabelas, como segue:

1 - granitóides (**GTD**) - referem-se a grande maioria das amostras analisadas para este trabalho, e incluem rochas tipicamente magmáticas (granitos, granodioritos, tonalitos, qz-monzonitos, trondhjemitos, etc.) ao lado de tipos deformados (gnaisses de composição variada) e de algumas rochas descritas como anatexitos, migmatitos diversos, augen-gnaisses, etc.

2 - granulitos e gnaisses de alto grau (**GNL**) - rochas supostamente indicadoras de origem da crosta inferior, incluindo charnoquitos e granulitos félsicos.

3 - rochas básicas (**BAS**) - prováveis representantes de litosfera oceânica (metabasaltos, metagabros, anfíbolitos) ou de intrusões básicas e intermediárias diversas, como dioritos e diabásios.

4 - rochas ultrabásicas (**UBA**) - representam rochas metavulcânicas de natureza komatiítica, normalmente associadas com cinturões de rochas verdes ("greenstone belts").

5 - rochas vulcânicas ácidas (**VAC**) - aparecem em alguns casos, em sequências supracrustais em que aparecem termos vulcânicos e metavulcânicos, principalmente félsicos, tais como meta/riolitos, meta/dacitos, meta/riodacitos, meta/andesitos e meta/shoshonitos.

6 - metassedimentos (**MSE**) - trata-se de poucos casos, em que aparecem sequências supracrustais incluindo termos metasedimentares.

7 - metassedimentos químicos (**MSQ**) - tais como formação ferrífera bandada e chert.

8 - concentrados de minerais (**Mxx**) - onde xx representa tipo de minerais tais como af = anfibólio, bi = biotita, pl = plagioclásio, pi = piroxênio, gr = granada e al = allanita.

Nota explicativa completa das tabelas Sm e Nd chamadas neste capítulo encontra-se no apêndice 1.

5.2 - CRATON AMAZÔNICO

5.2-1 - GENERALIDADES

Embora trate-se de um área enorme da Plataforma Sul-Americana, cobrindo pelo menos $4530 \times 10^3 \text{ Km}^2$, visto que seus limites ocidentais perdem-se sob as coberturas meso-cenozóicas das bacias marginais andinas, são disponíveis para a interpretação da sua evolução crustal apenas 70 idades modelo Sm-Nd (T_{DM}), principalmente em granitóides de amostras isoladas provenientes de diversas regiões do Craton. As rochas analisadas foram coletadas principalmente pelo PROJETO RADAMBRASIL e se encontram disponíveis no acervo do CPEGeo-IG-USP.

5.2-2 - CONTEXTO GEOLÓGICO-GEOTECTÔNICO DO CRÁTON AMAZÔNICO

O Craton Amazônico estabilizou-se tectonicamente no final do Mesoproterozóico. Dados geocronológicos (U-Pb, Rb-Sr, Pb-Pb e K-Ar) obtidos em amostras do embasamento e de granitóides pós-tectônicos, têm demonstrado que a sua evolução crustal pode ser descrita a partir de alguns núcleos arqueanos, que foram amalgamados através cinturões móveis do ciclo orogênico Transamazônico, e que, por sua vez, às grandes massas continentais assim formadas foram adicionados arcos magmáticos sucessivos, com idades variáveis desde 1.9 Ga. até 1.55 Ga. Finalmente a imensa área continental resultante aglutinou-se, em sua borda sudoeste, com outra massa continental menor, durante dois eventos orogênicos, de natureza predominantemente ensiálica, denominados de Rondoniano - San Ignacio e Sunsás (Cordani et. al., 1979 ; Teixeira et. al. 1989, Tassinari 1996).

Neste sentido, o Cráton é dividido nas seguintes províncias tectônicas e geocronológicas: Província Amazônia Central (> 2,5 Ga), Província Maroni-Itacaiúnas (2,2 - 1,95 Ga), Província Ventuari - Tapajós (1,95 - 1,80 Ga), Província Rio Negro-Juruena (1,80 - 1,55 Ga) Província Rondoniana - San Ignacio (1,5 - 1,3 Ga) e Província Sunsás (1,25 - 1,0 Ga) (Fig. 5.2-1).

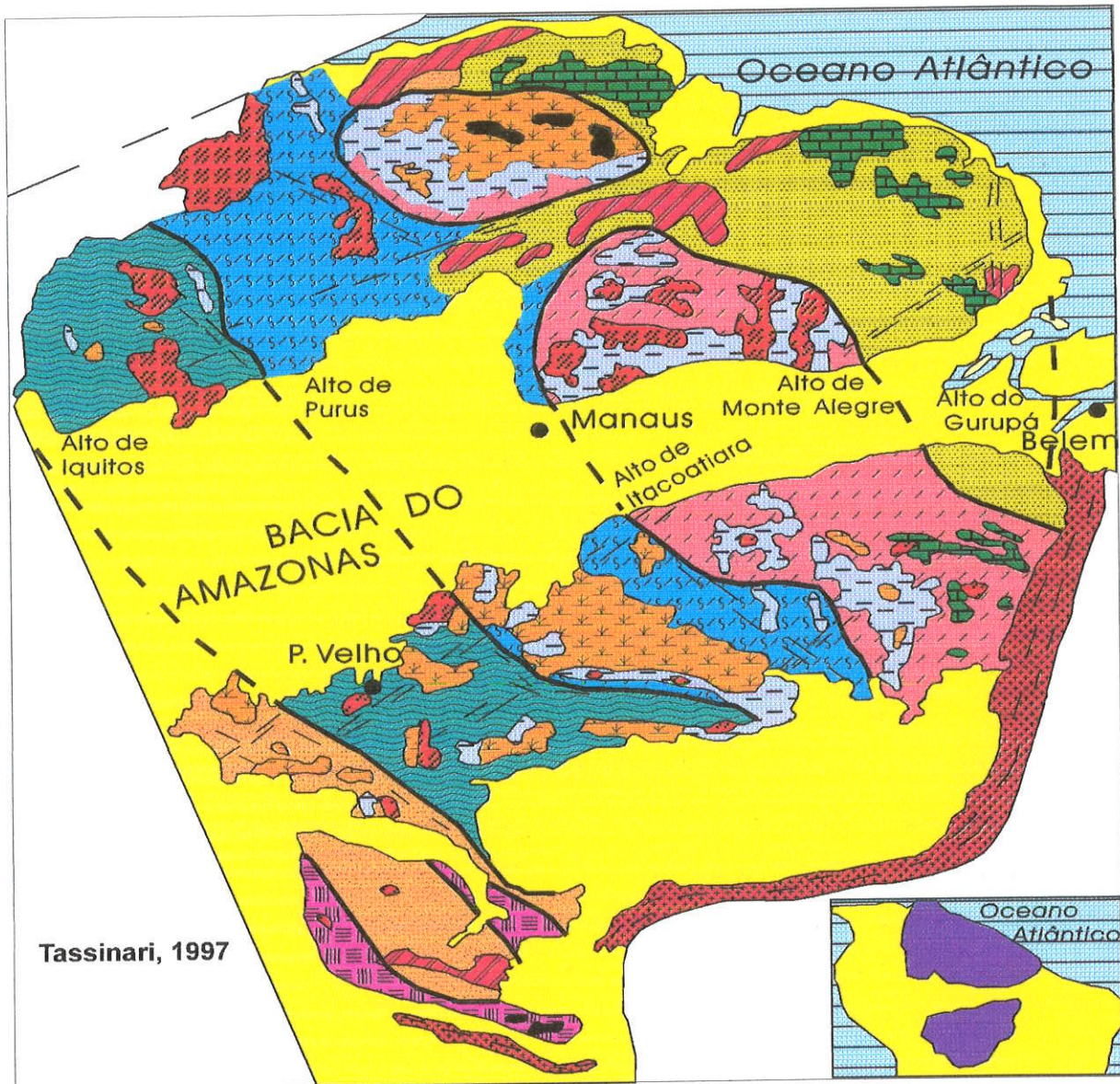
A **Província Amazônia Central (PAC)** constitui uma importante entidade tectônica do Craton Amazônico, que inclui fragmentos continentais com idades radiométricas arqueanas. Esses fragmentos foram preservados pela orogenia transamazônica, mantendo-se tectonicamente estáveis desde o arqueano, servindo entretanto de palco para importantes atividades ígneas cratogênicas durante todo o Proterozóico.

A **Província Maroni - Itacaiúnas (PMI)** teve sua evolução metamórfica entre aproximadamente 2.2 - 1.95 Ga. Este domínio possui uma grande extensão, ocorrendo no Suriname, Guiana Francesa e partes do Brasil (Pará e Amapá) e da Venezuela. Em grandes traços esta província geocronológica compreende uma parte formada por terrenos gnáissico-granulíticos com protólitos arqueanos, e outra parte com terrenos granito-greenstone, incluindo inúmeros granitóides do tipo TTG diferenciados do manto durante a orogênese Transamazônica.

A **Província Ventuari - Tapajós (PVT)** e a **Província Rio Negro (PRNJ)** ocorrem na porção ocidental do Craton Amazônico constituindo uma zona de intensa granitização e migmatização, desenvolvida através de uma sucessão de arcos magmáticos juvenis entre 1,95 e 1,55 Ga. A primeira teve a sua evolução crustal entre 1,95 e 1,8 Ga enquanto que a segunda que desenvolveu-se entre 1,80 e 1,55 Ga (Tassinari et. al. 1996), O histograma da fig.5.2-2 mostra claramente que a orogênese Ventuari - Tapajós é mais antiga que a Rio Negro-Juruena.

A **Província Rondoniana - San Ignácio (PRSI)** situa-se na parte sudoeste do Craton Amazônico, e inclui rochas polimetamórficas em grande parte granitóides, formadas principalmente dentro do intervalo de tempo 1,5 a 1,30 Ga, mas também contem núcleos preservados de rochas mais antigas. A presença destes núcleos antigos, aliada a parâmetros de geoquímica isotópica de Sr e Nd, confere ao domínio Rondoniano - San Ignácio um caráter ensialico, com o evento datado em 1,50 - 1,30 Ga retrabalhando rochas mais antigas formadas principalmente no Paleoproterozóico.

A **Província Sunsás (PS)** ocorre no extremo sudoeste do Craton Amazônico e inclui as rochas geradas durante a orogenia Sunsás, definida por Litherland e Bloomfield (1981). Atividade granítica relacionada à orogenia Sunsás compreende vários tipos de plútons, a grande maioria deles tipicamente cratogênicos, de natureza subvulcânica, e com idades entre 1100 e 990Ma.



PROVÍNCIAS GEOCRONOLÓGICAS

-  Amazonia Central >2.3 Ga
-  Maroni - Itacaiunas 2.2 - 1.9 Ga
-  Ventuari-Tapajós 1,9 - 1,8Ga
-  Rio Negro - Juruena 1.8 - 1.55 Ga
-  Rondoniana - San Ignácio 1.5 - 1.3 Ga
-  Sunsás 1.25 - 1.0 Ga

UNIDADES GEOLÓGICAS

-  Coberturas Fanerozóicas
-  Granitóides
-  Coberturas Sedimentares Pré-cambrianas
-  Coberturas Vulcânicas Ácidas-Intermediárias
-  Vulcanismo básico
-  Greenstone Belts
-  Complexos Granulíticos
-  Faixa de Dobramentos Neoproterozóica

FIG. 5.2.1 - PROVÍNCIAS TECTÔNICAS DO CRATON AMAZÔNICO

(TASSINARI 1996)

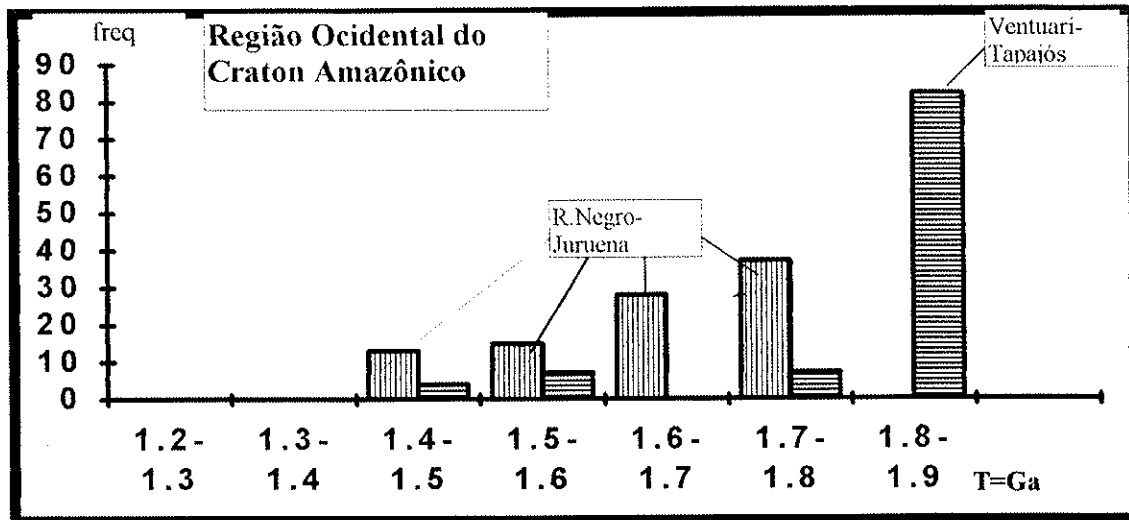


Fig. 5.2-2: Histograma mostrando a frequência nas idades Rb-Sr de todos os tipos de litologias na região Ocidental do Craton Amazônico nas faixas Ventuari-Tapajós e Rio Negro - Negro Juruena. Na região da PVT ocorrem rochas granitóides sistematicamente mais velhas em relação à região PRNJ, com pico de idade entre 1,9Ga a 1,8Ga (retângulos com listras horizontais). Entre 1,6 a 1,4Ga, na PVT, ocorreram intrusões anorogênicas tais como granitos Rapakivi (Venezuela). Por outro lado as idades Rb-Sr da PRNJ variaram entre 1,8 a 1,4Ga (retângulos com listras verticais). Aqui também as idades mais novas correspondem intrusões anorogênicas. (Dados compilados a partir de Tassinari, 1981) e Barrios, 1983).

A seguir serão discutidos os dados Sm-Nd obtidos nestas províncias. Na fig. 5.2-3 encontram-se representadas as localizações aproximadas das amostras datadas pelo método Sm-Nd.

5.2-3 IDADES MODELO Sm-Nd

PROVÍNCIA AMAZÔNIA CENTRAL (PAC)

Na região da Serra dos Carajás as idades T_{DM} obtidas para os granitóides do embasamento, distribuem-se entre 3,04 a 2,8 Ga (amostras A,C,D, E e F da tab. 5.2 -1). Estes resultados confirmam as idades Rb-Sr e U-Pb arqueanas (3,1-2,7Ga), já reportadas em trabalhos prévios.

As rochas vulcânicas ácidas (amostras L,M,N da tab. 5.2-1) da parte Sul da PAC e o granitóide anorogênico neste domínio (amostra G), situado a NW da Serra dos Carajás (fig. 5.2-3) foram formados no Paleoproterozóico, com idades Rb-Sr variando entre 1,8 a 1,7Ga

com RI entre 0,705 a 0,706. Seus protólitos foram diferenciados do manto superior entre 2,6 a 2,5Ga, conforme indicado pelo valores de T_{DM} .

A fig. 5.2-4 corresponde à integração dos dados isotópicos da PAC onde, entre as linhas contínuas contendo símbolos quadrados são representadas as rochas plutônicas da Serra de Carajás e suas vizinhanças e entre as linhas tracejadas (contendo círculos fechados) são representadas a rochas vulcânicas e metavulcânicas ácidas.

A correlação isotópica entre as assinaturas isotópicas iniciais $\epsilon_{Sr}(t)$ versus $\epsilon_{Nd}(t)$ para t relativo à época da formação (idade Rb-Sr) dos granitóides de Carajás e das rochas vulcânicas ácidas, é apresentada na fig.5.2-5. Observa-se que os dados relativos aos granitóides de Carajás (pontos A a F) distribuem-se próximos da origem, e alguns dentro do campo relativo ao manto, sugerindo que o intervalo de tempo foi muito curto entre a época da diferenciação do material do manto superior (DM) e a formação dessas rochas. As vulcânicas ácidas, por sua vez, bem como os granitos (amostras G, L,M e N da tab. 5.2-1; fig.5.2-5) mostram comportamento distinto com $\epsilon_{Nd}(t)$ mais negativos e $\epsilon_{Sr-RI}(t)$ mais positivos, sugerindo um período maior de residência crustal dos protólitos dessas rochas.

As rochas metavulcânicas do Grupo Grão Pará (amostras O a Z, tab. 5.2-1) foram datadas através de diagrama isocrônico Sm-Nd, obtendo-se uma idade aparente em torno de 2,8Ga (Gibbs 1983). As idades modelo, calculadas com base em estágio duplo, indicaram valores discordantes distribuídos entre 3,09 a 2,6Ga, com uma maior concentração de resultados em torno de 2,8Ga. Entre estas rochas metavulcânicas encontram-se duas amostras com características típicas de rocha máfica (amostras R e S, tab. 5.2-1). Os cálculos de idades modelo Sm-Nd para tais rochas máficas não são apropriados, pois possuem razão $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$ muito próxima do manto CHUR ou DM.

PROVÍNCIA MARONI-ITACAIÚNAS (PMI)

No âmbito da PMI foram analisadas rochas diversas, incluindo granitóides, granulíticas, ultrabásicas e básicas que indicaram idades modelos T_{DM} relativas ao Paleoproterozóico, com valores relativamente concordantes, distribuindo-se entre 2,3 a 2,06Ga, figs. 5.2-6 e 5.2-7 e tab. 5.2-2. Duas amostras de rochas tonalíticas (amostras G e H, tab. 5.2-2) proveniente da região de Cupixi - Sul do Amapá, evidenciaram idades T_{DM} 3,1 e 3,06Ga, confirmando a existência de um fragmento crustal arqueano, preservado como "inlier" dentro da PMI, em concordância com a idade arqueana de 2,9Ga previamente obtida por Montalvão e Tassinari (1983) e Siga Jr. (1986). Na mesma região do rio Cupixi

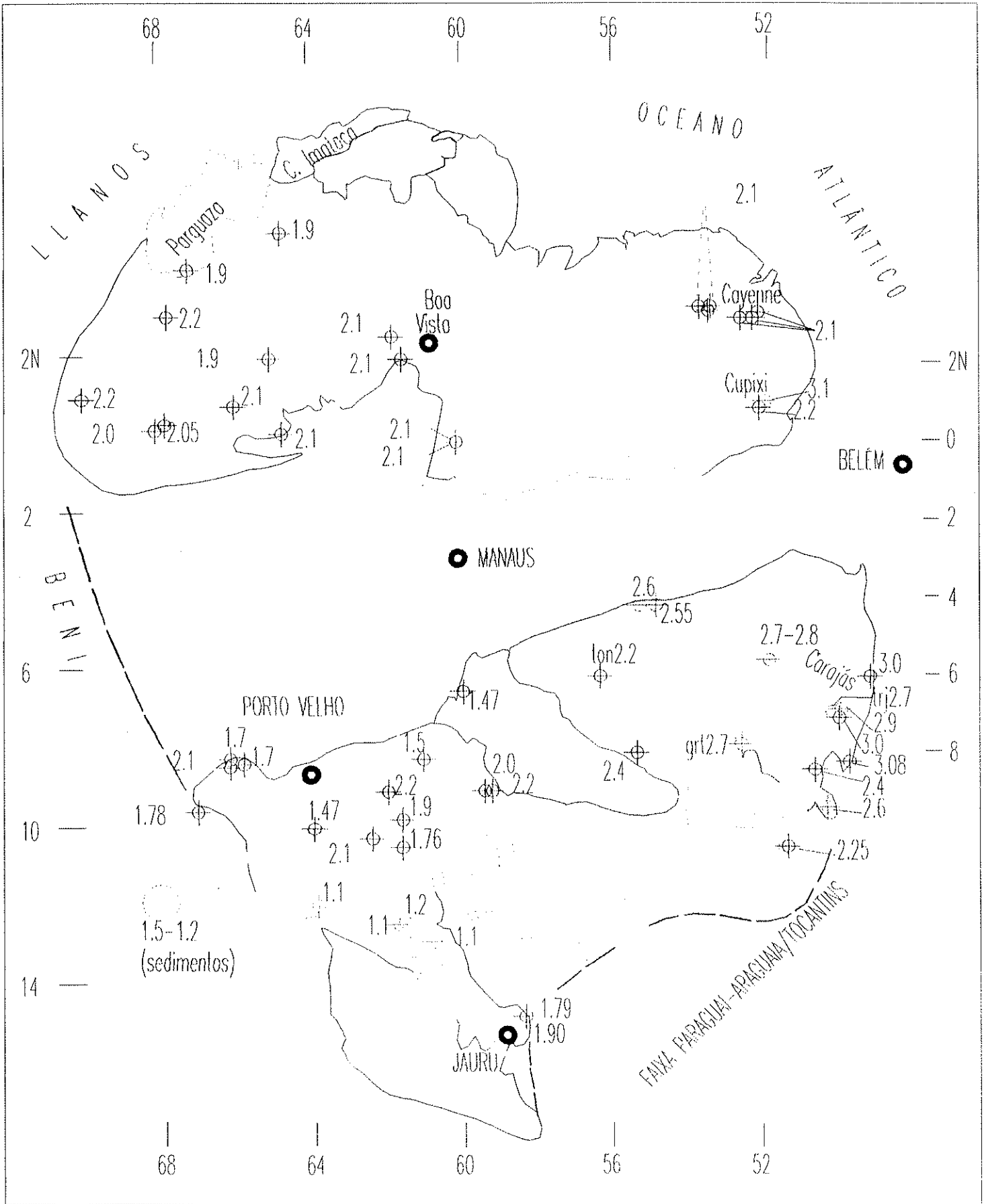


FIG. 5.2-2. Localização das amostras datadas pelo método Sm-Nd. Os números representam idades Tdm em (Ga).

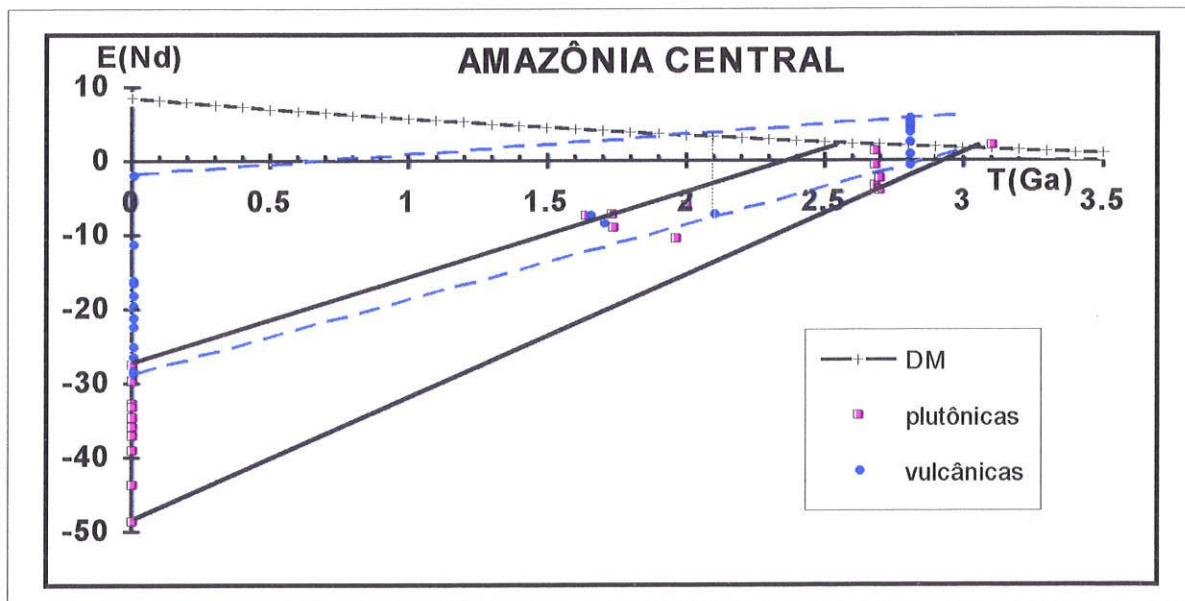


fig. 5.2-4: Diagrama de evolução isotópico ϵ_{Nd} em função do tempo geológico relativos às plutônicas (quadrado) e vulcânicas da Amazônia Central (tab. 5.2-1). Os pontos assinalados próximo ao eixo da abcissa representam os valores de ϵ_{Nd} calculados para a época do evento de fechamento do Sistema Rb-Sr.

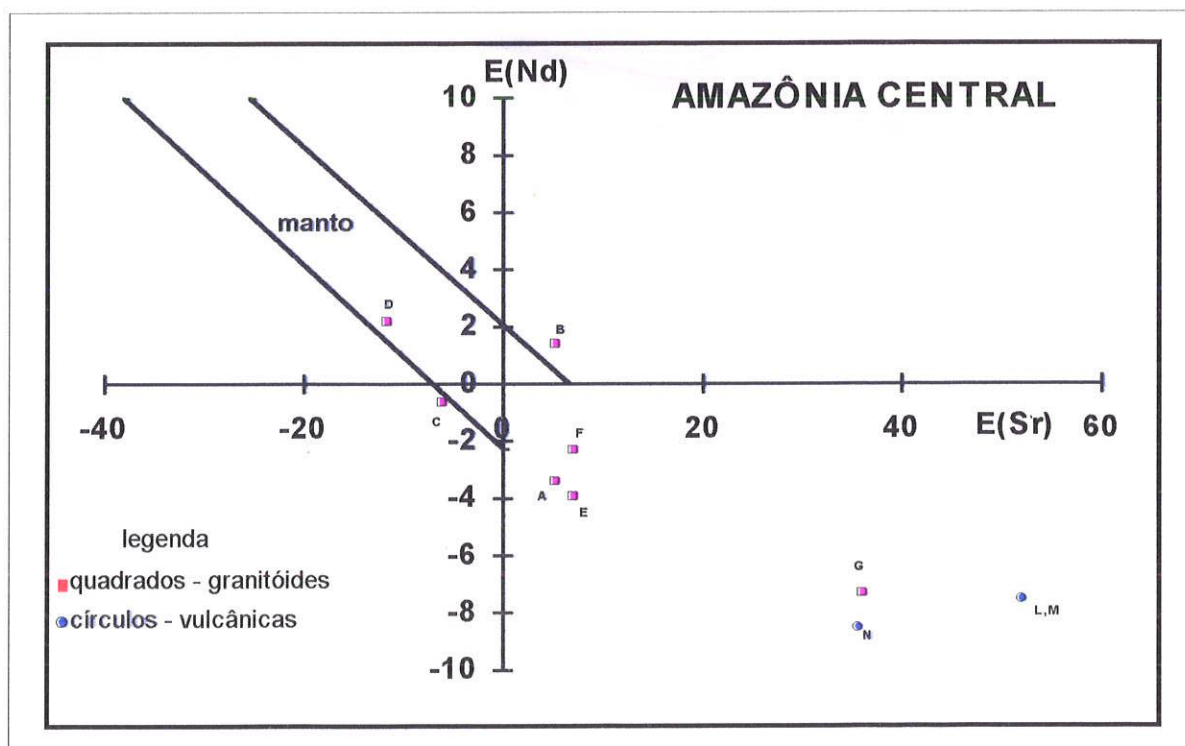


Fig. 5.2-5: Diagrama de $\epsilon_{Sr}(t)$ versus $\epsilon_{Nd}(t)$ - Amazônia Central. Os dados isotópicos encontram-se na tab. 5.2-1.

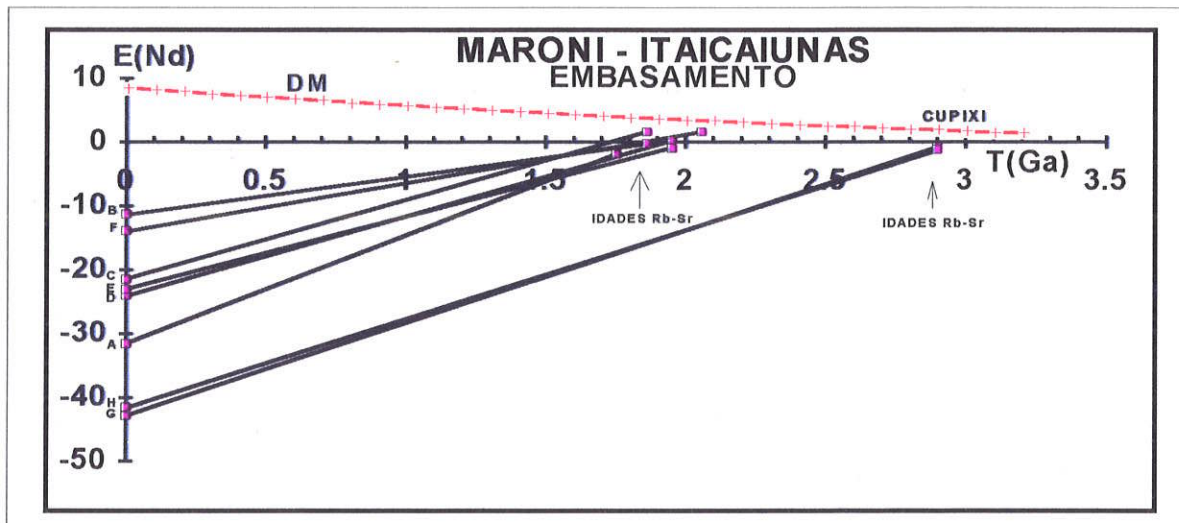


Fig. 5.2-6: Diagrama de evolução isotópica ϵ_{Nd} versus tempo geológico T(Ga) das rochas da Província Maroni-Itacaiúnas. Os dados isotópicos encontram-se na tab. 5.2-2

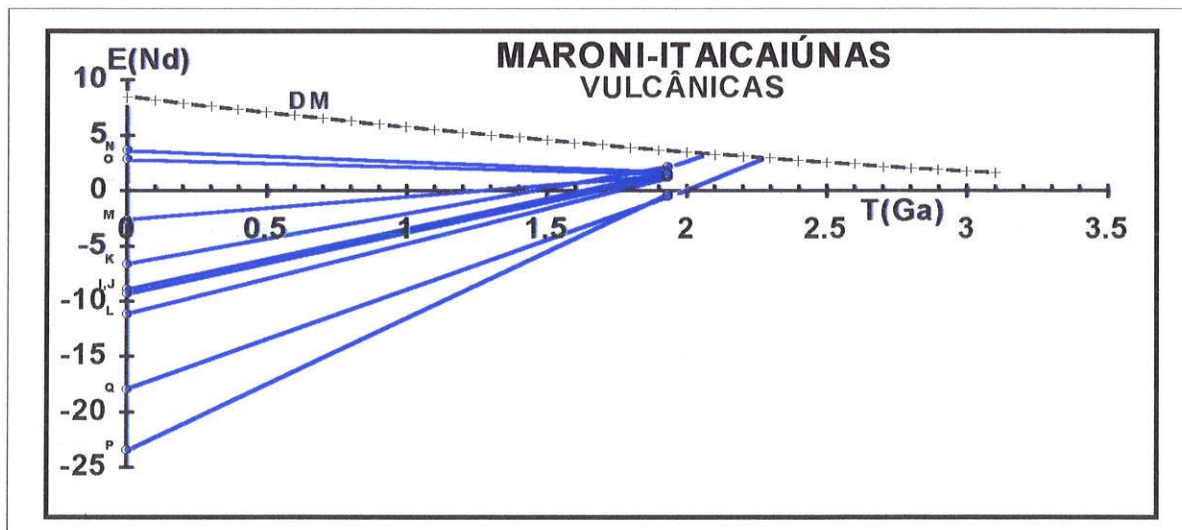


Fig. 5.2-7: diagrama de evolução isotópica ϵ_{Nd} versus tempo geológico T(Ga) das metavulcânicas da Província Maroni-Itacaiúnas. Os dados isotópicos encontram-se na tab. 5.2-2

(Complexo Tumucumaque) ocorrem rochas granitóides com idades Rb-Sr de 2,06 Ga e com RI de 0,760, Siga Jr. (1986) interpretou essa idade como a época de formação de tais rochas por retrabalhamento de rochas preexistentes. A idade modelo Sm-Nd do granitóide F (tab.5.2-2) sugere que o respectivo protólito crustal formou-se ainda no Paleoproterozóico (2,2Ga).

As rochas básicas e ultrabásicas das seqüências do tipo granito-greenstone que ocorrem na Guiana Francesa, analisadas conjuntamente, mostraram uma idade isocrônica Sm-Nd de 1,93Ga (Gruau et. al. 1988, fig. 5.2-8; tab. 5.2-2 - amostras I a Q), interpretada pelos referidos autores como a idade do vulcanismo. Observa-se que os valores do $\epsilon_{Nd}(t=1,93)$ são positivos ($\sim +2$) e posicionaram-se entre as curvas de evolução isotópica de ϵ_{Nd} do manto DM e CHUR, fig. 5.2-7. O ponto de convergência das retas situa-se em torno de 2,1Ga., sugerindo que os protólitos destas rochas crustais poderiam ser constituídos por materiais do tipo manto litosférico enriquecido (EMI).

PROVÍNCIAS VENTUARI-TAPAJÓS (PVT) e RIO NEGRO-JURUENA (PRNJ)

Várias amostras de rochas granitóides e granulíticas que ocorrem no Domínio Ventuari-Tapajós (tab. 5.2-3) indicaram valores de T_{DM} vinculados ao Paleoproterozóico, distribuindo-se entre 2,2 a 1,9Ga, e muito similares às idades obtidas para as rochas da PMI. A fig. 5.2-9 mostra claramente que na PVT, pelo menos até o presente momento, não foram encontradas evidências de protólitos arqueanos.

Do mesmo modo foram analisadas pelo método Sm-Nd 12 amostras de rochas granitóides e granulíticas, tab. 5.2-4, pertencentes à PRNJ. As idades T_{DM} indicaram que o principal evento de diferenciação manto-crosta para esta província também ocorreu durante o Paleoproterozóico ($T_{DM} = 2,2$ a 1,7Ga).

Os dados ϵ_{Nd} das amostras das PVT e PRNJ, quando analisados conjuntamente, apresentam padrões isotópicos similares, fig. 5.2-9. O período principal de acreção de material juvenil para a PRNJ parece estender-se pouco mais além do que para a PVT. Os símbolos triangulares (PVT) e quadrados (PRNJ) assinalados na fig.5.2-9 correspondem aos valores de $\epsilon_{Nd}(t)$ calculados para t correspondente às idades de formação das rochas obtidas pelo método Rb-Sr.

Por outro lado, os valores de $\epsilon_{Nd}(t)$ e $\epsilon_{Sr}(t)$ relativos à época da formação das rochas das PVT e PRNJ, quando analisados em diagramas ϵ_{Sr} versus ϵ_{Nd} , figs. 5.2-10 e 11, apresentam padrões isotópicos distintos. Os dados da PVT (triângulos), delimitados por uma

elipse, posicionaram-se em torno do eixo X e próximos da origem, sugerindo protólitos com afinidades com o manto litosférico enriquecido ou crosta inferior. Os dados relativos às rochas da PRNJ (quadrados, fig. 5.2-11) mostraram em alguns casos comportamento semelhante aos de PVT, situando-se próximos da origem (campo delimitado por elipse), mas a maioria dos pontos posicionou-se distante da origem. Para os dados com $\epsilon_{Nd}(t)$ negativos e $\epsilon_{Sr-Rf}(t)$ positivos sugere-se uma fonte (protólito) com participação expressiva de material proveniente de fusão parcial da crosta continental inferior, podendo envolver também uma parcela subordinada de material mantélico.

PROVÍNCIAS RONDONIANA - SAN IGNÁCIO (PRSI) e SUNSÁS (PS)

As amostras analisadas pelo método Sm-Nd em rochas granulíticas e granitóides relativas à PRSI apresentaram idades T_{DM} paleoproterozóicas, distribuindo-se entre 2,08 e 1,67Ga, fig. 5.2-12 e tab. 5.2-5, com padrões isotópicos muito similares aos da PRNJ, sugerindo a participação de rochas da PRNJ como protólitos, em muitos casos.

Por outro lado, as rochas básicas relacionados à orogenia Sunsás, no diagrama de ϵ_{Nd} versus tempo geológico, (fig. 5.2-12 - círculos e na tab. 5.2-5, amostras I a M), indicaram a possibilidade de eventos de acreção juvenil claramente mais jovens (Meso a Neoproterozóicos). Observa-se na tab. 5.2-5 e na fig. 5.2-12 que algumas rochas (tais como I e K), apresentaram idades T_{DM} concordantes com as suas próprias idades de formação, obtidas pelo método K-Ar.

Os valores de ϵ_{Nd} analisados para ambas as províncias, conjuntamente, na fig. 5.2-12 mostraram padrões isotópicos bem distintos onde os eventos relacionados à orogenia Sunsás aparecem claramente mais jovens do que aqueles observados para a PRSI.

Basu et, al. (1990) coletaram 26 amostras de sedimentos das areias fluviais provenientes de regiões da Bolívia e do Perú, e depositadas nas margens do rio Madre Dios (bacia Amazônica). Estes sedimentos apresentaram idades T_{DM} variadas, indicando a participação de várias fontes. Os dados isotópicos encontram-se na tab. 5.2-6 e as idades T_{DM} recalculadas foram incluídas na fig. 5.2-13 na forma de histograma. Observa-se na figura que as idades T_{DM} situam-se entre 1,65 a 1,3Ga, com um valor médio em torno de 1,45Ga, coerente com o padrão geocronológico regional, que inclui as PRSI, PS e também as rochas vulcânicas dos Andes.

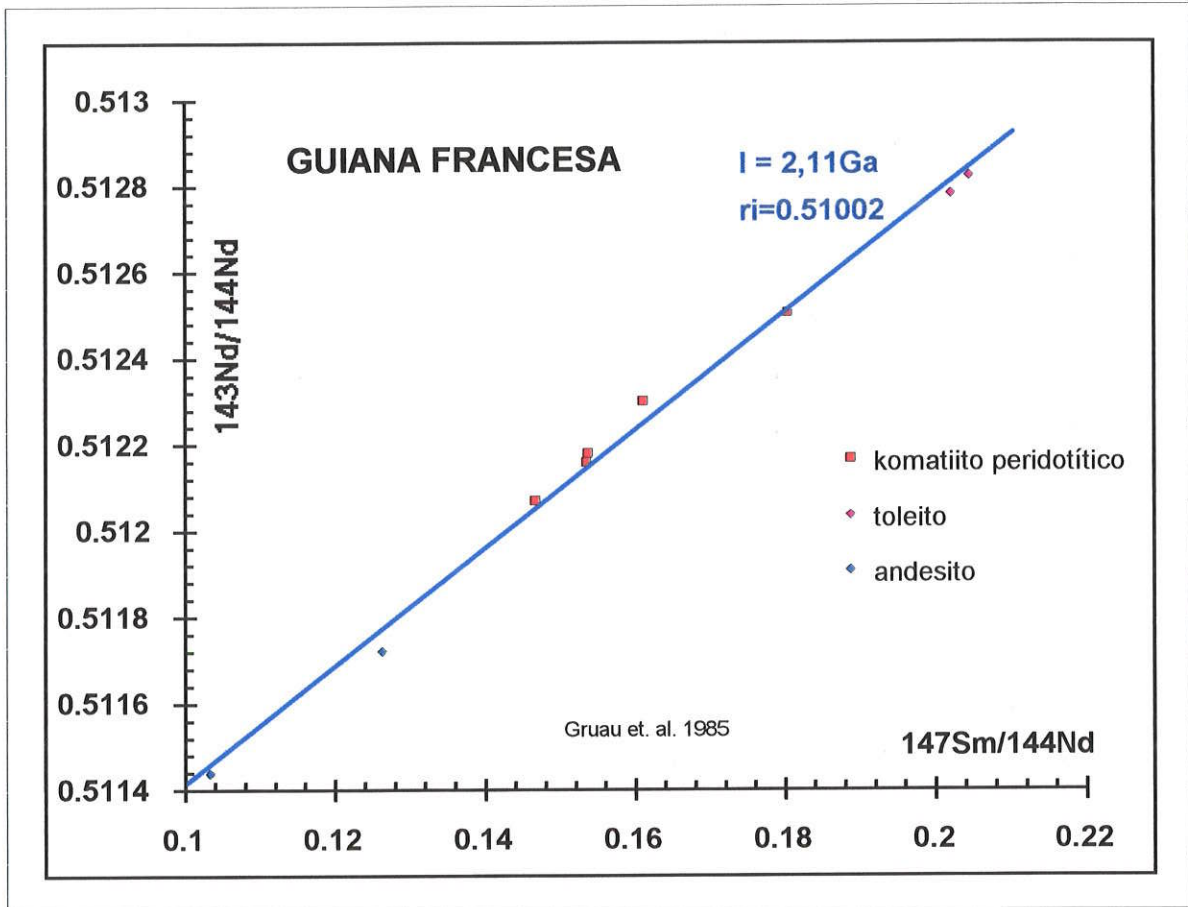


Fig. 5.2- 8: Diagrama isocrônico Sm-Nd das metavulcânicas da região da Guiana Francesa.

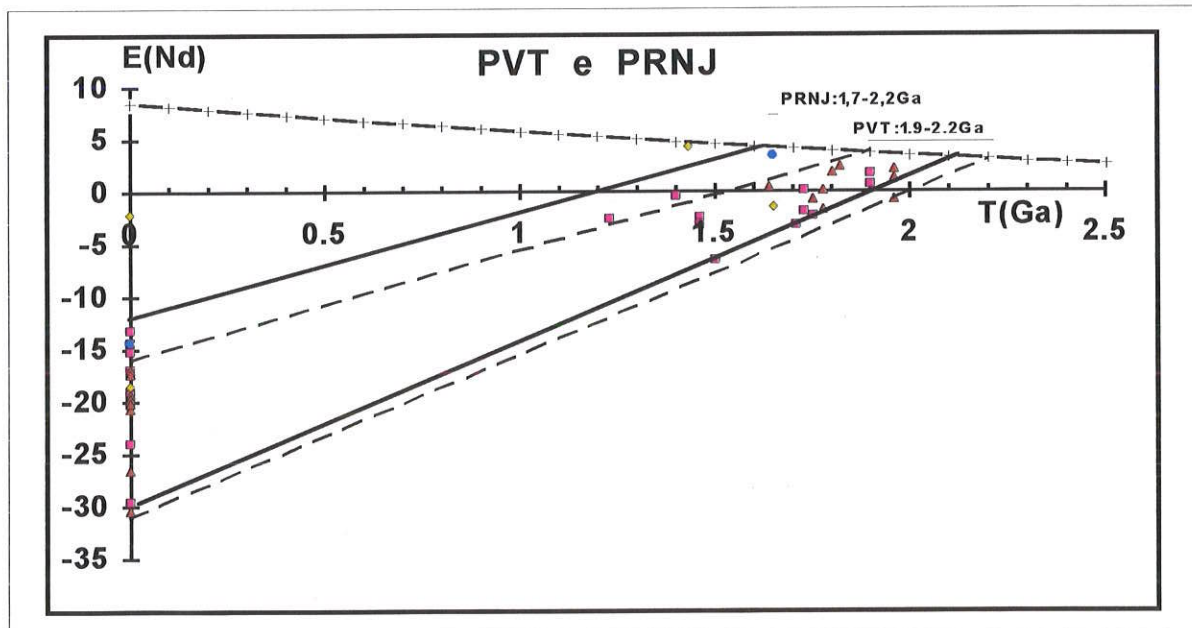


Fig. 5.2-9 : diagrama de evolução isotópica ϵ_{Nd} versus tempo geológico $T(\text{Ga})$. Os dados isotópicos encontram-se na tab. 5.2-3 e 4. O envelope entre as linhas tracejadas representa ao conjunto de linhas de evolução isotópica ϵ_{Nd} das amostras da PVT (triângulo - plutônicas, losangos - vulcânicas); e o envelope entre as linhas contínuas representa o conjunto PRNJ (quadrados - plutônicas, círculo - vulcânica).

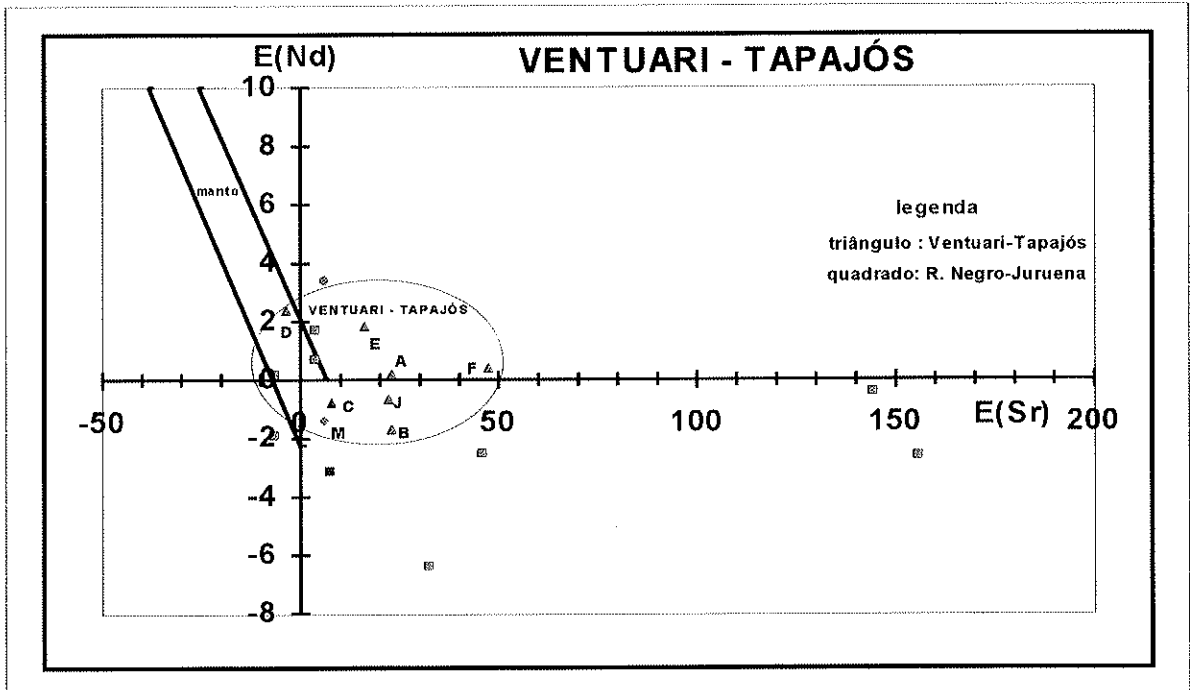


Fig. 5.2-10: diagrama de $\epsilon_{\text{Sr-R1}}(t)$ versus $\epsilon_{\text{Nd}}(t)$ -PVT (triângulos e losangos). Os dados isotópicos encontram-se na tab. 5.2-3. Os quadrados são relativos à região da PRNJ.

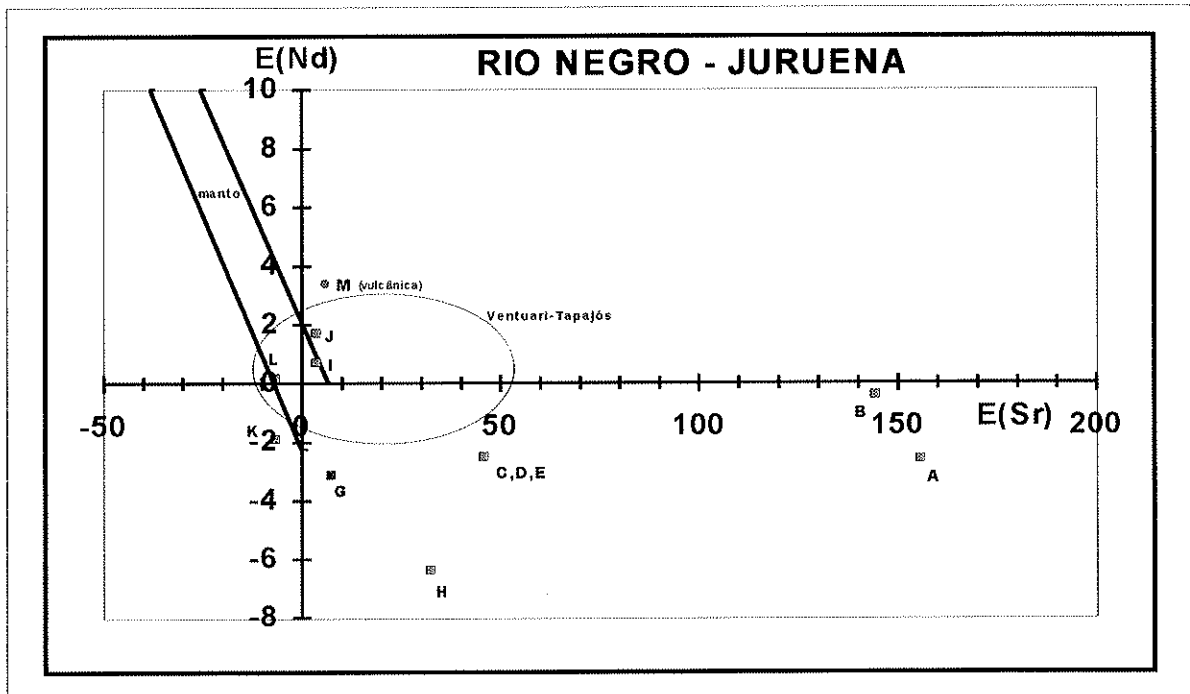


Fig. 5.2-11: diagrama de $\epsilon_{\text{Sr}}(t)$ versus $\epsilon_{\text{Nd}}(t)$ -PRNJ (quadrados e círculo). Os dados isotópicos encontram-se na tab. 5.2-4. A elipse representa o campo dos dados isotópicos ϵ_{Sr} e ϵ_{Nd} da região da PVT.

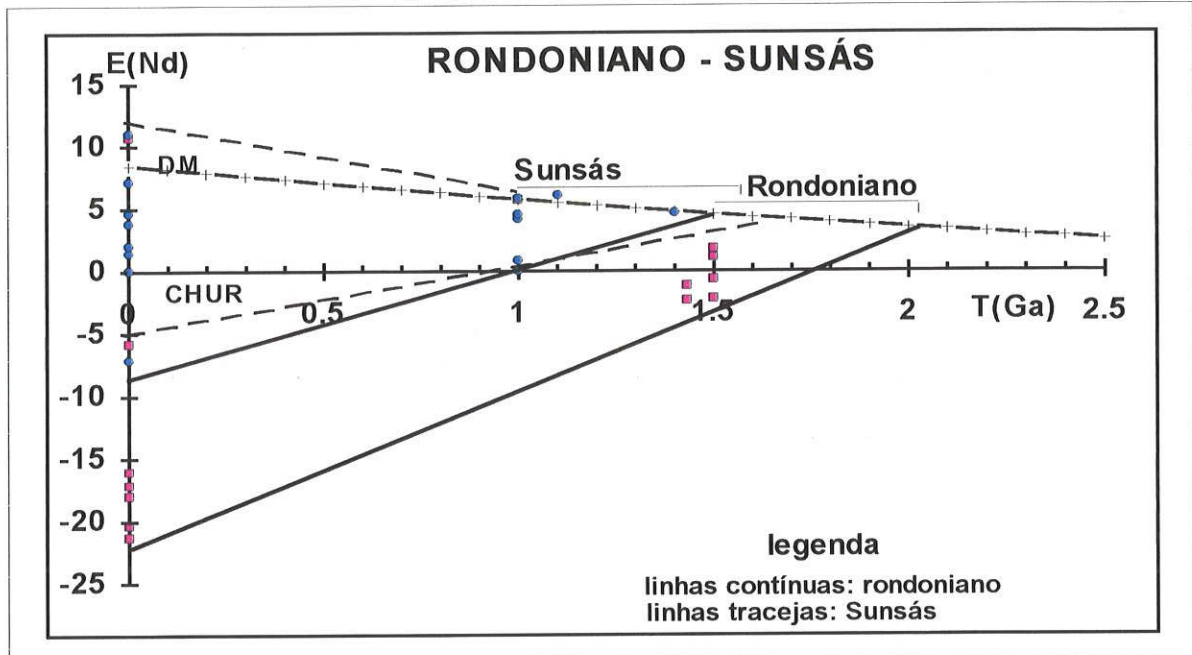


Fig. 5.2-12 : diagrama de evolução isotópica ϵ_{Nd} versus tempo geológico T(Ga). O envelope entre as linhas tracejadas representa ao conjunto de linhas de evolução isotópica ϵ_{Nd} das rochas básicas relacionadas à orogênia Sunsás (círculos); e o envelope entre as linhas contínuas representa plutônicas da Província Rondoniana (quadrados). Os dados isotópicos encontram-se na tab. 5.2-5

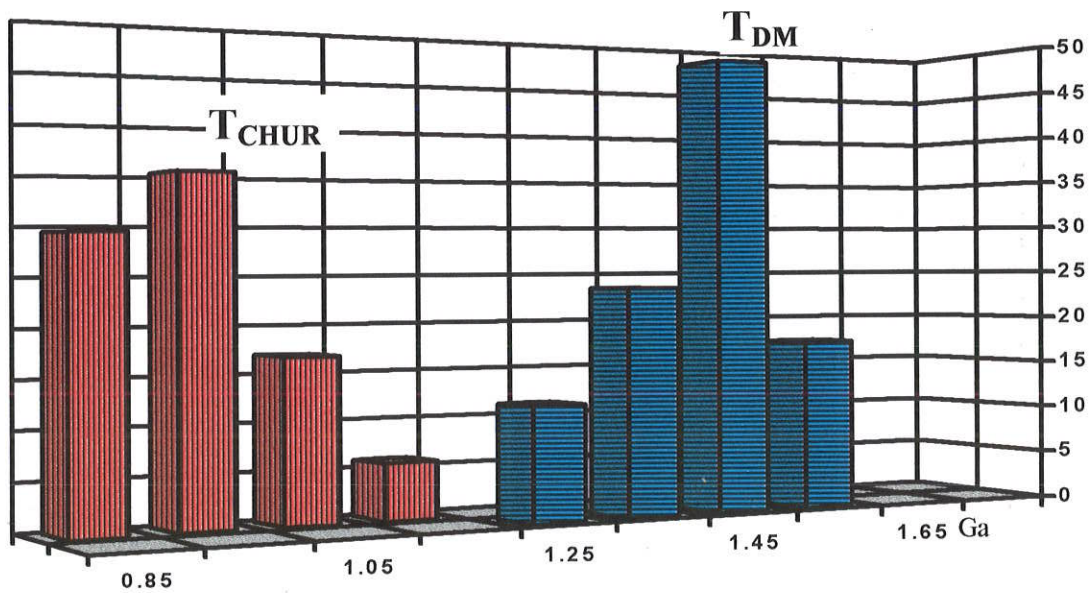


Fig. 5.2-13: histogramas de idades modelo dos sedimentos das areias fluviais das margens do Rio Madre Dios. Sedimentos provenientes das regiões da Bolívia e Peru.

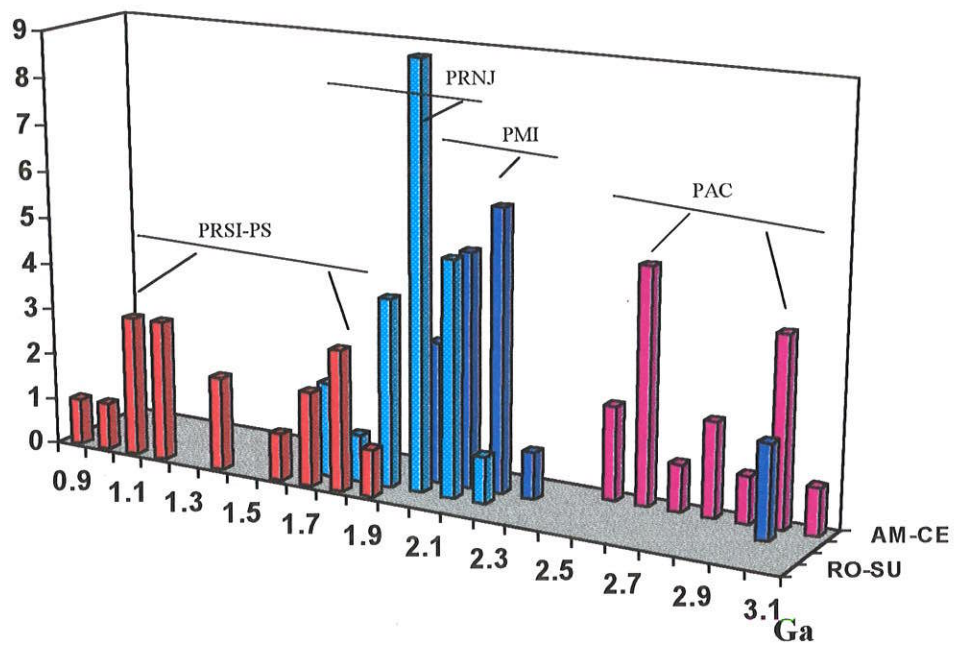


Fig. 5.2-14 Histograma dos principais eventos de acreção do Craton. Amazônico. Observam-se no diagrama períodos distintos de acreção na região de Amazônia Central (AM-CE) entre Arqueano e Paleoproterozóico. O período principal de acreção entre 2,25 a 1,8Ga, compreendendo as Províncias Maroni - Itacaiúnas (PMI), Ventuari-Tapajós (PVT) e Rio Negro - Juruena (PRNJ). As acreções juvenis Meso-Neoproterozoicas na nas Províncias Rondoniana-San Ignácia e Sunsás (PS), ocorreram com menor intensidade.

5.2-4 - RESUMO DO CRATON AMAZÔNICO

As idades modelo Sm-Nd apresentaram valores variando desde 3,0 até 1,0 Ga, corroborando com os modelos de evolução tectônica do Craton Amazônico já previamente estabelecidos (Cordani et. al 1979, Teixeira et. al 1989 e Tassinari 1996) os quais preconizam uma evolução de cinturões móveis do Paleoproterozóico e Mesoproterozóico circundando núcleos arqueanos.

Até o presente momento, idades T_{DM} maiores do que 2,5 Ga foram encontradas de modo sistemático apenas na porção oriental da Província Amazônia Central.

Na Província Maroni-Itacaiúnas as idades T_{DM} variaram entre 2,25 a 2,0Ga, com exceção do fragmento arqueano da região do Rio Cupixi, que tem confirmada a sua idade T_{DM} arqueana, já obtida por outros métodos.

Na Província Ventuari - Tapajós a grande maioria das idades T_{DM} indicou acreção juvenil entre 2,1 a 1,9Ga, enquanto que na Província Rio Negro - Juruena os eventos ocorreram desde 2,2 até 1,7Ga. Nas províncias Rondoniana-San Ignacio e Sunsás as idades T_{DM} variaram entre 2,2 a 1,0Ga.

Com base nas idades modelo Sm-Nd e conforme o histograma da fig. 5.2-14, os principais períodos de acreção manto - crosta continental no Craton Amazônico podem ser resumidos da seguinte forma:

- 3,1 a 2,5Ga - PAC (região de Carajás);
- 2,2 a 2,0Ga - PMI (pico em 2,15Ga);
- 2,2 a 1,6Ga - PVT e PRNJ (pico em 1,9Ga);
- 2,0 a 1,0Ga - PRSI e PS (picos em 1,8 e 1,15Ga).

TAB. 5.2-1: AMAZÔNIA CENTRAL (obs. : nota explicativa dos dados Sm-Nd encontra-se no apêndice 1)

sps / lit.	coord. g° m' / g° m'	n.campo/ região	lito- logia	iden t diagrama	T _{chur} GA	T _{DM2} GA	T _{DM} GA	¹⁴⁷ Sm/ ¹⁴⁴ Nd	¹⁴³ Nd/ ¹⁴⁴ Nd	Sm ppm	Nd ppm	f	ε _{Nd} (t=0)	ε _{Nd} (t)	t _{método} R _i (font.)	ε _{Sr} (t)	ref.
243 gnd	7° 2' / 50° 15'	AS1683-6 Carajás	GTD	A	2.87 .03		3.03 ±.03	.078375 ±.00004	.510393 ±.00002	3.086 ±.001	23.81 ±.011	-.60	-43.8	-3.3	2.68 _{Rb-Sr} .7017 _(c)	5.2	nt
246 trj	7 6/50 29	AH513-1/ Carajás	GTD	B	2.55 .03		2.73 0.02	.088038 .000063	.510810 .000018	1.994 0.001	13.696 .007	-.55	-35.7	+1.5	2.68 _{Rb-Sr} .7017 _(c)	5.2	nt
245 gnd	7 15/50 18	AH796-4 / Carajás	GTD	C	2.69 .03		2.86 0.03	.096463 .000066	.510862 .000022	3.610 0.002	22.630 .009	-.51	-34.6	-0.4	2.68 _{Rb-Sr} .7009 _(c)	-6.2	nt
244 gnd	7 15/50 18	AH796-3 / Carajás	GTD	D	2.86 .06		3.04 0.06	.107626 .000036	.510956 .000033	3.177 0.001	17.850 .002	-.45	-32.8	+2.4	3.10 _{Rb-Sr} .7000 _(c)	-12	nt
160 gns	~6 10/49 30	PP05A / Carajás	GTD	E	2.90 .04		3.03 0.04	.066835 .000066	.510149 .000032	5.553 0.002	50.242 .046	-.66	-48.6	-3.8	2.70 _{Rb-Sr} .7018 _(d)	7.0	nt
161 ion	~6 10/49 30	PP05H / Carajás	GRT	F	2.83 .04		2.98 0.04	.089724 .000235	.510641 .000028	1.175 .0003	7.919 .004	-.54	-39.0	-2.1	2.70 _{Rb-Sr} .70 _(d)	7.0	nt
388 grt	4 20/55 0	AP 13C / Tapajós	GTD	G	2.32 .05		2.55 0.04	.105098 .000352	.511236 .000028	19.670 .065	113.33 .05	-.47	-27.4	-7.1	1.73 _{Rb-Sr} .705 _(f)	36	nt
399 grt	8 37/50 59	470pbk02 S Carajás	GTD	H	2.18 .04		2.40 0.03	.09171 .00009	.511130 .000026	1.155 .001	7.616 .003	-.53	-29.4	-7.5	1.64 .704		nt
400 grt	8 03/52 43	424bc151 S Carajás	GTD	I	2.48 .02		2.69 0.02	.10361 .00006	.511118 .000018	5.834 .002	34.05 0.015	-.47	-29.7	-9.0	1.74 .719		nt
401 grt	9 47/50 38	pt09A S Carajás	GTD	J	2.43 .04		2.62 0.03	.09037 .00005	.510938 .000025	9.270 0.002	62.03 .03	-.54	-33.2	-6.0	2.00 .705		nt
234 rdc	5 45/52 5	XMV-78L/ Xingu-Iriri	VAC	L	1.81 .14		2.63 0.03	.101528 .000085	.511121 .000027	6.705 0.003	39.935 .028	-.48	-29.6	-7.5	1.82 _{Rb-Sr} .706 _(b)	52	nt

235 rdc	5 45/52 5	XMV78M / Xingu/Iriri	VAC	M	2.42 .04	2.67 0.03	.102759 .000100	.511115 .000021	8.651 0.006	50.908 .034	-48 -29.7	-7.9	1.82 _{kb-Sr} .706(b)	52	nt
389 rdc	4 20/55 25	AL 90 / Tapajós	VAC	N	2.38 .08	2.60 0.03	.102801 .000059	.511165 .000051	6.903 0.002	40.605	-48 -28.7	-8.4	1.70 _{kb-Sr} .705(f)	36	nt
---	---	23.1 N - Carajás	VAC	O	23.1	2.53	.13766	.511789	2.70	11.86	-30 -16.6	-7	2.1 _{estun}	4	
---	---	24.1 N - Carajás	VAC	P	2.84	3.07	.13500	.511483	2.90	12.99	-31 -22.5	-6.0	2.1 _{estun}	4	
---	---	18.1 N - Carajás	VAC	Q	2.16	2.51	.13640	.511781	2.70	11.97	-31 -16.1	-6	2.1 _{estun}	4	
---	---	19.1 N - Carajás	VAC	R	0.71	2.00?	.17553	.512540	3.55	12.23	-11 -1.9	3.8	2.1 _{estun}	4	
---	---	19.2 N - Carajás	VAC	S	5.75 ?	2.90[#] ₃ 5.62?	.18162	.512060	3.55	11.82	-08 -11.3	-7.2	2.1 _{estun}	4	
---	---	19.3 N - Carajás	VAC	T	2.33	2.57	.10868	.511286	13.61	75.73	-45 -26.4	-2.8	2.1 _{estun}	4	
---	---	19.4 N - Carajás	VAC	U	2.29	2.61	.13525	.511711	2.76	12.34	-31 -18.1	-1.6	2.1 _{estun}	4	
---	---	19.5 N - Carajás	VAC	V	2.85	3.09	.13846	.511544	2.94	12.84	-30 -21.3	-5.7	2.1 _{estun}	4	
---	---	20.1 N - Carajás	VAC	X	2.46	2.76	.13492	.511634	3.03	13.58	-31 -19.6	-3.0	2.1 _{estun}	4	
---	---	21.1 N - Carajás	VAC	Z	2.69	2.92	.12423	.511352	3.25	15.82	-37 -25.1	-5.7	2.1 _{estun}	4	

TAB: 5.2-2: MARONI-ITACAIUNAS

sps / lit.	coord. g° m' / g° m'	n.campo/ região	lito- logia	ident diagrama	T _{chur} GA	T _{DM2} GA	T _{DM} GA	¹⁴⁷ Sm/ ¹⁴⁴ Nd	¹⁴³ Nd/ ¹⁴⁴ Nd	Sm ppm	Nd ppm	f	ε _{Nd} (t=0)	ε _{Nd} (t)	t _{método} RI _(fonte)	ε _{Sr} (t)	re f.
kpe	3 22N/53 8	T100/ G.Francesa	UBA	I	1.59 .13		2.17 0.09	.1531	.512182 .000038	1.656	6.54	-.22	-8.9	+1.8	1.93 _{Sm-Nd}		2
kpe	3 26N/53 7	T111/ G.Francesa	UBA	J	1.64 .07		2.20 0.04	.1524	.512162 .000019	1.878	7.45	-.23	-9.3	+1.6	1.93 _{Sm-Nd} .51002 _(t)		2
kpe	3N22/53 8	T160 G.Francesa	UBA	K	1.40 .12		2.11 0.08	.1601	.512302 .000028	1.811	6.84	-.19	-6.6	+2.5	1.93 _{Sm-Nd} .51002 _(t)		2
kpe	3 23N/53 9	T188/ G.Francesa	UBA	L	1.69 .09		2.18 0.06	.1457	.512070 .000030	2.539	10.54	-.26	-11.1	+1.5	1.93 _{Sm-Nd} .51002 _(t)		2
kpe	3 20N/52 35	L303/ G.Francesa	UBA	M	1.17 .30	2.28 ^{#4}	2.4?	.1794	.512505 .000034	0.831	2.801	-.09	-2.6	+1.7	1.93 _{Sm-Nd} .51002 _(t)		2
tol	3 29N/53 35	I1919/ G.Francesa	BAS	N	----	2.25 ^{#4}	----	.2033	.512825 .000038	2.189	6.512	.03	+3.6	+2.0	1.93 _{Sm-Nd} .51002 _(t)		2
tol	3 28N/53 52	R372/ G.Francesa	BAS	O	----	2.28 ^{#4}	3.5?	.2006	.512781 .000033	2.475	7.46	.02	+2.8	+1.8	1.93 _{Sm-Nd} .51002 _(t)		2
and	3 11N/52 51	L200/ G.Francesa	BAS	P	1.93 .03		2.20 0.02	.1026	.511440 .000016	4.69	27.65	-.48	-23.4	-0.2	1.93 _{Sm-Nd} .51002 _(t)		2
and	3 11N/52 30	L365 G.Francesa	BAS	Q	1.96 .12		2.29 0.09	.1255	.511722 .000055	4.16	20.04	-.36	-17.9	-0.3	1.93 _{Sm-Nd} .51002 _(t)		2
152 gns	0 5N/64 40	MR-RI-31 / O-B. Vista	GRT	A	1.85 .03	2.08	2.06 0.02	.064007 .000043	.511026 .000022	2.953 0.001	27.898 .016	-.67	-31.5	-1.8	1.75 _{Kb-Sr}		nt
gnl	-2 40N/61 50	PL-R5/ Caracarai	GNL	B	1.90 .05	2.2 ^{#2}	2.38 0.03	.15	.512053 .000016	-----	-----	-.24	-11.4	-0.3	1.86	95	1
gnl	-2 40N/61 50	PL-R18/ Caracarai	GNL	C	1.72 .02		2.02 0.02	.10	.511541 .000014	-----	-----	-.49	-21.4	+1.5	1.86	95	1

gnl	-----	8204 Guiana	GNL	D	1.93 .03	2.19 0.03	.0990	.511400 .000020	10.751	65.663	-.50	-24.1	+0.1	1.95 _{estim}	3	
gnl	-----	8332 Suriname	GNL	E	1.81 .14	2.29 0.03	.1080	.511460 .000020	-----	-----	-.45	-23.0	-0.9	1.95 _{estim}	3	
231 grt	0N 50/52 20	EG83.AP684 -2 / Cupixi	GRT	F	2.02 .03	2.22 0.11	.136602 .000447	.511921 .000054	0.464 0.005	2.054 .001	-.31	-14.0	+1.8	2.06 _{Rb-Sr} .760(a)	825	nt
232 ton	1N 0 / 52 10	eg18am281 2 / Cupixi	GRT	G	2.92 .02	3.06 0.02	.082788 .000081	.510443 .000018	7.143 0.006	52.174 .026	-.58	-42.8	-0.7	2.90 _{Rb-Sr} .702(a)	13	nt
233 ton	1N 0 / 52 10	EG021.P62 / Cupixi	GRT	H	2.95 .04	3.10 0.05	.087394 .000085	.510508 .000032	7.180 0.003	49.680 .043	-.56	-41.6	-1.1	2.90 _{Rb-Sr} .702(a)	13	nt

TAB. 5.2-3: VENTUARI - TAPAJÓS

sps / lit.	coord. g° m' / g° m'	n.campo/ região	lito- logia	ident diagrama	T _{chur} GA	T _{DM2} GA	T _{DM} GA	¹⁴⁷ Sm/ ¹⁴⁴ Nd	¹⁴³ Nd/ ¹⁴⁴ Nd	Sm ppm	Nd ppm	f	ε _{Nd} (t=0)	ε _{Nd} (t)	t _{método} RI _(fonte)	ε _{Sr} (t)	re f.	
208 grt	0 05/60 10	PT-25 / N.Manaus	GRT	A	1.73 .05	2.08 0.04		.119316 .000104	.511758 .000027	6.289 0.005	31.873 .011		-.39	-17.2	+0.4	1.78 _{Rb-Sr} .704 _(g)	23	nt
209 gnd	0 05/60 10	PT-26 / N.Manaus	GRT	B	1.87 .04	2.09 0.03		.070159 .000072	.511081 .000033	4.441 0.003	38.277 .029		-.64	-30.4	-1.6	1.78 _{Rb-Sr} .704 _(g)	23	nt
163 gnl	2N 5/61 35	M 68 / N.Manaus	GNL	C	1.79 .04	2.11 0.03		.111662 .000091	.511636 .000021	6.954 0.003	37.569 .026		-.43	-19.6	-0.6	1.75 _{Rb-Sr} .703 _(h)	7.9	nt
293 gns	5 22N/64 44	MT1036 / Venezuela	GRT	D	1.61 .03	1.91 0.03		.099477 .000068	.511610 .000022	14.133 00.003	85.912 .055		-.49	-20.1	+2.5	1.82 _{Rb-Sr} .702 _(i)	-3.8	nt
290 gns	4 24N/67 8	BA-28 / Venezuela	GRT	E	1.64 .03	1.94 0.03		.098240 .000049	.511575 .000020	3.850 0.001	23.698 .010		-.50	-20.7	+1.9	1.80 _{Rb-Sr} .7035 _(i)	16	nt

292	2 5N/65 0	H508A / Venezuela	GRT	F	1.59 .04	1.90 0.03	.102601 .000053	.511656 .000026	7.611 0.002	44.857	-48	-19.2	+0.5	1.64 _{Rb-Sr} .7059 _(i)	47	nt
386	6 10/49 30	MA5 / Tapajós	GRT	G	1.73 .07	2.09 0.05	.120884 .000341	.511773 .000033	9.020 0.025	45.121 .019	-39	-16.9	+2.1	1.96 _{Rb-Sr} --- _(e)		nt
387		MA 13 / Tapajós	GRT	H	1.81 .05	2.16 0.04	.122166 .000057	.511749 .000026	9.365 0.002	46.355 .019	-38	-17.3	+1.3	1.96 _{Rb-Sr} ---- _(e)		nt
373		CR16 / Tapajós	GRT	I	2.68 .03	2.85 0.03	.089559 .000058	.510741 .000023	8.366 0.004	56.487 .024	-54	-37.0	-10.2	1.96 _{Rb-Sr} .7037 _(e)	22	nt
374		CR 09/ Tapajós	GRT	J	2.00 .03	2.24 0.03	.093462 .000064	.511281 .000018	10.411 0.006	67.359 .025	-52	-26.5	-0.7	1.96 _{Rb-Sr} .7037 _(e)	22	nt
155	10 20/56 5	PT 13-2 / SE.Manaus	VAC	K	1.76 .04	2.09 0.03	.114770 .000096	.511688 .000021	9.189 0.003	48.415 .037	-42	-18.5	-1.3	1.65 _{Rb-Sr} .703 _(h)	6.2	nt
210	6 35/60 0	PT 36 / S.Manaus	BAS	L	----	1.53 ^{nt} 1.47 0.11	.118	.512527 .000045	2.837 0.001	14.454 .010	-18	-2.2	+4.3	1.43 _{K-Ar} (h)		nt
376	8 10/55 30	PT29-3/ SE.Manaus	VAC	M	2.21 .04	2.44 0.03	.097512 .000058	.511192 .000023	6.305 0.003	39.099 .014	-50	-28.2	-7.3	1.65 _{Rb-Sr} (h)		nt

TAB. 5.2-4: Rio Negro - Juruena

sps / lit.	coord. g° m' / g° m'	n.campo/ região	lito-logia	ident diagra ma	T _{chur} GA	T _{DM2} GA	T _{DM} GA	¹⁴⁷ Sm/ ¹⁴⁴ Nd	¹⁴³ Nd/ ¹⁴⁴ Nd	Sm ppm	Nd ppm	f	ε _{Nd} (t=0)	ε _{Nd} (t)	t _{método} RI _{t(tont)}	ε _{Sr} (t)	re f.
377 grt	9 56/61 33	PT21-1 / RNJ-Rond.	GRT	A	1.47 .05		1.87 0.04	.120314 .000075	.511898 .000025	12.523 0.006	62.941 .025	-39	-14.4	-2.5	1.23 _{Rb-Sr} .714 _(h)	156	nt
378 grt	10 39/61 33	PT39A/ R.N.Jur.	GRT	B	1.42 .04		1.76 .03	.103660 .000050	.511772 .000023	11.845 0.003	69.098 .028	-47	-16.9	-0.3	1.40 _{Rb-Sr} .713 _(h)	144	nt
364	0 12N/67 57	PT 33ASU /R.N.Jur.	GRT	C	1.67 .04		1.98 0.03	.104547 .000047	.511624 .000023	14.973 0.003	86.604 .035	-47	-19.8	-2.6	1.46 _{Rb-Sr} .706 _(t)	46	nt
365	0 12N/67 57	PT 33ASW /R.N.Jur.	GRT	D	1.73 .06		2.05 0.05	.111550 .000061	.511671 .000035	17.167 0.006	93.060 .039	-43	-18.9	-3.0	1.46 _{Rb-Sr} .706 _(t)	46	nt
366	0 12N/67 57	UA-6w-6n/ R.N.Jur.	GRT	E	1.70 .05		2.02 0.04	.108585 .000073	.511651 .000028	14.688 0.008	81.796 .031	-45	-19.3	-2.8	1.46 _{Rb-Sr} .706 _(t)	46	nt
156 ton	3 10N/67 40	5532 / R.N.Jur.	GRT	F	1.92 .05		2.18 0.04	.099730 .000119	.511415 .000031	11.397 00.005	69.104 .076	-49	-23.9	-2.2	1.75 _{Rb-Sr} --- _(h)		nt
150 ton	1 0N/69 50	PA-SP-35 / R.N.Jur.	GRT	G	2.05 .05		2.40 0.04	.132480 .000105	.511771 .000021	2.087 0.001	9.526 .006	-33	-16.9	-2.9	1.71 _{Rb-Sr} .703 _(h)	7.2	nt
151 gnd	0 50N/65 55	MI-AB-16-1 / R.N.Jur.	GRT	H	1.90 .03		2.12 0.03	.075288 .000080	.511123 .000024	2.675 0.002	21.485 .016	-62	-29.6	-6.3	1.50 _{Rb-Sr} .705 _(h)	32	nt
154 gnl	9 12/61 55	PT 61 / R.N.Jur.	GNL	I	1.78 .04		2.17 0.03	.130123 .000091	.511857 .000018	8.893 0.003	41.327 .025	-34	-15.2	+0.9	1.90 _{Rb-Sr} .703 _(h)	3.7	nt
164 gnl	10 25/62 20	PT72E1 / R.N.Jur.	GNL	J	1.65 .10		2.08 0.07	.134611 .000146	.511964 .000042	7.243 0.004	32.537 .030	-32	-13.2	+1.9	1.90 _{Rb-Sr} .703 _(h)	3.7	nt

149 gns	9 10/59 15	PT 19 / R.N.Jur.	GRT	K	1.88 .04	2.19 0.03	.113097 .000060	.511602 .000023	5.745 0.003	30.717 .003	-43	-20.2	-1.8	1.73 _{Rb-Sr} .702 _(h)	-6.7	nt
162 gns	10 10/59 15	PT - 7 / R.N.Jur.	GRT	L	1.69 .04	2.04 0.03	.117557 .000148	.511757 .000022	4.767 0.002	24.521 .029	-40	-17.2	+0.3	1.73 _{Rb-Sr} .702 _(h)	-6.7	nt
379 dac	8 21/61 1	PT51 R.N.Jur.	VAC	M	1.31 .04	1.70 0.03	.111464 .000091	.511902 .000024	21.478 0.015	116.52 .048	-43	-14.4	+3.6	1.65 _{Rb-Sr} .703 _(h)	6.2	nt

TAB. 5.2-5: RONDONIANO/SUNSÁS

sps / lit.	coord. g°m'/g°m'	n.campo/ região	lito- logia	iden t diagra ma	T _{chur} GA	T _{DM2} GA	T _{DM} GA	¹⁴⁷ Sm/ ¹⁴⁴ Nd	¹⁴³ Nd/ ¹⁴⁴ Nd	Sm ppm	Nd ppm	f	ε _{Nd} (t=0)	ε _{Nd} (t)	t _{método} RI _{fonte}	ε _{Sr} (l)	ref.
211 gnl	8 35/66 0	PT 14F-2 / R. Branco	GNL	A	1.35 .05		1.67 0.04	.092614 .000036	.511715 .000033	28.377 0.011	185.28 .008	-53	-18.0	+1.9	1.50 _{Rb-Sr} .703 _(h)	3.7	nt
242 trj	8 35/66 0	PT 14F-3 / R. Branco	GRT	B	1.71 .07		2.08 0.05	.123635 .000180	.511815 .000034	27.665 0.016	135.31 .18	-37	-16.1	-2.1	1.50 _{Rb-Sr} .706 _(k)	46	nt
--- gnl	-8 22/66 0	pt15f/Porto Velho/Ron	GNL	C	1.38		1.72	.10	.511763 .000011	-----	-----	-49	-17.1	+1.4	1.5 _{estim}		1
--- gnl	-9 45/66 50	pt143int/ P. Velho/ Ron	GNL	D	1.69	1.92 ^{#1}	2.47	.17	.512342 .000009	-----	-----	-14	-5.8	-0.7	1.5 _{estim}		1
484 ton	-----	PO 05 / Jaurú	GRT	E	1.57 .06		1.95 0.04	.119499 .000052	.511841 .000028	5.110 0.001	25.858 .0010	-39	-15.5	-2.7	1.3 _{estim}		1
159 grt	15 27/58 5	537ammr7 9/Rond. S	GRT	F	1.60 .03		1.90	.097464 .000022	.511593	5.853	36.314	-50	-20.4	-2.3	1.43 _{Rb-Sr} .701 _(l)	-26	nt

157	15 3/58 gnd 24	537ammr10 1.2-Ron.S	GRT	G	1.50 .03	1.79	.086198 .000026	.511547	4.074	28.580	-.56	-21.3	-1.1	1.43 _{Rb-Sr} .701 _(f)	-26	nt
184	12 40/61 38 dio	PT 19 / Guaporé	BAS	H	----	1.06 ^{#1}	-7?	.2320 .0024	.513187 .000033	.498 .005	1.298 .001	.18	+10.7	+6.2	1.0 _{estim}	nt
213	12 10/63 44 anf	PT-04-1 / Guaporé	BAS	I	----	0.93	.178596 .000095	.512832 .000018	6.295 0.002	21.314 .009	-.09	+3.8	+6.3	1.1 _{K-Ar}	nt	
183	13 6/60 40 anf	PT-03 / Guaporé	BAS	J	----	1.48 ^{#1}	-7?	.23226 .00017	.513209 .000028	1.786 0.001	4.650 .002	.18	+11.1	+4.8	1.4 _{K-Ar}	nt
212	13 6/60 40 anf	PT -03A1 / Guaporé	BAS	K	----	0.7	.202655 .000089	.513004 .000022	3.847 0.001	11.479 .004	.03	+7.1	+6.3	1.1 _{K-Ar}	nt	
375	10 10/63 50 bas	pt74/ Porto Velho/Ron	BAS	L	.89 .07	1.47 0.05	.133994 .000088	.512274 .000028	7.530 0.004	33.982 .013	-.32	-7.1	+0.9	1.00 _{K-Ar}	nt	
380	12 35/ 61 30 bas	PT02A Guaporé	BAS	M	----	1.18 ^{#1}	1.20 0.07	.162298 .000079	.512639 .000024	3.936 0.001	14.665 .006	-.17	+0.02	+4.4	1.0 _{K-Ar}	nt

- **Idades modelos** calculado em estágio duplo: $T_{dm_2}^{\#} =$ dados recalculados com modelo de 2 estágios: ^{#1} → $T_2 = t$ e $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}_{T_2} = .100$; ^{#2} → $T_2 = t$ e $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}_{T_2} = 0.11$; ^{#3} → $T_2 = 2,1$ e $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}_{T_2} = 0.11$; ^{#4} → $T_2 = t$ e $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}_{T_2} = 0.15$ (valor médio das amostras ident. I a Q)

- **Referências:** nt = neste trabalho e idades modelos recalculados para este trabalho a partir de dados isotópicos de: 1 = Vignol 1987, 2 = Gruau et. al. 1985 e 3 = Ben Othman et. al. 1984, Gibbs 1983.

- **Fonte Bibliográfica para a coluna t_{método}:** a = Siga Júnior 1986, b = Santos et al 1988, c = Montalvão et. al. 1988, d = Siga Júnior 1988, e = Tassinari dados inéditos, f = Basei 1975, g = Tassinari et. al. 1977, h = Tassinari 1981, i = Barrios 1983, j = Dall'Agno et al 1992, k = Tassinari et al 1976, l = Tassinari 1980, m = Vignol 1987, n = Gruau et al 1985, o = Ben Otman et. al 1984.

Tabela 5.2-6 : dados isotópicos de Nd nas areias fluviais da Bacia Amazônica nas margens do Rio Madre de Dios, provenientes das regiões de Bolívia e Peru. Dados de Basu et. al 1990, recalculados para este trabalho. O erro nas razões $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ tem um valor constante de 0.000015. Aos demais erros não foram encontrados na bibliografia acima referida. Os $\epsilon_{\text{Nd}}(1.3)$ foram calculados com $t=1.3$ estimado. Tdm1 são calculados usando seguintes constantes: $(^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd})_{\text{dm}}=.513114$ e $(^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd})_{\text{dm}}=.222$; Tdm2 é baseado na eq. de DePaolo 1981 com $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}_{\text{chur}}=.512638$ e $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}_{\text{chur}}=.1967$.

amos tra	Tchur	Tdm (1) [#]	Tdm (2) [#]	$^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$	$^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$	Sm ppm	Nd ppm	$\epsilon(0)$	$\epsilon(1.3)$	f
2	0.85	1.35	1.35	.120875	.512218	4.41	22.2	-8.2	+4.4	-.39
4	0.95	1.48	1.49	.130598	.512227	4.40	20.5	-8.0	+2.9	-.34
5	1.03	1.48	1.58	.118644	.512109	7.39	37.9	-10.3	+2.6	-.40
7	1.13	1.55	1.57	.118234	.512056	4.10	21.1	-11.4	+1.7	-.40
8	1.12	1.55	1.58	.121217	.512085	5.08	25.5	-10.8	+1.7	-.38
10	1.20	1.62	1.65	.122065	.512048	3.29	16.4	-11.5	+0.9	-.38
11	1.03	1.44	1.45	.107902	.512038	4.96	27.97	-11.7	+3.0	-.45
12	1.03	1.46	1.47	.112732	.512068	2.39	12.9	-11.1	+2.8	-.43
13	0.82	1.32	1.32	.118705	.512220	5.56	28.5	-8.2	+4.8	-.40
14	1.05	1.48	1.50	.115712	.512078	5.61	29.5	-10.9	+2.5	-.41
16	0.83	1.33	1.33	.118797	.512215	3.69	18.9	-8.3	+4.7	-.40
20	1.02	1.43	1.44	.108916	.512051	7.16	40.0	-11.5	+3.1	-.45
22	1.11	1.52	1.54	.113888	.512033	48.29	258.0	-11.8	+1.9	-.42
23	0.98	1.47	1.48	.125034	.512179	3.07	14.94	-9.0	+2.9	-.36
24	1.10	1.52	1.54	.114959	.512046	4.95	26.2	-11.5	+2.0	-.42
25	0.92	1.38	1.39	.114959	.512144	4.95	26.2	-9.6	+3.9	-.42
26	0.96	1.47	1.48	.126478	.512194	3.86	18.57	-8.7	+3.0	-.36

5.3: FRAGMENTO CRATÔNICO RIO APA

5.3-1 - SÍNTESE GEOLÓGICA

O termo fragmento cratônico Rio Apa foi utilizado por Cordani et. al., 1988, para os terrenos granito-gnáissicos que ocorrem na porção extremo oeste do Brasil, próximo à divisa com o Paraguai, fig. 5.3-1. A parte oriental desse fragmento encontra-se recoberta pelos sedimentos do Paleozóicos da Bacia do Paraná, de modo que as rochas pré-cambrianas ocorrem somente a norte do Rio Apa. As litologias predominantes são granito-gnáissicas, que mostram-se recobertas pelas lavas ácidas de Amoguijá (riolitos e riodacitos) e cortadas pelos granitos pós-tectônicos e rochas associadas da Suíte Intrusiva do Lumiador (Correia et. al., 1979).

Os dados geocronológicos disponíveis para as rochas granito-gnáissicas, obtidos através do método isocrônico Rb/Sr, indicaram idades Paleoproterozóicas ($1,68 \pm 0,03$ Ga; $RI=0,706$; Tassinari 1981b). As idades Rb-Sr obtidas para as rochas vulcânicas ácidas do Amoguijá foram de $1,65 \pm 0,06$ ($RI=0,702$), interpretadas como relativas à sua formação, a partir da diferenciação direta de material mantélico. Por sua vez, as idades Rb-Sr das rochas graníticas da Suíte Intrusiva Lumiador resultaram em isócrona de $1,60 \pm 0,04$ ($RI=0,707$), interpretada como referente à colocação destes corpos intrusivos, formados a partir de fusão de material crustal.

5.3-2 - IDADES MODELO Sm-Nd, (T_{DM})

Os dados Sm-Nd obtidos tanto para as rochas gnáissicas como para as rochas graníticas e vulcânicas ácidas indicaram idades modelos (T_{DM}) relativos ao Paleoproterozóico (2,3 a 1,9Ga, tab. 5.3). Tal intervalo de tempo representa o principal período de acreção de material juvenil, denotando ser contemporâneo ao super evento de acreção das província Ventuari-Tapajós e Maroni Itacaiúnas do Craton Amazônico. Do mesmo modo a fig. 5.3-2 mostra a evolução isotópica ϵ_{Nd} no tempo geológico, em que as linhas de evolução apresentam padrão muito similar ao observado para as rochas da porção ocidental do Craton Amazônico.

Os valores de $\epsilon_{Nd}(t)$, quando calculados para idade de formação ($t_{Rb/Sr} = 1,7$ Ga), distribuíram-se entre -4,1 a + 0,8, com um valor médio de -0,16, sugerindo tempo de residência crustal relativamente curto para os protólitos das rochas analisadas.

SPS /lit.	coord./ (p.local.)	n.campo/ região	lito- logia	ident.	T _{chur} (GA) Goldstein et al 1984	T _{dm2} (GA)	T _{dm} (GA) DePaolo - 1981	¹⁴³ Nd/ ¹⁴⁴ Nd	¹⁴⁷ Sm/ ¹⁴⁴ Nd	Sm ppm	Nd ppm	f	ε _{Nd} (0)	ε _{Nd} (t)	t(Ga) _{mét} Ri _(fonte)	ε _{Sr} (t)	ref
348 / gns	20 45/56 50	4036HA 700	GTD	A	1.59 0.05		1.95 0.04	.511817 .000028	.11802 .00006	11.45 0.004	58.706 0.024	-40	-16.0	+8	1.68 .706 _a	49	nt
349/ gns	21 51/56 50	4007HA5473	GTD	B	1.65 0.04		1.93 0.03	.511528 .000024	.09425 .00004	8.696 0.002	55.893 0.022	-52	-21.7	+3	1.68 .706 _a		nt
350/ rio	21 35/57 30	4037CH42	VAC	C	2.04 0.04		2.34 0.03	.511576 .000022	.11778 .00006	8.207 0.002	42.135 0.017	-40	-20.7	-4.1	1.65 .702 _a	-8	nt
351/ rdc	21 50/57 35	578HA458	VAC	D	1.69 0.03		1.96 0.03	.511442 .000023	.08905 .00007	1.803 0.001	12.243 0.006	-55	-23.3	-0.7	1.65 .702 _a		nt
352/ grt	20 45/56 55	4036HA702	GTD	E	1.53 0.04		1.87 0.03	.511744 .000025	.10789 .00006	7.215 0.002	40.437 0.017	-45	-17.4	+7	1.60 .707 _a	62	nt

TAB. 5.3 - Dados Sm e Nd relativos ao Fragmento Cratônico Rio Apa. (Obs.: nota explicativa da tabela encontra-se no apêndice I).
Ref.: nt = neste trabalho; a = Tassinari (1981b)

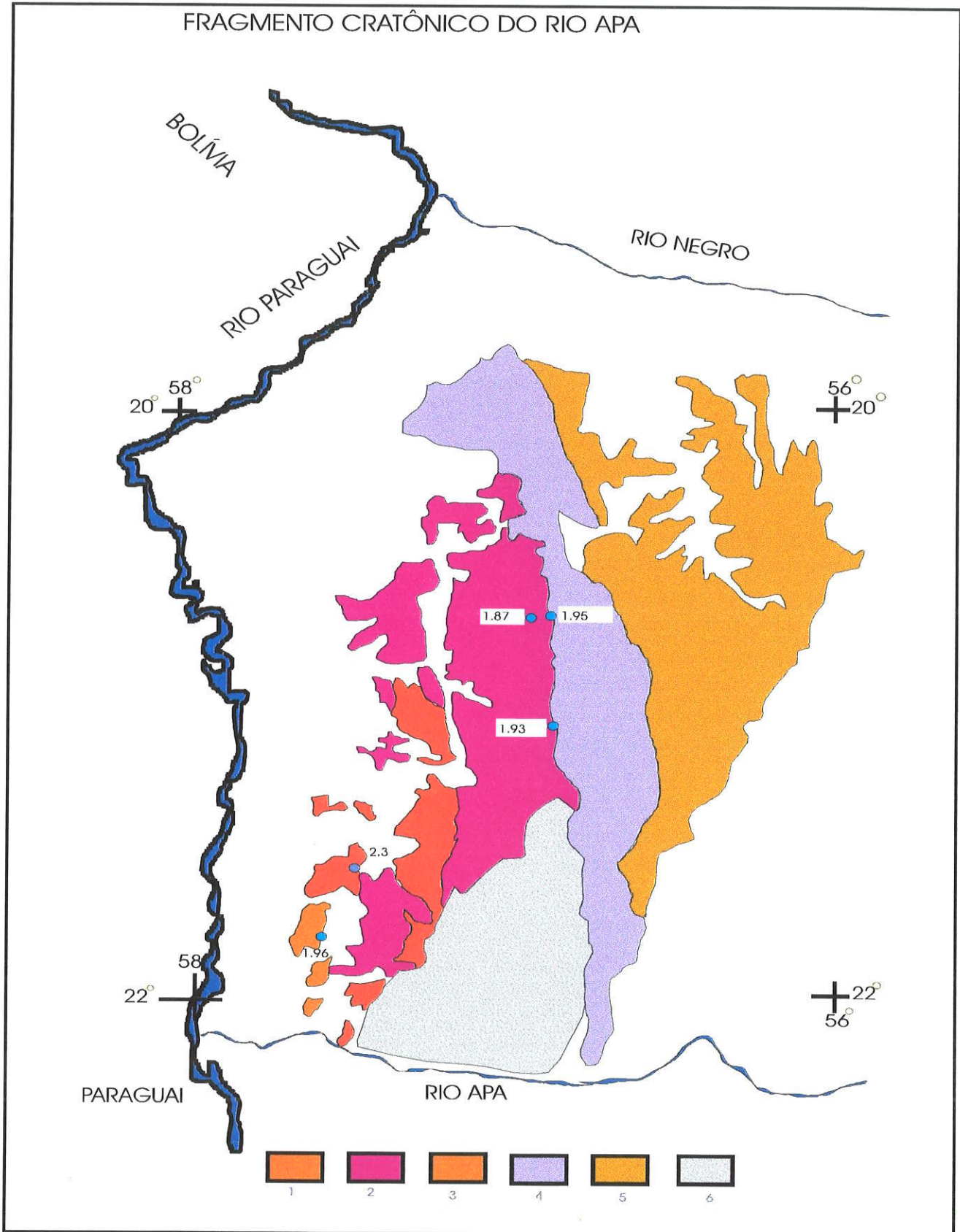


Fig.5.3-1: Mapa geológico simplificado do Fragmento Cratônico do Rio Apa (baseado em Schobbenhaus et. al. 1984). Localização das amostras com datação Sm-Nd (Tdm).

Legenda: 1 - vulcânica ácida; 2 - migmatito, gnaiss, granito, anfíbolito, biotita-xisto; 3 - granito; 4 - metassedimento (calcário, marga, dolomito, ...); 5 - metasseamento (quartzito, filito, xisto...); 6 - migmatito, gnaiss, granitóide, anfíbolito, granulito

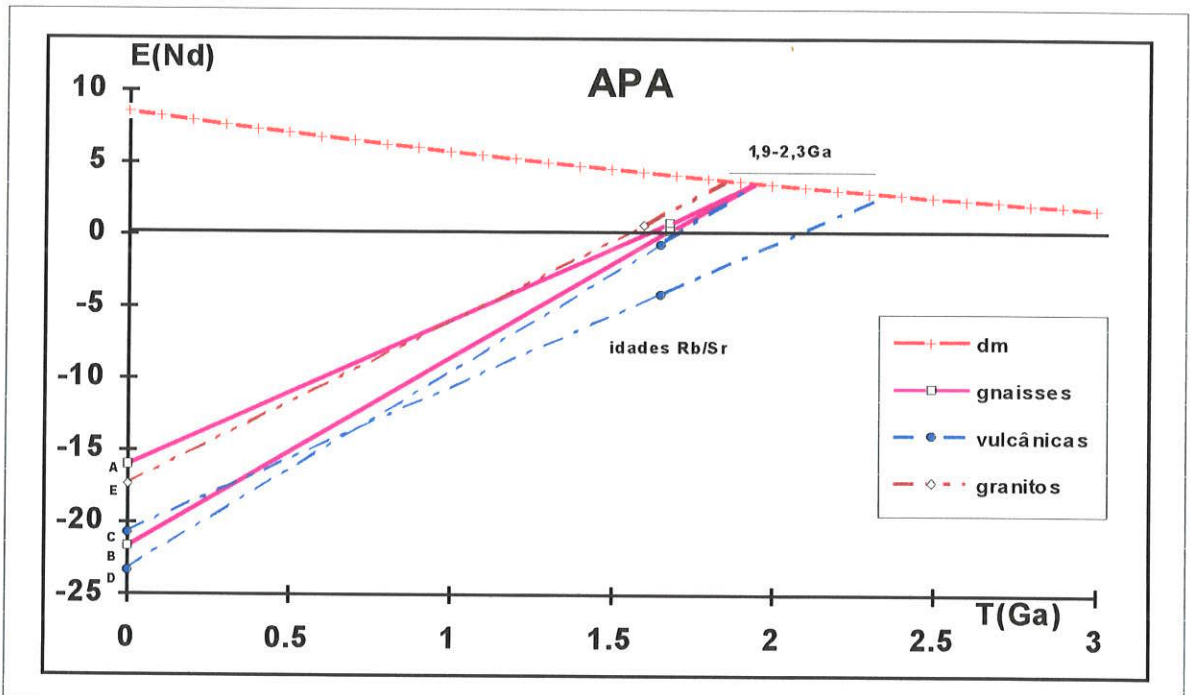


Fig.5.3-2: Diagrama ϵ_{Nd} versus tempo geológico - Fragmento Crustal Rio Apa. Os dados isotópicos das amostras encontram-se na tab. 5.3.

5.4: - CRATON DE SÃO LUIS

5.4-1 SÍNTESE GEOLÓGICA

O Cráton de São Luís é considerado como uma pequena parte do Cráton Oeste Africano que sobrou no continente sulamericano após a fragmentação da Pangea. A denominação Craton de São Luís foi dada por Cordani (1968), através das evidências de uma área estável e antiga no litoral dos Estados de Maranhão e Pará.

O embasamento é constituído predominantemente de rochas gnáissico-migmatíticas, apresentando composição granítica a tonalítica.

As datações radiométricas Rb-Sr e K-Ar de amostras do Craton de São Luis indicaram idades em torno de 2,0Ga (Hurley et. al., 1967). Estas idades Transamazônicas foram posteriormente confirmadas por Hama (apud Costa et. al., 1977). Do mesmo modo também encontram-se idades Paleoproterozóicas no embasamento a Oeste da Faixa móvel Trans-Sahariana do cráton Oeste Africano, (Caby et. al. 1981).

5.4-2 - IDADES MODELO Sm-Nd (T_{DM})

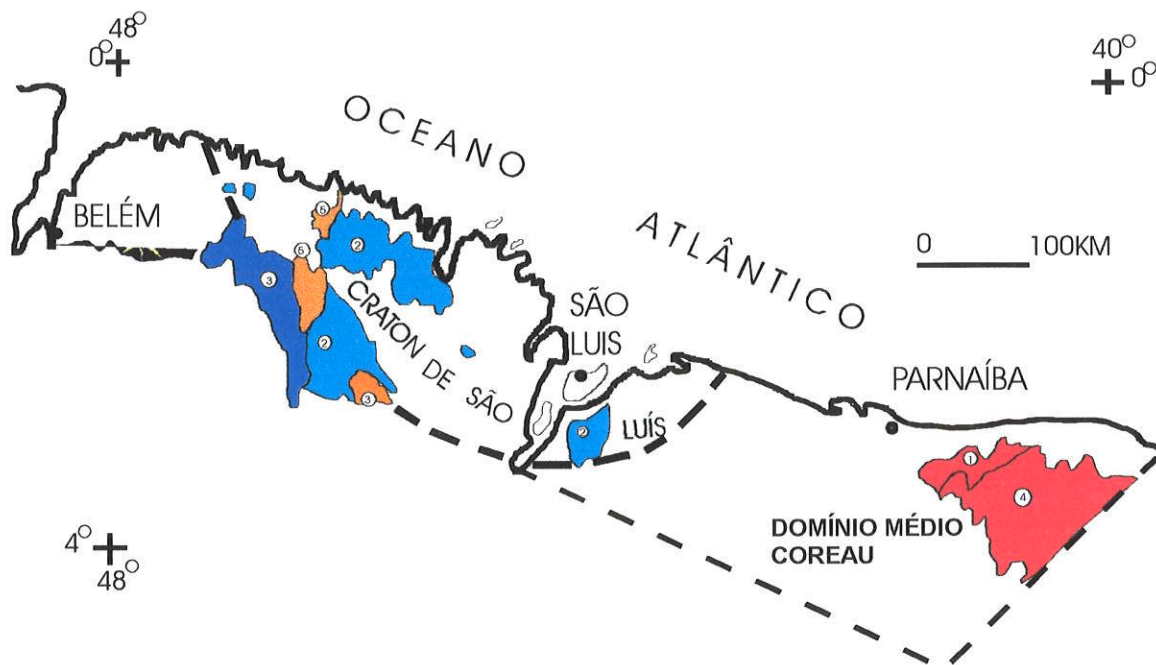
Apenas uma datação Sm-Nd (T_{DM}) foi efetuada neste trabalho em rocha granitóide pertencente ao Craton de São Luís. Esta rocha indicou idade T_{DM} de 2,1Ga (tab. 5.4) sugerindo acreção de material juvenil durante Paleoproterozóico, contemporâneo aos eventos de acreção da região Setentrional do Cráton Amazônico (Província Maroni-Itacaiunas).

TABELA:5.4 - Craton SÃO LUIS

SPS /lit.	coord./ (p.local.)	n. campo região	lito-logia	T_{chur} (Ga) Goldstein et.al.1984	T_{dm2} (Ga) estágio duplo	T_{dm} (Ga) DePaolo 1981	$^{143}Nd-^{144}Nd$	$^{147}Sm-^{144}Nd$	Sm ppm	Nd ppm	f	$\epsilon_{Nd}(0)$
301 ton	São Luis	CSL SÃO LUIS	GTD	1.72 0.05		2.10 0.04	.511844 .000024	.12671 .00008	2.596 0.001	12.39	-.36	-15.5

Obs.: dados obtidos neste trabalho.

CRATON DE SÃO LUÍS



- CRATON DE SÃO LUÍS** : 2 = MARACAÇUMÉ + TROMAÍ; - Tdm = 2.1Ga
- FAIXA DOBRADA 3 - SANTA LUZIA**
- DEPÓSITOS MOLÁSSICOS: PIRIÁ**

- DOMÍNIO MÉDIO COREAU** - 1 = Granja; 4 = Medio Coreau (Tdm = 2.4-2.7Ga)

FIG. 5-4.1: MAPA GEOLÓGICO DO CRÁTÓN S. LUIS

5-5: FAIXA DE DOBRAMENTOS PARAGUAI - ARAGUAIA / TOCANTINS E DOMÍNIO MÉDIO COREAU

5.5-1 SÍNTESE GEOLÓGICA

FAIXA PARAGUAI-ARAGUAIA/TOCANTINS - Esta faixa inclui um extenso conjunto de rochas metamórficas que ocorre desde a bacia do Rio Paraguai, nos Estados do Mato do Grosso do Sul e Mato Grosso até o baixo curso dos Rios Araguaia e Tocantins nos Estados de Goiás e Pará. Nos Estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, foi denominada de Faixa Paraguai - Araguaia (Almeida 1965), sendo representada pelos Grupos Cuiabá, Corumbá e Jacadigo. Na porção setentrional é representada pelo Supergrupo Baixo Araguaia, que inclui os Grupos Estrondo e Tocantins (Marini et. al. 1984). As exposições de rochas pertencentes ao embasamento cristalino ocorrem em pequena escala nas regiões de Colméia, Cantão e Porto Nacional (figs. 5.5-1 e 5.-9-2).

O Complexo Colméia inclui rochas gnáissicas e migmatíticas, interpretadas como possíveis núcleos de embasamento (Costa, 1980). Nas regiões de Cantão - Xambioá, a norte de Colméia, afloram núcleos com estruturas dômicas (Hasui et. al. 1984) de litologia ortognáissica. Os dados Rb/Sr e K-Arobtidos por Hasui et. al. (1980) e idades Pb-Pb em zircão (Moura e Gaudette, 1993) indicaram uma evolução policíclica para as rochas desse domínio. Foram obtidos valores próximos à 2,7Ga, 1,8Ga, bem como entre 1,0 e 0,5Ga, sugerindo tratar-se de terrenos arqueanos, retrabalhados no Paleoproterozóico e posteriormente durante Neoproterozóico.

Rochas gnáissico-migmatíticas, graníticas, tonalíticas, bem como rochas vulcânicas ácidas a intermediárias (riolitos, dacitos, riodacitos) que ocorrem a sudeste de Colméia, região de Brejinho de Nazaré, indicaram através do método isocrônico Rb-Sr idades de 0,59Ga (RI=0,712) e 1,86Ga (RI=0,704; Tassinari et. al. 1980). Rochas granulíticas incluídas assim no denominado Complexo Porto Nacional indicaram, através do método Rb/Sr, idades Paleoproterozóicas, entre 2.18 e 2.18Ga (Garayeb e Lafon, 1996), interpretadas pelos autores como relativas à época do metamorfismo de alto grau.

No interior dos Grupos Estrondo, Tocantins, Cuiabá, Jacadigo e Coumbá foram obtidas datações pelo métodos Rb-Sr e K-Ar em rochas gnáissicas, filíticas, xistos e ardósias todas com idades Neoproterozóicas variando desde 0,98 a 0,47Ga (Hasui, 1980, Marini et. al 1984; Cordani e Tassinari, 1979). Datação efetuada recentemente por Kawashita et. al. (1996), em rochas carbonáticas da Fm Araras (Gr. Corumbá) indicou idade de 0,595Ga (inferências com base em razões $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$), sendo esta idade contemporânea à deposição do Super grupo São Francisco. Os registros fossilíferos do Gr. Corumbá, segundo Zaine e Fairchild (1987), sugerem seu posicionamento no Vendiano.

DOMÍNIO MÉDIO COREAU - Os terrenos dobrados e retrabalhados no Ciclo Brasileiro, a NW de Lineamento Transbrasiliano tais como Granja e Médio Coreau serão denominados neste trabalho de Domínio Médio Coreau. Trata-se de regiões predominantemente gnáissico-migmatíticas consideradas como extensão da orogênese Transamazônica - Eburneana, retrabalhadas em parte no Ciclo Brasileiro (fig. 5.4-1 e 5.5-1), e considerados como borda tectonizada do Craton W. Africano.

5.5-2 - IDADES MODELO Sm-Nd

FAIXA PARAGUAI-ARAGUAIA / TOCANTINS

Quinze análises radiométricas Sm-Nd são disponíveis para os núcleos de embasamento neste setor (Colmeia e Porto Nacional), seis das quais obtidas neste trabalho (tab. 5.5A e figs 5.5-1 e 2).

Os terrenos gnáissico-migmatíticos pertencentes ao Complexo Colméia, apresentaram idades Sm-Nd (T_{DM}) distribuídas entre 3,4 e 2,9Ga. (tab.5.5, amostras = D, E e J a O). Do mesmo modo as rochas ortognáissicas formadas durante o Ciclo Transamazônico, na região de Cantão, indicaram idades modelo Sm-Nd (T_{dm}) arqueanas (2,91 a 2,82Ga; tab. 5.5, amostras = G, H e I). Tais valores caracterizam o Arqueano como o principal período de diferenciação mantélica dos protólitos. Nota-se que diversas dessas rochas formadas no Arqueano (2,8Ga) apresentam idades de diferenciação manto - crosta bastante próximas às de cristalização magmática, caracterizando pequeno período de residência crustal. O mesmo não ocorre em relação aos gnaisses e migmatitos

formados durante o Ciclo Transamazônico, cujos protólitos foram diferenciados do manto no Arqueano.

As rochas que ocorrem nos arredores de Porto Nacional, com datações Neoproterozóicas (0,97-0,59Ga) apresentam idades Sm-Nd (T_{DM}) de 2,93, 1,96 e 1,21Ga (tab. 5.5, amostras = A, B e C). Tal comportamento permite sugerir diferentes períodos de acreção juvenil ou, alternativamente, mistura de materiais diferentes em idade e conteúdo de ETR, para os protólitos dessas rochas.

O diagrama $\epsilon_{Nd} \times T(\text{Ga})$, fig. 5.5-3, mostra o padrão de evolução isotópica de Nd no tempo geológico para as rochas da porção setentrional (Cinturão Araguaia - Tocantins). Verifica-se que, de um modo geral, a acreção de material juvenil ocorreu predominantemente durante o Arqueano, sugerindo que a região constitui uma extensão da parte oriental da Província Amazônia Central do Craton Amazônico.

DOMÍNIO MÉDIO COREAÚ

As acreções de material juvenil nos terrenos do Domínio Médio Coreau ocorreram predominantemente a no final do Arqueano e início do Paleoproterozóico (2,7 a 2,4Ga), conforme as idades modelo Sm-Nd indicadas na tab. 5.5B.

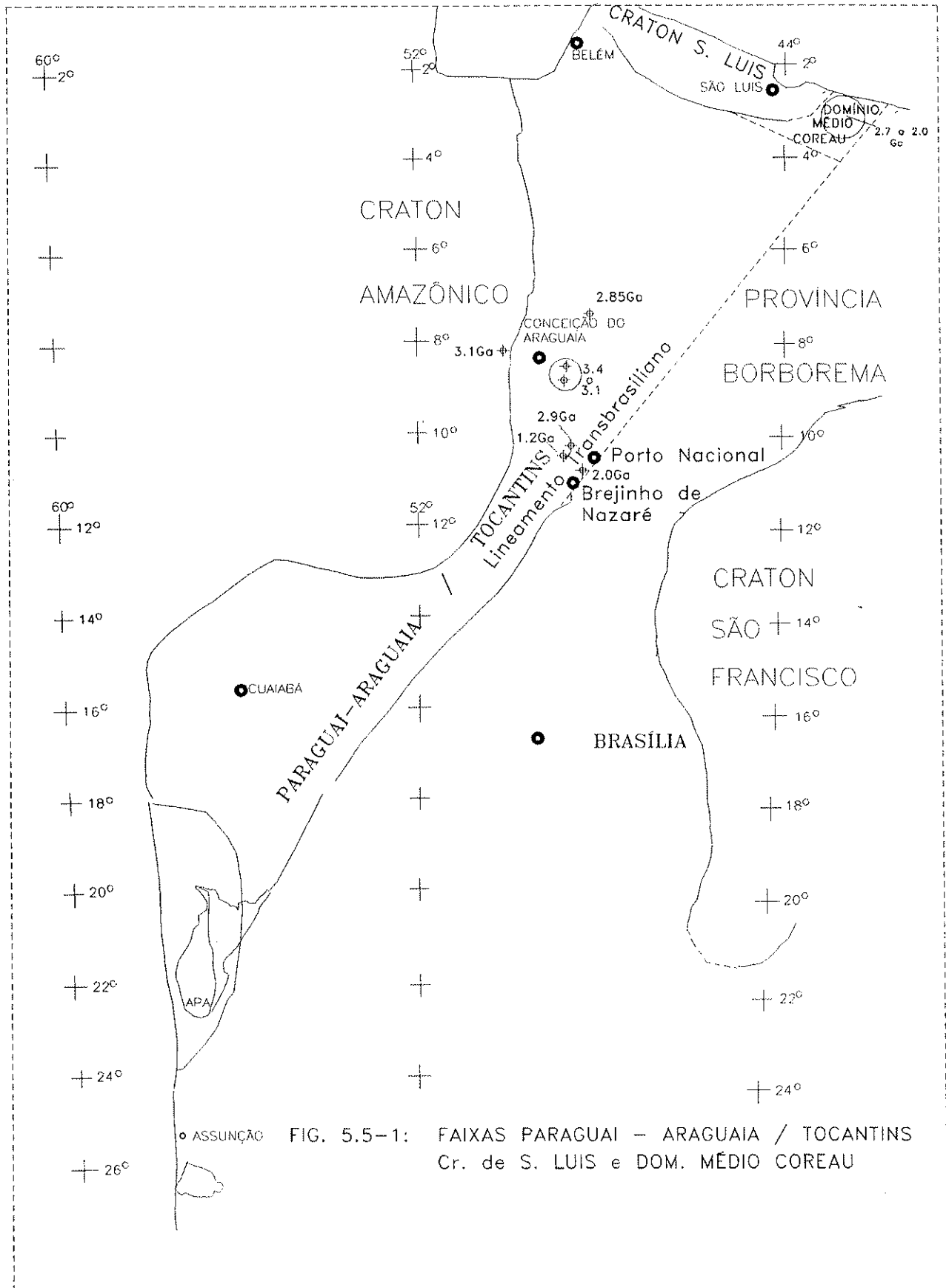


FIG. 5.5-1: FAIXAS PARAGUAI - ARAGUAIA / TOCANTINS
Cr. de S. LUIS e DOM. MÉDIO COREAU

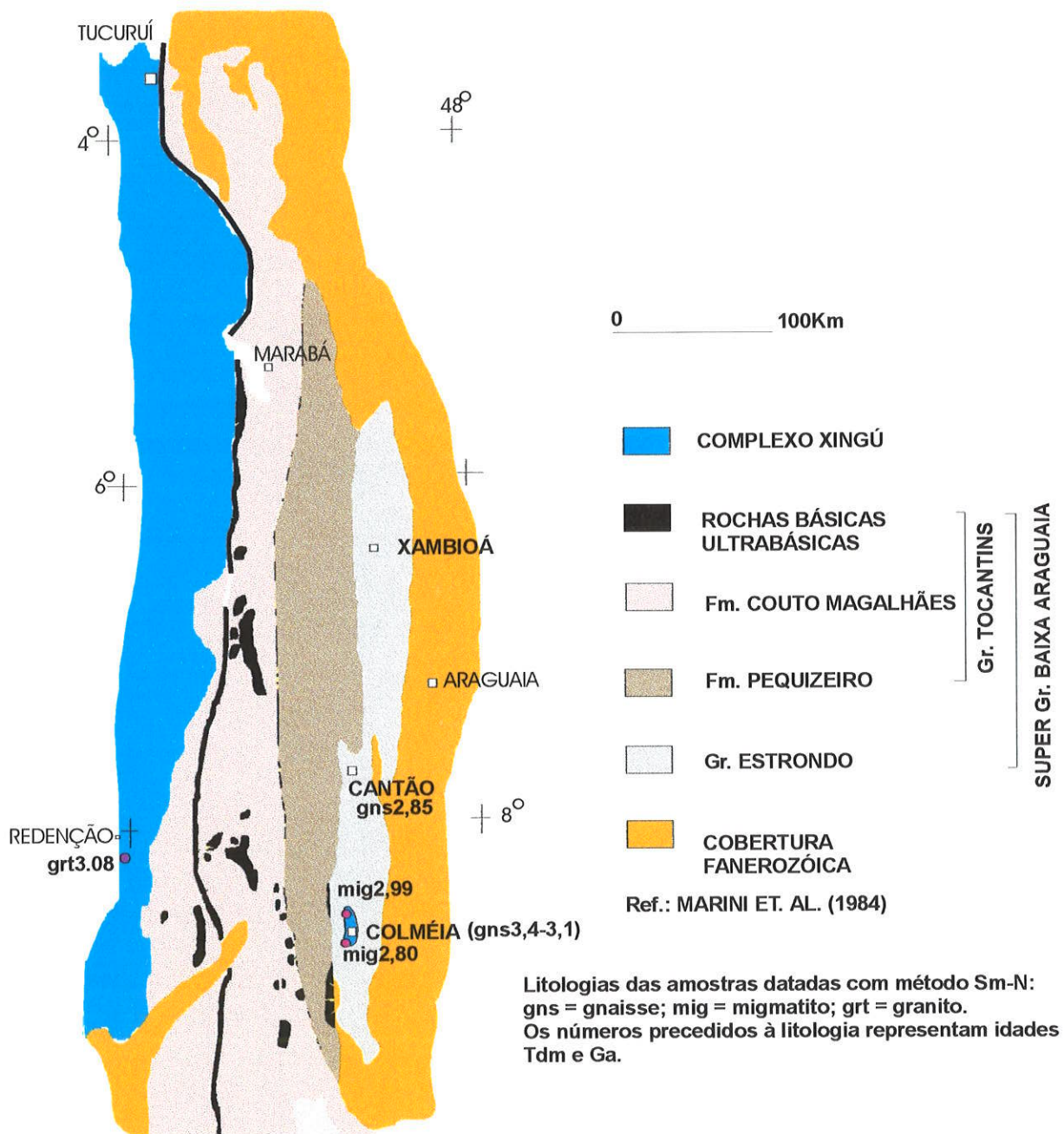


Fig. 5.5-2: Mapa geológico da porção setentrional da Faixa de dobramentos Paraguai-Araguaia / Tocantins. Localização aproximada das amostras datadas com método Sm-Nd.

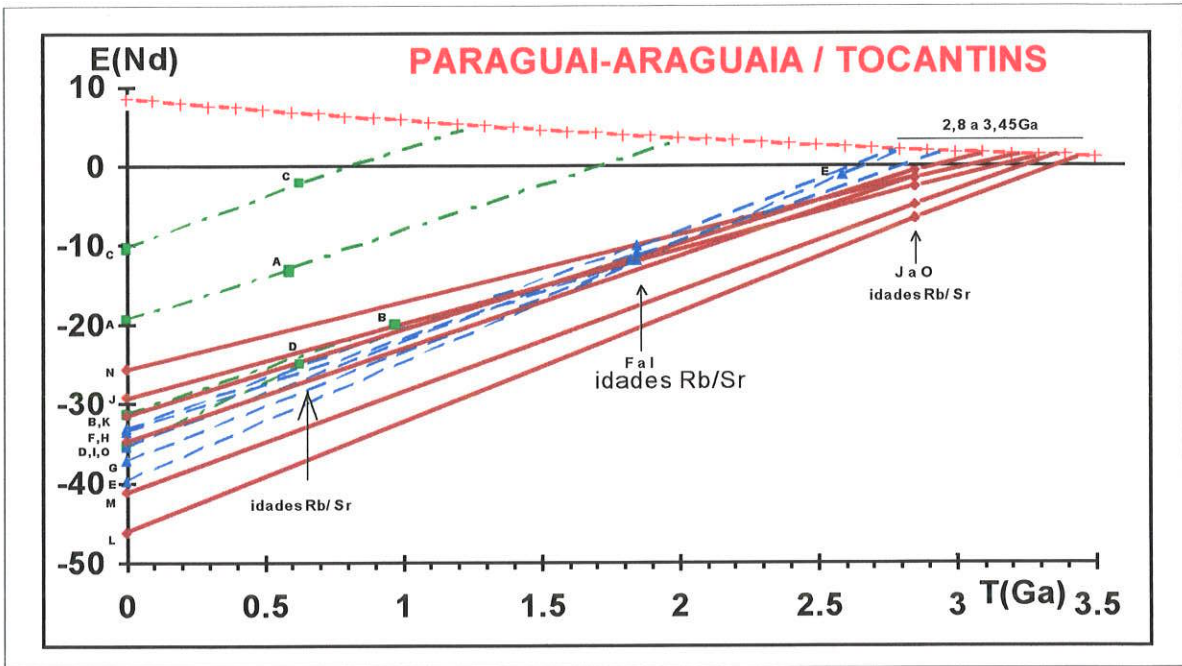


Fig. 5.5-3: Diagrama ϵ_{Nd} versus tempo geológico - Faixas Paraguai / Araguaia - Tocantins (porção Setentrional). Os dados isotópicos das amostras encontram-se na tab.5.6.

TAB. 5.5 A- Idades modelo Sm-Nd (T_{dm}), composições isotópicas e análises quantitativas Sm-Nd das amostras das Faixas PARAGUAI-ARAGUAIA / TOCANTINS

SPS /litol	coord./ (p.local.)	n.campo/ região	lito- logia	ident. (diagra ma)	T_{chur} (GA) Goldstein et al 1984	T_{dm2} (GA)	T_{dm} (GA) DePaolo - 1981	$^{143}Nd/^{144}Nd$	$^{147}Sm/^{144}Nd$	Sm ppm	Nd ppm	f	ϵ_{Nd} (0)	ϵ_{Nd} (t)	$t(Ga)_{met}$ Ri(fonte)	ϵ_{Sr} (t)	ref	
396/ gns	10 57/48 37	GO527	GTD	A	1.64 0.06		1.96 0.05	.511641 .000039	.104421 .000063	8.048 0.003	46.606 0.022		-47	-19.4	-13	0.59 _{Rb/Sr} .712 _a	116	nt
397/ gns	10 01/48 55	GO-PN-422	GTD	B	2.74 0.06		2.93 0.04	.511032 .000033	.107984 .000051	5.434 0.001	30.430 0.013		-45	-31.3	-20	0.97 _{Rb/Sr} .707 _a	51	nt
398/ grt	10 18/48 56	GO69	GTD	C	0.80 0.02		1.21 0.01	.512108 .000010	.095816 .000042	3.980 0.001	25.118 0.009		-51	-10.3	-2.2	0.63 _{Rb/Sr} .709 _a	74	nt
661 grt	8 10/50 03	458 az-rm-201	GTD	D		3.08 ^{#2}	2.66 0.04	.510844 .000031	.086795 .000052	8.407 .003	58.575 .029			-35.0	-26	.63 _{Rb/Sr} .709 _b	74	nt
402/ mig	8 44/48 44	CM07	GTD	E	2.64 0.05		2.80 0.04	.510604 .000040	.080034 .000160	0.521 0.001	3.944 0.002		-59	-39.7	-1.1	2.59 _{Rb/Sr} .705 _b	50	nt
395/ mig	8 33/48 50	497BC38-2	GTD	F	2.81 0.03		2.99 0.03	.510922 .000018	.104246 .000056	10.57 0.04	61.319 0.023		-47	-33.5	-12	1.83 _{Rb/Sr} .715 _b	180	nt
--- o.gns	~9 --/ ~49 --	88-19/ Cantão (C. Araguaia)	GTD	G	2.75		2.91	.510731	.09144	9.148	60.5		-54	-37.2	-12.	1.85 _{Rb/Sr}		1
--- o.gns	~9 --/ ~49 --	88-22/ Cantão (C. Araguaia)	GTD	H	2.65		2.83	.510936	.09917	14.694	89.6		-50	-33.2	-10	1.85 _{Rb/Sr}		1
--- o.gns	~9 --/ ~49 --	fc127/ Cantão (C. Araguaia)	GTD	I	2.65		2.82	.510822	.09266	15.66	102.2		-53	-35.4	-11	1.85 _{Rb/Sr}		1
--- o.gns	~9 --/ ~49 --	88-08/ Gr.Rica (C. Araguaia)	GTD	J	3.10		3.28	.511142	.12377	3.234	15.80		-37	-29.2	-2.6	2.85 _{Rb/Sr}		1
--- o.gns	~9 --/ ~49 --	88-11/Gr.Rica (C. Araguaia)	GTD	K	2.92		3.10	.511027	.11322	3.651	19.5		-42	-31.4	-0.7	2.85 _{Rb/Sr}		1
--- o.gns	~9 --/ ~49 --	88-13/Gr. Rica (C. Araguaia)	GTD	L	3.33		3.45	.510277	.08959	3.363	22.7		-54	-46.1	-6.7	2.85 _{Rb/Sr}		1
--- o.gns	~9 --/ ~49 --	90-37/ Cacol. (C. Araguaia)	GTD	M	3.23		3.36	.510531	.09804	3.129	19.3		-50	-41.1	-4.9	2.85 _{Rb/Sr}		1
--- o.gns	~9 --/ ~49 --	90-39/ Cacol. (C. Araguaia)	GTD	N	3.03		3.23	.511325	.13115	2.299	10.6		-33	-25.6	-1.5	2.85 _{Rb/Sr}		1
--- o.gns	~9 --/ ~49 --	90.40/ Cacol. (C. Araguaia)	GTD	O	2.99		3.15	.510861	.10671	1.447	8.2		-46	-34.7	-1.5	2.85 _{Rb/Sr}		1

a= Hasui et. al., 1980; b = Tassinari, relat. interno Projeto RADAMBRASIL, SC22, Tocantins;

nt = neste trabalho; 1 = Moura e Gaudette, 1994

Ver nota explicativa da tabela no anexo 1

TABELA:5.5B - DOMÍNIO MÉDIO COREAU

SPS /lit.	coord./ (p.local.)	n. campo/ região	lito- logia	diag. pontos	T _{chur} (Ga) Goldstein et.al.1984	T _{dm2} (Ga) estágio duplo	T _{dm} (Ga) DePaolo - 1981	¹⁴³ Nd- ¹⁴⁴ Nd	¹⁴⁷ Sm- ¹⁴⁴ Nd	Sm ppm	Nd ppm	f	ε _{Nd} (0)	ε _{Nd} (t)	t(Ga) _{mét.} Ri _(fonte)	ε _{Sr} (t)	ref	
302 gns	GRANJA	MG 15 GRANJA	GTD		2.15 0.08		2.40 0.06	.511365 .000046	.10669 .00011	6.716 0.003	38.066 0.036		-46	-24.8	-4.2	1.8		nt
415 gns	3 21/40 30	MCO B-1 M.Coreau	GTD		2.35 .03		2.56 .02	.511055 .000019	.094687 .000055	4.727 002	30.188 .012		-52	-30.9	-20	.86 Rb/Sr .709 _(e)	78	nt
416 gnl	3 4/40 50	MG 5A S.Luiz/Coreau	GTL		2.10 .04		2.39 .03	.511514 .000022	.115546 .000056	3.796 .001	19.866 .008		-41	-21.9	-5.3	1.61 Rb/Sr _(b)		nt
--- grt	3 14/41 11	BRPI 94.1	GTD		2.44		2.69	.511406 .000009	.12011	2.89	14.55		-39	-24	-2.5	2.20 _{est}		3
--- gnl		BRCE94.3	GTL		2.30		2.54	.511334 .000010	.11058	4.93	26.96		-44	-25.4	-1.3	2.2		3
--- grt	3 47/40 42	BRCE94.5	GTD		1.62		1.96	.511727 .000010	.11140	19.92	108.13		-43	-17.8	6.2	2.2 _{est}		3
--- gtd	3 33/40 27	BRCE94.14	GTD		0.25?		1.33?	.512578 .000008	.16072	2.82	10.61		-18	-1.2	2.5	0.8 _{est}		3
--- sie	3 15/40 21	BRCE94.18	GTD		1.74		2.01	.511439 .000009	.09181	8.87	58.42		-53	-23.4				3
--- gns	3 14/40 21	BRCE94.19	GTD		2.27?	2.63^{#2}	2.45?	.510717 .000007	.06835	3.60	31.85		-65	-37.5	-4.7	2.0 _{est}		3
--- gns.m	3 25/40 41	BRCE94.29	GTD		2.26		2.49	.511216 .000008	.10111	1.55	9.27		-49	-27.7	-9	2.0 _{est}		3

REF: nt = neste trabalho; 3 = Fetter et. al dados inéditos (trabalho de doutorado em andamento - Kansas - USA).

Ver nota explicativa da tabela no anexo I.

5.6: CRATON DE SÃO FRANCISCO

5.6-1 - SÍNTESE GEOLÓGICA

O Craton de São Francisco é uma plataforma sin-Brasiliana que ocupa, além do Estado da Bahia, grande parte do Estado de Minas Gerais, e cujo embasamento consolidou-se em época pré-Brasiliana (Almeida 1977). Os seus limites tectônicos são representados pelas faixas móveis Neoproterozóicas denominadas de Sergipano (Nordeste), Riacho do Pontal - Rio Preto (Norte), Araçuaí (Sudeste) e Brasília (Oeste), fig. 5.6-0.

Da literatura especializada constam vários trabalhos específicos sobre a evolução geológica e a terminologia lito-estratigráfica dos elementos geotectônicos, permitindo ao autor concentrar-se na parte geocronológica. Os comentários seguintes serão efetuados com base em Sato (1986) e conforme as subdivisões sugeridas por Mascarenhas e Garcia (1989).

- Arqueano Inferior - Médio > 3,0Ga: Na porção setentrional do craton (região central da Bahia), encontram-se vários registros radiométricos com idades superiores a 3,0Ga (U-Pb, Rb-Sr e Pb-Pb), na forma de núcleos isolados e preservados, a exemplo dos terrenos granodiorito / tonalíticos de Boa Vista, Sete Voltas, Rio Capim e dos granulitos de Mutuipe. Os dados geocronológicos disponíveis até 1986 apontavam a existência de terrenos antigos nesses setores, mas não caracterizavam um quadro geotectônico definido. As novas determinações radiométricas com o método Sm-Nd efetuadas por Sato (1986), Wilson (1987), Barbosa (1990), Marinho (1991), Martin et. al. (1996), bem como as determinações U-Pb em zircão através técnica de SHRIMP (Nutman e Cordani, 1993), permitiram reconstituir os principais eventos de acreção manto - crosta continental destes terrenos, e que serão discutidos adiante.

- Arqueano Superior (3,0 a 2,5Ga): o período mais expressivo em termos de formação de rochas, no Craton do São Francisco, distribui-se entre 2,9 a 2,65 Ga, a exemplo dos terrenos granulíticos de Jequié, e gnáissico-migmatíticos do Bloco de Gavião (BA), Bonfim, (MG) e Campo Belo (MG).

- Paleoproterozóico (2,5 a 1,6Ga): o Ciclo Transamazônico (2,15 a 1,75Ga) foi marcante como formador de rochas graníticas, gnáissicas e migmatíticas nas faixas móveis Salvador - Juazeiro e Correntina - Guanambi. Neste período, a porção oriental (Complexo Jequié e região de Itabuna - Salvador - Juazeiro) sofreu importante soerguimento, promovendo resfriamento de terrenos que se encontravam a isothermas superiores a 500 °C conforme indicado pela maioria dos resultados K-Ar.

- Mesoproterozóico (1,6 a 1,0Ga): este período caracteriza-se pela dinâmica geológica ocorrida com o desenvolvimento do Ciclo Espinhaço (1,75 a 1,0Ga) especialmente na região Central do Craton. As fases terminais do Ciclo Transamazônico (1,8 a 1,7Ga) desencadearam os processos tectono-magmáticos (metariolitos Rio dos Remédios e rochas graníticas de Lagoa Real). O climax da evolução tectônica do Ciclo Espinhaço foi estimado em torno de 1,3 \pm 0,1Ga, pelo metamorfismo regional de fácies xisto-verde a anfibolito que afetou essas seqüências, seladas por magmatismo de caráter anorogênico da ordem de 1,0Ga.

- Neoproterozóico (1,0 a 0,57Ga): o início deste período geológico foi marcado pela deposição dos sedimentos do Grupo Bambuí e de seus possíveis cronocorrelatos (Una, Rio Pardo, Miaba, etc.).

A maioria dos dados Rb-Sr e K-Ar indicaram resfriamento final entre 0,6 a 0,45Ga, nos sistemas de dobramentos marginais e também na região do Espinhaço. As idades K-Ar Neoproterozóicas no Espinhaço são consideradas como reativações localizadas, reflexos dos sistemas marginais de dobramentos Brasileiros.

5.6-2 - EVOLUÇÃO CRUSTAL DO CRATON DE SÃO FRANCISCO COM BASE NAS IDADES MODELO Sm-Nd, T_{DM}

GENERALIDADES:

Segundo Sato (1986) os terrenos da porção setentrional do Craton do S. Francisco, com base em diagramas de evolução isotópica de Sr, cerca de 70% de material crustal teria sido formado no Arqueano, e aproximadamente 30% como material juvenil, no Paleoproterozóico. Dos terrenos formados no Arqueano, cerca 30% teriam permanecido como núcleos preservados, e cerca de 40% teriam sido inteiramente ou parcialmente retrabalhados no Paleo-Mesoproterozóico.

Os dados de Sr de Pb, acoplados aos obtidos recentemente através do método Sm-Nd (T_{DM}) permitiram um importante refinamento em termos de evolução crustal. Para uma melhor visualização do quadro evolutivo, serão discutidos separadamente os padrões isotópicos relativos aos Complexos Contendas-Mirante, Jequié, Campo Belo-Bonfim-Belo Horizonte, Bloco do Gavião, Jacobina, Lagoa Real - Riacho de Santana, e Norte-Oriental do C. S. Francisco, e Norte-Ocidental (Correntina) (fig. 5.6.0).

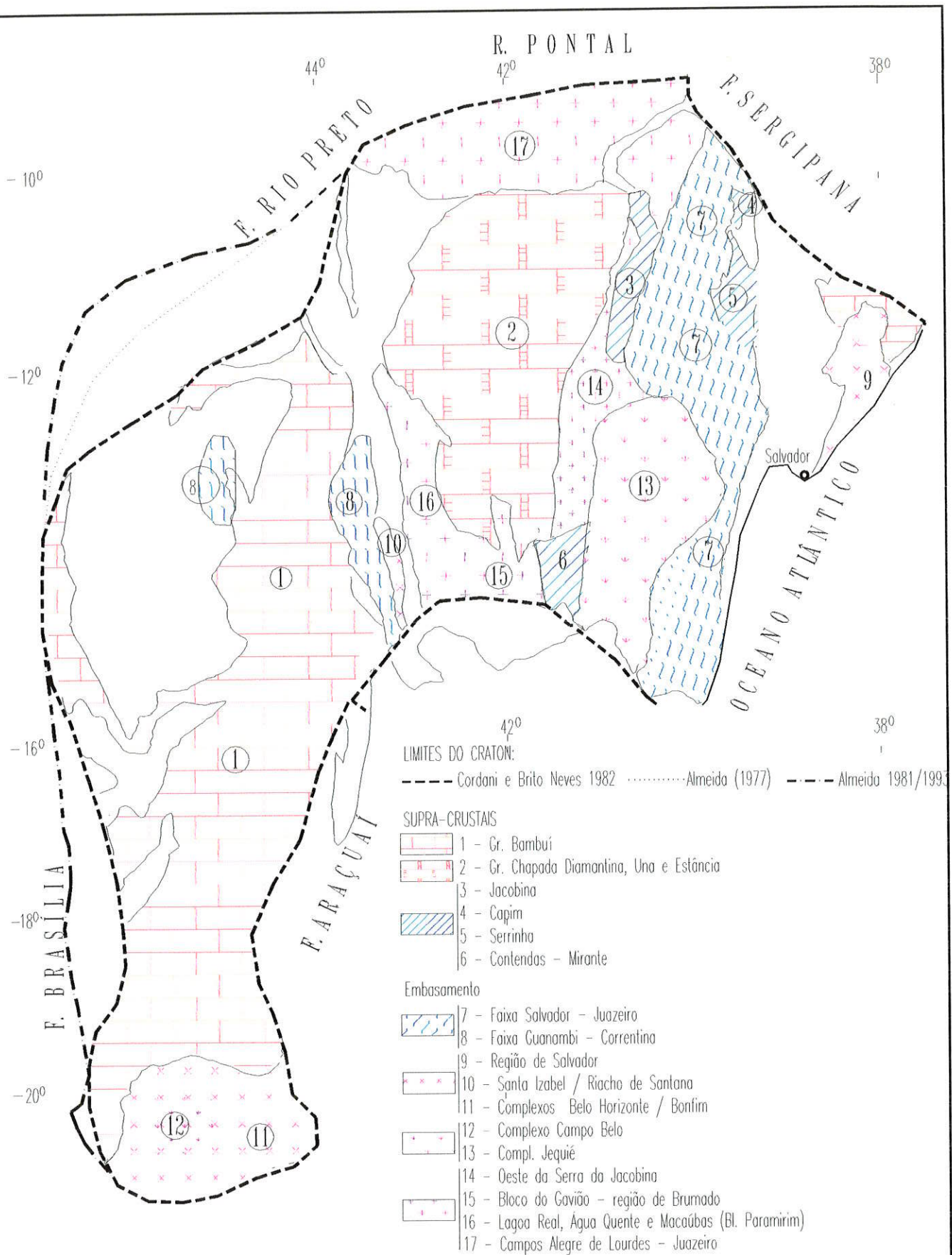


FIG. 5.6-0. MAPA GEOLÓGICO SIMPLIFICADO BASEADO EM CORDANI E BRITO NEVES 1982: Coberturas do Proterozóico Superior e Médio (1 e 2); Proter. Inferior - seqüências supra crustais (3, 4, 5 e 6), terrenos de alto grau (7 e 8), terrenos granítico-gnaíssico-migmatíticos (9); Arqueano - terrenos de alto grau (12 e 13), terrenos granítico-gnaíssico-migmatíticos, em parte do Prot. inferior (10, 11, 14, 15, 16 e 17)

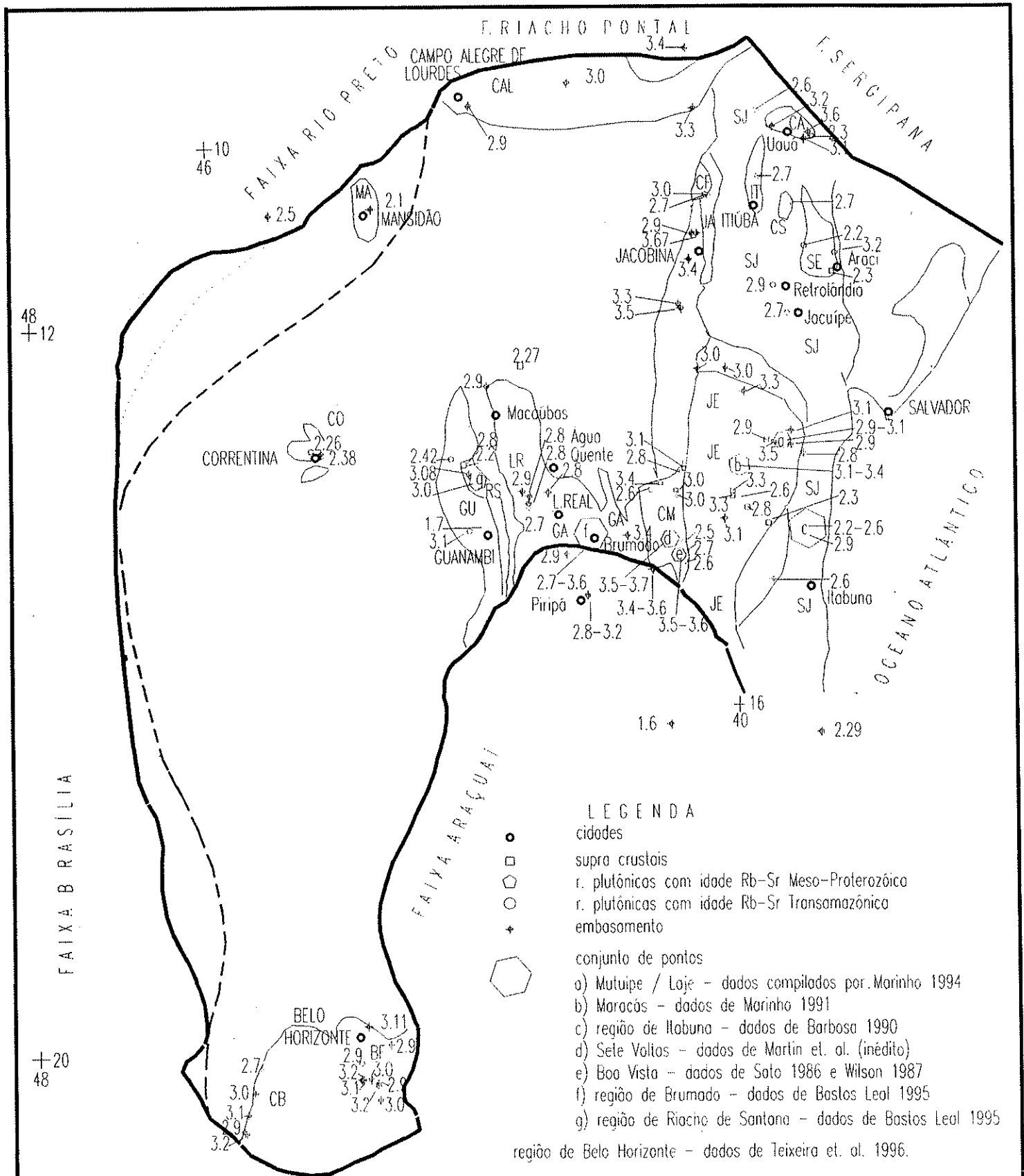


FIG. 5.6-1 - O CRATON DE SÃO FRANCISCO : LOCALIZAÇÃO APROXIMADA DAS AMOSTRAS COM DATAÇÃO Sm-Nd - IDADE MODELO

Delimitação do craton baseado em Almeida 1977 e 1993. Complexos e regiões: BF=Bonfim, BR=Brumado, CA= Capim, CAL =Campo Alegre de Lourdes, CB= Campo Belo, CF= Campo Formosa, CM= Complexo Contendas-Mirante, CO= Correntina, CS= Consonção, GU = Guanambi, GA= Bloco do Gavião, IT= Itiúba, JA= Jacobina, JE= Complexo de Jequiê, LR= Lagoa Real, MS= Mansidão, RS= Riacho de Santana, SE = Serrinha, SJ = faixa móvel Salvador Juazeiro. As idades modelos Sm-Nd estão representadas em Ga.

COMPLEXO CONTENDAS - MIRANTE

O Complexo Contendas - Mirante (fig. 5.6-0, domínio 6) é representado por um conjunto de rochas metavulcano-sedimentares que exibem núcleos graníticos, granodioríticos, tonalíticos, e gnáissico-migmatíticos, encaixados em meio a rochas metamórficas de médio a alto grau, distribuídos na porção central do Craton do S. Francisco. Estes maciços são interpretados como rochas do embasamento que foram reativados tectonicamente e colocados dentro das rochas supracrustais do Complexo Contendas-Mirante durante a orogênese Transamazônica (Marinho 1991).

As rochas granito-granodiorítico-tonalíticas e gnáissicas associadas são as principais litologias expostas e estudadas.

As primeiras datações pelo método Sm-Nd foram efetuadas nas rochas granitóides de Boa Vista (Sato 1986). As idades T_{DM} obtidas nestas rochas distribuíram-se entre 3,7 a 3,4Ga caracterizando as épocas de diferenciação manto-crosta mais antigas da Plataforma Sul Americana. A evolução geocronológica dos granitóides de Boa Vista / Mata Verde pode ser descrita de seguinte modo, conforme Sato (1986): o evento de diferenciação química com extração de magma do manto superior para a crosta continental ocorreu entre 3,7 a 3,4Ga. Estes materiais crustais sofreram um processo de metamorfismo na crosta inferior, com rehomogeneização isotópica completa de Sr e de Pb, onde as isócronas Rb-Sr e Pb-Pb indicaram idades entre 3,43 a 3,35Ga. Dados adicionais Sm-Nd obtidos por Wilson (1987) e Marinho (1991) e a idade U-Pb SHRIMP em zircão obtida por Nutman e Cordani, (1992), confirmaram os eventos de acreção manto-crosta, e as épocas de formação destas rochas crustais antigas (vide tab. 5.6.-1.). As razões $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ iniciais variaram de 0,7008 a 0,7017, e quando expressas na forma de $\epsilon_{\text{Sr}}(t=3,4)$ apresentaram valores positivos de 6 e 17 respectivamente. Do mesmo modo, os valores de $\epsilon_{\text{Nd}}(t=3,4)$ mostraram-se ligeiramente negativos (-1,5 a -0,1), a exceção de uma única rocha tonalítica indicando um valor positivo de 4, (tab. 5.6-1). Os dados de ϵ_{Sr} positivos e ϵ_{Nd} negativos, associados ao valor de $\mu_1=8,67$ sugerem processos intracrustais.

No maciço de Sete Voltas, as rochas granitóides formadas no Arqueano, similarmente ao observado para as rochas de Boa Vista/Mata Verde, apresentaram idade Sm-Nd (T_{DM}) distribuídas entre 3,72 e 3,51Ga, denotando acreções manto-crosta em épocas pouco anteriores à diferenciação / metamorfismo dessas rochas (Martin et. al., 1991).

Na porção Sul do Complexo Contendas-Mirante afloram os granitóides de Lagoa do Morro que apresentaram idades Rb-Sr de 2,8Ga com $RI=0,704$ (Marinho 1991). As idades T_{DM}

desses granitóides variaram entre 3,6 a 3,4Ga, sugerindo que o período de diferenciação mantélica para seus protólitos crustais foi similar ao observado para as rochas granitóides de Sete Voltas e Boa Vista.

O diagrama da fig. 5.6-2 analisa conjuntamente a evolução isotópica ϵ_{Nd} no tempo geológico, onde os granitóides de Boa Vista / Mata Verde estão representados por linhas pontilhadas, Sete Voltas por linhas tracejadas e Lagoa do Morro por linhas contínuas. Observa-se um padrão coerente na grande maioria das linhas de evolução isotópica, com a razão $^{147}Sm/^{144}Nd$ distribuindo-se entre 0,11 a 0,083. Regressão até a curva do manto (DM) a intercepta entre 3,7 a 3,4Ga.

Os valores de $\epsilon_{Sr_RI}(t)$ e $\epsilon_{Nd}(t)$ relativo à época da formação (onde t = idade Rb-Sr) das rochas granitóides de Sete Voltas, Boa Vista e Lagoa do Morro, foram analisados conjuntamente no diagrama ϵ_{Sr} versus ϵ_{Nd} da fig. 5.6-3, onde apresentaram padrões isotópicos distintos. Os pontos dos dados relativos aos granitóides Sete Voltas e Boa Vista posicionaram-se bem próximo e em torno da origem (asteriscos e losangos), sugerindo que o tempo de residência crustal para seus protólitos foi relativamente curto. Por outro lado, os pontos relativos aos granitóides de Lagoa do Morro (quadrados) posicionaram-se distantes da origem, sugerindo maior afinidade dos protólitos com rochas da crosta continental. Valores de ϵ_{Sr} e ϵ_{Nd} negativos foram obtidos para os granitóides (rochas gnáissicas) do maciço de Sete Voltas, posicionando-se os pontos no terceiro quadrante deste diagrama. Tal posicionamento é indicativo de que poderia ter ocorrido uma abertura no sistema Rb-Sr após 3.4Ga ou, alternativamente, que estas rochas crustais foram derivadas a partir de um manto enriquecido.

A seqüência vulcano - sedimentar do Complexo Contendas-Mirante foi subdividida por Marinho (1991), em 3 unidades: inferior, média e superior.

Na unidade inferior predominam rochas vulcânicas básicas ácidas e metassedimentares (formações ferríferas bandadas). As idades modelo Sm-Nd, T_{DM} e T_{CHUR} encontram-se na tab. 5.6-2 e as linhas de evolução ϵ_{Nd} no tempo geológico na fig. 5.6-4. As idades modelo (T_{DM}) observadas para as rochas básicas e metassedimentares distribuem-se de 3,5 a 2,8Ga, caracterizando épocas arqueanas para a diferenciação manto-crosta dos protólitos crustais dessas rochas. A grande maioria dos valores de $\epsilon_{Nd} (t=3,0Ga)$ para as rochas básicas desta unidade inferior são positivos, sugerindo que o protólito dessas rochas teria afinidade com o manto. No entanto algumas rochas indicam valores de $\epsilon_{Nd} (t=3,0Ga)$ negativos (-11) indicando que para a época

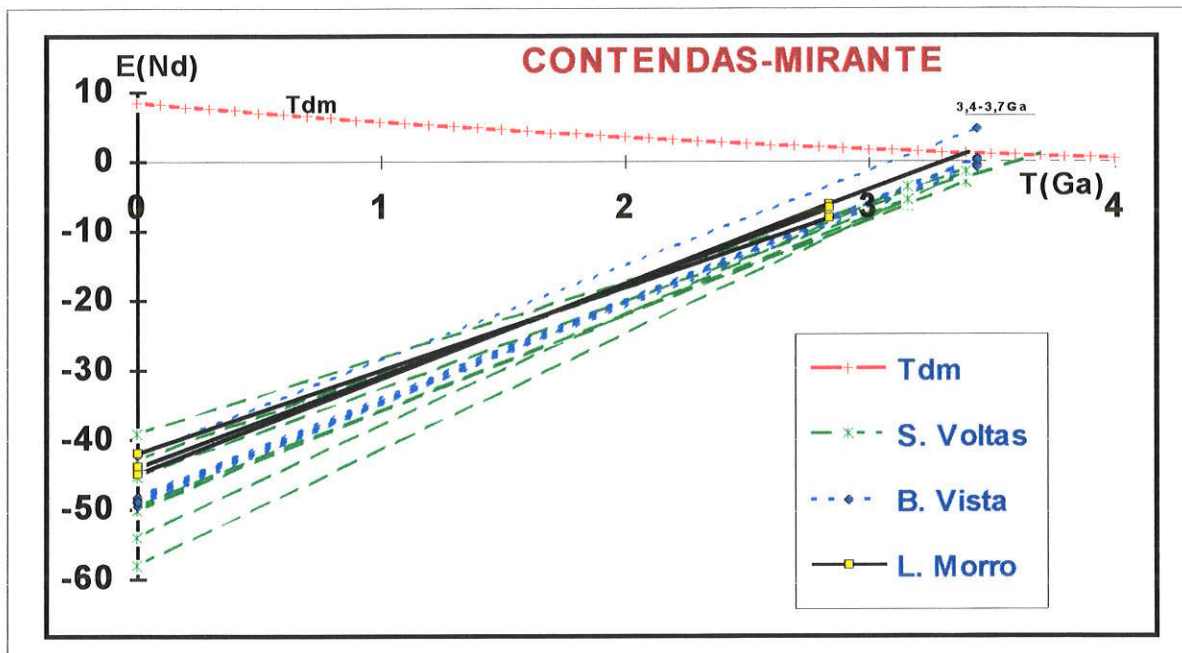


FIG. 5.6-2: diagrama $\epsilon_{Nd}(t)$ versus tempo geológico T(Ga). Legenda: Rochas granitóides de Sete Voltas (linhas tracejadas); rochas granitóides de Boa Vista (linhas pontilhadas); granitóide intrusivo - Lagoa do Morro (linhas contínuas). Os dados isotópicos encontram-se na tab. 5.6-1

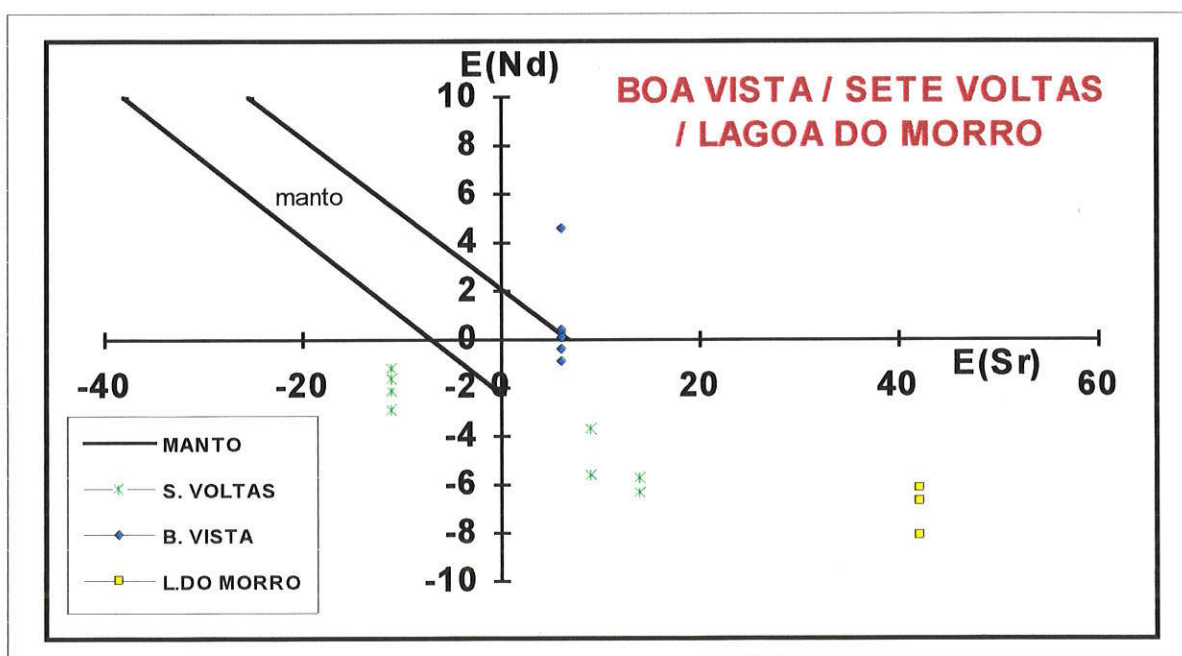


Fig.5.6-3: diagrama $\epsilon_{Sr-RI}(t)$ versus $\epsilon_{Nd}(t)$ das rochas do Compl. Contendas Mirante. Os valores de ϵ foram calculados para $t =$ ao evento da formação da rocha com a idade baseada pelo método geocronológico Rb-Sr. Os dados isotópicos encontram-se na tab.5.6-1.

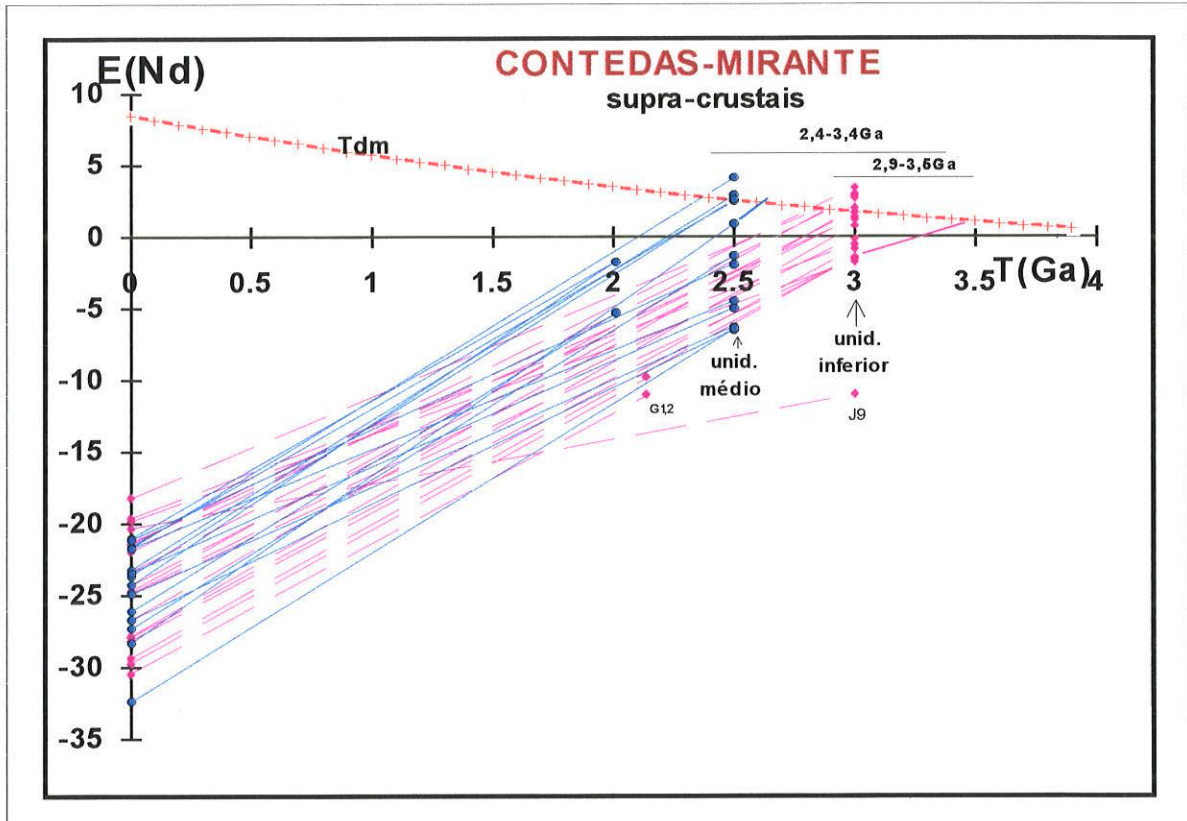


FIG. 5.6-4: diagrama $\epsilon_{Nd}(t)$ versus tempo geológico T(Ga) das rochas vulcano-sedimentares do Complexo de Contendas mirantes. Legenda: rochas básicas e metassedimentares da unidade inferior (linhas tracejadas - pontos losangos); vulcânicas ácidas e metassedimentos - (linhas contínuas e círculos fechados). Os dados isotópicos encontram-se na tab. 5.6-2.

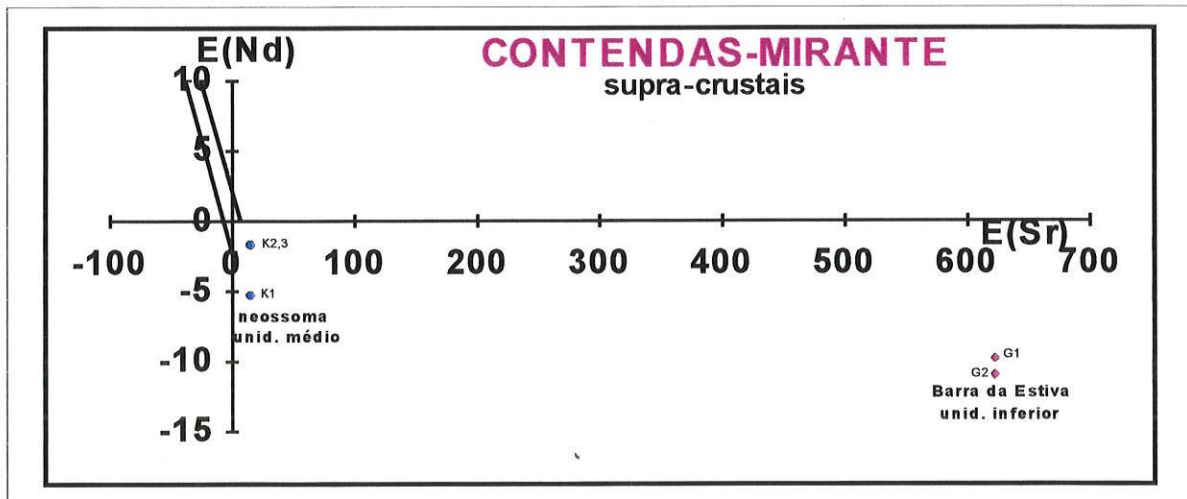


Fig.5.6-5: diagrama $\epsilon_{Sr-Ri}(t)$ versus $\epsilon_{Nd}(t)$ das rochas vulcânicas do Complexo Contendas-Mirante. Os valores de ϵ foram calculados para $t =$ ao evento da formação da rocha com a idade baseada pelo método Rb-Sr. Os dados isotópicos encontram-se na tab.5.6-2.

$t = 3.0$ já se encontravam instaladas na crosta inferior. Os valores de $\epsilon_{Nd}(t)$ para as formações ferríferas bandadas também indicaram valores positivos, sugerindo fontes de tipo toleítico para tais sedimentos químicos. Distintamente, os valores de ϵ_{Nd} para as rochas dos corpos básicos quando calculados para a idade de formação ($t_{Rb-Sr}=2,1\text{Ga}$) são todos negativos, sugerindo uma rehomogeneização isotópica de Sr ocorrida nesta época a partir de material crustal pré-existente, corroborando com os dados Pb-Pb.

A unidade média é representada principalmente por rochas metapelíticas associadas a granitóides e rochas vulcânicas ácidas. As idades modelo Sm-Nd ($T_{DM} = 3,5$ a $3,0\text{Ga}$) das rochas vulcânicas ácidas formadas no Paleoproterozóico são similares às idades modelo da unidade inferior. Por sua vez, as idades Sm-Nd dos metapelitos ($T_{DM} = 2,9$ a $2,4\text{Ga}$) são interpretadas como produzidas por mistura de diversas fontes. Diferentes proporções de fontes com $3,5$ e $2,2\text{Ga}$, existentes nesta unidade e em áreas vizinhas, podem resultar em idades variadas T_{DM} Sm-Nd. Analisando os parâmetros petrogenéticos (r_i , μ_1 e $\epsilon_{Nd}(t)$ para $t=2,5$ e $2,0\text{Ga}$ - épocas de formação) pode-se sugerir que os protólitos das rochas da unidade média mostram afinidade com crosta continental.

As linhas de evolução isotópica relativas às unidades inferior e média, quando analisadas conjuntamente em diagrama ϵ_{Nd} versus tempo geológico, fig. 5.6-4, mostram padrões de fracionamento "f" relativamente similares entre si, e distintos do padrão observado para as rochas metassedimentares da unidade média. Estas (linhas contínuas da figura) apresentaram maior grau de fracionamento ($f \cong -0,41$), quando comparadas com as rochas vulcânicas ácidas desta unidade e as rochas básicas da unidade inferior ($f \cong -0,28$, linhas tracejadas). Estas linhas, quando regredidas à curva do manto (DM), interceptam-na entre $3,5$ a $2,9\text{Ga}$. Observa-se adicionalmente neste diagrama que algumas amostras pertinentes a rochas toleíticas (unidade inferior) apresentam padrão de fracionamento distinto das demais. Idades modelo calculadas segundo evolução isotópica em estágio único, para estas amostras, não teriam significado geológico. Observa-se, por exemplo, que a amostra referente ao ponto J9 mostrou padrão completamente diferente dos demais, na fig. 5.6-4, sugerindo um certo fracionamento químico entre Sm e Nd durante evento geológico posterior à separação do material do manto. A idade aparente Sm-Nd (T_{DM}) de $3,2\text{Ga}$ foi obtida admitindo-se modelo em estágio duplo, supondo-se que o fracionamento entre Sm e Nd tenha ocorrido em torno de $3,0\text{Ga}$ (evento de metamorfismo regional) e considerando no estágio primário uma relação $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd} \cong 0,11$.

Os valores de $\epsilon_{Nd}(t)$ e $\epsilon_{Sr}(t)$ iniciais (tab. 5.6-2), quando calculados para a época da formação das rochas, para as unidades inferior e média, e analisados no diagrama da fig. 5.6-5,

revelaram que o protólito do corpo de rochas básicas ($t_{Rb/Sr} = 2,14\text{Ga}$, pontos G1 e G2 da figura) tem afinidade clara com a crosta inferior. Do mesmo modo, o protólito das rochas granitóides da unidade média ($t_{Rb/Sr} = 2,01\text{Ga}$, pontos K1 e K3) revela material pouco reciclado, mas também sugere afinidade com a crosta inferior.

Na unidade superior predominam seqüências meta-ardosianas e camadas conglomeráticas. As idades U-Pb em zircões detríticos desta unidade, obtidas por Nutmam et. al. (1994) indicaram idades entre 2,7 a 2,15Ga. A fonte dos zircões detríticos mais jovens parece ter estar relacionada com os granitóides intrusivos Transamazônicos existente na área.

O complexo Contendas - Mirante inclui também rochas intrusivas Paleoproterozóicas, reconhecidas principalmente através de dados Rb/Sr obtidos nas rochas granitóides que ocorrem na sua borda oriental. De um modo genérico, observa-se que os protólitos crustais das rochas de Pé de Serra, Rio Jacaré, Gameleira e Riacho das Pedras foram diferenciados do manto no Arqueano, entre 3,3 a 2,7Ga conforme as idades modelo Sm-Nd T_{DM} , fig. 5.6-6 e tab. 5.6-3. Por outro lado, os granitos de Lagoinha, Lagoa Grande e Caetano sugerem ter protólitos mais jovens, diferenciados do manto superior no final do Arqueano (2,7 a 2,5Ga - tab. 5.6-3). As idades modelo Sm-Nd para os granitóides de Riacho das Pedras e Rio Jacaré foram calculadas com modelo em dois estágios, uma vez que os valores de $f_{Sm/Nd}$ são bem superiores a -0,30. Os valores de $\epsilon_{Nd}(t)$ e $\epsilon_{Sr}(t)$ relativos à época da formação ($t =$ idade Rb-Sr) dessas rochas posicionaram-se no quarto quadrante e relativamente distante da origem (fig. 5.6-7), sugerindo para os seus protólitos um certo tempo de residência crustal, corroborando as idades modelo obtidas.

BLOCO GAVIÃO E REGIÃO A OESTE DA SERRA DE JACOBINA

O Bloco Gavião (GA) inclui terrenos gnáissico-migmatíticos, com granitos associados. (Fig. 5.6-0, domínio 15).

Os dados Rb-Sr pré-existentes indicam idades arqueanas entre 2,8 a 2,6 Ga nas imediações de Brumado, Aracatu e Anagé. Algumas determinações recentemente obtidas, tais como análises isotópicas por SHRIMP em zircões detríticos da Umburanas, apresentaram idades arqueanas ainda mais antigas (3,34Ga a 3,16Ga). Do mesmo modo, nos terrenos granitóides do Bloco do Gavião, através de análises de Pb-Pb por evaporação térmica em mono cristais de zircão também apareceram idades arqueanas variando de 3,3Ga a 3,13Ga (Bastos Leal et. al., 1996).

Os protólitos das rochas crustais formadas no Paleo e Mesoproterozóico foram todos diferenciados do manto no Arqueano (3,6 a 2,7Ga; tab. 5.6-4, amostras G a Q e fig. 5.6-8).

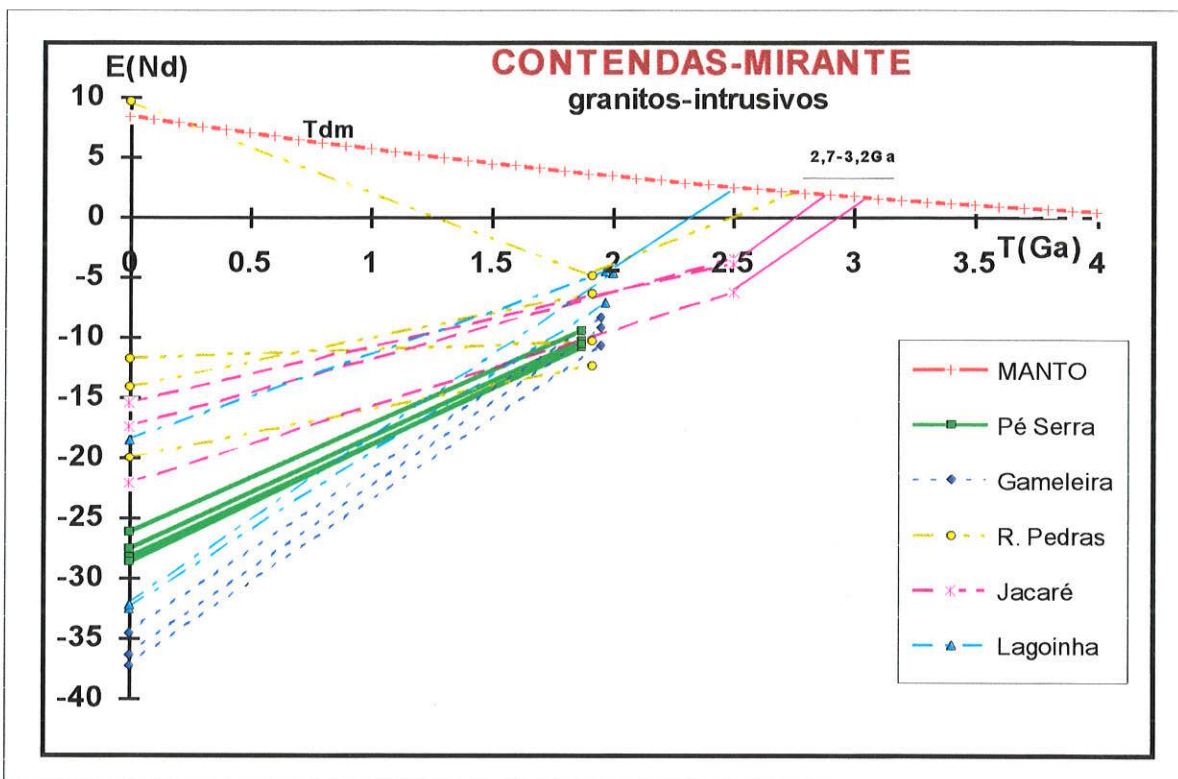


FIG. 5.6-6: diagrama $\epsilon_{Nd}(t)$ versus tempo geológico $T(Ga)$ das rochas intrusivas do Complexo Contendas Mirante. Legenda: granitóide de Pé de Serra (quadrados); granitóide de Gameleira (losangos); granitóide de Riachos das Pedras (círculos); granitóide do Rio Jacaré (asteriscos) e granitóide de Lagoinha, Caetano e Lagoa Grande (triângulos). Os dados isotópicos encontram-se na tab.5.6-3

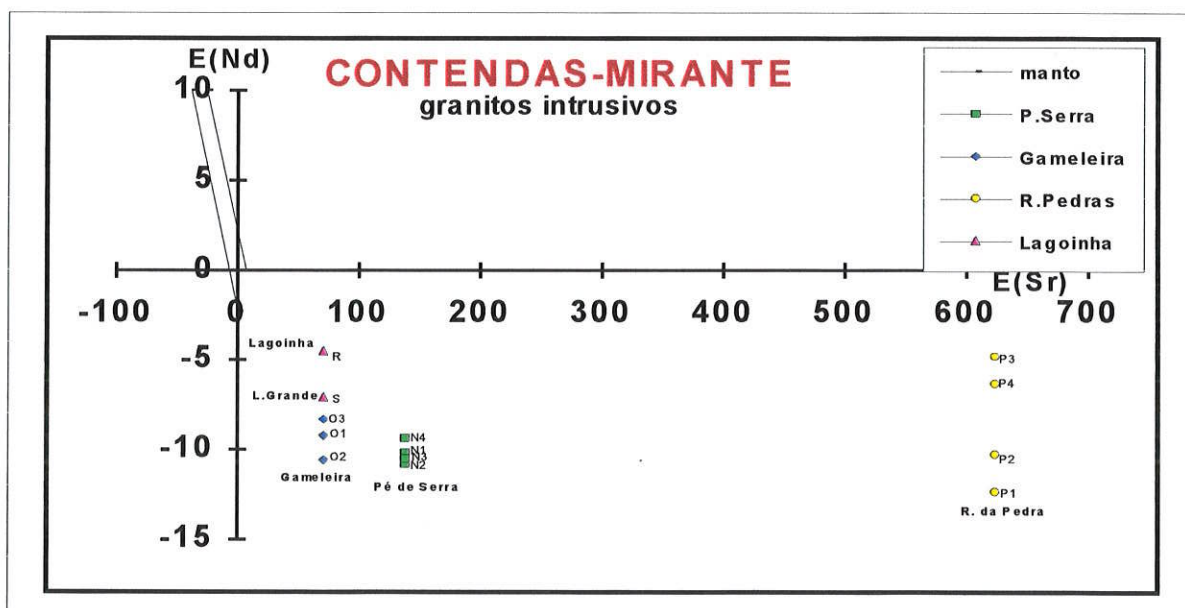


Fig.5.6-7: diagrama $\epsilon_{Sr-Ri}(t)$ versus $\epsilon_{Nd}(t)$ dos granitóides Transamazônicos intrusivos do Compl. Contendas Mirante. Os valores de ϵ foram calculados para $t =$ ao evento da formação da rocha com a idade baseada pelo método Rb-Sr. Os dados isotópicos encontram-se na tab.5.6-3.

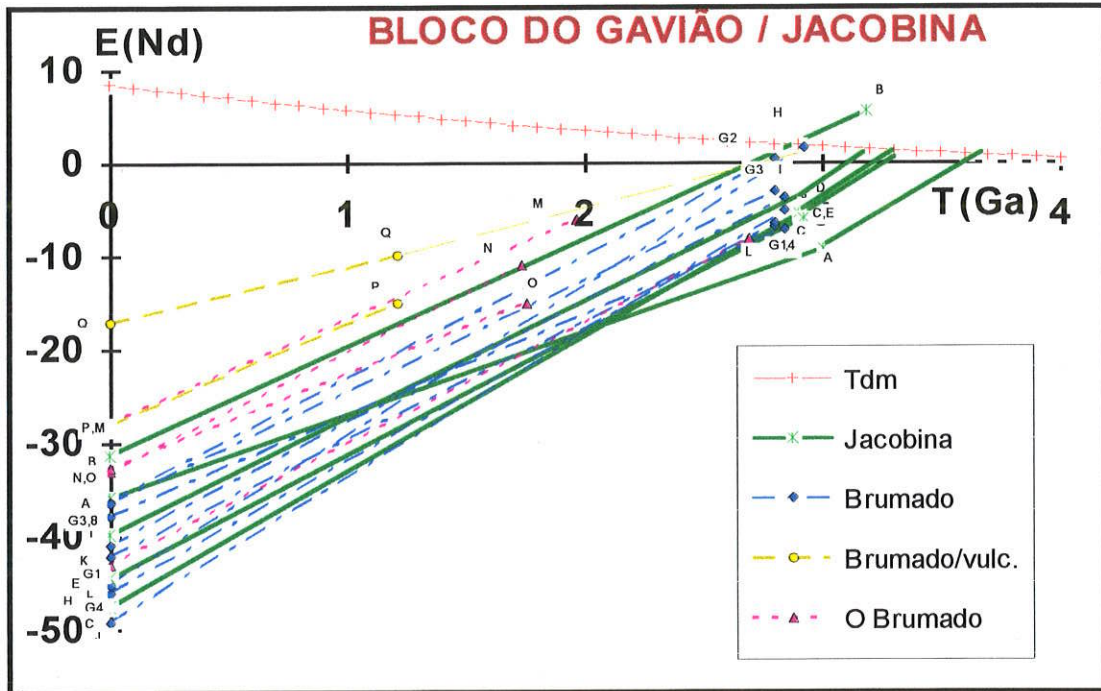


FIG. 5.6-8: diagrama $\epsilon_{Nd}(t)$ versus tempo geológico T(Ga) do Bloco Gavião e da região de Jacobina. As identificações das amostras e seus respectivos dados isotópicos encontram-se na tab. 5.4-4. Legenda: granitoides da região de Jacobina (linhas contínuas); granitoides da região de Brumado (linhas pontilhadas); vulcânicas da região de Brumado (linhas tracejadas).

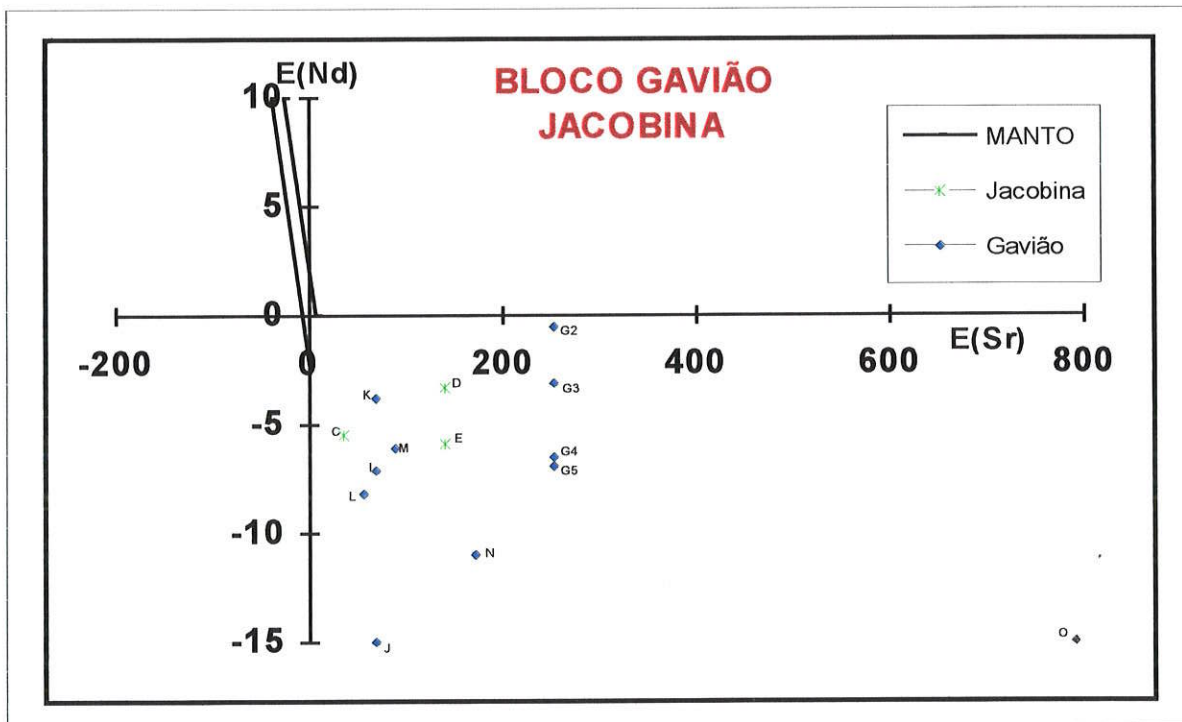


Fig.5.6-9: diagrama $\epsilon_{Sr-RI}(t)$ versus $\epsilon_{Nd}(t)$ das amostras da região de Jacobina e do Bloco de Gavião. Os valores de ϵ foram calculados para $t =$ ao evento da formação da rocha com a idade baseada pelo método Rb-Sr. Os dados isotópicos encontram-se na tab.5.6-4.

As rochas granitóides que ocorrem a oeste da serra de Jacobina (SW da cidade de Jacobina, fig. 5.6-0, região 14), com idades Rb-Sr próximas de 2,9Ga, (tab. 5.6-4, amostras C,D e E) apresentaram idades modelo Sm-Nd de 3,46 a 3,29Ga. Por sua vez, as rochas granitóides que ocorrem a NW de Jacobina, com idades Rb-Sr convencionais também arqueanas, apresentaram idades T_{DM} entre 3,67 e 2,87Ga (identificação na tab. 5.6-4 = A e B).

O embasamento arqueano parece estender-se sob a Bacia de Lençóis indo até a região de Campo Alegre de Lourdes, (fig. 5.6-0, região 17), extremo norte do craton e próximo à Faixa de Dobramentos Riacho do Pontal, (Fig. 5.6-0, área 17) onde as rochas granitóides apresentaram idades modelo Sm-Nd (T_{DM}) entre 3.2 e 2.9Ga. Do mesmo modo, idade T_{DM} arqueana (3.4Ga) foi obtida dentro da Faixa de dobramentos Riacho do Pontal.

No diagrama de evolução isotópica ϵ_{Nd} versus tempo geológico (fig. 5.6-8), os valores de ϵ_{Nd} , quando calculados para o evento de formação das rochas (idade Rb-Sr), mostraram-se predominantemente negativos, com a maioria dos pontos analíticos posicionada abaixo do eixo da abscissa (pontos entre 1,1 a 3Ga). Os valores $\epsilon_{Sr}(t)$ e $\epsilon_{Nd}(t)$ de rochas granitóides do Bloco Gavião, bem como da região oeste da Serra da Jacobina, quando calculados para o evento de formação das rochas ($t =$ idade Rb-Sr), foram respectivamente positivos e negativos e distribuíram-se no quarto quadrante do diagrama fig. 5.6-9, sugerindo protólitos com afinidade crustal. Os dados de ϵ_{Nd} e ϵ_{Sr} dos dois terrenos considerados nos diagramas das figuras 5.6-8 e 5.6-9 indicam padrões isotópicos semelhantes, sugerindo que o material acrescido em épocas distintas no Arqueano Inferior a Médio foi posteriormente retrabalhado e amalgamado, durante o final do Arqueano e no Proterozóico inferior.

COMPLEXO GRANULÍTICO DE JEQUIÉ

O Complexo de Jequié é representado por um conjunto de rochas orto e paraderivadas, metamorfisadas na fácies granulito (fig. 5.6-0, domínio 13). As principais referências bibliográficas contendo dados geocronológicos encontram-se em Cordani e Iyer (1978), Mascarenhas e Garcia (1989), Sato (1986), Marinho (1991), Wilson (1987) e Barbosa 1990.

Os dados Rb-Sr dessas rochas granulíticas distribuem-se entre 3,0 a 2,65Ga com a maior concentração de idades no intervalo entre 2,8 a 2,7Ga e com as razões iniciais $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ relativamente elevadas (0,704 a 0,712). Sato (1986), com base nas linhas de evolução isotópica de estrôncio, e também em três determinações pelo método Sm-Nd, sugeriu origem por retrabalhamento crustal, com protólitos diferenciados do manto no período entre 3,2 e 2,8Ga.

Isócronas Sm-Nd em rocha total e em rochas plutônicas ácidas, normalmente, são difíceis de ser elaboradas, devido à pouca dispersão na variável $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$. Apesar da pouca dispersão, os dados Sm-Nd relativos às rochas do Complexo de Jequié, distribuídos regionalmente, foram tentativamente plotados em um único diagrama isocrônico (Fig. 5.6-10). Os pontos analíticos distribuíram-se em torno da reta de 2,7Ga, valor coerente com as datações Rb-Sr e U-Pb (em zircão) existentes.

O diagrama de evolução isotópica ϵ_{Nd} versus tempo geológico (fig. 5.6-11) mostra padrões isotópicos similares, tanto para as rochas plutônicas como para as rochas vulcânicas do complexo. As linhas de regressão de ϵ_{Nd} (algumas em estágio duplo) interceptam a curva do manto (DM) entre 3,3 a 2,9Ga, intervalo de tempo que representa provavelmente a época da separação do manto para os protólitos das rochas granulíticas.

Os valores de ϵ_{Nd} dos granulitos de Mutuipe / Laje, calculados para a época da formação destas rochas ($t=2,9\text{Ga}$ - idade Rb-Sr), distribuíram-se bem próximos à curva do manto (DM). (fig. 5.6-11, tab. 5.6-6; pontos C1 a C8). As demais rochas do complexo apresentaram valores de ϵ_{Nd} negativos, posicionando-se seus pontos abaixo da reta CHUR. Acrescente-se que os valores de ϵ_{Sr} relativos às rochas granulíticas de Mutuipe (amostras C1 a C8) e também às supra crustais (amostras H, I e J) mostraram-se muito positivos (13 a 394). Por outro lado, a correlação das razões iniciais ϵ_{Sr} versus ϵ_{Nd} dessas amostras (fig. 5.6-12) indica padrão isotópico bem distinto. As seqüências supra-crustais (rochas granulíticas de Jequié e Eng. França) distribuem-se no quarto quadrante, sugerindo derivação crustal, enquanto que os dados relativos às rochas granulíticas de Mutuipe mostram uma afinidade com protólitos mantélicos, ou da crosta inferior.

REGIÕES DE LAGOA REAL, RIACHO DE SANTANA e GUANAMBI:

Na região uranífera de Lagoa Real predominam rochas granitóides (Fig. 5.6-0, região 16). Os estudos geocronológicos realizados por Cordani et. al. (1992) e Pimentel et. al. (1994), empregando diversos métodos de datação radiométrica, tais como U-Pb, Rb-Sr, Pb-Pb e K-Ar, sugerem uma história evolutiva complexa para a região, resumida aqui da seguinte forma: (a) formação dos gnaisses e migmatitos do embasamento em 2,7Ga; (b) intrusão do granitóide de São Timóteo em 1,73Ga; (c) atividade hidrotermal - metassomática responsável pela mineralização de urânio entre 1,5 e 0,9 Ga; (d) rejuvenescimento isotópico associado ao Ciclo Brasileiro ocorrido entre 0,6 a 0,5Ga.

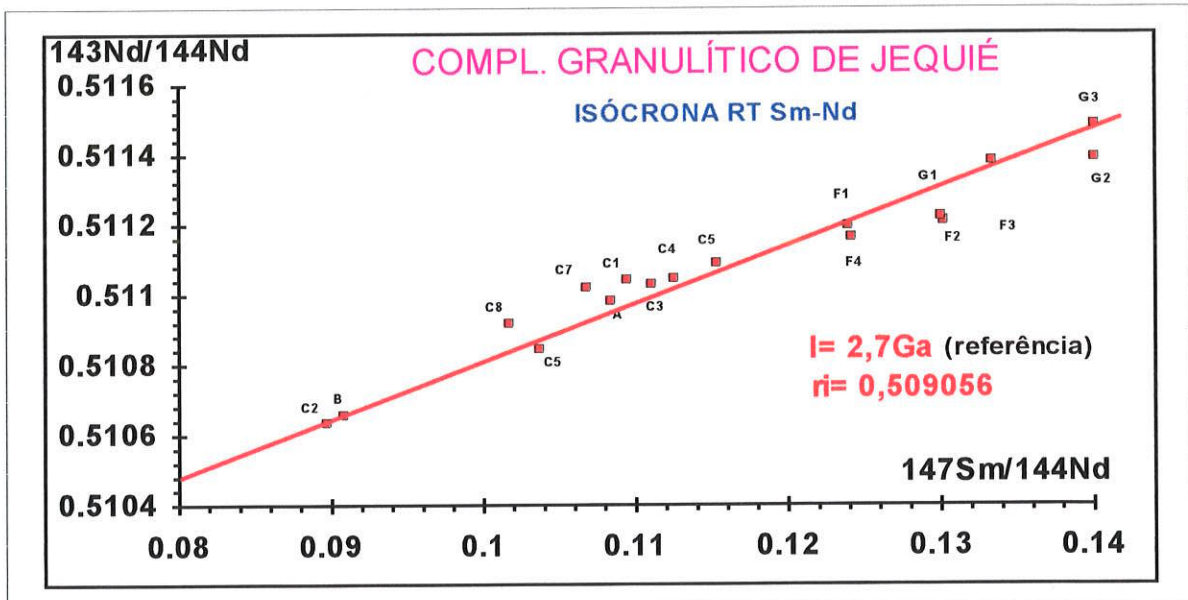


Fig. 5.6-10: isócrona de referência Sm-Nd (rocha total) das rochas granulíticas do Complexo de Jequié. Os dados isotópicos encontram-se na tab. 5.6-6. A linha de 2,7 Ga foi colocada apenas para dar o referencial da distribuição espacial dos pontos.

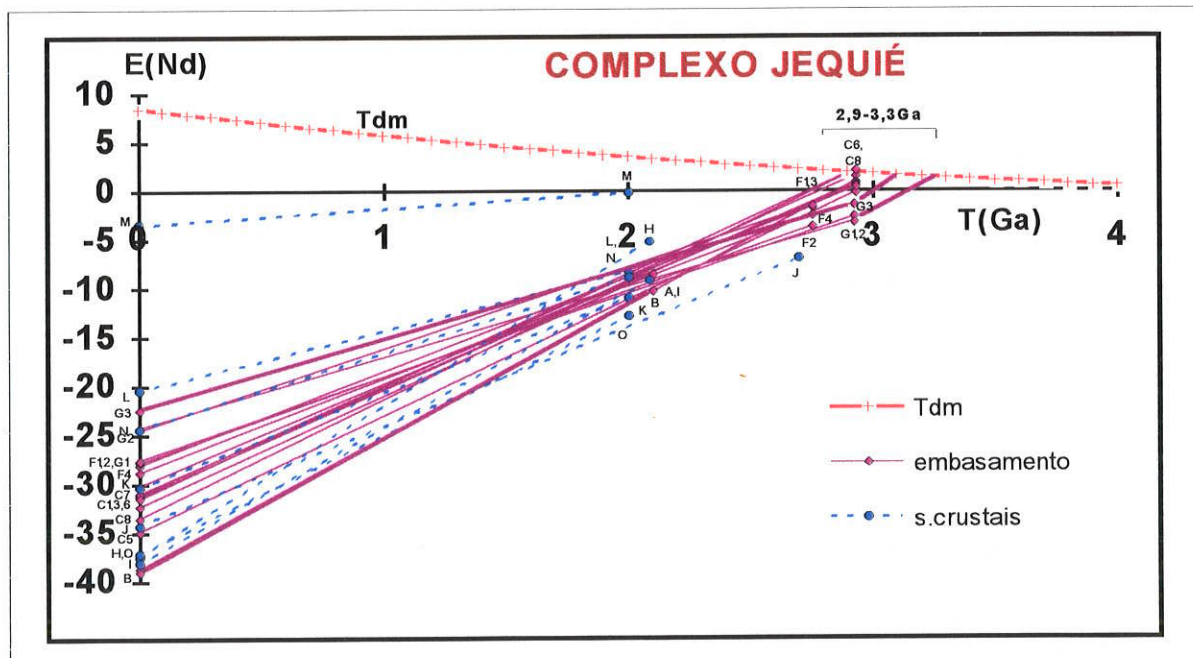


FIG. 5.6-11: diagrama $\epsilon_{Nd(t)}$ versus tempo geológico T(Ga) da rochas granulíticas do Complexo Jequié. As identificações das amostras e seus respectivos dados isotópicos encontram-se na tab. 5.6-6/7. Legenda: rochas granulíticas (linhas contínuas); supra-crustais metamorfoseado em fácies granulito (linhas pontilhadas).

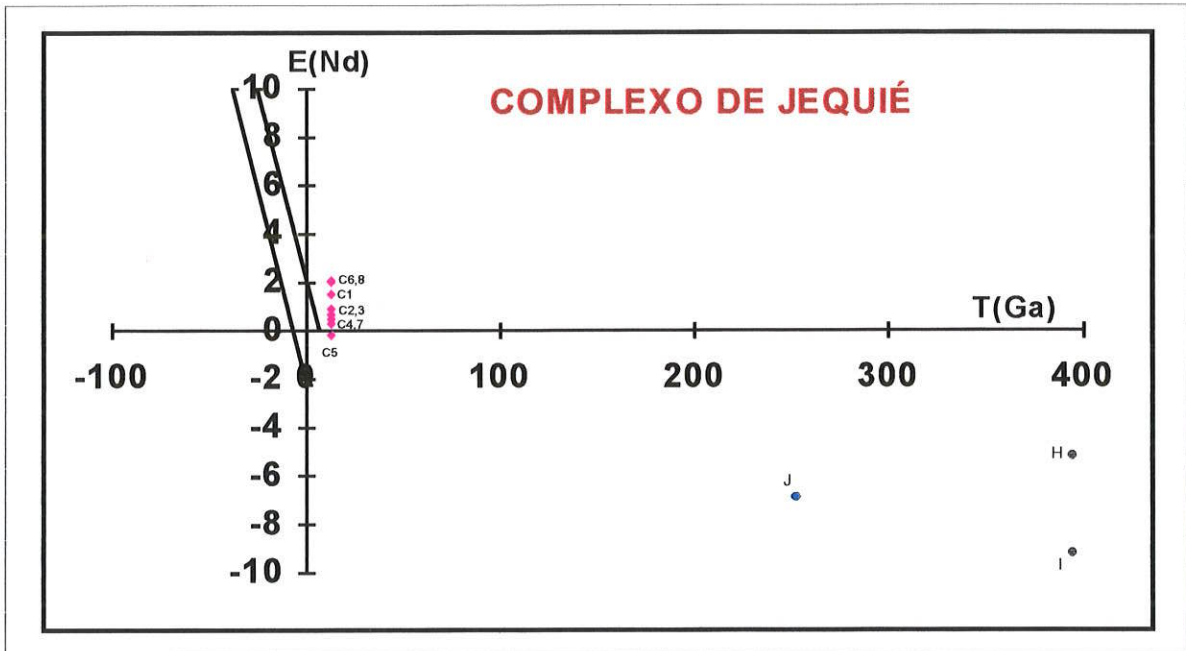


Fig.5.6-12: diagrama $\epsilon_{\text{Sr-Ri}}(t)$ versus $\epsilon_{\text{Nd}}(t)$ das rochas granulíticas do Compl. de Jequié. Os valores de ϵ foram calculados para $t =$ ao evento da formação da rocha com a idade baseada pelo método Rb-Sr. Os dados isotópicos encontram-se na tab.5.6-6/7. Legenda: rochas granulíticas (losangos); supracrustais metamorfoseados na fácies granulítica (círculos).

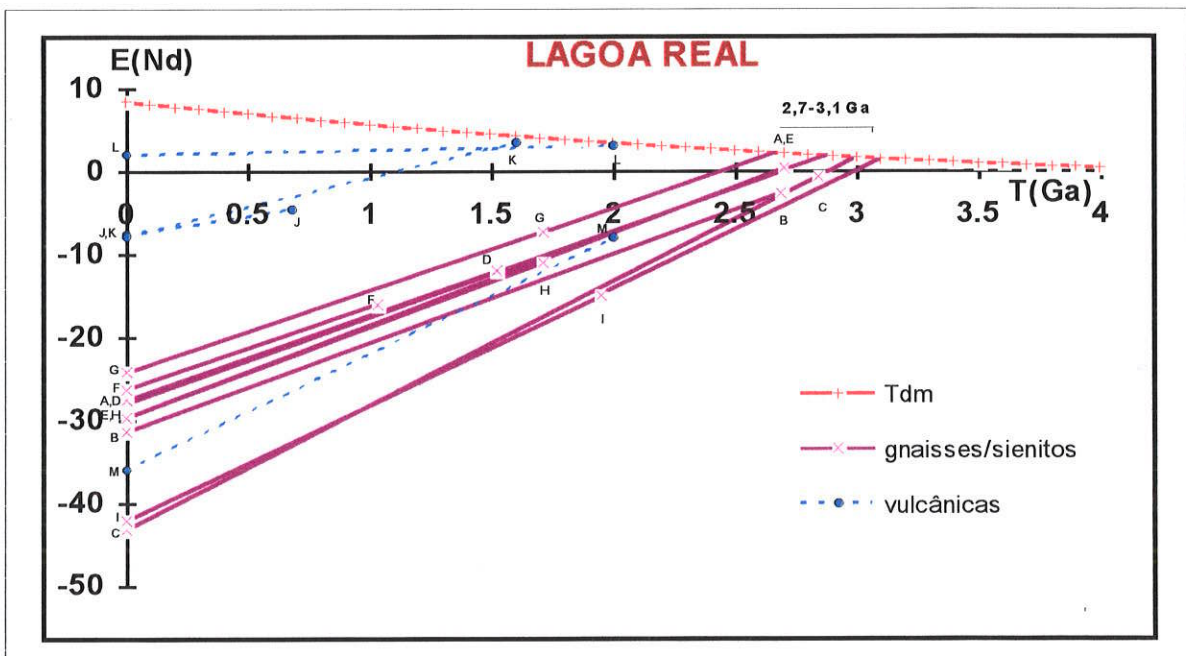


FIG. 5.6-13: diagrama $\epsilon_{\text{Nd}}(t)$ versus tempo geológico $T(\text{Ga})$ das amostras da região de Lagoa Real, Norte de Macaúbas, Guanambi e Riacho de Santana. As identificações das amostras e seus respectivos dados isotópicos encontram-se na tab. 5.6-8 Legenda: rochas granitóides (linhas contínuas); rochas vulcânicas (linhas pontilhadas).

Todas as idades modelo Sm-Nd (T_{DM}), tanto as obtidas para as rochas do embasamento, como as das rochas granitóides intrusivas e rochas associadas à mineralização de urânio, distribuíram-se entre 2,9 a 2,8Ga, sugerindo que seus protólitos diferenciaram-se do manto superior (DM) no mesmo intervalo tempo (veja fig. 5.6-13 e tab 5.6-8, amostras D a H).

As razões iniciais $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ relativamente elevadas, os valores de $\epsilon_{\text{Sr}}(t_{\text{Rb-Sr}})$ extremamente positivos (67 a 285) e os valores de $\epsilon_{\text{Nd}}(t_{\text{Rb-Sr}})$ relativamente negativos (-12 a -7), (tab. 5.6-8, amostras D a H), denotam tratar-se de rochas com vida crustal anterior e tempo de residência crustal relativamente longo (a única exceção encontrada foi a da amostra E, que teve valor positivo de $\epsilon_{\text{Nd}} = 0,4$). No diagrama $\epsilon_{\text{Sr}} \times \epsilon_{\text{Nd}}$ (fig. 5.6-14), os pontos distribuem-se no quarto quadrante, sugerindo que as rochas, formadas no Proterozóico, seriam produtos de retrabalhamento de material crustal pré-existente, diferenciado do manto no Arqueano.

A Norte de Lagoa Real e próximo às cidades de Paramirim - Água Quente ocorrem rochas vulcânicas ácidas (Formação Rio dos Remédios), posicionadas na base do Supergrupo Espinhaço (Inda e Barbosa 1978). Essas rochas, datadas pelo método U-Pb em zircão (Schobbenhaus et. al. - 1994 e Babinski et. al. - 1994) apresentaram idades próximas de 1.75Ga. Tais valores mostram-se similares aos observados para os granitóides intrusivos de São Timóteo (Lagoa Real) e rochas básicas da região Guanambi ($T_{DM} = 1,72\text{Ga}$; tab. 5.6-8 - amostra K) e permitem correlação com os riolitos do Supergrupo Espinhaço, em Minas Gerais (Brito Neves et. al 1979) e também com os riolitos da base do Grupo Arai em Goiás (Pimentel et. al., 1991).

Para Oeste, nas regiões de Guanambi e Riacho de Santana, aparecem rochas gnáissico-migmatíticas formadas no Arqueano ($T_{\text{Rb-Sr}} : 2,7$ a $2,6\text{Ga}$) pertencentes aos Complexos Santa Izabel e Riacho de Santana bem como rochas granito-gnáissicas formadas no Paleoproterozóico ($T_{\text{Rb-Sr}}: 2,0$ a $1,9\text{Ga}$), e pertencentes ao Complexo Guanambi.

As idades modelo Sm-Nd indicaram, para todas essas rochas, protólitos do Arqueano, variando entre 3,08 a 2,88Ga (tab. 5.6-8; amostras A, B, C e I). O padrão de evolução isotópica ϵ_{Nd} no tempo geológico (fig. 5.6-13) mostra-se similar ao observado para rochas do Complexo de Lagoa Real. Escapam deste padrão as rochas vulcânicas de natureza básica (Tab. 5.6-8, amostras J, K e L), que apresentaram idades modelo entre 2,3 - 2,1 Ga, sugerindo protólitos diferenciados do manto no Paleoproterozóico. Por outro lado, a vulcânica básica de Riacho de Santana apresentou idade T_{DM} de 2.74Ga, indicando evento de acreção juvenil no Arqueano (amostra M da tab. 5.6-8).

EXTREMIDDE SUL - REGIÃO DO QUADRILÁTERO FERRÍFERO E ADJACÊNCIAS

A região meridional do Craton São Francisco está coberta pela sedimentação Neo-Proterozóica do Grupo Bambuí. No extremo Sul afloram terrenos granítico-gnaíssico-migmatíticos (fig. 5.6-0, domínios 11 e 12), que incluem os Complexos Bonfim, Belo Horizonte, Campo Belo e o Cinturão Mineiro, (fig. 5.6-15).

Trabalho de síntese geocronológica, empregando os métodos Sm-Nd, U-Pb, Pb-Pb, Rb-Sr e K-Ar, recentemente publicado por Teixeira et. al (1996), sugere uma complexa história de evolução crustal, que pode ser resumida da seguinte forma:

- eventos de acreção de material juvenil, entre 3,2 a 2,8Ga;
- metamorfismo regional com plutonismo associado e com o retrabalhamento crustal, entre 2,8 a 2,75Ga;
- estabilização final da crosta arqueana a 2,6Ga;
- acreção de material juvenil e retrabalhamento de material anterior, principalmente no Cinturão Mineiro, entre 2,3 a 2,0Ga;
- estabilização e resfriamento regional do Cinturão Mineiro entre 2,0 a 1,8Ga;
- eventos isolados de reativação durante Meso-Neoproterozóico entre 1,3 a 0,98Ga.

A localização das amostras com datação pelo método Sm-Nd encontra-se na fig. 5.6-15. Os dados isotópicos $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$, as concentrações Sm e Nd e as respectivas idades modelo encontram-se na tab. 5.6-9A.

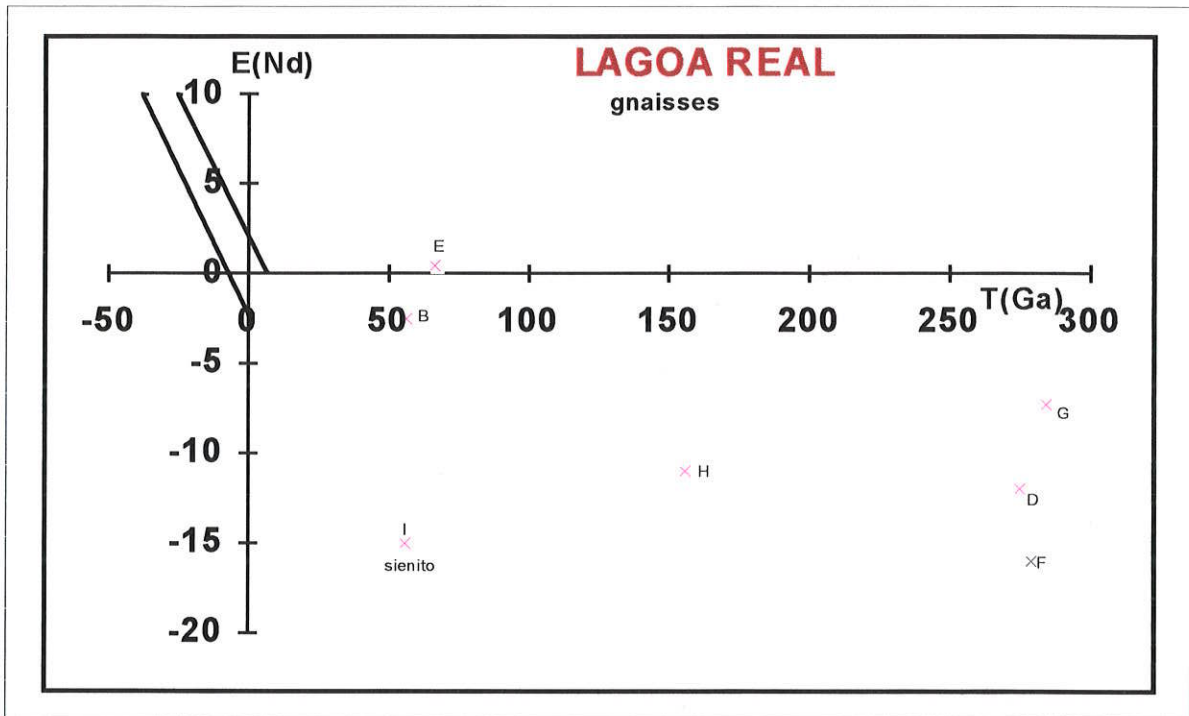


Fig.5.6-14: diagrama $\epsilon_{Sr-R1}(t)$ versus $\epsilon_{Nd}(t)$ das rochas granitoides da região de Lagoa Real. Os dados isotópicos encontram-se na tab.5.6-8.

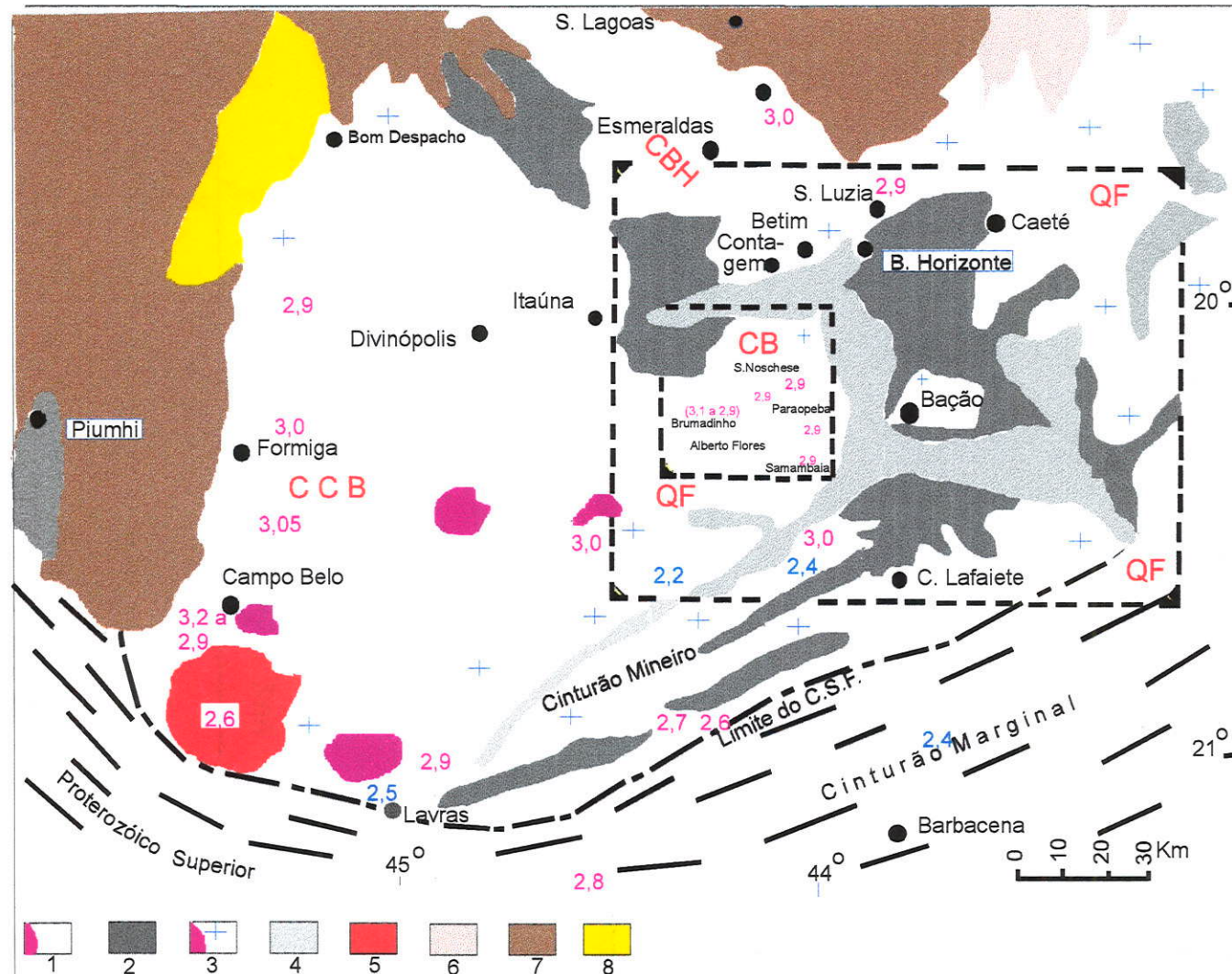


Fig. 5.6-15 . Mapa geológico simplificado da região Sul do Craton do S. Francisco (baseado em Teixeira et. al 1996). ARQUEANO: 1 = Complexos metamórfico Campo Belo (CCB) , Belo Horizonte (CBH) e Bonfim (CB); 2 = greenstone belts (Supergrupo Rio das Velhas e Complexo Piumhi). PALEOPROTEROZOÍCO: 3 = Cinturão Mineiro (rochas de médio a alto grau); 4 = Minas Supergrupo; 5 = granito intrusivo. MESOPROTEROZOÍCO: 6 = Supergrupo Espinhaço NEOPROTEROZOÍCO: 7 = Coberturas de Bambuí. FANEROZOÍCO: 8 = Coberturas recentes ; QF = Quadr. Ferrífero. Os números assinalados no interior da figura correspondem às idades modelo Sm-Nd, Tdm em Ga, . Os dados isotópicos encontram-se na tab. 5.4-9.

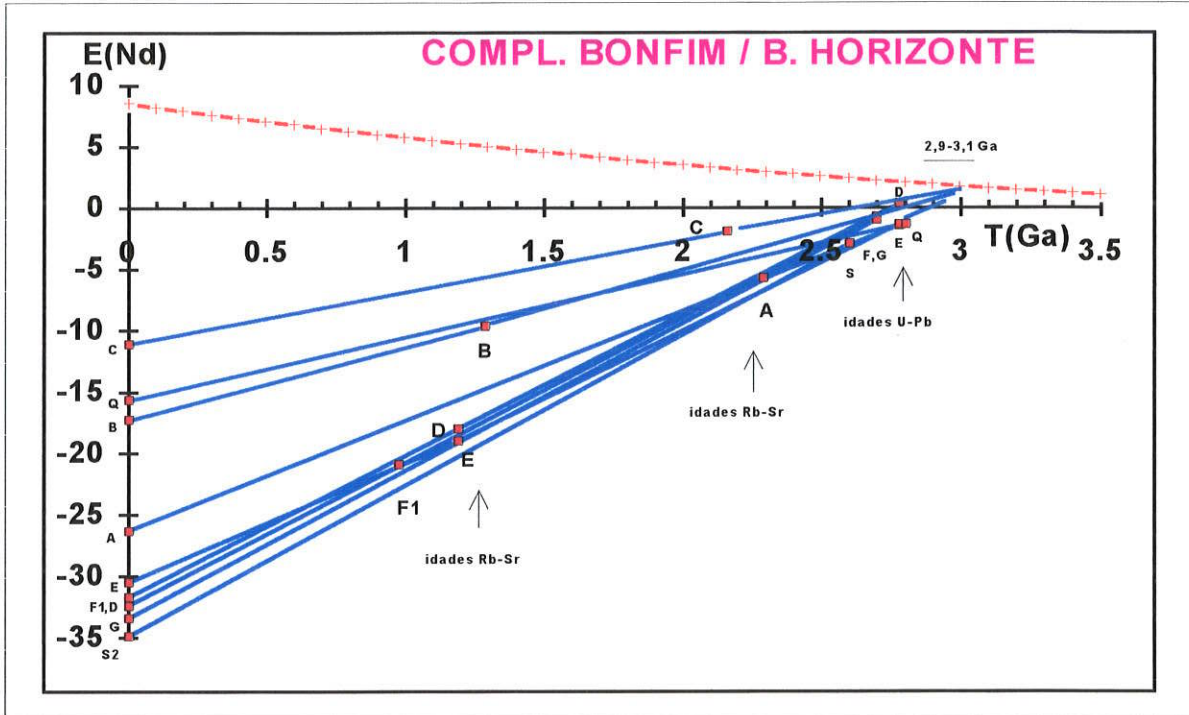


FIG. 5.6-16A: diagrama $\epsilon_{Nd(t)}$ versus tempo geológico T(Ga) das rochas granitoides e basicas do Complexo Bonfim (Belo Horizonte -MG). As identificações das amostras e seus respectivos dados isotópicos encontram-se na tab. 5.6-9A.

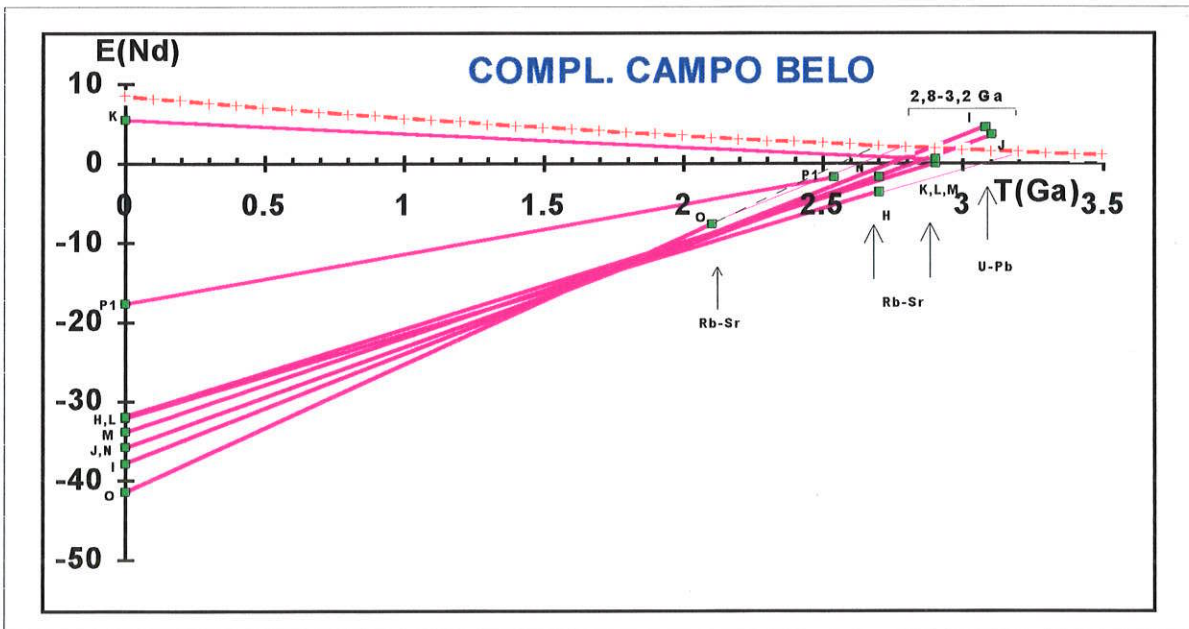


FIG. 5.6-16B: diagrama $\epsilon_{Nd(t)}$ versus tempo geológico T(Ga) das rochas granitoides e basicas do Compl. Campo Belo (Belo Horizonte -MG). As identificações das amostras e seus respectivos dados isotópicos encontram-se na tab. 5.6-9A.

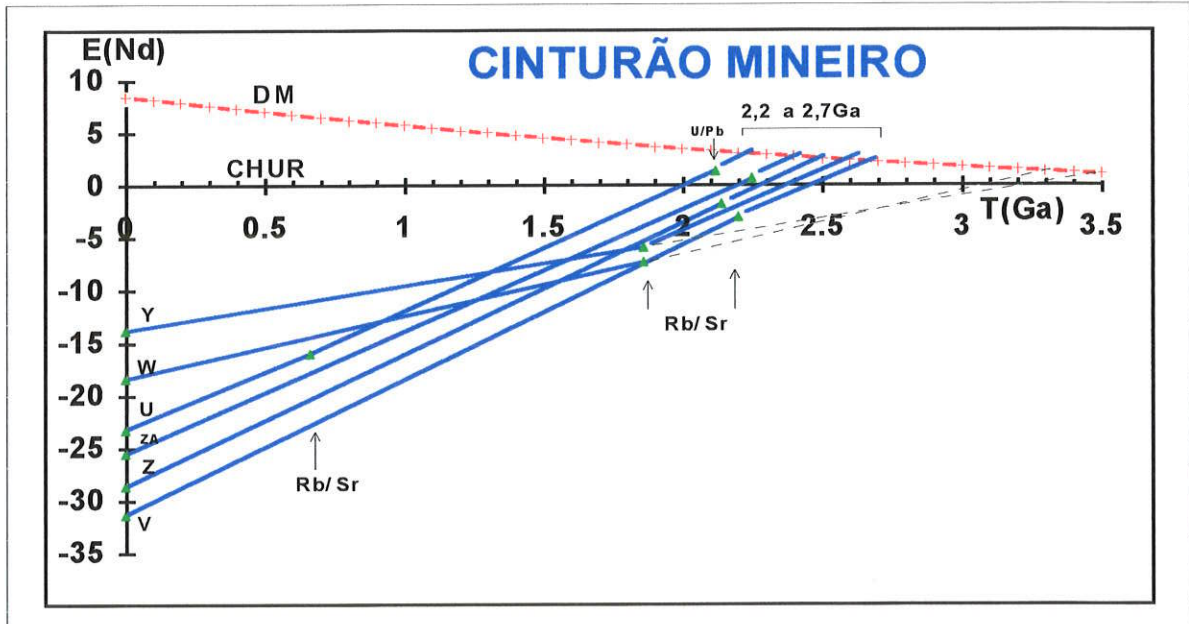


Fig. 5.6-16C: diagrama $\epsilon_{Nd(t)}$ versus tempo geológico T (Ga) das rochas granitoides do Cinturão Mineiro. As identificações das amostras e seus respectivos dados isotópicos encontram-se na tab. 5.6-9A.

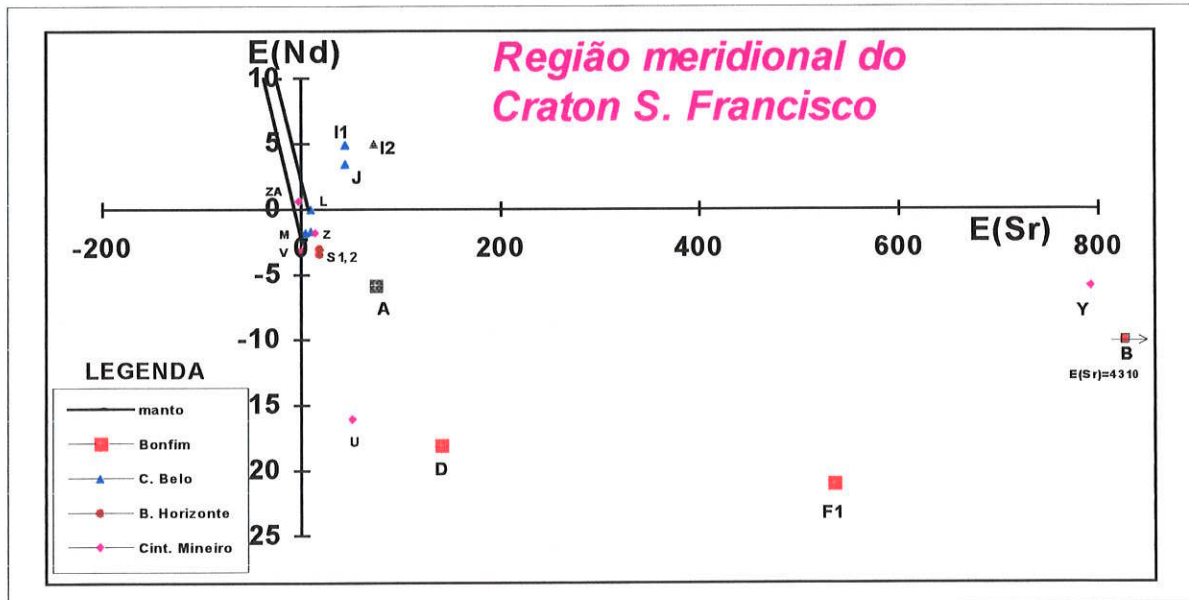


FIG. 5.6-17: diagrama $\epsilon_{Sr-Ri(t)}$ versus $\epsilon_{Nd(t)}$ das rochas granitoides da região meridional do Craton do São Francisco. Os dados isotópicos encontram-se na tab.5.6-9A.

As rochas granitóides dos Complexos Bonfim, Belo Horizonte e Campo Belo apresentam linhas de evolução isotópica ϵ_{Nd} no tempo geológico que, quando regredidas até à curva do manto empobrecido, a interceptam entre 3,2 a 2,9Ga (figuras 5.6-16a e b). A rocha granitóide de Souza Noschese e a rocha básica de Paraopeba (Compl. Bonfim) apresentam fator de fracionamento relativamente baixo ($f = -0.24$ e -0.17 ; tab. 5.6-9, amostras B e C) quando comparado com o das rochas graníticas, da ordem de -0.45 . Suas idades T_{DM} discordantes tornar-se-ão concordantes ao utilizarmos modelo de estágio duplo. No caso do granitóide WT-2, que apresenta valor positivo de f (tab. 5.6-9, amostra K; fig. 5.6-16B), sua idade T_{DM} não pode ser calculada utilizando-se o modelo de DePaolo (1981), no entanto, com o modelo de estágio duplo a idade aparente obtida ($T_{dm2} = 2,98\text{Ga}$) torna-se concordante com as demais observadas para este complexo.

O Cinturão Mineiro definido por Teixeira et. al. (1987) representa um conjunto de rochas granitóides que bordeja os terrenos arqueanos do embasamento meridional do Craton do São Francisco, (fig. 5.6-15) e que inclui granitos Transamazônicos, formados num ambiente tectônico colisional, segundo Pires e Barbosa (1993). As idades modelo Sm-Nd (T_{DM}) relativas às rochas granitóides indicaram diferentes épocas de diferenciação manto - crosta continental, durante o Arqueano e o Paleoproterozóico, (tab. 5.6-9A e fig. 5.6-16C). Os valores de ϵ_{Sr} positivos e ϵ_{Nd} negativos sugerem protólitos crustais para estas rochas distinguindo-se desse padrão o granito situado a NE de Lavras (amostra ZA da tab. 5.6-9A) e o batólito de Alto do Maranhão (amostra U, tab. 5.6-9A), que apresentam ϵ_{Sr} negativo e ϵ_{Nd} positivo sugerindo fonte mantélica, ou período relativamente curto de residência crustal.

No diagrama ϵ_{Sr} versus ϵ_{Nd} (fig. 5.6.17), observam-se padrões isotópicos distintos para as amostras dos diferentes complexos. A maioria das rochas granitóides dos Complexos Campo Belo e Belo Horizonte posicionaram-se próximo da origem, sugerindo protólitos mantélicos, ou período curto de residência crustal, enquanto que os valores de ϵ_{Sr} e ϵ_{Nd} das rochas do Complexo Bonfim posicionaram relativamente distantes da origem, sugerindo neste caso retrabalhamento e mobilização isotópica de Sr durante o Proterozóico.

PORÇÃO NORTE-ORIENTAL DO CRATON DO SÃO FRANCISCO

Na região nordeste do Craton do S. Francisco, ao norte de Salvador, aparecem rochas gnáissico-migmatíticas de médio e alto grau associadas a rochas intrusivas graníticas, alcalinas e básicas. Ao sul de Salvador (região de Itabuna), aparecem granulitos derivados de rochas vulcânicas e plutônicas diversas (Barbosa 1986). Estes domínios estão representados na fig. 5.6-0 nos subdomínios 3, 4, 5, 7, e 9.

As idades radiométricas Rb-Sr referem-se predominantemente ao Ciclo Transamazônico (Paleoproterozóico), associadas à evolução da Faixa móvel Salvador-Juazeiro (Cordani e Brito Neves, 1982). No interior deste cinturão foram registrados núcleos arqueanos preservados, a exemplo das regiões de Serrinha e Rio Capim (Mascarenhas e Garcia 1989).

As tabelas 5.6-10 A e B resumem os dados isotópicos Sm-Nd disponíveis para o Cinturão Salvador - Juazeiro. As localizações das amostras datadas encontram-se na fig. 5.6-1.

Na fig. 5.6-18, as linhas de regressão de ϵ_{Nd} em função do tempo geológico interceptam a curva "DM" entre 3,6 a 3,1Ga para rochas granitóides tipo TTGs (tab. 5.6-10A, amostras B a F, linhas contínuas da figura) e entre 3.0 a 2.2Ga para os granitóides Transamazônicos (linhas ponto-tracejadas e tab. 5.6-10A, amostras G a L). Tais dados indicam que a maioria das rochas granitóides formadas no Transamazônico apresenta idades modelo Sm-Nd (T_{DM}) mais jovens em relação às rochas granitóides tipo TTGs, sugerindo provir de protólitos distintos, ou então de fontes mistas (Arqueano e Paleoproterozóico) para os granitóides Transamazônicos. As metavulcânicas do Rio Capim e de Araci (amostras M e N, linhas pontilhadas) apresentaram idades T_{DM} de 2,3Ga praticamente concordantes com as idades Rb-Sr sugerindo derivação juvenil.

As linhas de evolução isotópica ϵ_{Nd} da fig. 5.6 -19 interceptam a curva do manto (DM) entre 2,6 a 2,2Ga, a exceção de duas amostras com idades T_{DM} de 2,9 e 2,8Ga (tab. 5.6-10B). Os valores acima indicados podem ser interpretados como mistura de fontes crustais e mantélicas, não podendo ser excluída a hipótese de manto anômalo (ver capítulo 4.6).

No diagrama ϵ_{Sr} versus ϵ_{Nd} (fig. 5.6-20), os valores de $\epsilon(t)$ distribuíram-se no quarto quadrante, sugerindo que os protólitos destas rochas tiveram certo tempo de residência crustal, com exceção da rocha vulcânica BA-3 (amostra N) que parece ter sido derivada diretamente do manto.

A evolução crustal da região em questão pode ser resumida da seguinte forma:

- Acreção de material juvenil no Arqueano precoce (>3,0Ga): Granitóides de Uauá, Rio Capim e Araci (Serrinha).

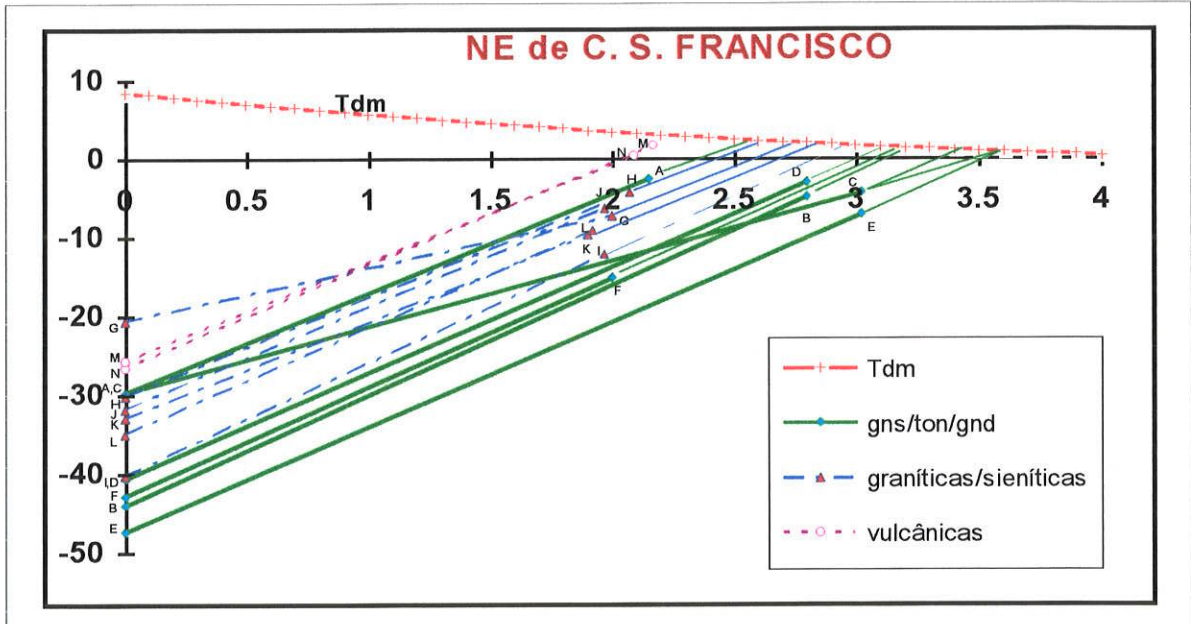


FIG. 5.6-18: diagrama $\epsilon_{Nd}(t)$ versus tempo geológico T(Ga) a Nordeste do C. S. Francisco (faixa Salvador - Juazeiro, regiões de Serrinha e Capim). Os dados isotópicos encontram-se na tab. 5.6-10. Legenda: granitóides de Serrinha e Capim (rochas tipo TTGs - linhas contínuas), granitóides (rochas graníticas/ sieníticas - linhas tracejadas); vulcânicas (linhas pontilhadas).

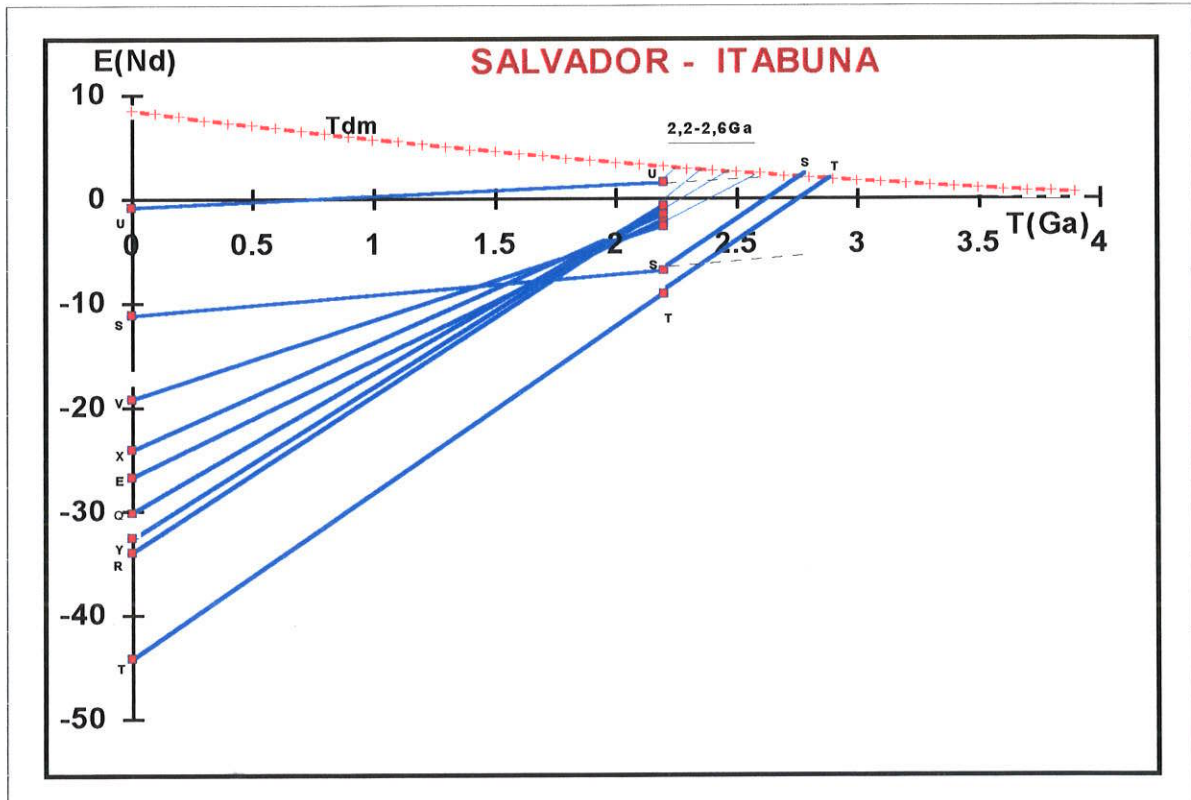


FIG. 5.6-19: diagrama $\epsilon_{Nd}(t)$ versus tempo geológico T(Ga) das rochas granulíticas da região de Salvador-Itabuna. Os dados isotópicos encontram-se na tab. 5.6-10.

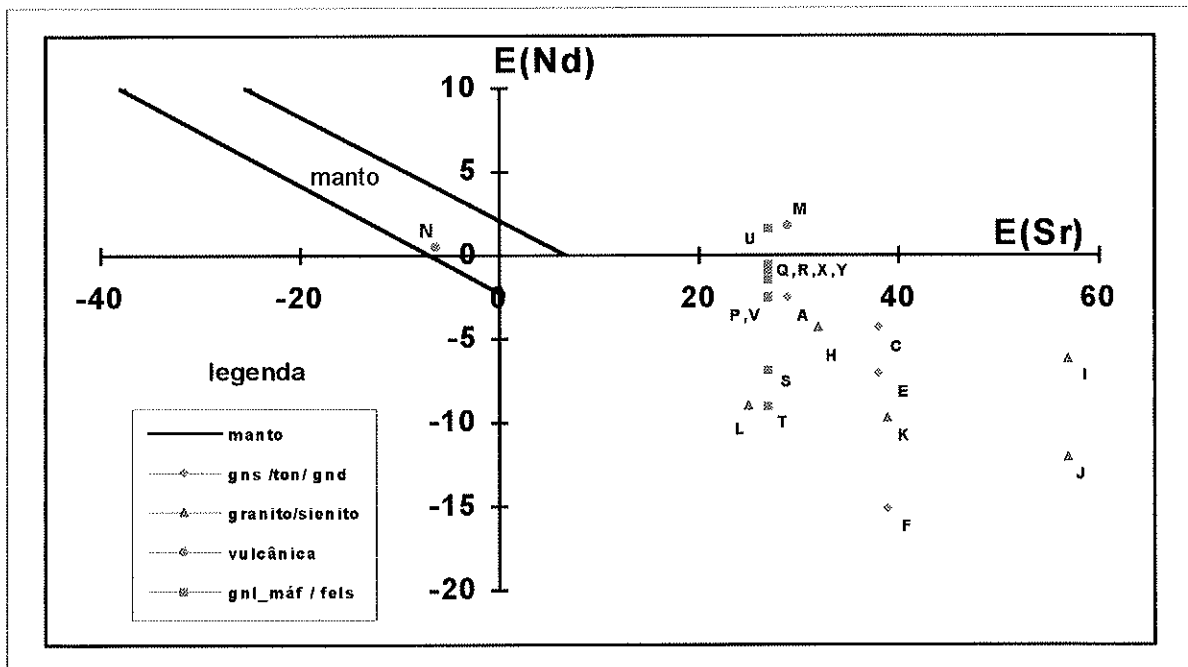


Fig.5.6-20: diagrama $\epsilon_{Sr-Ri}(t)$ versus $\epsilon_{Nd}(t)$ das rochas da região Nordeste do C. S. Francisco. Os valores de ϵ foram calculados para $t =$ ao evento da formação da rocha com a idade baseada pelo método Rb-Sr. Os dados isotópicos encontram-se na tab.5.6-10. Símbolos quadrados referem-se às amostras localizadas entre Salvador e Itabuna e aos demais ao norte de Salvador.

- Acreção de material juvenil no Arqueano Superior (3,0 a 2,5Ga): Granulitos de Poço de Fora e granitóides de Itiúba, Retrolândia, Campo Formoso e Jacuípe.

- Acreção de material juvenil durante o Paleoproterozóico (2,5 a 1,6Ga): Granitóide de Santa Luz, vulcânicas ácidas do Rio Capim e Araci e rochas granulítico-básicas da região Salvador-Itabuna

PORÇÃO NORTE-OCIDENTAL DO CRATON SÃO FRANCISCO

O domínio localizado a Oeste do Espinhaço Setentrional está coberto por sedimentos do Grupo Bambuí com exceção de uma janela de embasamento próximo da cidade de Correntina, onde afloram rochas de natureza granítica/monzonítica e migmatítica (fig. 5.6-1) formadas no Ciclo Transamazônico (isócrona Rb-Sr com 2,0Ga com $RI = 0,7043$; Mascarenhas e Garcia 1989). A norte da cidade de Guanambi ocorrem rochas sieníticas, cujas idades Rb-Sr também são relativas ao Ciclo Transamazônico ($I=1,94$ Ga com $RI = 0,7076$). As idades modelo Sm-Nd (T_{DM}) resultaram pouco mais antigas, entre 2,4 e 2,1Ga, (tab. 5.6-11, amostras A,B,C,D) podendo caracterizar material juvenil, com pequena (ou nenhuma) proporção de assimilação crustal.

COBERTURAS DO GRUPO BAMBUI:

De acordo com o Kawashita (1996), os dados radiométricos Rb/Sr, K/Ar/, Pb/Pb e Sm/Nd sugerem para a sedimentação do Grupo Bambuí, em especial na porção Sul do Craton do S. Francisco, o intervalo 0,64 a 0,54Ga (fig. 5.6-0, região 1). Idades modelo Sm/Nd em rochas sedimentares representam valores médios retratando a geoquímica de ETR de suas áreas fontes.

As idades T_{DM} obtidas em sedimentos e metassedimentos do Gr. Bambuí, quando calculadas segundo equação de estágio único, distribuíram-se entre 2,84Ga e zero, (Kawashita 1996). Em função da evidência de fracionamento químico entre Sm e Nd ocorrido a 0,57Ga (isócrona Sm-Nd, Kawashita 1996) nas rochas carbonáticas, as idades foram recalculadas utilizando-se a premissa de estágio duplo. Dessa forma, as idades T_{DM} convergiram para um intervalo entre 1,74 a 1,73 Ga para amostras das formações Sete Lagoas e Lagoa do Jacaré, (tab. 5.6-9B) e entre 1,61 a 1,5Ga. para as demais formações.

Considerando-se que as rochas do embasamento do Craton do S. Francisco possuem idades T_{DM} normalmente superiores a 1,8Ga e freqüentemente superiores a 2.5Ga, as fontes dos sedimentos do Grupo Bambuí da região meridional do Craton devem representar misturas com componentes mais jovens, até do Neoproterozóico.

O quadro abaixo mostra algumas das combinações da mistura obtidas utilizando um modelo simplista envolvendo 4 fontes distintas no tempo geológico.

	A=3,1Ga % em vol	B=2,0Ga % em vol	C=1,5Ga % em vol	D=1,0Ga % em vol	T_{DM} (Ga) (mistura)
1	10		90		1,66
2	30			70	1,63
3	10	45		45	1,66
4	10	30	30	30	1,66
5		30	70		1,65
6		65		35	1,65
7		27	55	28	1,65

Considerando-se que os teores de ETR em rochas continentais não mudaram significativamente ao longo do tempo geológico, verifica-se que qualquer que sejam as combinações da mistura é necessária uma maior participação de material fonte do Proterozóico e uma menor contribuição de material fonte do Arqueano. Tal fato sugere que a maioria das fontes dos sedimentos do Grupo Bambuí parece tenha vindo dos cinturões marginais, (Faixa Sergipana, Brasília, Araçuaí), com menor participação de materias do próprio craton.

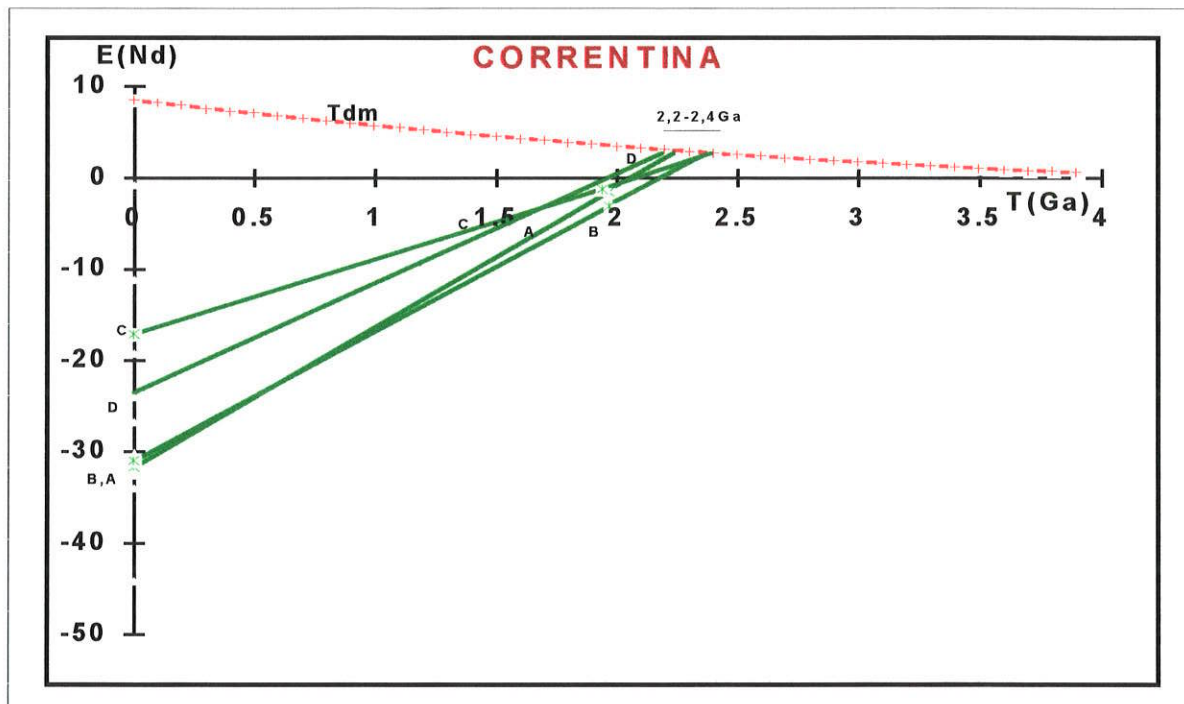


Fig.5.6-21: Diagrama $\epsilon_{\text{Nd}}(t)$ versus Tempo geológico relativo às rochas da região de Correntina - Mansidão (porção norte-ocidental do Craton). Os dados isotópicos encontram-se na tab.5.6-11.

5.6-3: RESUMO PARCIAL DO CRATON DO SÃO FRANCISCO

Os principais períodos de acreção juvenil, com base nas idades modelo Sm-Nd (T_{DM}) no Craton do São Francisco são:

período	volume acrescido	observação
>2,8 Ga	82%	vários eventos magmáticos juvenis com formação de TTGs - pico de acreção em 3,1Ga.
2,8 a 2,5 Ga	10%	intenso retrabalhamento de material crustal nos terrenos do Complexo Jequié, Bloco Gavião e região do Quadrilátero Ferrífero.
2,5 a 1,8Ga	~6%	generalizado retrabalhamento de material crustal no Ciclo Transamazônico, principalmente na faixa Salvador-Juazeiro e no Cinturão Mineiro.
1,8 a 1,0	~2%	magmatismo associado a processo extensional em ambiente intracontinental - região de Espinhaço.
< 1,0	~zero	reativações plataformais; evolução tectono-magmática associada às de faixas móveis brasileiras nas bordas do Craton e Espinhaço.

TAB. 5.6-1: Granitóides de Sete Voltas, Boa Vista e L. do Morro / Complexo Contendas - Mirante

SPS / lit.	coord.	n. campo/ região	litologia	ident. (diagr.)	T _{chur}	T _{dm2}	T _{dm DePaolo}	¹⁴³ Nd- ¹⁴⁴ Nd	¹⁴⁷ Sm- ¹⁴⁴ Nd	Sm ppm	Nd ppm	f	ε _{Nd} (0)	ε _{Nd} (t)	t _{Rb/Sr} Ri _(fonte)	ε _{Sr} (t)	ref
---- gns	14 19/40 53	SVO4 / Sete Voltas	GTD	A1	3.55		3.67	0.510627	0.1111	4.063	22.108	-.44	-39.2	-2.1	3.40 .6997(a)	-11	1
---- gns	14 19/40 52	SV 07 / Sete Voltas	GTD	A2	3.46		3.58	.510441	.10075	4.830	28.990	-.49	-42.9	-1.2	3.40 .6997(a)	-11	1
--- gns		SV 11 / Sete Voltas	GTD	A3	3.57		3.67	.510078	.08832	6.498	44.488	-.55	-49.9	-2.9	3.40 .6997(a)	-11	1
--- gns		SV 28 / Sete Voltas	GTD	A4	3.46		3.56	.509660	.06653	3.370	30.630	-.66	-58.1	-1.6	3.40 .6997(a)	-11	1
--- gns	14 19/40 53	SV 02 / Sete Voltas	GTD	B1	3.58		3.68	.510102	.08953	4.760	32.150	-.54	-49.5	-6.3	3.16 .7017(a)	14	1
--- gns		SV 25 / Sete Voltas	GTD	B2	3.52		3.63	.510071	.08661	5.588	39.015	-.56	-50.1	-5.7	3.16 .7017(a)	14	1
--- gnd	14 18/40 51	SV 14 / Sete Voltas	GTD	C1	3.40		3.51	.509875	.07380	3.043	24.935	-.62	-53.9	-3.7	3.16 .7014(a)	9	1
--- gnd	14 19/40 52	SV 20 / Sete Voltas	GTD	C2	3.61		3.72	.510318	.09950	5.680	34.520	-.49	-45.3	-5.6	3.16 .7014(a)	9	1
---- gtd	14 29/40 43	AC 1B / Boa Vista	GTD		3.58		3.65								3.38 .7017(b)	17	2
---- gtd	14 29/40 43	31 B.Vista_M.V.	GTD	E1	3.38		3.49	.510098	.08315	4.4	32.0	-.58	-49.5	-.3	3.4* .7008(c)	6	3
---- gtd	14 29/40 43	32 B.Vista_M.V.	GTD	E2	3.43		3.54	.510155	.08720	4.6	31.9	-.56	-48.4	-.95	3.40* .7008(c)	6	3
---- gtd	14 29/40 43	33 B.Vista_M.V.	GTD	E3	3.37		3.49	.510168	.08593	5.4	38.0	-.56	-48.2	-.14	3.4* .7008(c)	6	3
---- gtd	14 29/40 43	35 B.Vista_M.V.	GTD	E4	3.37		3.48	.510124	.08393	3.9	28.1	-.57	-49.0	-.13	3.4* .7008(c)	6	3
---- gtd	14 29/40 43	36 B.Vista_M.V.	GTD	E5	3.40		3.51	.510141	.08550	5.5	38.9	-.57	-48.7	-.48	3.4* .7008(c)	6	3
---- gtd	14 29/40 43	37 B.Vista_M.V	GTD	E6	3.47		3.58	.510135	.08753	10.9	75.3	-.55	-48.8	-1.5	3.4* .7008(c)	6	3

----	14 29/40 43	38 B.Vista_M.V	GTD	E7	3.07		3.21	.510475	.09016	7.5	50.3	-54	-42.2	4.0	3.4* .7008 _(c)	6	3
----	14 37/41 00	MM209 (intr.) L. do Morro	GTD	F1	3.48		3.60	.510489	.10342	9.76	57.07	-47	-41.9	-8.1	2.84 .7041 _(c)	42	4
----	14 37/41 00	MM210 (intr.) L. do Morro	GTD	F2	3.26		3.38	.510342	.09001	10.94	73.5	-54	-44.8	-6.1	2.84 .7041 _(c)	42	4
----	14 37/41 00	MM211 (intr.) L. do Morro	GTD	F3	3.31		3.43	.510385	.09377	10.49	67.65	-52	-43.9	-6.7	2.84 .7041 _(c)	42	4

TAB. 5.6-2: Sequência Vulcano Sedimentar do Complexo Contendas Mirantes

SPS / lit.	coord.	n. campo/ região	litolo gia	ident. (diagr.)	T _{chur}	T _{dm2}	T _{dm} DePaolo	¹⁴³ Nd- ¹⁴⁴ Nd	¹⁴⁷ Sm- ¹⁴⁴ Nd	Sm ppm	Nd ppm	f	ε _{Nd} (0)	ε _{Nd} (t)	t _{Rb/Sr} Ri _(fonte)	ε _{Sr} (t)	ref
---	13 39/40 53	42 E / Barra Estiva (u.inf.)	BAS	G1	3.17		3.34	.511118	.12416	10.8	52.6	-37	-29.7	-9.8	2.14 .7457 _(d)	622	5
---	13 39/40 53	42 G / Barra Estiva (u. inf.)	BAS	G2	3.31		3.47	.511079	.12546	11.1	53.5	-36	-30.4	-11	2.14 .7457 _(d)	622	5
----	13 47/40 44	MM 213C (unid. inferior)	MSE	H1	2.81		3.06	.511546	.13788	1.40	6.14	-30	-21.3	1.2	(3.0)		4
----	13 47/40 44	MM213B (unid. inferior)	MSE	H2	2.77		3.00	.511442	.13121	1.15	5.30	-33	-23.3	1.7	(3.0)		4
----	13 47/40 44	MM203E (unid. inferior)	MSE	I1	2.65		2.88	.511372	.12431	1.33	6.47	-37	-24.7	3.0	(3.0)		4
----	13 47/40 44	MM230B (unid. inferior)	MSE	I2	2.81		3.04	.511391	.12951	1.330	6.210	-34	-24.3	1.4	(3.0)		4
----	13 47/40 44	MM230D (unid. inferior)	MSE	I3	2.89		3.09	.511213	.12196	2.40	11.9	-38	-27.8	+8	(3.0)		4
----		MM 40 (unidade infer.)	BAS	J1	2.56		2.86	.511703	.14134	3.45	14.76	-28	-18.2	2.9	(3.0)		4
----		MM 6B	BAS	J2	2.57		2.84	.511540	.13197	3.59	16.45	-33	-21.4	3.4	(3.0)		4

tol		(unidade infer.)															
----		MM 6Bbs	BAS	J3	2.64		2.90	.511517	.13241	3.81	17.4	-.33	-21.9	2.7	(3.0)		4
tol		(unidade infer.)															
-----		MM 8	BAS	J4	3.12		3.30	.511197	.12678	5.95	28.38	-.36	-28.1	-1.4	(3.0)		4
tol		(unidade infer.)															
----		MM 9	BAS	J5	3.06		3.25	.511207	.12592	5.82	27.95	-.36	-27.9	-.8	(3.0)		4
tol		(unidade infer.)															
----		MM 15	BAS	J6	2.98		3.19	.511367	.13210	5.23	23.94	-.33	-24.8	-.1	(3.0)		4
tol		(unidade infer.)															
----		MM 17	BAS	J7	2.76		2.98	.511269	.12165	5.86	29.13	-.38	-26.7	2.0	(3.0)		4
tol		(unidade infer.)															
----		MM 20	BAS	J8	3.11		3.29	.511136	.12368	6.60	32.27	-.37	-29.3	-1.4	(3.0)		4
tol		(unidade infer.)															
----		MM 21	BAS	J9	----	3.8^{#2}	-----	.511599	.17339	4.41	15.38	-.12	-20.3	-11	(3.0)		4
tol		(unidade infer.)															
----		MM 22C	BAS	J10	3.16		3.36	.511363	.13573	4.68	20.85	-.31	-24.9	-1.5	(3.0)		4
tol		(unidade infer.)															
----		MM 23	BAS	J11	3.25		3.47	.511622	.14936	7.01	28.38	-.24	-19.8	-1.7	(3.0)		4
tol		(unidade infer.)															
----		MM 100B	BAS	J12	3.05		3.29	.511632	.14676	8.47	34.9	-.25	-19.6	-.5	(3.0)		4
tol		(unidade infer.)															
---		MM 200B	GTD	K1	2.48		2.72	.511301	.11507	3.92	20.6	-.42	-26.1	-5.3	2.01	15	4
mig.m		(unid. média)													.7032 _(c)		
----		MM 205A	GTD	K2	2.14		2.39	.511390	.10796	4.26	23.86	-.45	-24.3	-1.7	2.01	15	4
mig.m		(unid. média)													.7032 _(c)		
----		MM 206B	GTD	K3	2.16		2.45	.511562	.12094	0.59	2.95	-.39	-21.0	-1.7	2.01	15	4
mig.m		(unid. média)													.7032 _(c)		
----	13 44/41 01	MM 1A	MSE	L1	2.09		2.37	.511526	.11577	3.85	20.11	-.41	-21.7	4.1	(2.5)		4
mse		(unid.média)															
----	13 44/41 01	MM 67	MSE	L2	2.40		2.62	.511189	.10521	4.08	23.45	-.47	-28.3	+9	(2.5)		4
mse		(unid.média)															
---	13 44/41 01	MM 72	MSE	L3	2.23		2.51	.511529	.12104	4.70	23.48	-.38	-21.6	2.5	(2.5)		4
mse		(unid.média)															
----	13 44/41 01	MM 79	MSE	L4	2.60		2.82	.511239	.11510	4.53	23.8	-.41	-27.3	-1.3	(2.5)		4
mse		(unid.média)															
---	13 44/41 01	MM 145	MSE	L5	2.21		2.48	.511451	.11510	6.23	32.73	-.41	-23.2	2.9	(2.5)		4
mse		(unid.média)															

---	13 44/41 01	MM 157A (unid.média)	MSE	L6	2.23		2.49	.511427	.11436	4.00	21.15	-.42	-23.6	2.6	(2.5)		4
mse																	
----		MM 25 A (unid.média)	VAC	M1	3.32		3.50	.511363	.13860	6.31	27.53	-.30	-24.9	-6.3	(2.5)		4
vca																	
---		MM 39 (unid.média)	VAC	M2	3.15		3.36	.511440	.13920	3.40	14.77	-.29	-23.4	-5.0	(2.5)		4
vca																	
---		MM151C (unid.média)	VAC	M3	3.12		3.34	.511526	.14277	2.76	11.69	-.27	-21.7	-4.5	(2.5)		4
vca																	
----		MM152C (unid.média)	VAC	M4	2.72		2.97	.511556	.13636	4.58	20.31	-.31	-21.1	-1.9	(2.5)		4
vca																	
----		MM158B (unid.média)	VAC	M5	3.27		3.44	.511267	.13322	5.62	25.51	-.32	-26.7	-6.5	(2.5)		4
vca																	
----		MM 98 (unid.média)	VAC	M6	3.08		3.25	.510975	.11503	8.45	44.42	-.42	-32.4	-6.4	(25)		4
vca																	

TAB. 5.6-3: Granitos intrusivos no Paleo-Proterozóico (Proterozóico Inferior) - Compl. Contendas-Mirante

SPS / lit.	coord.	n. campo/ região	litolo gia	ident. (diagr.)	T _{chur}	T _{dm2}	T _{dm}	¹⁴³ Nd- ¹⁴⁴ Nd	¹⁴⁷ Sm- ¹⁴⁴ Nd	Sm ppm	Nd ppm	f	ε _{Nd} (0)	ε _{Nd} (t)	t _{Rb/Sr} Ri _(fonte)	ε _{Sr} (t)	ref
----		MM 30 A / Pé de Serra	GTD	N1	2.94		3.13	.511226	.12388	9.70	47.35	-.37	-27.5	-10.2	1.87 .712 _(c)	138	4
grt																	
----		MM 160 / Pe de Serra	GTD	N2	2.99		3.18	.511192	.12352	11.89	58.21	-.37	-28.2	-10.8	1.87 .712 _(c)	138	4
grt																	
----		MM 11219 / Pé de Serra	GTD	N3	2.93		3.12	.511170	.12075	12.80	64.10	-.39	-28.6	-10.5	1.87 .712 _(c)	138	4
grt																	
----		MM 132 / Pé de Serra	GTD	N4	2.90		3.11	.511300	.12680	23.24	110.83	-.36	-26.1	-9.4	1.87 .712 _(c)	138	4
grt																	
----		MM 92 / Gameleira	GTD	O1	2.59		2.76	.510779	.08774	4.08	28.12	-.55	-36.3	-9.2	1.95 .7072 _(c)	71	4
grt																	
----		MM 95 / Gameleira	GTD	O2	2.70		2.87	.510730	.08975	4.80	32.34	-.54	-37.2	-10.6	1.95 .707 _(c)	71	4
grt																	
----		11218 /	GTD	O3	2.54		2.73	.510869	.09115	4.10	27.2	-.54	-34.5	-8.3	1.95 _(c)	71	5
grt																	

grt		Gameleira															
----		MM 99 D / Riacho Pedras	GTD	P1	----	3.28 ^{#3}	----	.511612	.16509	.86	3.15	-.16	-20.0	-12.3	1.91 .746 _(c)	623	4
----		MM 99 H / Riacho Pedras	GTD	P2	----	3.16 ^{#3}	----	.512039	.19096	.48	1.52	-.03	-11.7	-10.3	1.91 .746 _(c)	623	4
----		MM 99 I / Riacho Pedras	GTD	P3	----	2.68 ^{#3}	----	.513135	.25618	1.72	4.06	+3	+9.7	-4.8	1.91 .746 _(c)	623	4
----		11217 / Ricaho Pedras	GTD	P4	----	2.80 ^{#3}	----	.511914	.16465	.55	2.02	-.16	-14.1	-6.3	1.91 .746 _(c)	623	5
----	13 49/40 44	MM 35 / Rio Jacaré	GTD	Q1	3.07	2.90 ^{#1}	3.33?	.511746	.15277	2.87	11.36	-.22	-17.4	-3.4	(2.5)		4
----	13 49/40 44	MM 224 C / Rio Jacaré	GTD	Q2	3.28	2.93 ^{#1}	3.53?	.511848	.16026	1.50	5.66	-.19	-15.4	-3.8	(2.5)		4
----	13 49/40 44	MM 228 / Rio Jacaré	GTD	Q3	3.43	3.08 ^{#1}	3.61?	.511504	.14664	2.83	11.67	-.25	-22.1	-6.2	(2.5)		4
---	~14 35/40 37	GO9HC-BC / Lagoinha	GTD	R	2.61	2.55 ^{#1}	2.90?	.51169	.14167	4.1	17.5	-.28	-18.5	-4.5	1.97 .7072 _(d)	71	6
----	~14 30/40 40	G58HC / Lagoa Grande	GTD	S	2.53		2.73	.510970	.09691	2.5	15.6	-.51	-32.5	-7.1	1.97 .7072 _(d)	71	6
----	~14 21/40 43	CAE 2 / Caetano	GTD	T	2.31		2.52	.510990	.08863	1.47	10.03	-.55	-32.1	-4.6	(2.0)		6

Ver nota explicativa da tabela no apêndice 1.

Ref. : Idades modelos recalculados para este trabalho a partir dos dados istópicos de 1 = Martin et al 1996; Sato 1986; 3 = Wilson 1987; 4 = Marinho 1991; 5 = dados compilados pelo Marinho et. al 1994 (b); 6 = Sabaté et. al - 1990. Fonte de referência para coluna t: a = Martin et al 1996; b = Sato 1986; c = Wilson 1987; d = Sabaté et al 1990; idade em entre parêntese = época de cristalização estimada. * = valor médio de Rb-Sr, U-Pb e Pb-Pb

Observação: idade modelo Tdm2 com subscrito # indica uma evolução de 2 estágios onde #1,#2 e #3 foram usados estágio T2 = t, 2.0GA e t respectivamente e $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}_{T2} = .100, .100 \text{ e } .125$ respectivamente.

TAB. 5.6-4: Bloco do Gavião e região de Jacobina

SPS / lit.	coord.	n. campo/ região	litolo- gia	ident. (diagr.)	T _{chur}	T _{dm2}	T _{dm}	$^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$	$^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$	Sm ppm	Nd ppm	f	$\epsilon_{\text{Nd}}(0)$	$\epsilon_{\text{Nd}}(t)$	$t_{\text{Rb/Sr}}/Ri_{(\text{fonte})}$	$\epsilon_{\text{Sr}}(t)$	ref
291 /	10 57/40 30	JB 378C / Jacobina	GTD	A	3.99?		4.09?	.510805	.12742	1.774	8.419	-.35	-35.8	-9.2	3.0 _{conv}		nt

gns					.04		.05	.000024	.00010	.001	.004								
291a gns	idem	JB378C / repet. quimica	GTD	A1	3.99? .07	3.67 ^{#1}	4.09? .07	.510810 .000030	.12749 .00009	1.728 .001	8.196 .003	-35	-35.7	-9.2	3.0 _{conv}				nt
330 / gns	10 57/40 30	JB 378 E / Jacobina	GTD	B	2.68 .03		2.87 .03	.511038 .000020	.10616 .00005	4.385 .001	24.978 .010	-46	-31.2	+5.6	3.19 _{conv}				nt
327 / mig	11 14/40 35	BA-82-38-I / Jacobina	GTD	C	3.25 .04		3.37 .04	.510209 .000028	.08359 .00004	.773 .001	5.592 .002	-58	-47.4	-5.5	2.90 .7036 _(a)	36			nt
328 / mig	11 43/40 42	G - 6 / Jacobina	GTD	D	3.15 .05		3.29 .05	.510601 .000031	.09891 .00005	11.92 .003	72.888 .028	-50	-39.7	-3.3	2.92 .7109 _(a)	141			nt
329 / mig	11 46/40 40	G - 9 / Jacobina	GTD	E	3.33		3.46	.510363 .000027	.09351 .00005	2.756 .001	17.823 .007	-52	-44.4	-5.9	2.92 .7109 _(a)	141			nt
368 gns	14 27/41 55	JM BA 331 D / Brumado	GTD	H	2.79 .05		2.94 .05	.510320 .000040	.07099 0.00004	2.765 .001	23.552 .010	-64	-45.2	1.6	2.92 _{conv}				nt
275 gns	-----	BRJC178B / Brumado	GTD	I	3.46 .05		3.59 .05	.510702 .000030	.11215 .00008	3.698 .001	19.939 .013	-43	-37.8	-7.1	2.84 .706 _(b)	69			1
gns 274	-----	BRJC 11 H / sul-Brumado	GTD	J	3.14 .03		3.26 .03	.510115 .000024	.07496 .00006	4.802 .002	38.737 .026	-62	-49.2	-5.1	2.84 .706 _(b)	69			1
gns 276	-----	BRJC 300 / Brumado	GTD	K	3.10 .04		3.24 .04	.510540 .000030	.09428 .00006	2.851 .001	18.287 .010	-52	-40.9	-3.8	2.84 .706 _(b)	69			1
169 / grt	14 15/ 41 16	AC - 3 E / este-Brumado	GTD	L	3.29 .05		3.42 .05	.510432 .000030	.09528 .00008	4.390 .002	27.862 .019	-52	-43.0	-8.2	2.69 .7053 _(a)	57			nt
grt 418	-----	BRJC 300 / Brumado	GTD	M	2.49 .05		2.71 .04	.511214 .000028	.11005 .00007	14.73 .007	80.945 .033	-44	-27.8	-6.1	1.96 .7084 _(b)	88			1
423 grt	-----	BRJC 234 / oeste.Brumad	GTD	N	2.57 .06		2.76 .05	.510944 .000037	.09679 .00007	30.05 .02	187.73. 103	-51	-33.0	-11	1.73 .7145 _(b)	171			1
grt 424	-----	BRJC 304 / norte.Brumado	GTD	O	3.28 .05		3.43 .05	.510963 .000025	.11947 .00006	10.97 .003	55.506 .022	-39	-32.7	-15	1.75 .758 _(b)	790			1
SUPRA - CRUSTAIS																			
272 mvul	-----	BRJC 337A / Brumado	VA C	P	2.59 .04		2.80	.511198 .000020	.11225 .00008	27.31 .007	147.12 .10	-43	-28.1	-15	1.21 .807 _(b)	1477			1
420 mba	-----	BRJC 479J Brumado	BAS	Q	2.82 .08		3.10 .08	.511754 .000026	.14913 .00009	2.932 .001	11.889 .006	-24	-17.2	-9.9	(1.21)				1

Ref.: nt = neste trabalho. Idades modelos recalculados para este trabalho a partir dos dados istópicos de 1= Bastos Leal 1995.

Fonte bibliográfica para coluna t: a = Mascarenhas e Garcia 1989; b = Bastos Leal 1995; idade em entre parêntese = época de cristalização estimada.

Observação: Tdm2 com sobrescrito #1 indica um modelo de evolução de 2 estágios com $T_2=t$ e $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}_{T_2}=100$.

---- char		MM 138 / Maracás	GNL	F2	3.24		3.42	.511211	.13016	29.69	137.93	-.34	-27.8	-3.7	(2.84) (.7066) _m	(77)	2
---- char		MM 140A / Maracás	GNL	F3	3.00		3.21	.511382	.13335	15.43	69.97	-.32	-24.5	-1.6	(2.84) (.7066) _m	(77)	2
---- char		MM 170 / Maracás	GNL	F4	3.08		3.26	.511163	.12410	19.06	92.87	-.37	-28.8	-2.5	(2.84) (.7066) _m	(77)	2
--- gnl		RP 02 / Rio_Piau	GNL	G1	3.21		3.38	.511224	.13000	4.07	25.5	-.34	-27.6	-2.7	2.92 _(c) isócr _{SmNd}		3
---- gnl		RP 15 / Rio_Piau	GNL	G2	3.33?	3.28 ^{#1}	3.51?	.511391	.14000	4.07	25.5	-.29	-24.3	-3.2	2.92 _(c) isócr _{SmNd}		3
---- gnl		RP 18 / Rio_Piau	GNL	G3	3.08	3.10 ^{#1}	3.30?	.511484	.14000	4.07	25.5	-.29	-22.5	-1.4	2.92 _(c) isócr _{SmNd}		3

TAB. 5.6-7: Rochas supra-crustais metamorfoseado no fácies granulito - Complexo Jequié

SPS /lit.	coord./	n. campo/ região	litolo gia	ident. (diagr.)	T _{chur}	T _{dm2}	T _{dm}	¹⁴³ Nd- ¹⁴⁴ Nd	¹⁴⁷ Sm- ¹⁴⁴ Nd	Sm ppm	Nd ppm	f	ε _{Nd} (0)	ε _{Nd} (t)	t _{Rb/Sr} Ri _(fonte)	ε _{Sr} (t)	ref
--- gnl		17A / Jequié	GNL	H	2.41	2.73 ^{#2}	2.59	.510714	.07559	7.0	56.0	-.62	-37.5	-5.2	2.09 .7297 _(b)	394	1
--- gnl		17D / Jequié	GNL	I	2.73	3.01 ^{#2}	2.89	.510680	.08788	4.2	28.9	-.55	-38.2	-9.2	2.09 .7297 _(b)	394	1
--- gnl		16B / Eng. França	GNL	J	3.34		3.48	.510878	.11695	12.3	63.6	-.41	-34.3	-6.9	2.70 .7194 _(b)	252	1
--- gnlm		1263PJR09 / Jequié	GNL	K	3.15		3.32	.511082	.12189	9.53	47.28	-.38	-30.4	-11	(2.0)		2*
--- gnlm		1263PJR10 / Jitaúna	GNL	L	3.32	2.81 ^{#1}	3.53?	.511586	.14877	4.33	17.6	-.24	-20.5	-8.3	(2.0)		2*
--- gnlm		1263PJR11 / Ipiáú	GNL	M	2.08	2.29 ^{#1}	3.08?	.512461	.18378	3.72	12.24	-.07	-3.5	-2	(2.0)		2*
--- gnlm		1263PJR04 / Eng. França	GNL	N	3.11	2.85 ^{#1}	3.31?	.511386	.13579	5.03	22.4	-.31	-24.4	-8.9	(2.0)		2*
---- grt		1263PJR05 / Santa Inês	GTD	O	3.03		3.19	.510733	.10160	4.8	28.57	-.48	-37.2	-	(2.0) 12.9		2*

Ref.: nt = neste trabalho. Idades modelos recalculados para este trabalho a partir dos dados isotópicos de : 1 = Wilson 1987; 2 = Marinho 1991; 2* = dados compilados pelo Marinho 1994_(a); 3 = Vignol 1987.

Fonte bibliográfica para coluna t : b = Wilson 1987; c = Vignol 1987; m=média de 9 isócronas compilado no trabalho de Mascarenhas et. al 1989; idade em entre parêntese = época de cristalização estimada.

Observação : Tdm2 com sobrescrito #1 indicam um modelo de 2 estágios com T2=t e $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}_{T_2}=.100$

TAB. 5.6-5: Complexo granulítico de Jequié

no campo	coordenadas	litologia	T _{chur} (GA)	T _{DM-Sm/Nd} (GA)	T _{DM-Rb/Sr} (GA)	isócrona Rb-Sr	Razão inicial	Referência
JM/BA 3C	13° 11'/39° 30'	granulito	2.97	3.09	3.20	2.78 _(a)	.7045	Sato 1986
JM/BA 244C	14° 04'/40° 13'	granulito	2.93	3.11	3.12	2.71 _(a)	.712	Sato 1986
JM/BA 206	13° 15'/39° 30'	granulito	2.72	2.86	2.95	2.79 _(a)	.7035	Sato 1986
JM/BA 214C	13° 21'/39° 22'	granulito	2.68	2.81	2.88	2.04 _(a)	.7093	Sato 1986

Observações: amostras de Sm e Nd analisadas em Oxford / Inglaterra; subscrito (a) = dados de Mascarenhas et. al 1989; os dados isotópicos de Nd e de Sm não são disponíveis.

TAB. 5.6-6: - Complexo granulítico de Jequié

SPS /lit.	coord.	n. campo/ região	litolo gia	ident. (diagr.)	T _{chur}	T _{dm2}	T _{dm4}	¹⁴³ Nd- ¹⁴⁴ Nd	¹⁴⁷ Sm- ¹⁴⁴ Nd	Sm ppm	Nd ppm	f	ε _{Nd} (0)	ε _{Nd} (t)	t _{Rb/Sr} Ri _(fonte)	ε _{Sr} (t)	ref
116 char	12° 25'/40° 12'	MJ 303 A / Itaberaba	GNL	A	2.84 ±.06		3.02 ±.06	0.510982 ±.000033	0.10831 ±.00013	1.639 ±.001	9.151 ±.009	-45	-32.3	-8.6	(2.1)		nt
497 atx	12° 26'/40° 30'	2-101-4/ Itaberaba	GTD	B	2.84 .03		2.99 .03	.510655 .000024	.09078 .00009	1.161 .001	7.734 .003	-54	-38.7	-10.3	(2.1)		nt
--- char		1 / Mutuípe- Laje	GNL	C1	2.77		2.96	.511042	.10942	1.9	10.5	-44	-31.1	+1.5	2.93 .702 _(b)	13	1
--- char		4 / Mutuípe - Laje	GNL	C2	2.83		2.99	.510635	.08966	9.0	60.7	-54	-39.1	+9	2.93 .702 _(b)	13	1
--- char		6 / Mutuípe - Laje	GNL	C3	2.84		3.02	.511032	.11103	12.1	65.9	-44	-31.3	+7	2.93 .702 _(b)	13	1
--- char		10 / Mutuípe - Laje	GNL	C4	2.86		3.04	.511049	.11254	6.7	36.0	-43	-31.0	+5	2.93 .702 _(b)	13	1
--- char		13 / Mutuípe - Laje	GNL	C5	2.92		3.08	.510847	.10366	1.8	10.5	-47	-34.9	-2	2.93 .702 _(b)	13	1
--- char		21 / Mutuípe - Laje	GNL	C6	2.73		2.91	.511021	.10679	15.7	88.9	-46	-31.5	2.1	2.93 .702 _(b)	13	1
--- char		14 / Mutuípe - Laje	GNL	C7	2.88		3.06	.511091	.11527	11.8	61.9	-41	-30.2	.3	2.93 .702 _(b)	13	1
--- char		23A / Mutuípe - Laje	GNL	C8	2.74		2.92	.510920	.10173	10.7	63.6	-48	-33.5	2.0	2.93 .702 _(b)	13	1
--- char		MM 137 / Maracás	GNL	F1	3.00		3.18	.511198	.12390	21.76	106.2	-37	-28.1	-1.7	(2.84) (.7066) _m	(77)	2

TAB. 5.6-8: Regiões de Lagoa Real, Riacho de Santana, norte de Macaúbas e Guanambi

SPS /lit	coord.	n. campo/ região	lítolo gia	ident. (diagr.)	T _{chur}	T _{dm2}	T _{dm}	¹⁴³ Nd- ¹⁴⁴ Nd	¹⁴⁷ Sm- ¹⁴⁴ Nd	Sm ppm	Nd ppm	f	ε _{Nd} (0)	ε _{Nd} (t)	t _{Rb/Sr} Ri(fonte)	ε _{Sr} (t)	ref
371 gnl	12 37/42 47	PEW59 / norte Macaúbas	GTD	A	2.67 .05		2.88 .03	.511208 .000024	.11540 .00007	13.47 .005	70.579 .032	-.41	-27.9	.1	2.70 _(conv)		nt
369 gns	13 35/42 59	BA - 46 / Ria- de Santana	GTD	B	2.89 .05		3.08 .05	.511035 .000027	.11283 .00006	7.989 .003	42.817 .016	-.43	-31.3	-2.5	2.69 .7053 _(a)	57	nt
417 gns	-----	BR WP 12 A / R.Santana	GTD	C	2.85 .03		3.00 .03	.510430 .000021	.07938 .00004	5.387 .002	41.035 .017	-.60	-43.1	-.6	(2.84)		1
gns 324	13 49/42 19	FEN-83.50-84. Lagoa Real	GTD	D	2.59 .07		2.80 .05	.511226 .000037	.11397 .00006	26.38 .006	139.98 .06	-.42	-27.5	-12	1.52 .722 _(b)	275	nt
gns 326	13 47/42 42	LR-20D / Lagoa Real	GTD	E	2.64 .09		2.84 .07	.511119 .000049	.10956 .00006	4.800 .001	26.492 .012	-.44	-29.6	.4	2.70 .706 _(b)	67	nt
gns 325	13 54/42 20	LRA66.-66.50 / Lagoa Real	GTD	F	2.54 .05		2.76 .04	.511295 .000024	.11639 .00021	15.83 .028	82.218 .033	-.41	-26.2	-16	1.03 .7229 _(b)	279	nt
323 gns	13 57/42 20	GSWB28-1 / Lagoa Real	GTD	G	2.42 .05		2.67 .04	.511398 .000025	.11903 .00187	55.11 .09	279.98 .011	-.39	-24.2	-7.3	1.71 .7225 _(b)	285	nt
492 gns	13 46/42 24	PEMLWB22 / Lagoa Real	GTD	H	2.71 .04		2.91 .03	.511119 .000022	.11166 .00005	13.11	70.983 .028	-.43	-29.6	-11.	1.71 .7135 _(b)	156	nt
182 sie	14 12/42 58	JM BA 611 / Guanambi	GTD	I	2.96 .06		3.10 .06	.510483 .000036	.08645 .00129	56.09 .18	392.36 5.7	-.56	-42	-15	1.95 .7062 _(a)	56	nt
	supra -	crustais															
123 bas	12 24/42 24	JM BA 43C / nort Mabaúbas	BAS	J	1.63 .13		2.27 .08	.512245 .000032	.15993 .00010	2.600 .001	9.831 .005	-.19	-7.7	-4.5	0.68 _{K/Ar}		nt
168 dia	14 07/42 47	GSWB61.2 / Guanambi	BAS	K	1.10 .08		1.69 .05	.512238 .000028	.14119 .00012	4.468 .002	19.136 .013	-.28	-7.8	+3.5	1.60 _{K/Ar}		nt
277 bas	-----	WPR116 / Riach.Santana	BAS	L	-----		2.18 .18	.512746 .000035	.19296 .00014	2.587 .001	8.107 .005	-.02	2.1	3.1	(2.0)		nt
500 vulfe	-----	WPR 208 Riach.Santana	VAC	M	2.56 .05		2.74 .04	.510805 .000039	.08809 .00009	16.35 .011	112.27 .081	-.55	-36	-8.0	(2.0)		nt

Ver nota explicativa da tabela no apêndice 1.

Ref.: nt = neste trabalho; 1 = idades modelos recalculados para este trabalho a partir dos dados isotópicos 1 = Bastos Leal 1995.

Fonte bibliográfica para coluna t: a = Mascarenhas e Garcia 1989; b = Cordani et. al 1992; idade em entre parêntese = época de cristalização estimada; conv = idade convencional com ri = .705.

Observação: Idade Modelo Tdm2 com sobrescrito #1 indica uma evolução de 2 estágios com T2=t e ¹⁴⁷Sm/¹⁴⁴Nd_{T2} = .100.

TAB. 5.6-9A: Sul do C.S.F - Complexo Bonfim (CB), Complexo Campo Belo (CCB), Complexo B. Horizonte (CBH) e CINTURÃO MINEIRO (CM)

SPS / lit.	coord./ (p.local.)	n. campo/ região	litolo gia	ident. (diagr.)	T _{chur}	T _{dm2}	T _{dm}	¹⁴³ Nd- ¹⁴⁴ Nd	¹⁴⁷ Sm- ¹⁴⁴ Nd	Sm ppm	Nd ppm	f	ε _{Nd} (0)	ε _{Nd} (t)	t _{método} Ri ()=fonte bibl.	ε _{Sr} (t)	r e f
	Complexo	Bonfim															
82 / gns	20 11/44 11	11.1 / Alberto Flores	GTD	A	2.91 0.05		3.12 .05	.511291 .000025	.12667 .00012	1.888 .001	9.013 .007	-.36	-26.3	-5.8 ----- -1.5	2.29 _{Rb/Sr} ri=.707 _(a) 2.78 _{U/Pb(i)}	74	1
83 / gns	20 10/44 06	243-6 / Souza Noschece	GTD	B	2.91 0.10		3.19? 0.10	.511749 .000030	.15047 .00014	7.066 .003	28.397 .024	-.24	-17.3	-9.7	1.29 _{Rb/Sr} ri=1.006 _(a)	4310	1
142 / anf	?	120 / Paraopeba	BAS	C	2.63 0.18		3.05? .10	.512071 .000038	.16399 .00018	4.269 .001	15.742 .017	-.17	-11.1	-2.0	2.16 _{K/Ar(a)}		1
72 / ton	20 13/44 01	625F / Samambaia	GTD	D	2.73 0.05		2.92 .04	.511014 .000031	.10660 .00019	11.83 .006	67.123 .113	-.46	-31.7	-18. ----- +3	1.19 _{Rb/Sr} ri=.7130 _(a) 2.78 _{U/Pb(i)}	140	1
73 / ton	20 14/44 1	656C / Samambaia	GTD	E	2.88 0.08		3.07 0.08	.511073 .000043	.11451 .00017	10.38 .006	54.799 .075	-.42	-30.5	-21. ----- -1.4	1.19 _{Rb/Sr} ri=.7130 _(a) 2.78 _{U/Pb(i)}	140	1
70 / grt	20 00/44 12	11.15 / Brumadinho	GTD	F1	2.74 0.07		2.92 0.06	.510976 .000041	.10469 .00008	2.489 .002	14.377 .105	-.47	-32.4	-21 ----- -0.7	.98 _{Rb/Sr} ri=.741 _(a) 2.70 _{U/Pb(i)}	535	1
71 / grt	20 11/44 12	11.18 / Brumadinho	GTD	F2	2.90 0.05		3.08 0.05	.510991 .000028	.11071 .00007	2.802 .001	15.305 .007	-.44	-32.1	-2.5 -8.4	2.7 _{estimado} 2.16	71 _{est}	1
346 / grt	20 09/44 05	APWT 15G	GTD	G	2.76 0.04		2.94 0.03	.510925 .000024	.10263 .00006	2.274 0.001	13.399 0.005	-.48	-33.4	- 1.02	2.7 _{estimado}		4
	Complexo	Campo				Belo											
105 / gns	20 46/45 27	WT-3 / Campo Belo	GTD	H	3.01 0.04		3.18 0.04	.510991 .000023	.11396 .00012	3.574 .003	18.964 .011	-.42	-32.1	-3.6	2.7 _{estimado}		1
100 / gns	20 45/45 28	WT-4 / Campo Belo	GTD	I1	2.72 .05		2.89 .04	.510700 .000036	.08881 .00012	4.959 .004	33.765 .038	-.55	-37.8	+4.9 ----- 4.6	3.1 _{Rb/Sr(a)} * ri=0.702 3.08 _{U/Pb(c)}	45	1
268	20 45/45 28	WT-4 /	GTD	I2	2.71		2.88	.510714	.08924	3.456	23.418	-.55	-37.5	5.0	3.1 _{Rb/Sr(a)} *	73	4

gns		Campo Belo			.05		.04	.000038	.00003	.001	.005				ri = 0.706 3.08 _{U/Pb(c)}		
141 / gns	20 20/45 21	SFWT12-1B / Formiga	GTD	J	2.83 .06		3.00 .06	.510801 .000038	.09713 .00014	4.134 .001	25.375 .036	-.51	-35.8	3.5 ---- 3.5	3.1 _{Rb/Sr(a)} * ri = 0.702 3.10 _{U/Pb(c)}	45	1
99 / gtd	20 47/45 26	WT 2 / Campo Belo	GTD	K	3.19 .38	2.98 ^{#2}	---	.512919 .000033	.21004 .00024	2.513 .002	7.235 .006	.07	5.5	.5	2.9 _{est}		1
106 /	20 34/45 26	WT6A / Formiga	GTD	L	2.87 .04		3.05 .04	.511001 .000024	.11043 .00010	1.444 .001	7.907 .005	-.44	-31.9	0	2.90 _{Rb/Sr} ri = .7018 _(a)	10	1
143 / ton	~20 26/45 26	WT-8 / Formiga	GTD	M	3.02 .05		3.19 .05	.510902 .000030	.10972 .00003	8.909 .002	49.100 .074	-.44	-33.9	-1.7	2.90 _{Rb/Sr} ri = .7018 _(a)	10	1
335 / lep	20 32/44 29	APWT21 D/ "E" C. Belo	GTD	N	2.86 .04		3.02 .04	.510765 .000025	.09735 .00002	6.263 .001	38.902 .005	-.51	-36.5	-2.3	2.7 _{est}		4
489 / gns	20 04/45 16	WT 15D2 / Divinópolis	GTD	0	2.55 0.03	2.91 ^{#2}	2.71 0.02	.510517 .000021	.07061 .00004	.7021 .002	60.131 .025	-.64	41.4	-7.6	2.10 _{Rb/Sr} .705 _d		2
178 / bas.n	~21 4/~44 53	54 (dique) "N" Lavras	BAS	P1	2.80	2.94 ^{#4}	3.09	.511731 .000023	.14766	2.1	8.6	-.25	-17.7	-1.8	2.54 _{Rb/Sr} .70183 _b	4.7	3
179 / bas.n	~21 4/~44 53	55 (dique) "N" Lavras	BAS	P2	2.82	2.97 ^{#4}	3.12	.511789 .000042	.15118	1.9	7.6	-.23	-16.6	-1.8	2.54 _{Rb/Sr} .70183 _b	4.7	3
180 / bas.n	~21 4/~44 53	64 (dique) "N" Lavras	BAS	P3	2.58	2.82 ^{#4}	2.84	.511527 .000023	.13146	2.0	9.2	-.33	-21.7	-.5	2.54 _{Rb/Sr} .70183 _b	4.7	3
284 / bas.n	~21 4/~44 53	54 (dique - plagioclásio)	BAS	P4	---	2.93 ^{#4}	----	.513081 .000028	.2188	.5?	1.5	.02	8.6	7.1	2.54 _{Rb/Sr} .70183 _b	4.7	3
Complexo Belo Horizonte																	
197 / gns	~19 35/44 07	MP 08-1E / S Sete Lagoas	GTD	Q	3.03 .11	3.03 ^{#2}	3.31? .11	.511832 .000029	.15643 .00011	2.354 .001	9.100 .005	-.20	-15.7	-1.3	2.8 _{est}		5
198 / anf	?	M301	BAS	R	2.48 .09		2.90 .06	.512027 .000023	.15939 .00005	5.108 .001	19.379 .005	-.19	-11.9	+1.4	2.8 _{est}		
256 / gtd	~19 48/43 53	N 33-1 / N B. Horizonte	GTD	S1	2.92 .07		3.10 .07	.511028 .000038	.11313 .00001	15.00 .001	80.191 .005	-.42	-31.4	-3.5 -0.9	2.62 _{Rb/Sr} ri = .7027 _(e) 2.86 _{U/Pb(e)}	18	6
452 / gtd	~19 48/43 53	N 33B-R N B. Horizonte	GTD	S2	2.84 .06		3.01	.510849 .000036	.10137 .00003	3.886 .001	23.181 .005	-.48	-34.9	-3.0	2.62 _{Rb/Sr} ri = .7027 _(e) 2.86 _{U/Pb(e)}	18	6

488/ gns	20 24/44 00	JD 123B "S" Q.Ferrífero	GTD	T	2.81 0.03		2.99 0.03	.510890 .000017	.10258 .00007	1.984 .001	11.696 .005	-.48	-34.1	-1.7	2.70 _{Rb/Sr} .704 _c		2
Cinturão mineiro																	
255 / gtd	20 37/44 20	N-18 / Sul Q.Ferrífero	GTD	U	1.99 .07		2.26 .06	.511449 .000043	.10573 .00005	3.078 .001	17.604 .005	-.46	-23.2	-16 +1,4	0.66 _{Rb/Sr} ri=.7074 _(e) 2.12 _{U/Pb (e)}	52	7
499 grt	20 57/45 23	SFWT07F / Porto Mendes	GTD	V	2.42 .06		2.62 .04	.511031 .000037	.09604 .00003	4.274 .001	26.911 .005	-.51	-31.3	-3.1	2.2 _{Rb/Sr} ri=.702 _(f)	1.3	6
347 ton	20 37/44 01	APWT27F / C. Lafaiete	GTD	X	2.11 .06		2.42 .04	.511608 .000029	.12275 .00012	1.223 .001	6.025 .003	-.38	-20.1	-1.2	2.0 _{est}		4
582 grt	20 57/44 21	95 - 01 / "SO" C.Lafaiete	GTD	Y	3.24? .15	2.62 ^{#2}	3.52? .15	.511933 .000033	.16381 .00009	7.822 .003	28.875 .012	-.17	-13.8	-5.9	1.86 _{Rb/Sr} ri=.7584 _(g)	793	8
583 grt	20 59/44 19	95 - 02 / "SO" C.Lafaiete	GTD	W	3.04 .08	2.70 ^{#2}	3.30? .08	.511693 .000026	.14972 .00010	11.537 .006	46.598 .023	-.24	-18.4	-7.3	1.86 ri=.7584 _(g)	793	8
451 gns	21 20/45 04	LAV-1B-R / Lavras	GTD	Z	2.26 .06		2.49 .04	.511172 .000036	.09837 .00004	3.489 .001	21.448 .005	-.50	-28.6	-1.8	2.14 _{Rb/Sr} ri=.703 _(f)	14	6
584 grt	21 00/44 38	95 - 03 / "NE" Lavras	GTD	ZA	2.19 .04		2.43 .03	.511329 .000023	.10580 .00007	6.303 .003	36.025 .016	-.46	-25.5	+6	2.25 _{Rb/Sr} ri=.7017 _(g)	-1.7	8
Cinturão Marginal																	
585 grt	21 19/44 38	95 - 04 / "SE" Lavras	GTD	α	3.36 .09	2.85 ^{#2}	3.58? .09	.511740 .000024	.15623 .00008	3.085 .001	11.941 .005	-.21	-17.5	-6.8	2.08 _{Rb/Sr} ri=.7033 _(g)	17.8	8
586 grt	21 06/43 43	95 - 05 / "N" Barbacena	GTD	β	2.09 .08		2.30 .06	.511043 .000060	.08054 .00006	1.954 .001	14.671 .007	-.59	-31.1	-1.3	2.01 _{Rb/Sr} ri=.7086 _(g)	92	8

TAB. 5.6-9B : COBERTURAS DE BAMBUÍ

SPS / lit.	coord.	n. campo/ região	litolo	ident. (diagr.)	T _{chur}	T _{dm2}	T _{dm}	¹⁴³ Nd- ¹⁴⁴ Nd	¹⁴⁷ Sm- ¹⁴⁴ Nd	Sm ppm	Nd ppm	f	ε _{Nd} (0)	ε _{Nd} (t)	t _{método} Ri _{refer. bibl.}	ε _{Sr} (t)	r e f
478 re_ca	20 7/45 38	MF10B Fm. S. Lagoas	MSE	A	1.67 .06	1.73 ^{#2}	2.14 .04	.512037 .000022	.14194 .00031	.469 .001	1.998 .001	-.28	-11.7	-7.7	.57 ^{Sm/Nd} ri=.51150 _(h)		9
483 re_ca	15 02/44 00	MF19A Fm S. Lagoas	MSE	B	2.28 .50	1.72 ^{#2}	2.77 .29	.512110 .000110	.1615 .0022	.222 .003	.831 .001	-.18	-10.3	-7.7	.57 ^{Sm/Nd} ri=.51150 _(h)		9
480 re_ca	19 04/44 19	MF5E8 Fm. L. Jacaré	MSE	C	---	1.74 ^{#2}	---	.512260 .000030	.20360 .00018	1.238 .001	3.677 .001	.04	-7.4	-7.9	.57 ^{Sm/Nd} ri=.51150 _(h)		9
479 re_ma	19 16/43 44	MF12 Fm. L. Jacaré	MSE	D	1.10 .04	1.74 ^{#2}	1.42 .03	.511792 .000027	.0796 .0017	.139 .003	1.506 .001	-.60	-16.5	-8.0	.57 ^{Sm/Nd} ri=.51150 _(h)		9
476 sil	17 30/44 44	AY3 Fm. Pirapora	MSE	E	1.12 .06		1.55 .04	.512028 .000030	.13393 .00011	9.042 .007	47.991 .024	-.42	-11.9	-5.9	.57 ^{Sm/Nd} ri=.51150 _(h)		9
477 sil	15 09/43 52	CY6 Fm. Pirapora	MSE	F	1.81 .12	1.61 ^{#2}	2.39 .07	.512179 .000029	.15822 .00017	8.849 .008	33.82 .02	-.20	-9.0	-6.2	.506 ^{Sm/Nd}		9
475 sil	18 42/44 45	BX10 Fm. Três Maria	MSE	G	1.11 .05		1.53 .04	.512028 .000025	.11263 .00021	7.498 .013	40.256 .021	-.43	-11.9	-5.8	.506 ^{Sm/Nd}		9

ver nota explicativa da tabela no apêndice 1.

Ref . : Idades modelos recalculados para este trabalho a partir dos dados isotópicos de: 1 = Teixeira et al 1996, 2 = neste trabalho 3 = Pinese et. al 1995; 4 = Teixeira, dados inéditos; 5 = Carneiro, dados inéditos; 6=Noce e Teixeira, dados inéditos; 7= Noce 1995; 8= Souza Martins 1997; 9 = Kawashita 1996 .
 Fonte bibliográfica para a coluna t : a = Carneiro 1992, (*)= Teixeira et.al. 1996 recalculado neste trabalho, b= Pinese et. al, 1995, c= Cordani 1980, d= Teixeira 1982, e = Noce 1995, f = Teixeira 1985, g = Souza Martins 1997, h= Kawashita 1996, (i)= Machado e Carneiro 1992.
 #1--> T2=t , #3 = T2=2.8 ¹⁴⁷Sm/¹⁴⁴Nd=.1; #2 --> T2=t, #4--> T2=2.83 com ¹⁴⁷Sm/¹⁴⁴Nd = .11

TAB. 5.6-10A: Região norte-oriental do CSF (Serrinha , Rio Capim e faixa móvel Salvador-Juazeiro)

SPS / lit.	coord./ (p.local.)	n. campo/ região	litolo	ident. (diagr.)	T _{chur}	T _{dm2}	T _{dm}	¹⁴³ Nd- ¹⁴⁴ Nd	¹⁴⁷ Sm- ¹⁴⁴ Nd	Sm ppm	Nd ppm	f	ε _{Nd} (0)	ε _{Nd} (t)	t _{Rb/Sr} Ri _(fonte)	ε _{Sr} (t)	ref
170 / chgn	9 36/ 39 50	EG 81 / Poço de Fora	GNL	A	2.33 .04		2.55 .03	.511117 .000028	.09773 .00010	3.806 .001	23.550 .024	-.50	-29.7	-2.5	2.15 .704 _(a)	29	nt
122 / gns	9 47/39 40'	JM/BA 345 / Uauá	GTD	B	3.11 .03		3.24 .03	.510382 .000020	.08691 .00008	1.644 .001	11.439 .008	-.56	-44.0	-4.8	(2.8)		nt
113 / ton	9 51'/39 17	JM/BA 180A / CAPIM	GTD	C	3.47 .06		3.62 .06	.511114 .000028	.13037 .00011	8.355 .002	38.754 .030	-.34	-29.7	-4.3	3.02 .7036 _(a)	38	nt
121 / gns	9 55'/39 20	JM/BA 377A / Uauá	GTD	D	2.98 .04		3.13 .04	.510559 .000028	.09121 .00033	17.41 .008	115.42 0.41	-.54	-40.6	-2.9	(2.8)		nt

181 / ton	9 51/39 17	JM/BA 180B / CAPIM	GTD	E	3.50 .02		3.61 .02	.510214 .000015	.09212 .00009	1.674 .001	10.989 .008	-.53	-47.3	-7.1	3.02 .7036 _(a)	38	nt
119 / gtd	11 10/38 58	JM/BA 405A / Araci	GTD	F	3.06 .03		3.19 .03	.510442 .000020	.08789 .00005	2.783 .001	19.147 .009	-.55	-42.8	-15.1	2.00 .7049 _(a)	39	nt
496 / grt	10 37/39 27	BA 15 A / Cansanção	GTD	G	3.04? .12	2.74 ^{#1}	3.27? .12	.511580 .000036	.14404 .00088	1.161 .007	4.874 .003	-.27	-20.6	-7.2	(2.0)		nt
294 / sie	10 20/ 39 50	JM/BA 442 / Itiúba	GTD	H	2.39 .04		2.60 .03	.511088 .000023	.09848 .00007	18.83 .008	115.62	-.50	-30.2	-4.3	2.07 .7043 _(a)	32	nt
--- gtd/p	10 23/40 23	6 / Campo Formoso	GTD	I	2.82		2.97	.51057	.08548	5.81	41.1	-.57	-40.3	-12.0	1.97 .7062 _(b)	57	1
--- gtd/p	10 23/40 23	13 / Campo Formoso	GTD	J	2.46		2.66	.511010	.09652	4.07	25.5	-.51	-31.8	-6.2	1.97 .7062 _(b)	57	1
118 / dio	11 05/39 20	JM BA 411 / Santa Luz	GTD		----		2.31 0.06	.512224 .000023	.15938 .00012	2.136 .001	8.104 .001	-.19	-8.1	1.4	(2.0)		nt
167 gtd	11 32/39 40	BA 23 D / Retrolândia	GTD	K	2.67 .05		2.85 .04	.510944 .000032	.10046 .00029	31.07 .024	187.03 .51	-.49	-33.0	-9.7	1.90 .705 _(a)	39	nt
493 grt	11 49/39 32	1163 EO29 / R. do Jacuípe	GTD	L	2.56 .05		2.74 .04	.510833 .000036	.08986 .00006	25.43 .011	171.10 .089	-.54	-35.2	-9.0	1.92 .704 _(a)	25	nt
supra-crustais																	
114 / mvul	9 52/39 15	JM/BA 184 A / Capim	VAC	M	2.05 .03		2.29 .02	.511275 .000020	.09561 .00008	2.011 .001	12.719 .008	-.51	-26.6	+1.8	2.17 .704 _(a)	29	nt
495 / mvul	11 22/39 02	BA - 3 B / Araci	VAC	N	2.04 .05		2.29 .04	.511322 .000034	.09868 .00006	2.569 .001	15.742 .007	-.50	-25.7	+5	2.09 .7016 _(a)	-6.3	nt

TAB. 5.6-10B: SALVADOR - ITABUNA

SPS / lit.	coord.	n. campo/ região	litolo gia	ident. (diagr.)	T _{chur}	T _{dm2}	T _{dm}	¹⁴³ Nd- ¹⁴⁴ Nd	¹⁴⁷ Sm- ¹⁴⁴ Nd	Sm ppm	Nd ppm	f	ε _{Nd} (0)	ε _{Nd} (t)	t _{Rb/Sr} Ri _(fonte)	ε _{Sr} (t)	ref
--- gnl	13 21/39 22	JM BA 214 C / Moenda	GNL	O	2.68 - ---		2.81	----	-----	----	----	----	----	---	2.04 .7093 _(c)	103	3
120 gnl	14 44/39 42	JM BA 279 / Almandina	GNL	P	2.36 .05		2.60 .04	.511271 .000026	.10896 .00009	4.283 .001	23.769 .019	-.45	-26.7	-2.5	(2.2) _{estim} .7038 _(d)	27	nt
--- sho		PJR012(2) / Rod. BR101	GTD	Q	2.24		2.46	.511094	.09231	13.87	90.86	-.53	-30.1	-8.2	(2.2) _{estim} .7038	27	2
--- gnlf		CJ 21 / Ituberá - Gandu	GNL	R	2.24		2.44	.510900	.07909	4.12	31.5	-.60	-33.9	-.9	(2.2) _{estim} .7038		2
--- gnlm		CJ 33 / Ubaitaba-Marú	GNL	S	---	2.78 ^{#2}	---	.512066	.17863	1.480	5.010	-.09	-11.2	-6.9	(2.2) _{estim} .7038		2

----	gnlf	CJ 34A / Ubaitaba-Marú	GNL	T	2.74		2.89	.510370	.07144	.56	4.74	-.64	-44.2	-9.1	(2.2) _{estim} .7038		2
----	gnlm	CJ 34B / Ubaitaba-Marú	GNL	U	---	2.21 ^{#2}	2.75?	.512599	.18840	2.29	7.35	-.04	-.8	1.57	(2.2) _{estim} .7038		2
----	gnlm	CJ19 / Ituberá - Gandú	GNL	V	2.59	2.59 ^{#2}	2.82?	.511653	.13756	3.31	14.55	-.30	-19.2	-2.6	(2.2) _{estim} .7038		2
---	gnlf	CJ 11 / Maricoabo	GNL	X	2.33		2.58	.511403	.11611	4.57	23.8	-.41	-24.1	-1.5	(2.2) _{estim} .7038 _(d)		2
---	sho	CJ 13 / Cajalba	GTD	Y	2.19		2.39	.510965	.08063	20.0	150.0	-.59	-32.6	-0.6	(2.2) _{estim} .7038		2
394	gns	16 24/39 12 JD 233 / Porto Seguro - Faixa Araçuaí	GTD	Z	2.01 .05		2.28 .04	.511446 .000028	.10649 .00006	12.72	72.221 .027	-.46	-23.3	-12	.96 _{K/Ar}	---	nt

Ver nota explicativa da tabela no apêndice 1.

Ref. : nt = neste trabalho; idades modelos recalculados para este trabalho a partir dos dados istópicos de 1 = Sabaté et. al. 1990; 2= Barbosa 1987; 3 = Sato 1986.
Observação: Idade modelo T_{dm2} com sobrescrito #2 indica uma evolução de 2 estágios com T₂=2Ga e ¹⁴⁷Sm/¹⁴⁴Nd_{T2}= .110 .

Fonte bibliográfica p/ coluna t: a = Mascarenhas e Garcia 1989; b = Sabaté et al 1990; c = Mascarenhas e Garcia 1989 ; d= Mascarenhas dados inéditos, Sato 1986; est. = idades estimadas.

TAB. 5.6-11: Região Norte-Occidental (Correntina , Mansidão e "NO" de Guanambi)

SPS / lit.	coord./ (p.local.)	n. campo/ região	lito gia	ident. (diagr.)	T _{chur}	T _{dm2}	T _{dm}	¹⁴³ Nd- ¹⁴⁴ Nd	¹⁴⁷ Sm- ¹⁴⁴ Nd	Sm ppm	Nd ppm	f	ε _{Nd} (0)	ε _{Nd} (t)	t _{Rb/Sr} Ri _(fonte)	ε _{Sr} (t)	ref
165 qmz	13 20/44 41	JM BA 191 B / Correntina	GTD	A	2.05 .05		2.26 .04	.511011 .000040	.07640 .00020	8.809 .004	69.721 .182	-.61	-31.7	-1.5	1.97 .7092 _(a)	100	nt
166 gns	13 21/44 35	JM BA 193 G / Correntina	GTD	B	2.17 .06		2.38 .05	.511051 .000040	.08578 .00041	9.011 .004	63.524 .302	-.56	-31.0	-3.1	1.97 .7092 _(a)	100	nt
370 sie	13 26/43 10	BA 37 / Norte de Guanambi	GTD	C	2.07 .06		2.42 .04	.511759 .000026	.13232 .00008	8.648 .003	39.522 .018	-.33	-17.1	-1.2	1.94 .7076 _(a)	77	nt
296 gns	09 33/42 57	JM/BA-608H Mansidão	GTD	D			2.14	.511477 .000029	.10181 .00007	5.312 .002	31.551 .018	-.48	-22.6	+2.2	2.05 .7016 _(a)	-7	nt

Ref. : nt = neste trabalho. **Fonte bibliográfica p/ coluna t:** a = Mascarenhas e Garcia 1989 ;

5.7: PROVÍNCIA BORBOREMA

5.7-1 - GENERALIDADES:

A Província Borborema ocupa a porção nordeste do Brasil e tem sua estruturação final relacionada ao ciclo orogênico Brasileiro. Nessa província destacam-se, de maneira simplista, os maciços gnáissico-migmatítico-graníticos e as faixas de dobramento, representadas por rochas meta-vulcano-sedimentares (Brito Neves 1983). Para efeito deste trabalho, a Província Borborema foi subdividida em cinco subdomínios tectônicos denominados informalmente de: Nordeste, Central, Sul, Norte e Oeste (fig. 5.7-1). O Sub-Domínio Sul é representado pelos Sistemas de Dobramentos Sergipano, Riacho do Pontal e Rio Preto. O Sub-Domínio Central engloba as faixas dobradas Pajeú - Paraíba, Piancó -Alto Brígida e Maciço Pernambuco - Alagoas. O Sub-Domínio Nordeste é representado pelos Maciços Rio Piranhas e Caldas Brandão e a Faixa Dobrada Seridó. O Sub-Domínio Norte corresponde às Faixas Jaguaribeanas e Rio Curu e Maciços de Tróia e Santa Quitéria. Finalmente, o Sub-Domínio Oeste é representado pelo embasamento dos sedimentos da Bacia do Parnaíba. As denominações aqui utilizadas (faixas e maciços) seguiram as proposições de Almeida et. al. (1976) e Brito Neves (1975).

Os dados geocronológicos pré-existentes na província neste domínio caracterizam a presença de fragmentos crustais de idade Arqueana bem como de porções formadas no Paleoproterozóico. O Neoproterozóico (Ciclo Brasileiro), atuou de maneira intensa, na aglutinação dos fragmentos crustais mencionados, e dando a origem aos principais eventos tectono-magmáticos da província. As idades K-Ar obtidas em minerais separadas indicam o resfriamento regional, sempre por volta de 0.5-0.6Ga, no Ciclo Brasileiro.

Determinações Sm-Nd e U-Pb obtidas por Van Schmus et. al. (1995), e acopladas às realizadas neste trabalho, permitiram uma melhor definição quanto às épocas de acreção manto-crosta continental, e serão discutidos a seguir. A figura 5.7-2 reúne as localizações aproximadas das amostras datadas através do método Sm-Nd.

5.7-2: SUB DOMÍNIO NORDESTE:

MACIÇO RIO PIRANHAS (MRP) - As idades modelo Sm-Nd, T_{DM} , relativas às rochas pertencentes ao embasamento do MRP (ver tabela 5.7-1) distribuíram-se entre 3,2 a 2,6Ga. Os valores do parâmetro ϵ_{Nd} (calculados para idade U-Pb em zircão, $t=2,15$ Ga) mostram-se desde pouco negativos (-2,9) a significativamente negativos (-13), sugerindo tratar-se de rochas formadas no Paleoproterozóico, (Ciclo Transamazônico) a partir de protólitos derivados do manto durante o Arqueano.

Neste sub-domínio ocorrem adicionalmente corpos graníticos cujas idades de formação referem-se ao Neoproterozóico (Ciclo Brasileiro). As idades modelo Sm-Nd indicam para esses corpos valores relativos ao Paleoproterozóico, tratando-se portanto de corpos graníticos formados no Neoproterozóico, a partir de protólitos derivados do manto no Paleoproterozóico. Os valores de $\epsilon_{Nd}(t=0,60)$ calculados para estes plutons variaram-se entre -20 a -18, refletindo tempo de residência crustal longo (>1,5Ga) para seus protólitos (tabela 5.7-1).

Na fig. 5.7-3 (diagrama de evolução isotópica de Nd), observam-se os valores de $\epsilon_{Nd}(0,6)$ abaixo da reta CHUR, confirmando certa vivência crustal para os protólitos de tais rochas graníticas. Adicionalmente a amostra H sugere, em função do enriquecimento em Sm relativo ao Nd, ter sofrido processos de fracionamento possivelmente ocorridos há 2,0Ga, quando da sua formação. De um modo geral, observa-se que a média das razões $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$ relativas às amostras do embasamento do MRP encontram-se em torno de 0,11. Por outro lado, os plutons brasileiros apresentaram razões $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$ de 0,084 (valor médio) relativamente menores do que as observadas para as rochas do embasamento. As idades modelo Sm-Nd, utilizando-se o modelo em estágio duplo e atribuindo-se razão $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd} = 0,11$ para o estágio primário, apresentam-se distribuídas entre 2,6 e 2,5Ga, valores esses muito próximos dos observados para as amostras do embasamento, tab. 5.7-1 e fig. 5.7-4. Entretanto, não se pode ser descartada aqui a possibilidade desses granitóides terem se formado a partir de misturas de materiais oriundos de fontes distintas (p. ex: embasamento arqueano (2,7Ga) e fonte juvenil Paleoproterozóica (2,0Ga) resultando idades T_{DM} aparentes variando entre tais limites.

MACIÇO CALDAS BRANDÃO (MCB) O MCB constitui um núcleo Arqueano circundado por terrenos Paleoproterozóicos. As idades modelo Sm-Nd, T_{DM} , relativas aos granitóides que ocorrem no seu embasamento distribuem-se entre 3,8Ga a 1,8Ga. Os dados

PROVÍNCIA DE BORBOREMA

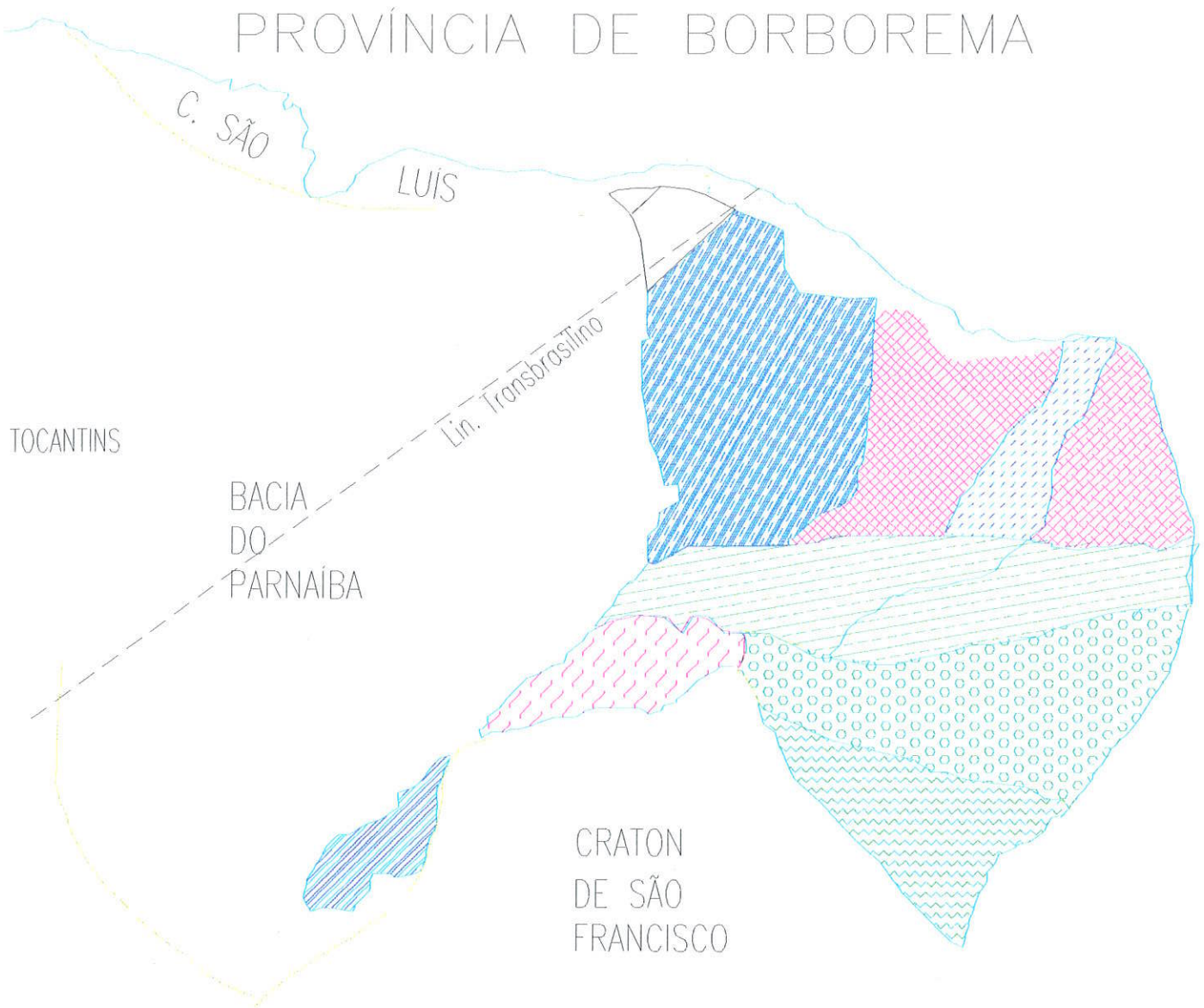
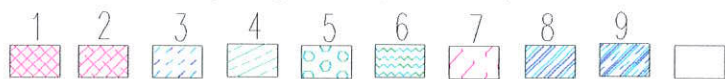
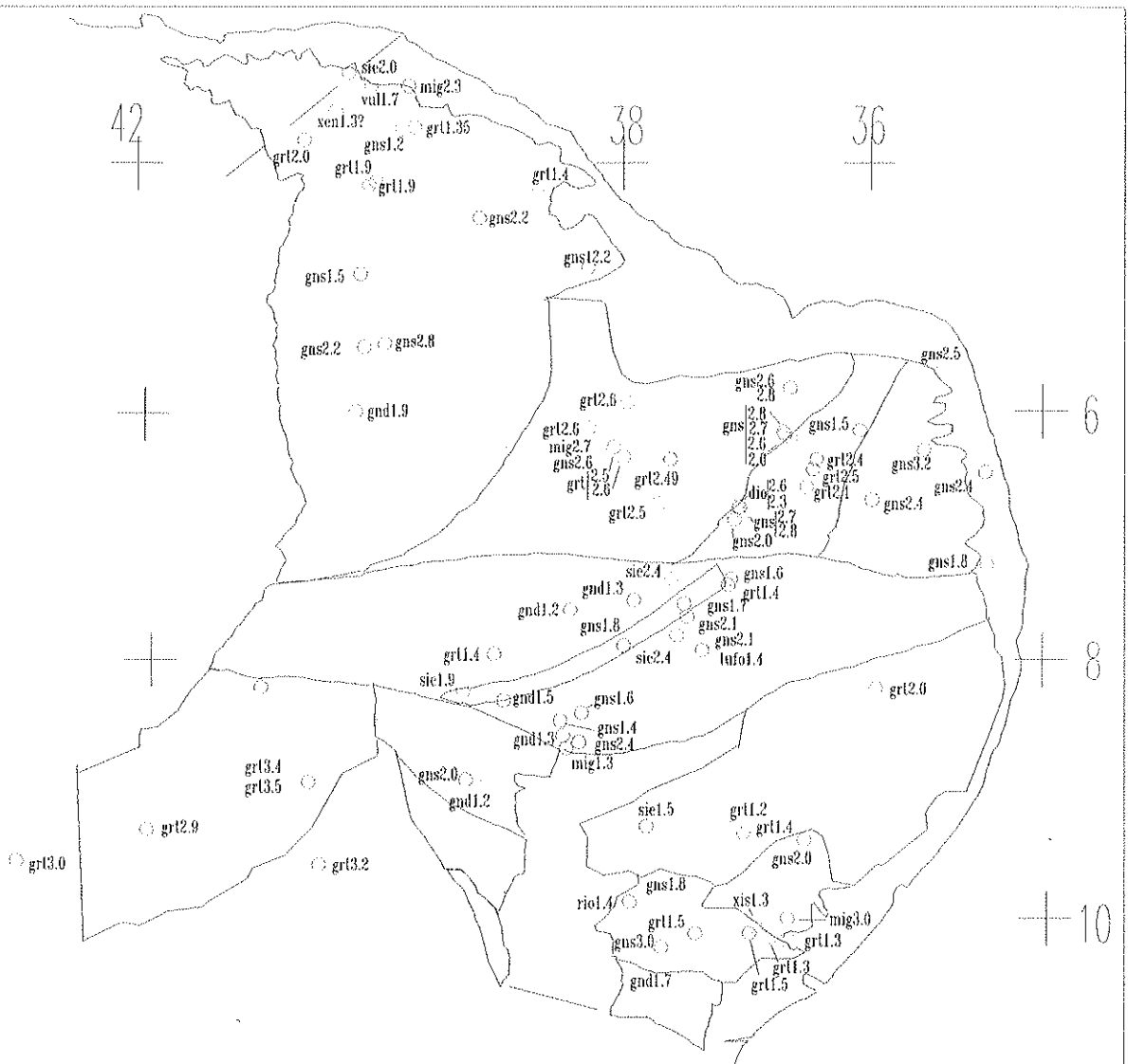


FIG. 5.7-1: mapa geológico simplificado (Schobbenhaus et. al. 1984 - modificado)



- 1 = RIO PIRANHAS; 2 = CALDAS BRANDÃO; 3 = SERIDÓ;
 4 = PAJEÚ-PARAÍBA / PIANCÓ-ALTO BRÍGIDA, 5 = PERNAMBUCO - ALAGOAS
 6 = FAIXA SERGIPANA; 7 = SIST. DOBR. R. DO PONTAL, 8 = S.D. RIO PRETO
 9 = DOMÍNIO CEARENSE (JAGUARIBEANA, TRÓIA, SANTA QUITÉRIA)



LEGENDA: dio = diorito, gns = gnaíse, gnl = granulito, gnd = granodiorito, grt = granito, mig = migmatito, rio = riolito, sie = sienito, vul = vulcânica, xis = xisto
 Os números após a litologia representam idades Sm-Nd (Tdm em Ga)

FIG. 5.2-2: PROVÍNCIA DE BORBOREMA – círculos abertos representam pontos datados pelo método Sm-Nd, idades modelo – Tdm.

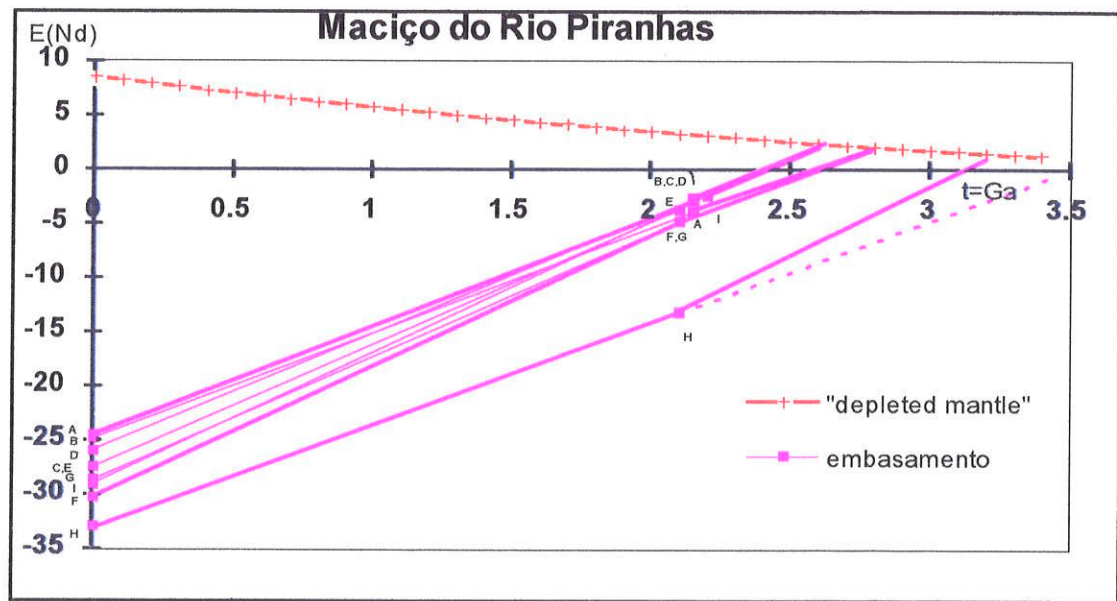


Fig. 5.7-3: diagrama de evolução isotópica ϵ_{Nd} versus tempo geológico T(Ga) das rochas granitóides e básicas do embasamento Maciço Rio Piranhas.

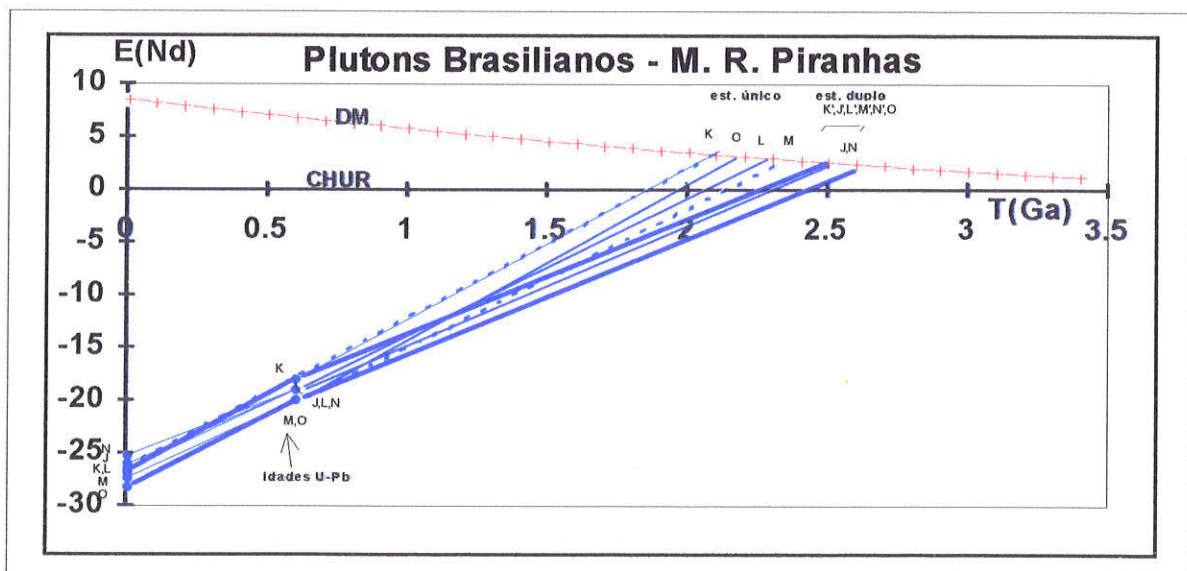


Fig. 5.7-4: diagrama de evolução isotópica ϵ_{Nd} versus tempo geológico T(Ga) das rochas plutônicas brasileiras Maciço Rio Piranhas.

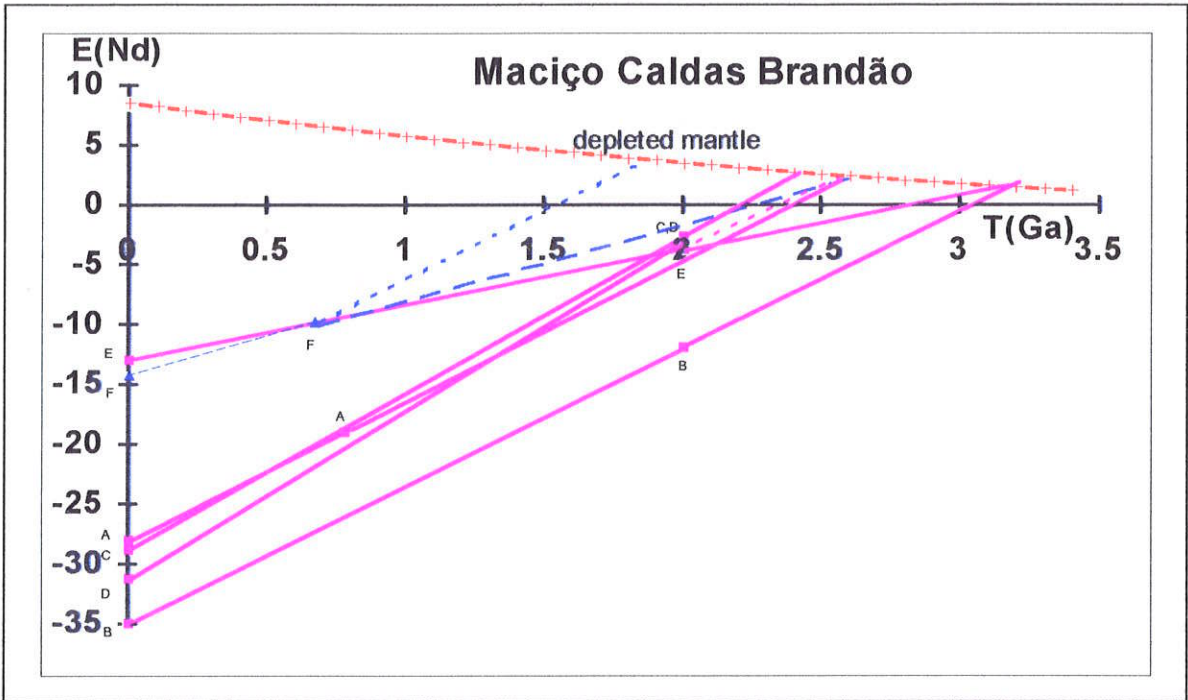


Fig. 5.7-5: diagrama de evolução isotópica ϵ_{Nd} versus tempo geológico T(Ga) das rochas granitóides e granulíticas do embasamento do Maciço Caldas Brandão.

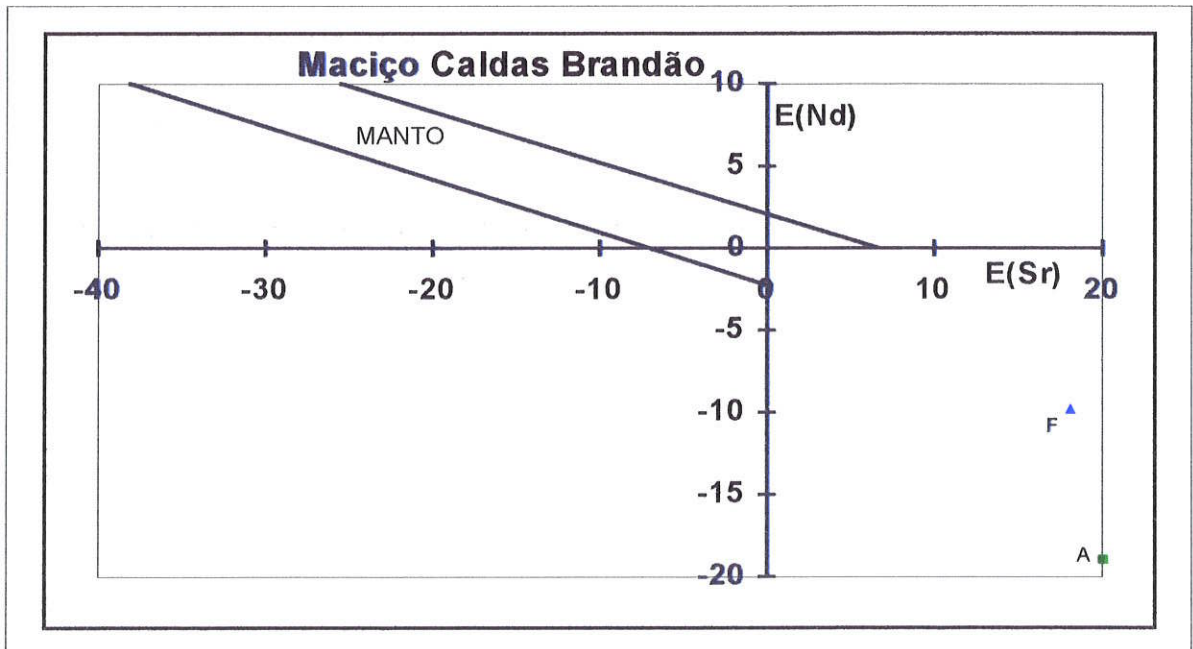


Fig. 5.7-6: diagrama $\epsilon_{Sr}(t)$ versus $\epsilon_{Nd}(t)$ das rochas granitóides do MCB

isotópicos Sm-Nd, as idades T_{DM} e os valores de ϵ_{Nd} encontram-se relacionados na tabela 5.7-2, conjuntamente com algumas idades Rb-Sr.

As idades modelo Sm-Nd obtidas neste trabalho, bem como por Dantas et. al. (1996), caracterizam o Paleoproterozóico como o principal período de acreção/diferenciação de materiais do manto. Subordinadamente, entre Presidente Juscelino e Senador Eloi de Souza, ocorrem rochas tonalíticas cujos protólitos crustais são do Arqueano precoce (Dantas (1997), com idades comparáveis às rochas granitóides de Sete Voltas do Craton São Francisco. As idades U-Pb (zircões) dessa região, obtidas por método convencional e por SHRIMP, resultaram entre 3.45 e 2.0Ga. Por outro lado as idades isocrônicas Rb-Sr disponíveis, bem como em algumas idades U-Pb (intercepto inferior), distribuem-se no Neoproterozóico caracterizando a formação dessas rochas.

Os valores de ϵ_{Nd} ($t=0.7$) em duas rochas granitóides mostraram-se negativos, de -19 e -9,8 (amostras A e F, tab. 5.7-2). Em diagrama ϵ_{Nd} versus ϵ_{Sr} (fig. 5.7-6) , observa-se posicionamento dessas amostras no quarto quadrante, distantes da origem, sugerindo o retrabalhamento de materiais crustais pré-existentes, corroborando com as idades modelo acima citadas. Para as demais rochas granitóides do Maciço Caldas Brandão formadas no Paleoproterozóico, os valores de ϵ_{Nd} ($t=2,0$), também se mostraram negativos, (-12 a -3,1; tabela 5.7-2 e fig.5.7-5) sugerindo certa vivência crustal dos protólitos dessas rochas.

FAIXA SERIDÓ (SED): Os dados isotópicos pré-existentes nesta porção da Província Borborema indicam a presença de terrenos granitóides formados no Paleoproterozóico (Ciclo Transamazônico), bem como de granitóides do Neoproterozóico (Ciclo Brasileiro).

O estudo Sm-Nd revela a presença de rochas granito-gnáissicas, no embasamento, formadas a partir de protólitos diferenciados do manto tanto no Arqueano como no Paleoproterozóico (tabela 5.7-3 e fig. 5.7-7). As idades modelo Sm-Nd (T_{DM}) concentram-se predominantemente no Paleo e Mesoproterozóico, os principais períodos de acreção juvenil, na região. Os valores de ϵ_{Nd} (t) para $t_{Rb,Sr}$, quando plotados em diagrama ϵ_{Sr} versus ϵ_{Nd} , fig.5.7-9, posicionam-se todos no terceiro quadrante, sugerindo que as rochas se formaram por processos de retrabalhamento crustal, com rehomogeneização isotópica de Sr (coluna t da tabela 5.7-7).

As idades modelo T_{DM} das rochas supracrustais (xistos do Grupo Seridó) variaram de 1,6 a 1,2Ga (Van Schmus et. al 1996) e as idades T_{DM} relativas às metavulcânicas da Formação Jucurutu distribuíram-se entre 2,6 a 2,3Ga (Jardim de Sá, 1994; pontos J a P da fig. 5.7-8 e tab. 5.7-3). Os valores de $\epsilon_{Nd}(t_{U-Pb}=2.0)$ obtidos para tais metavulcânicas mostraram-se relativamente negativos, distribuindo-se entre -8,1 e 0,2 sugerindo derivação de protólitos pouco mais antigos.

As metavulcânicas localizadas a SW de Florândia, por outro lado, parecem representar acreções juvenis ocorridas no Paleoproterozóico com idades T_{DM} (estágio duplo) distribuídas entre 2,0 a 1,8Ga (pontos S, T, U e V da fig. 5.7-8). Os valores $\epsilon_{Nd}(1,8)$ mostraram-se positivos, variando de +1,8 a + 5,05 sugerindo derivação direta do manto, no Paleoproterozóico.

Os metassedimentos (xistos do Grupo Seridó) apresentaram valores $\epsilon_{Nd}(t=1.2)$ próximos de zero, sugerindo tratar-se de materiais oriundos de fontes externas mais jovens e diferentes de seu próprio embasamento. (Van Schmus et. al 1996).

5.7-3: SUB DOMÍNIO CENTRAL

SISTEMAS DE DOBRAMENTO PAJEÚ-PARAÍBA (SPP) e PIANCÓ - ALTO

BRÍGIDA (SPAB): As Faixas Dobradas SPP e SPAB são caracterizadas por seqüências de rochas vulcano-sedimentares de natureza predominantemente psamítico-pelítica. As tabelas 5.7-4, 5.7-5A e 5.7-5B reúnem os dados isotópicos Sm-Nd e idades U-Pb em zircões disponíveis deste setor.

As idades modelo Sm-Nd (T_{DM}), apresentaram padrão significativamente mais jovem do que o observado para o sub-domínio Nordeste (MRP e MCB). Os granitóides pertencentes ao embasamento do SPP apresentaram valores T_{DM} predominantemente Paleoproterozóicos, variando de 2,4 a 1,6 Ga, (amostras A, B e C da fig. 5.7-10 e tab. 5.7-5A). Os valores de $\epsilon_{Nd}(t_{U-Pb}=1.0)$ para estas rochas, resultaram valores negativos (-17 a -1,4) sugerindo tratar-se de rochas formadas através de retrabalhamento de materiais crustais.

As rochas granitóides e vulcânicas com idades de formação (Rb-Sr e U-Pb) relativas ao Neoproterozóico, sugerem para seus protólitos, eventos de diferenciação predominantemente do Mesoproterozóico (figs. 5.7-10 e 5.7-11). Distingue-se desse padrão os sienitos (Alto Teixeira), que apresentaram idades T_{DM} Paleoproterozóicas, distribuídas entre 2,4 e 1,7Ga, (fig. 5.7-12). Os valores de $\epsilon_{Nd}(t)$, calculados para $t=0,6$ e 1,0 Ga (U-Pb), mostraram-se negativos, variando de -10 a -1, sugerindo fontes crustais para a formação dessas rochas.

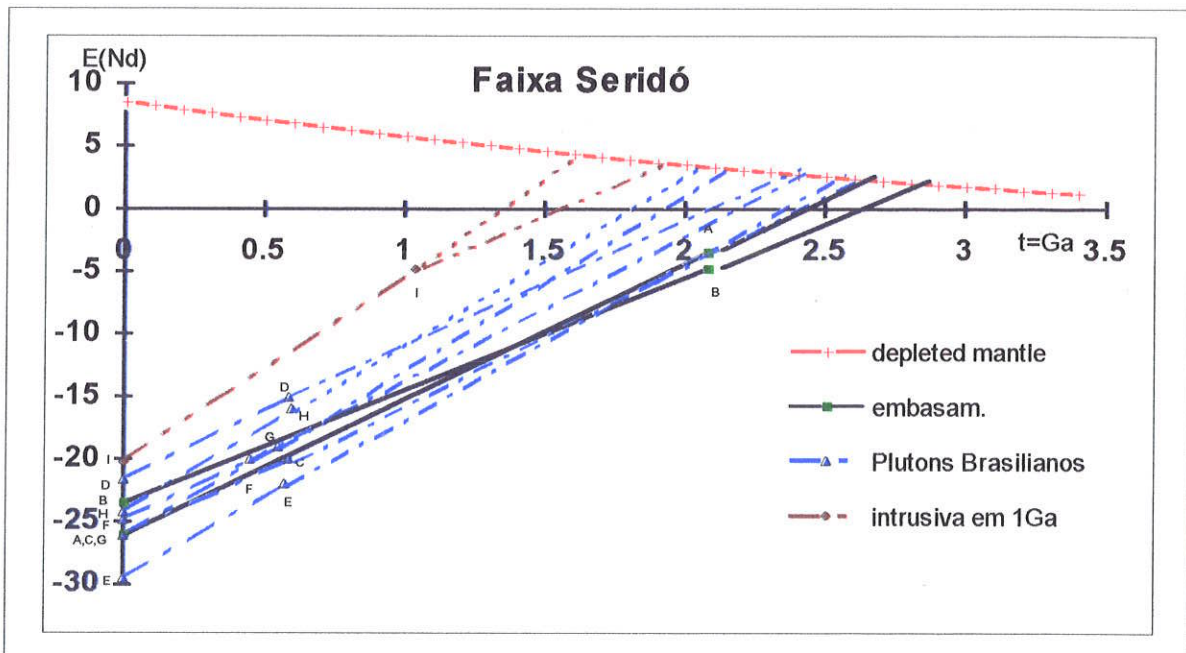


Fig. 5.7-7: diagrama de evolução isotópica ϵ_{Nd} versus tempo geológico T(Ga) das rochas granitóides (quadrados), granitóides e básicas- plutons brasileiros (triângulos) e granitóide intrusivo em 1Ga (losango) da Faixa Seridó.

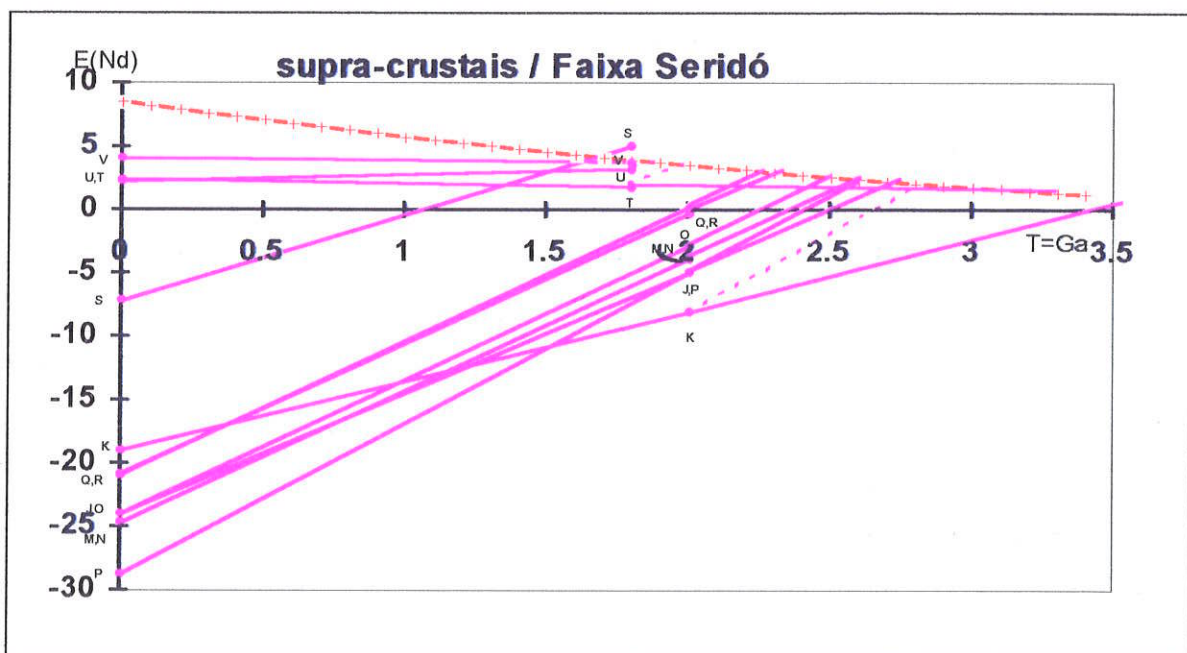


Fig. 5.7-8: diagrama de evolução isotópica ϵ_{Nd} versus tempo geológico T(Ga) das rochas granitóides e vulcânicas ácidas da Faixa Seridó.

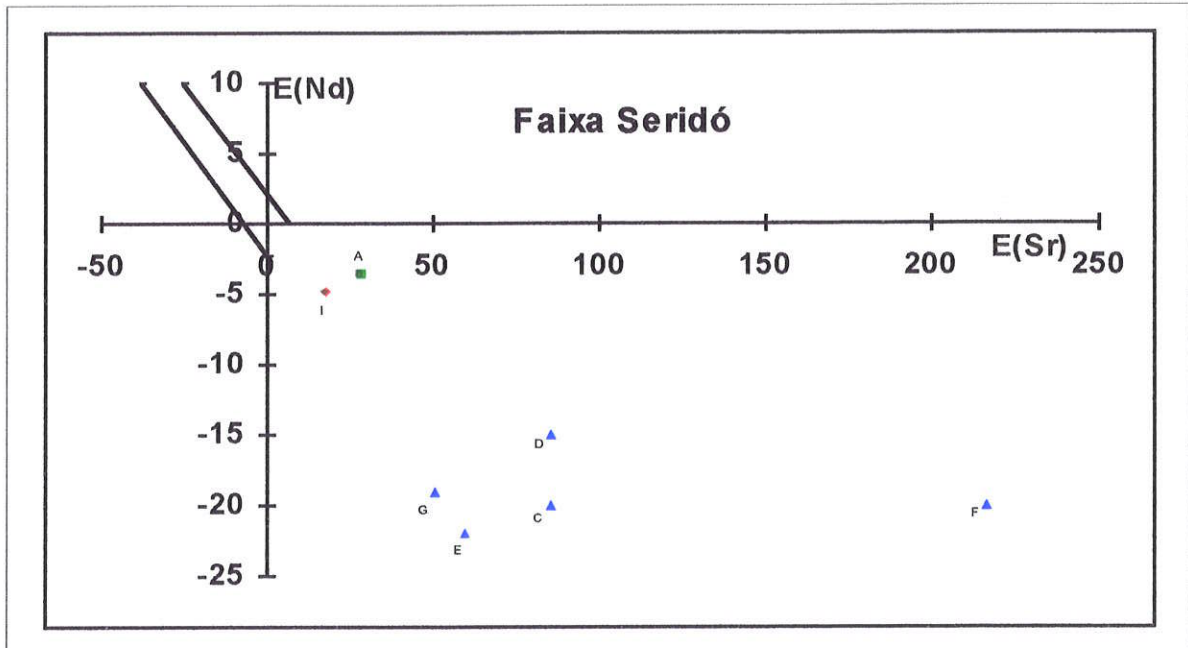


Fig. 5.7-9: diagrama $\epsilon_{Sr}(t)$ versus $\epsilon_{Nd}(t)$. As legendas são as mesmas da fig. 5.2-7

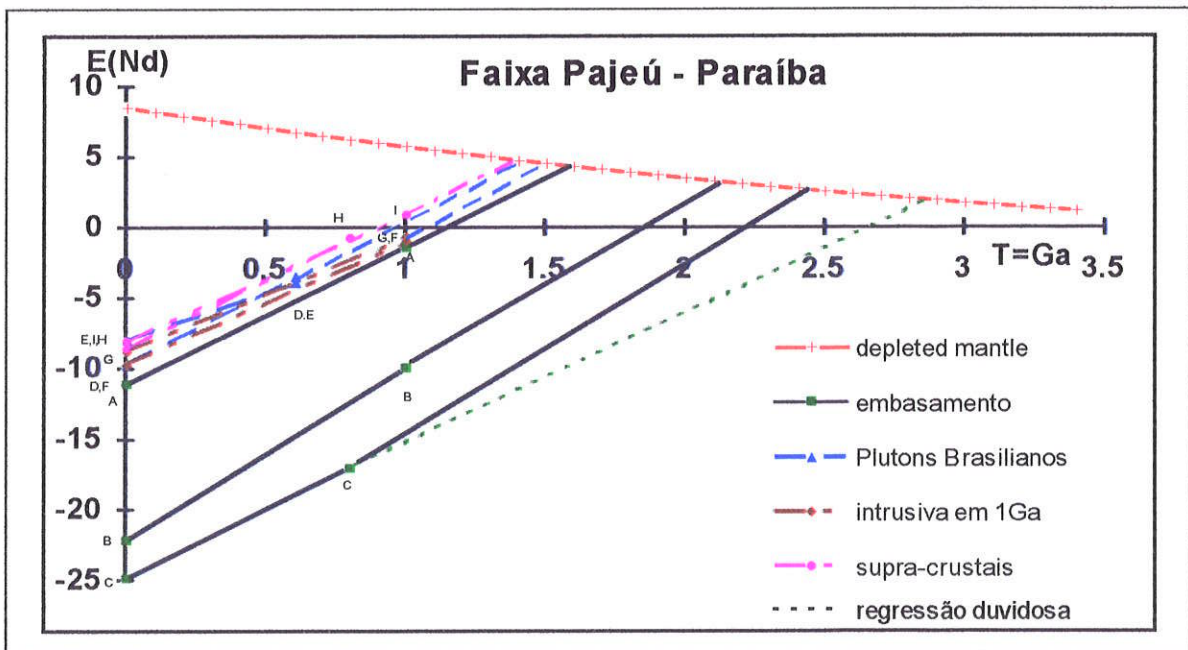


Fig. 5.7-10: diagrama de evolução isotópica ϵ_{Nd} versus tempo geológico $T(\text{Ga})$ das rochas granitóides do embasamento da Faixa Dobradas Pajeú-Paraíba (quadrados); rochas granitóides brasileiras (triângulos); rochas granitóides formadas em 1Ga (losangos); supra-crustal - tufo (círculos). A linha pontilhada - evolução isotópica de ϵ_{Nd} de estágio único.

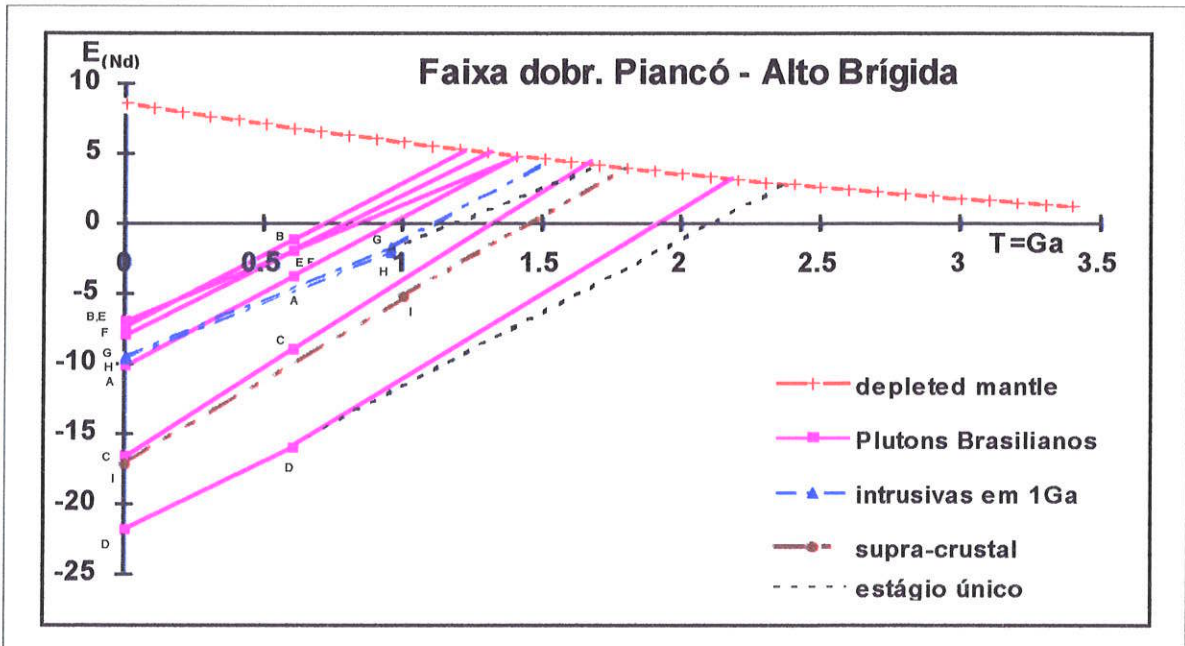


Fig. 5.7-11: diagrama de evolução isotópica ϵ_{Nd} versus tempo geológico T(Ga) das rochas plutônicas brasileiras da faixa dobrada Piancó A. Brígida (quadrados); rochas granitóides formadas em 1Ga (triângulos); rochas vulcânicas ácidas formadas em 1Ga (círculo).

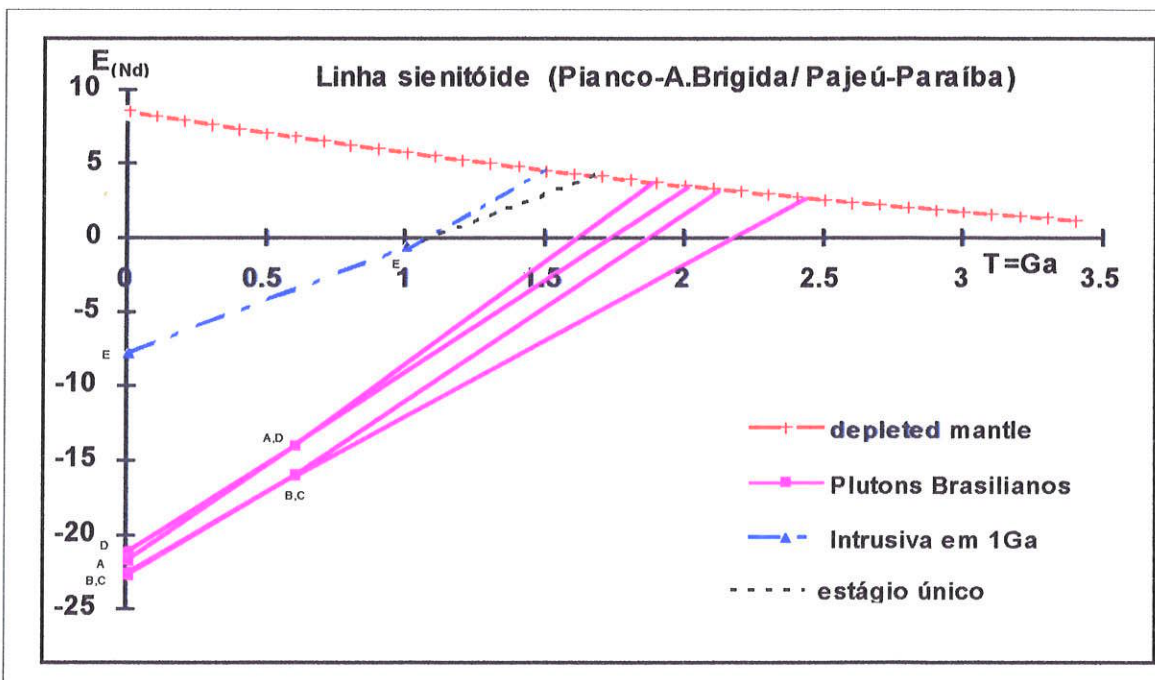


Fig. 5.7-12: diagrama de evolução isotópica ϵ_{Nd} versus tempo geológico T(Ga) das rochas granitóides - Linha Sienitóide (Alto Teixeira).

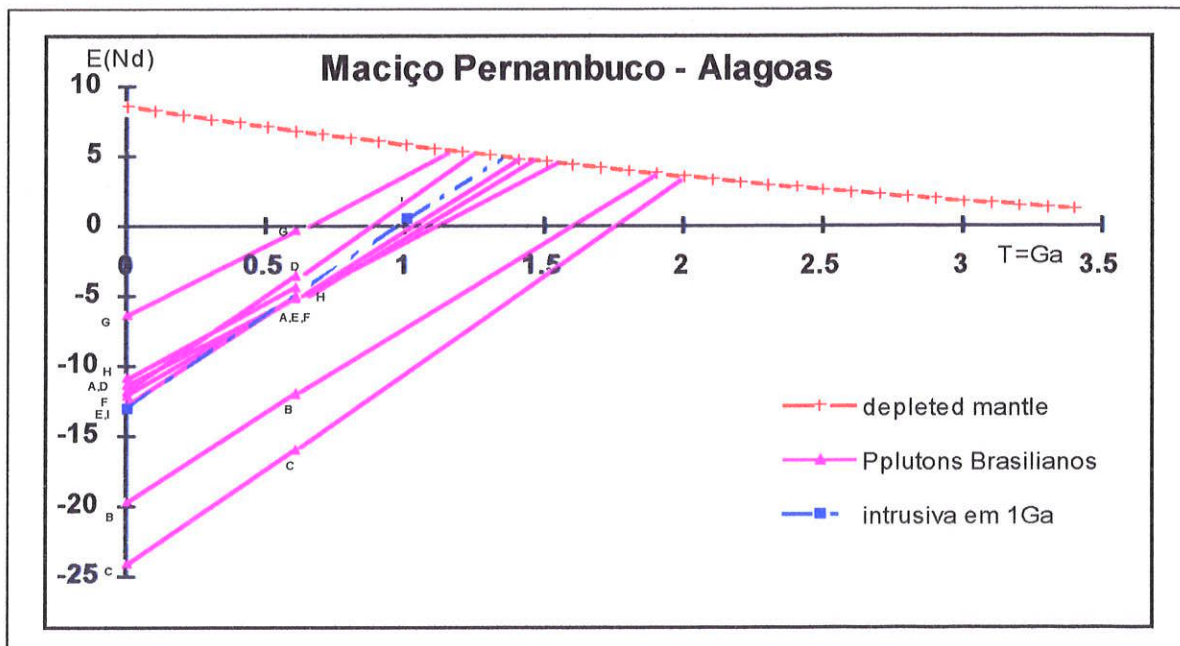


Fig. 5.7-13: diagrama de evolução isotópica ϵ_{Nd} versus tempo geológico T(Ga) das rochas granitóides - rochas plutônicas brasileiras (triângulos) e rochas granitóides formado em 1 Ga (quadrados) relativos ao M. PEAL.

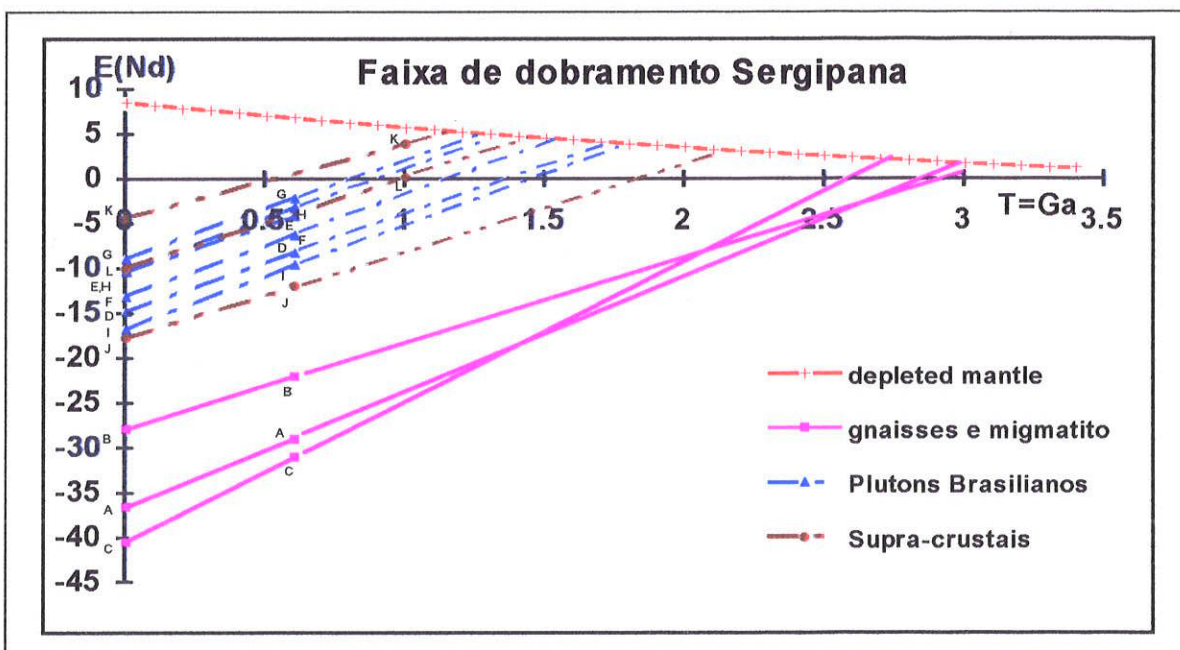


Fig. 5.7-14: diagrama de evolução isotópica ϵ_{Nd} versus tempo geológico T(Ga) das rochas granitóides (quadrados); rochas granitóides brasileiras (triângulos); metasedimento e vulcânicas ácidas (losangos).

- **MACIÇO PERNAMBUCO - ALAGOAS (MPEAL):** O MPEAL situa-se a sul do Lineamento de Pernambuco (Brito Neves 1975) e as idades U-Pb em zircões dos plutons graníticos que ocorrem neste maciço caracterizam épocas de formação relacionadas ao Neoproterozóico, (Van Schmus, 1995).

As assinaturas isotópicas de Nd do MPEAL mostram-se bastante similares às observadas no SPP e SPAB. As idades Sm-Nd (T_{DM}) indicam épocas Paleo e Mesoproterozóicas (1,9 a 1,17Ga) para a diferenciação dos protólitos dessas rochas, mas o principal período de acreção manto-crosta continental ocorreu durante o Mesoproterozóico (fig. 5.7-13 e tab. 5.7-6). Os parâmetros de $\epsilon_{Nd}(t=0.6)$ mostram-se negativos variando de -16 a -0,4, com concentração de valores em -5.

5.7-4: SUB-DOMÍNIO SUL

SISTEMA DE DOBRAMENTOS SERGIPANO (SDS) - O SDS ocorre como uma faixa marginal, ao Craton de S. Francisco, sendo representado por metassedimentos com embasamento formado por rochas gnáissico-migmatíticas e com muitos granitóides associados. As idades Rb-Sr, bem como K-Ar, caracterizam a formação dessas rochas durante o Neoproterozóico (Ciclo Brasileiro).

As análises isotópicas de Nd das rochas granitóides resultaram em idades modelo Sm-Nd (T_{DM}) predominantemente Mesoproterozóicas, e os $\epsilon_{Nd}(t_{U-Pb}=0,6)$ desses plutons são negativos, variando entre -8,2 a -2,1. Observa-se no diagrama ϵ_{Nd} versus T(Ga) (fig. 5.7-14) que a grande maioria dos pontos assinalados (valores de $\epsilon_{Nd}(t_{U-Pb})$) posicionaram-se abaixo da reta CHUR (eixo das abcissas), sugerindo tratar-se de rochas formadas através de retrabalhamento de material crustal pré-existente.

Adicionalmente ocorrem neste setor rochas gnáissicas e migmatíticas referidas como representantes de uma janela de embasamento do Craton do S. Francisco. As idades T_{DM} distribuem-se entre 3,02 e 2,74 Ga, com valores de $\epsilon_{Nd}(t_{U-Pb}=0,6)$ negativos distribuídos entre -31 e -29 (tabela 5.2-7), sugerindo longo tempo de residência crustal (>2Ga) para os seus protólitos.

No caso dos valores T_{DM} mais jovens (1.5 - 1.2 Ga) em rochas dos SDS, como também é o caso do MPEAL e SPP/SPAB, não se pode descartar a possibilidade de misturas de fontes tais

como material juvenil Neoproterozóico, e material retrabalhado Paleoproterozóico ou Arqueano. Por outro lado, pesquisas futuras se fazem necessárias se quiser caracterizar, inequivocamente, a presença de material juvenil de idade Brasileira.

SISTEMA DE DOBRAMENTOS RICO DO PONTAL (SRP) - O SRP é representado predominantemente por rochas graníticas, gnáissicas e migamatíticas bem como por sequências vulcanossedimentares que balizam a porção Norte do Craton do S. Francisco.

As análises isotópicas Sm-Nd dessas rochas indicam o Arqueano como o principal período de acreção de material do manto, com idades modelo T_{DM} variando entre 3,4 a 3,0Ga), similares às observadas para os domínios correspondentes do Craton São Francisco. Os dados isocrônicos Rb-Sr caracterizam épocas de formação relativas ao Arqueano e ao Paleoproterozóico. Os valores de $\epsilon_{Nd}(t_{Rb-Sr})$ posicionam-se próximo à curva da evolução do manto (+3,6 a -0,9).

Distingue-se desse padrão amostra D (tabela 5.7-8 e fig. 5.7-15), que apresenta valor de $\epsilon_{Nd}(t_{Rb-Sr}=2,06)$ de -14 e $f_{Sm/Nd}=+1.02$, sugerindo fracionamento químico do sistema Sm-Nd ocorrido possivelmente durante o metamorfismo Paleoproterozóico. Considerando-se modelo de evolução de Nd em estágio duplo, resulta uma idade aparente Arqueana para o protólito crustal dessa rocha, concordante com os demais dados observados para essa região.

Adicionalmente ocorrem rochas graníticas intrusivas nas sequências gnáissico-migmatíticas. Os dados U-Pb em zircões indicam para a formação desses granitóides idades de 0,97Ga, e para os seus protólitos época de derivação do manto relacionada ao Mesoproterozóico (Sm-Nd, T_{DM} de 1,44Ga), similar às observadas em áreas vizinhas tais como MPEAL e SDS. No diagrama ϵ_{Nd} versus ϵ_{Sr} (fig.5.7-16) observa-se as amostras A e B próximas da origem, sugerindo período relativamente curto de residência crustal para os seus protólitos.

FAIXA RIO PRETO - Esta faixa é constituída por um embasamento granito-gnáissico e por coberturas supracrustais (Inda e Barbosa, 1978). As idades Sm-Nd, T_{DM} , obtidas refletem acreções de material juvenil tanto no Arqueano quanto no Paleoproterozóico. Algumas rochas indicam idades Paleoproterozóicas tanto no método Rb-Sr (isócrona) bem como no Sm-Nd (T_{DM}) sugerindo tempo curto entre diferenciação mantélica e formação, como é o caso da rocha gnáissica G (figs. 5.7-15, 5.7-16 e tab.5.7-9). Por outro lado, os valores de ϵ_{Nd} e $\epsilon_{Sr}(t_{Rb-Sr}=1,88Ga)$ para a rocha granitóide F, são respectivamente negativo e positivo, posicionando-se no quarto quadrante e distante da origem, sugerindo intervalo da residência crustal relativamente longo para o protólito dessa rocha (maior que 1Ga). Note-se que acreções Paleoproterozóicas com

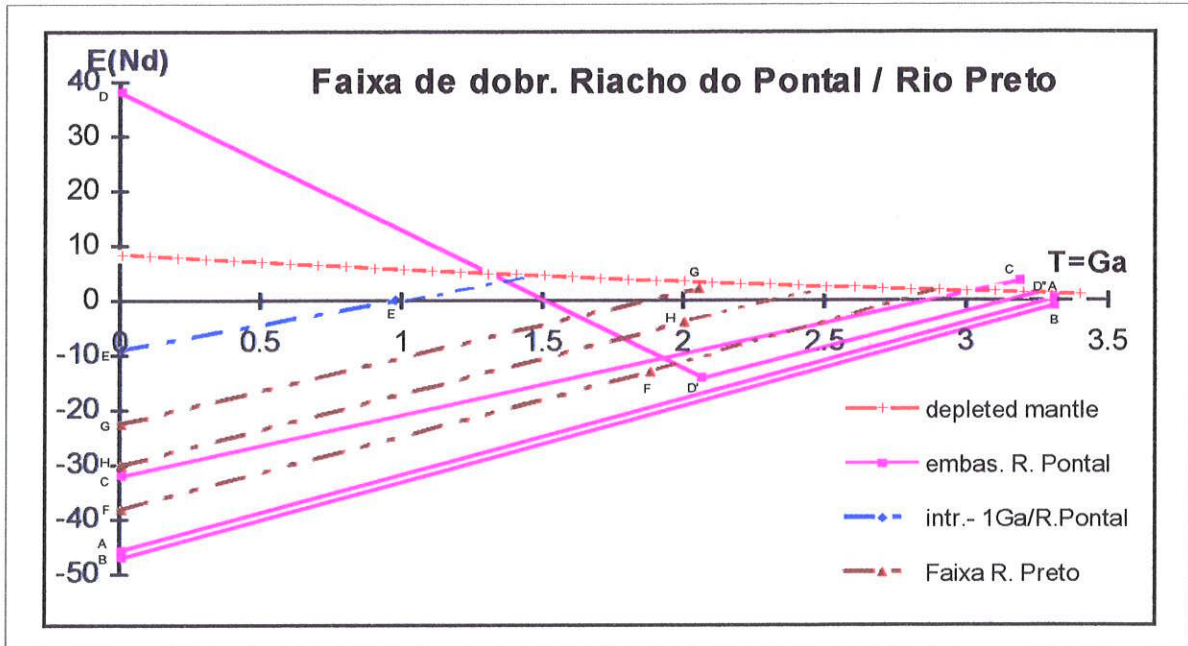


Fig. 5.7-15: diagrama de evolução isotópica ϵ_{Nd} versus tempo geológico T(Ga) das rochas granitóides (quadrados) do embas. Riacho do Pontal; rochas granitóides intrusivas no embas. R. do Pontal (losangos); rochas granitóides da Faixa de dobramento do R. Preto (triângulos).

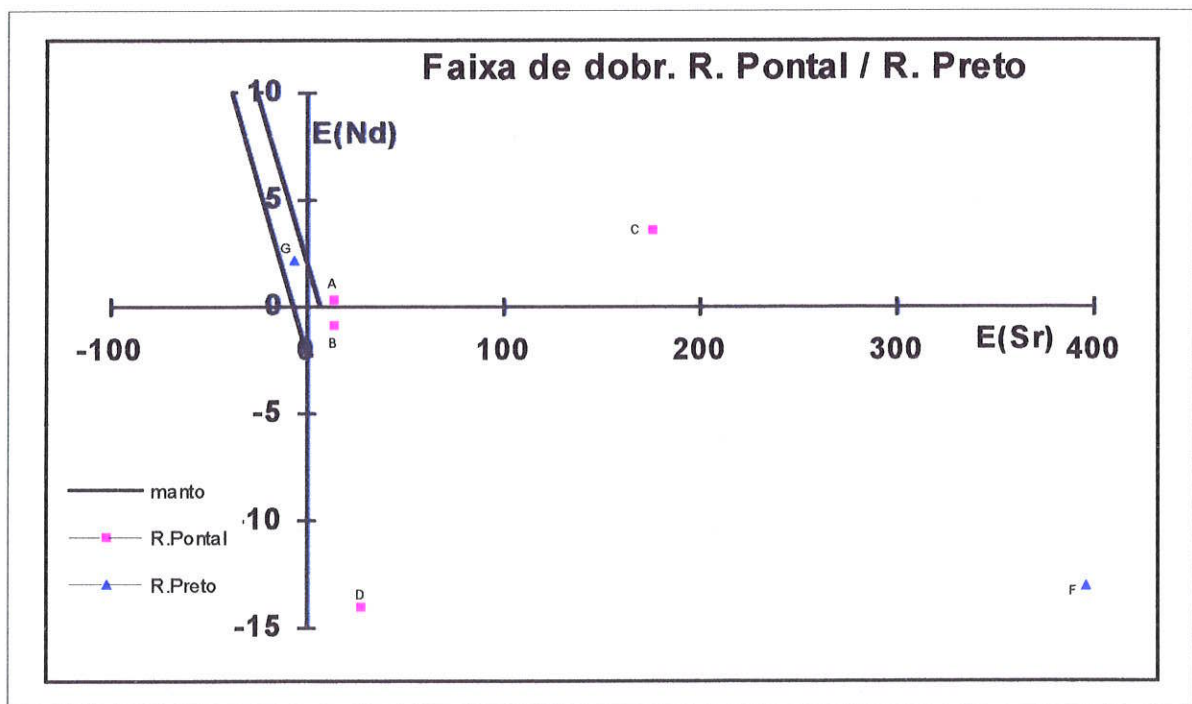


Fig. 5.7-16: diagrama $\epsilon_{Sr}(t)$ versus $\epsilon_{Nd}(t)$. As legendas são as mesmas da fig. 5.7-15

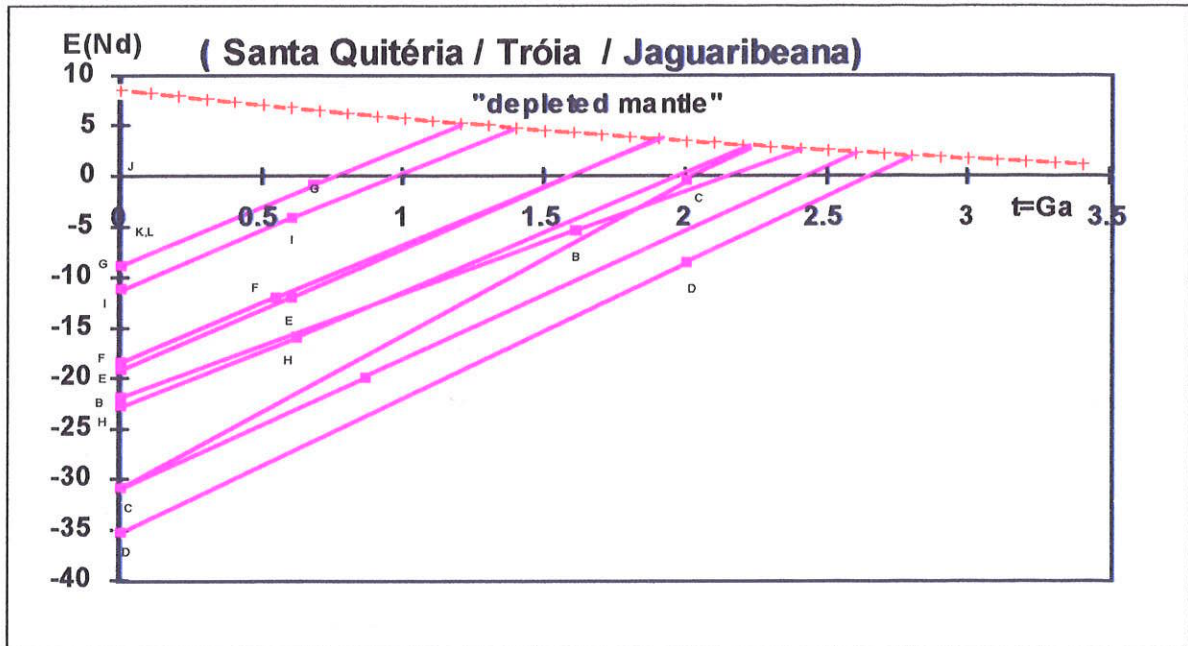


Fig. 5.7-17: diagrama de evolução isotópica ϵ_{Nd} versus tempo geológico T (Ga) das rochas granulíticas e granitóides da região Norte da Prov. Borborema (Sta. Quitéria, Tróia, e Jaguaribeana).

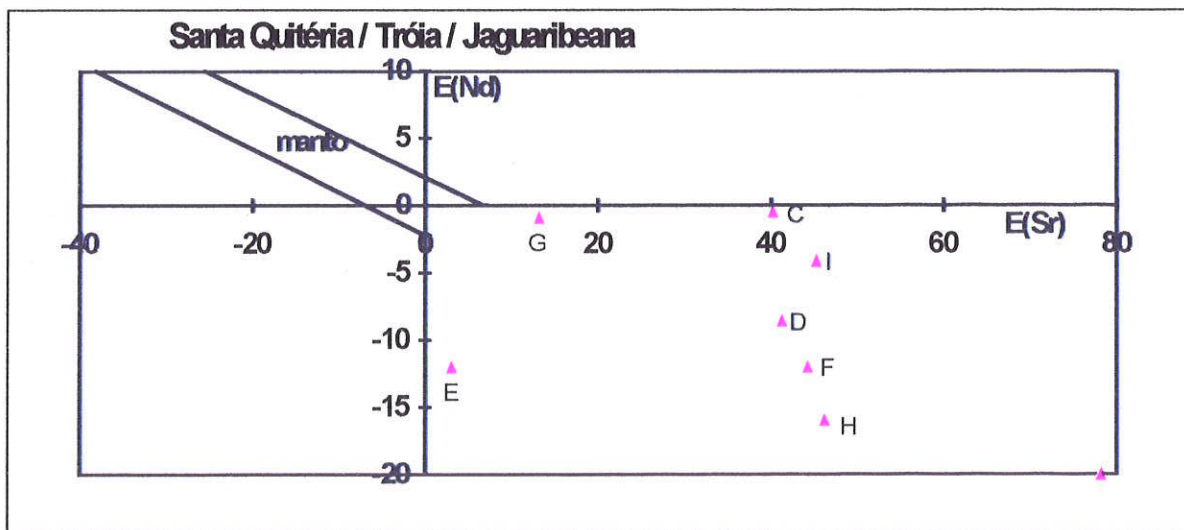


Fig. 5.7-18: diagrama $\epsilon_{Sr}(t)$ versus $\epsilon_{Nd}(t)$ das rochas granitóides - porção Norte da Província Borborema.

padrões similares às observadas nesta faixa foram descritas para a região vizinha de Correntina, parte noroeste do Craton do S. Francisco.

5.7-5: SUB DOMÍNIO NORTE

A porção Norte e Noroeste da Província Borborema é representada pelas Faixas de Dobramento Rio Curu (RC) e Jaguaribeana (JG) e Maciços Medianos de Tróia e Santa Quitéria (Domínio Cearense). Na literatura especializada encontram-se descrições geológicas destas faixas e maciços de forma detalhada, por exemplo em Brito Neves (1975). De um modo geral predominam neste setor rochas de médio a alto grau metamórfico, formadas no Paleoproterozóico (Ciclo Transamazônico) ou no Neoproterozóico (Ciclo Brasileiro). A tabela 5.7-10 resume os principais dados geocronológicos deste sub-domínio.

As análises Sm-Nd existentes, em rochas granitóides, indicam o Paleoproterozóico como o principal período de diferenciação de material do manto, notadamente no setor centro - sul do Ceará. Idade modelo Sm-Nd (T_{DM}) relativa ao Arqueano foi obtida em granitóide pertencente ao Maciço de Tróia (2,8Ga), enquanto que valores relativos ao Mesoproterozóico ocorrem na porção norte, principalmente em sequências supracrustais (figs. 5.7-2 e 5.7-17 e tab. 5.7-10).

Os valores de $\epsilon_{Nd}(t_{idades\ Rb-Sr})$, mostram-se negativos, distribuindo-se entre -20 e -0,5 (tabela 5.7-10), sugerindo origem a partir de fusão parcial de material crustal pre-existente.

Os dados relativos às rochas desse sub-domínio, quando analisados em diagrama $\epsilon_{Nd} \times \epsilon_{Nd}$ (fig. 5.7-18), concentram-se no quarto quadrante, sugerindo intervalo de tempo relativamente longo entre acreção de material do manto e os episódios formadores de rochas.

5.7-6: SUB - DOMÍNIO OESTE

O sub Domínio Oeste da Província Borborema encontra-se recoberto pelos sedimentos Fanerozóicos da Bacia do Parnaíba. Embora não existam dados isotópicos relativos ao seu embasamento neste setor, observamos que idades Sm-Nd (T_{DM}) Paleo-Mesoproterozóicas ocorrem ao longo do lineamento Transbrasiliano, retratando possivelmente a maior parte do substrato da Bacia do Parnaíba. Dados isotópicos a serem obtidos em amostras de sondagens, poderão ser de grande valia para o conhecimento geotectônico da porção oeste da Província Borborema.

5.7-7 - RESUMO DA PROVÍNCIA BORBOREMA:

Os principais eventos de acreção manto-crosta continental em terrenos da Província Borborema, tendo por base idades modelos Sm-Nd, T_{DM} , são:

I - NORDESTE

1- Maciço de Rio Piranhas: embasamento - 3,2 a 2,6Ga;

plutons intrusivos - 2,6 a 2,5Ga.

2 - Maciço Caldas Brandão: embasamento - 3,7 a 1,8Ga (concentração no Paleoproteroz.).

3 - Faixa Seridó: embasamento - 2,8 a 2,6Ga

plutons intrusivos - 2,56 a 2,3Ga;

supracrustais - 2,8 a 1,49Ga.

II - CENTRAL

4 - Faixa de Dobramentos Pajeú Paraíba: embasamento - 2,4 a 1,6Ga;

plutons intrusivos - 1,8 a 1,3Ga;

supracrustal - 1,4Ga.

Faixa de Dobramentos Pincó-Alto Brígida - plutons brasileiros - 2,4 a 1,2Ga;

supracrustal - 1,8Ga;

linha sienitóide (Alto Teixeira) - 2,4 a 1,7Ga.

5 - Maciço Pernambuco - Alagoas: plutons brasileiros - 1,98 a 1,17Ga.

III - SUL

6 - Sistema de Dobramentos Sergipano: fragmento arqueano - 3,02 a 2,7Ga;

plutons intrusivos - 1,75 a 1,25Ga;

supracrustais - 2,1 a 1,1Ga.

7 - Sistema de Dobramentos Rio Preto: granitóides 2,9Ga e / 2,5 a 2,1Ga.

8 - Sistema de Dobramentos Riacho do Pontal : embasamento - 3,45 a 3,02Ga;

plutons intrusivos - 1,46Ga

IV - NORTE

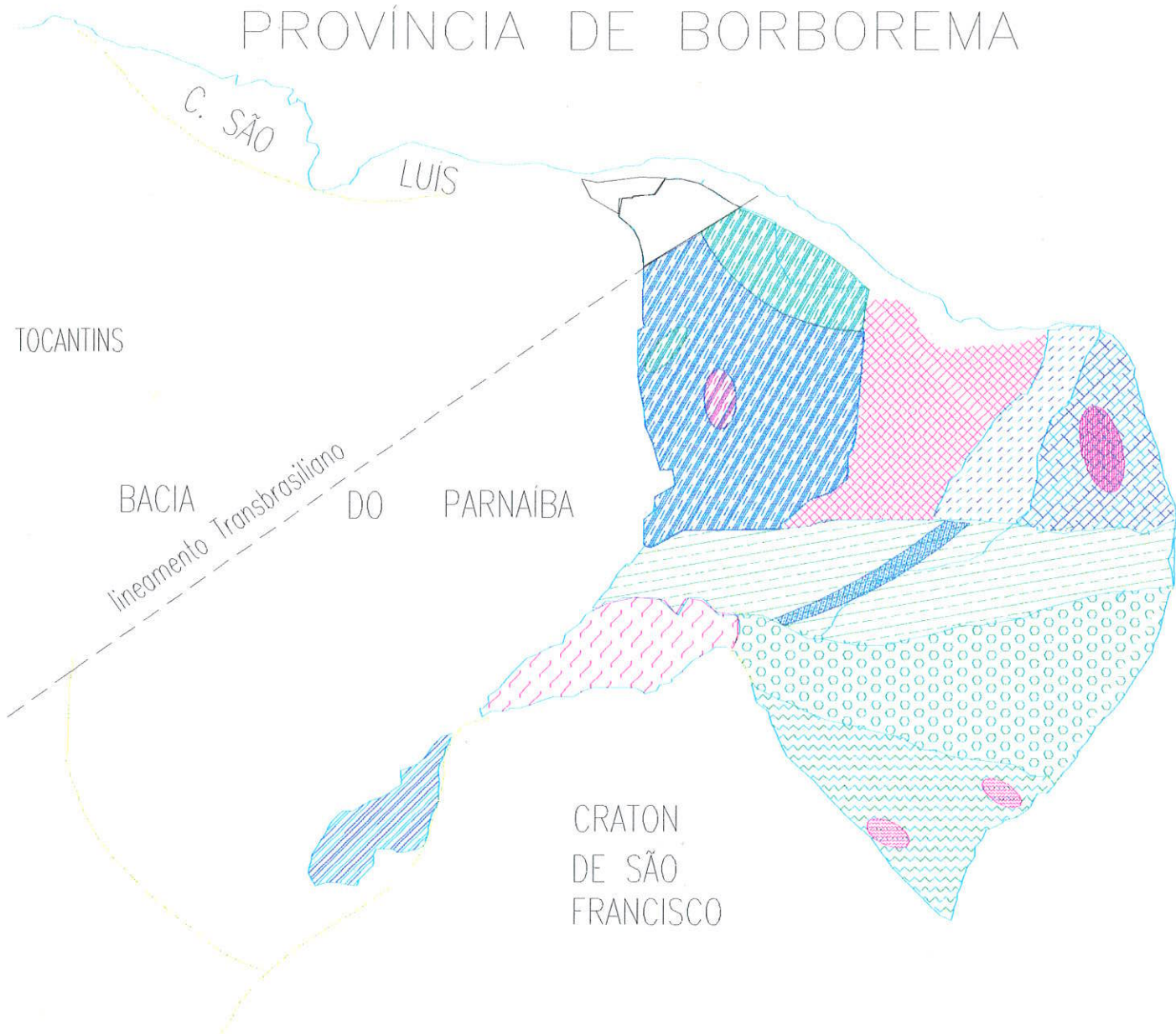
9 -Faixas dobrada Jaguaribeanas - granitóides - 2,2 a 1,2 Ga;

10- Maciços: Tróia - granitóides 2,8 (fragmento Arqueano) e 1,9Ga;

Santa Quitéria - granitóides= 1,9 a 1,2Ga.

Os principais domínios de acreção da crosta juvenil podem ser vista na fig. 5.7-19.

PROVÍNCIA DE BORBOREMA



- 1 - M. Rio Piranhas; 2 - M. Caldas Brandão; 3 - Faixa Seridó;
- 4 - Sist. de Dobr. Pajeú-Paraíba / Piancó-Alto Brígida; 5 - Maciço Pernambuco-Alagoas;
- 6 - S. Dobr. Sergipano; 7 - S. D. R. Pontal; 8 - S. D. R. Preto;
- 9 - Jaguaribe, Tróia, Santa Quitéria;
- 10 - Linha sienitóide; 11 = Núcleo / Fragmento Mesoproterozóico; 12 = Núcleo/Fragmento Arqueano.

Domínios geocronológicos baseado em idades modelo Sm-Nd (Tdm) : rosa = Arqueano; azul = Paleoproterozóico; verde = Mesoproterozóico.

FIG. 5.7-19 : PRINCIPAIS DOMÍNIOS DE ACREÇÃO MANTO-CROSTA CONTINENTAL DA PROVÍNCIA BORBOREMA

TAB. 5.7: Província Borborema

TAB. 5.7-1: Embasamento do Rio Piranhas																	
SPS /litol	coord. / (p.local.)	n. campo/ região	lito- logia	diag. pontos	T _{chur} (Ga) <small>Goldstein et.al. 1984</small>	T _{dm2} (Ga) <small>estágio duplo</small>	T _{dm} (Ga) <small>DePaolo - 1981</small>	¹⁴³ Nd- ¹⁴⁴ Nd	¹⁴⁷ Sm- ¹⁴⁴ Nd	Sm ppm	Nd ppm	f	ε _{Nd} (0)	ε _{Nd} (t)	t(Ga) _{mét.} Ri(fonte)	ε _{Sr} (t)	ref
--- m_gab	6 08/36 50	BR-PH-E17 /	BAS	A	2.53		2.77	.511366 .000010	.120365	5.44	27.33	-.39	-24.8	-3.9	2.15 _{U/Pb} (g)		1
--- m_gab	6 09/36 49	BR-PH-E19	BAS	B	2.41		2.65	.511336 .000009	.114743	4.74	24.98	-.42	-25.4	-2.9	2.15 _{U/Pb} (g)		1
--- gns_t	6 09/36 49	BR-PH-E20	GTD	C	2.39		2.62	.511255 .000007	.108985	3.30	18.31	-.45	-27.0	-2.9	2.15 _{U/Pb} (g)		1
--- m_gab	6 11/36 47	BR-PH-E24	BAS	D	2.38		2.62	.511308 .000038	.112001	4.36	23.54	-.43	-25.9	-2.7	2.15 _{U/Pb} (g)		1
---- a_gns	6 16/38 11	BR 92 - 43 /	GTD	E	2.41		2.64	.511233 .000011	.108307	21.76	121.49	-.45	-27.4	-3.7	(2.1) _{est}		1
--- mig	6 14/38 14	BR 92 - 44 /	GTD	F	2.47		2.68	.511091 .000011	.101857	4.27	25.35	-.48	-30.2	-4.8	(2.1) _{est}		1
--- a_gns	6 01/38 11	BR 92 - 47 /	GTD	G	2.50?		2.71?	.511172 .000011	.107664 .000013	11.50	64.59	-.45	-28.6	-4.8	(2.1) _{est}		1*
--- a_gns	?	BR-92-70	GTD	H	3.44?	3.20^{#1}	3.58?	.510944 .000010	.122150 .000013	13.33	65.99	-.38	-33	-13	(2.1) _{est}		1*
--- gns_f	?	SWP - V 1a	GTD	I	2.38		2.60	.511150 .000011	.101906	3.63	21.54	-.48	-29	-2.4	2.2 _{U/Pb}		1*
plutons Brasileiros																	
---- grt	6 42/37 49	BR-92-38 /	GTD	J	2.27		2.51	.511301 .000012	.107176	8.55	48.24	-.46	-26.1	-19	.6 _{U/Pb} (g)		1
---- grt	6 21/37 44	BR 92 - 39 /	GTD	K	1.84	2.49^{#2}	2.08	.511257 .000013	.082659 .000007	13.53	98.98	-.58	-26.9	-18	.6 _{U/Pb} (g)		1
---- grt	6 20/38 06	BR 92 - 41	GTD	L	2.01	2.53^{#2}	2.25	.511273 .000012	.093321 .000014	8.67	56.18	-.53	-26.6	-19	.6 _{U/Pb} (g)		1
---- grt	6 15/38 11	BR 92 - 42 /	GTD	M	2.09	2.59^{#2}	2.33	.511232 .000014	.094690	10.49	66.99	-.52	-27.4	-20	.6 _{U/Pb} (g)		1
--- grt	6 06/38 22	BR 92 - 46 /	GTD	N	2.31		2.55	.511339 .000012	.111361 .000032	4.72	25.63	-.43	-25.3	-19	.6 _{U/Pb} (g)		1
--- grt	5 54/38 04	BR 92 - 48 /	GTD	O	1.88	2.60^{#2}	2.11	.511156 .000018	.076793 .000007	14.01	110.32	-.61	-28.9	-20	.6 _{U/Pb} (g)		1

TAB. 5.7-2: Embasamento do Maciço de Caldas Brandão																		
SPS /litol	coord./ (p.local.)	n. campo/ região	lito- logia	diag. pontos	T _{chur} (Ga) Goldstein et al. 1984	T _{dm2} (Ga) estágio duplo	T _{dm} (Ga) DePaolo - 1981	¹⁴³ Nd- ¹⁴⁴ Nd	¹⁴⁷ Sm- ¹⁴⁴ Nd	Sm ppm	Nd ppm	f	ε _{Nd} (0)	ε _{Nd} (t)	t(Ga) _{met.} Ri(fonte)	ε _{Sr} (t)	ref	
406 / gns	5 37/35 40	SC - B - 4	GTD	A	2.25 .03		2.47 .02	.511196 .000019	.099279 .000048	12.82 .004	78.104 .029		-50	-28.1	-19	0.78 Rb/Sr .705 _(g)	20	nt
gns	6 16/35 43	SCB CE 116/	GTD	B	3.05		3.21	.510842 .000013	.107679 .000007	21.16	118.83		-45	-35.0	-12	(2.0) _{est}		1
---- gns.gl	6 27/35 14	BR-93-18G	GTD	C	2.20		2.42	.511161 .000015	.094607	2.17	13.87		-52	-28.8	-2.7	(2.0) _{est}		1
---- gns_m	6 40/36 8	BR - 93 - 47 /	GTD	D	2.21		2.42	.511036 .000015	.086488	4.83	33.77		-56	-31.3	-3.1	(2.0) _{est}		1
--- grt	?	SCB - G - 2	GTD	E	2.78	1.95^{#2}	3.14?	.511974 .000009	.160500	4.69	17.67		-18	-13.0		(0.67) _{est}		1
403/g ns	7 11/35 13	B11 - 3B Teixeira	GTD	F	2.15 .02	1.84^{#1}	2.55? .01	.511908 .000005	.145197 .000067	4.742 .001	19.749 .008		-26	-14.2	-9.8	0.67 Rb/Sr .705 _(b)	18	nt
TAB. 5.7-3: Embasamento da Faixa Seridó																		
--- gns	5 47/36 46	Gs - 43 / f. Se- ridó / Piranhas	GTD	A	2.38		2.61	.512299	.111270	6.26	34.02		-43	-26.1	-3.5	2.08 Rb/Sr .7040 _(h)	28	2
--- gns	5 47/36 47	GS - 51 /	GTD	B	2.59	2.50^{#2}	2.84	.511433	.126220	2.319	11.11		-36	-23.5		(0.67) _{est}		2
Plutons Brasileiros																		
--- dio	6 43/37 12	ED - 59 /	BAS	C	2.32		2.56	.511300 .000015	.109044	3.3	18.3		-45	-26.1	-20	.59 _{Rb/Sr} .7098 _(h)	85	2
--- dio	6 44/37 11	ED - 62 /	BAS	D	2.02		2.31	.511530 .000015	.113381 .000021	7.5	40.0		-42	-21.6	-15	.59 _{Rb/Sr} .7098 _(h)	85	2
--- grt	6 26/36 36	MS - 122 A /	GTD	E	2.27		2.49	.511124	.095479	4.8	30.4		-51	-29.5	-22	.57 _{Rb/Sr} .7080 _(h)	59	2
--- grt	6 21/36 34	AC - 1 A /	GTD	F	2.18		2.43	.511365	.108064	4.7	26.3		-45	-24.8	-20	.45 _{Rb/Sr} .7192 _(h)	216	2

---	6 25/36 39	AC - 7 B /	GTD	G	1.88	2.47 ^{#2}	2.12	.511298	.088134	3.6	24.7	-.55	-26.1	-19	.55 _{Rb/Sr} .7074 _(h)	50	2
---	6 50/37 13	SED GN36/	GTD	H	1.77	2.34 ^{#2}	2.03	.511395 .000010	.089741	2.56	17.25	-.54	-24.2	-16	.6 _{U/Pb (g)}		1
Intrusiva em 1 Ga																	
---	6 24/36 38	AC - 4 B /	GTD	I	1.36		1.65	.511602	.080744	9.2	68.9	-.59	-20.2	-4.8	1.04 _{Rb/Sr} .7045 _(h)	17	2
supra - crustais																	
---	6 47/37 09	SED - J - 4 /	GTD	J	2.50		2.75	.511410 .000009	.122337	5.43	26.84	-.38	-24	-5.0	(2.0) _{est}		1
---	6 47/37 09	SED - J - 11	GTD	K	----	2.80 ^{#1}	3.66?	.511666 .000051	.154235	.63	2.47	-.22	-19	-8.1	(2.0) _{est}		1
---	6 07/36 14	SED - Gf - 55	GTD	L	1.04		1.49	.512098 .000010	.117333	5.14	26.49	-.40	-10.5	+7.7	1.8 _{U/Pb(g)}		1
---	Jucurutu	6540 /	VAC	M	2.35		2.60	.511370 .000027	.114973	9.75	51.28	-.42	-24.7	-3.9	2.0 _{U/Pb(h)}		2
---	Jucurutu	6542 /	VAC	N	2.35		2.60	.511372 .000028	.115109	9.87	51.85	-.41	-24.7	-3.9	2.0 _{U/Pb(h)}		2
---	Jucurutu	6543 /	VAC	O	2.26		2.52	.511410 .000027	.114188	9.64	51.05	-.42	-24.0	-2.9	2.0 _{U/Pb(h)}		2
---	Jucurutu	6548 /	VAC	P	2.41		2.62	.511168 .000024	.103979	6.29	36.58	-.47	-28.7	-5.0	2.0 _{U/Pb(h)}		2
---	Jucurutu	6549 /	VAC	Q	1.96		2.26	.511566 .000215	.113801	-.31	49.47	-.42	-20.9	.2	2.0 _{U/Pb(h)}		2
---	Jucurutu	6554 /	VAC	R	2.02		2.31	.511574 .000040	.116556	7.55	39.17	-.41	-20.8	-.3	2.0 _{U/Pb(h)}		2
---	SW de Florândia	ED 44 /	VAC	S	1.05		1.67	.512270 .000030	.143438 .000038	5.84	24.62	-.27	-7.2	5.05	(1.8) _{est}		2
---	SW de Florândia	ED 46 /	VAC	T	---	2.00 ^{#1}	3.33?	.512760 .000030	.199294	3.80	11.53	.01	2.4	1.8	(1.8) _{est}		2
---	SW de Florândia	ED 48 /	VAC	U	----		2.07	.512750 .000030	.192220	4.25	13.37	-.02	2.2	3.2	(1.8) _{est}		2
---	SW de Florândia	ED 50 /	VAC	V	----		1.83	.512670 .000030	.182919	5.82	19.24	-.07	4.1	3.8	(1.8) _{est}		2

SPS /litol	coord./ (p.local.)	n. campo/ região	lito- logia	diag. pontos	T _{chur} (Ga) Goldstein et.al.1984	T _{dm2} (Ga) estágio duplo	T _{dm} (Ga) DePaolo - 1981	¹⁴³ Nd- ¹⁴⁴ Nd	¹⁴⁷ Sm- ¹⁴⁴ Nd	Sm ppm	Nd ppm	f	ε _{Nd} (0)	ε _{Nd} (t)	t(Ga) _{mét.} Ri(fonte)	ε _{Sr} (t)	ref
TAB. 5.7-4: Plutons Brasileiros da faixa dobrada Pianco-A.Brigida																	
--- grt	7 54/39 8 ?	SPAB - G Sal	GTD	A	.95		1.40	.512113 .000009	.112413	11.39	61.27	-.43	-10.2	-3.8	(.6) _{est}		1
--- gnd	7 33/38 31	-Gd-Conc2.	GTD	B	.72		1.22	.512257 .000009	.115844 .000026	6.32	32.99	-.41	-7.4	-1.2	(.6) _{est}		1
--- / grt	7 18/38 40	GA - Itab.	GTD	C	1.31		1.65	.511787 .000010	.097471	8.68	53.85	-.50	-16.6	-9	(.6) _{est}		1
--- sie	7 06/37 34	SPAB-Sy-Cat.	GTD	D	2.11		2.39	.511522 .000015	.116234	2.47	12.85	-.41	-21.8	-16	(.6) _{est}		1
--- gnd	7 28/38 01	SPAB-Gd-Nol.	GTD	E	.84	1.30 ^{#2}	1.41	.512277	.131245	7.82	36.03	-.33	-7.0	-2.0	(.6) _{est}		1
--- gnd	7 18/37 43	Gd-Emas 1.	GTD	F	.80		1.30	.512228	.118307	6.65	33.99	-.40	-8.0	-2.0	(.6) _{est}		1
Intrusivas em 1 Ga																	
--- gnd	8 16/ 39 3	SPAB - G1/	GTD	G	1.16	1.54 ^{#1}	1.68	.512152 .000023	.133056	8.50	38.63	-.32	-9.5	-1.8	.95 _{U/Pb} (g)		1
--- gnd	8 16/39 03	SPAB-G-1a.	GTD	H	1.20	1.56 ^{#1}	1.71	.512140 .000009	.133529	5.07	22.96	-.32	-9.7	-2.1	.95 _{U/Pb} (g)		1
supra - crustal																	
--- m_rio l	7 36/38 2	SPAB V-60b.	VAC	I	1.44		1.77	.511755 .000010	.103102	11.19	65.63	-.48	-17.2	-5.3	1.0 _{U/Pb} (g)		1
Plutons Brasileiros - Linha Sienitóide (Pianco-A. Brigida / Pajeú-Paraíba)																	
--- sie	8 12/39 22	SL-SY-TN	GTD	A	1.58		1.86	.511526 .000008	.089587	18.19	122.78	-.54	-21.7	-14	.6 _{U/Pb} (g)		1
--- sie	7 50/38 06	SL-SY-Tr / BR92-31	GTD	B	2.17		2.44	.511483 .000012	.115816	5.56	29.03	-.41	-22.5	-16.	.6 _{U/Pb} (g)		1
--- gns.g	7 36/37 36	SL-G-Sol	GTD	C	1.87		2.14	.511474 .000009	.101949	4.52	26.81	-.48	-22.7	-16	.6 _{U/Pb} (g)		1
--- sie	7 14/37 15	SL-SG-Tx / BR92-35	GTD	D	1.74		2.04	.511555 .000018	.102307	4.70	27.78	-.48	-21.1	-14	.6 _{U/Pb} (g)		1
--- o.gns	7 30/37 37	SL-Gd-ABr	GTD	E	1.10	1.51 ^{#1}	1.69	.512236 .000015	.141267	8.84	37.84	-.28	-7.8	+6	1.0 _{U/Pb} (g)		1

TAB. 5.7-5A: Embasamento da Faixa dobrada Pajeú - Paraíba

SPS /litol	coord./ (p.local.)	n. campo/ região	lito- logia	diag. pontos	T _{chur} (Ga) Goldstein et al. 1984	T _{dm2} (Ga) estágio duplo	T _{dm} (Ga) DePaolo - 1981	¹⁴³ Nd- ¹⁴⁴ Nd	¹⁴⁷ Sm- ¹⁴⁴ Nd	Sm ppm	Nd ppm	f	ε _{Nd} (0)	ε _{Nd} (t)	t(Ga) _{mét.} Ri(fonte)	ε _{Sr} (t)	ref	
--- gns	7 18/37 15	BR 92 34 /	GTD	A	1.14		1.60	.512068 .000009	.120729 .000019	9.14	45.78		-39	-11.1	-1.4	(1.0) _{est}		1
--- gns	7 45/37 41	SPP-GN-SA BR92-32	GTD	B	1.86		2.14	.511502 .000016	.103740	4.97	28.97		-47	-22.2	-10	1.0 _{U/Pb} (g)		1
--- gns	8 36/38 27	SPP-Am-35	GTD	C	2.62	2.44^{#1}	2.86	.511364 .000016	.123096	3.54	17.39		-37	-24.9	-17	.8 _{U/Pb} (g)		1
Plutons Brasileiros																		
--- grt	7 21/37 16	BR 92 - 33/	GTD	D	1.39		1.40	.512139 .000009	.115539	5.22	27.32		-41	-9.7	-3.5	.6 _{U/Pb} (g)		1
--- grt	8 22/38 26	BR 92 - 28 /	GTD	E	---	1.40^{#1}	1.76	.512226 .000013	.143231	2.93	12.37		-27	-8.0	-3.9	.6 _{U/Pb} (g)		1
intrusivas em 1 Ga																		
--- gnd	8 33/38 35	SPP-G-10	GTD	F	0.84		1.28	.512140 .000013	.105803	9.59	54.81		-46	-9.7	-1.0	1.0 _{U/Pb} (g)		1
--- a.gns	8 22/38 26	BR 92 - 29	GTD	G	1.08	1.51^{#1}	1.61	.512185 .000022	.132732	8.87	40.41		-33	-8.8	-.7	1.0 _{U/Pb}		1
supra - crustais																		
--- gns.gd	8 26/38 36	BR 92 26 /	GTD	H	0.91		1.42	.512199 .000010	.123464	10.76	52.70		-37	-8.6	+8	.8 _{U/Pb} (g)		1
--- tufo	7 52/37 29	BR-93-64A	VAC	I	0.90		1.42	.512224	.126208	2.30	11.02		-36	-8.1	+9	1.0 _{U/Pb} (g)		1

litol	REGIÃO	lito- logia	T_{dm} (Ga) <small>DePaolo - 1981</small>	ϵ_{Nd} (t)	$t(Ga)$ U-Pb	ref
gns.f	Serra Talhada	GTD	1.40	1.7	0.98 _{U/Pb} 0.63 _{U/Pb}	4
grt	Solidão	GTD	2.14	-15	1.99 _{U/Pb} 0.63 _{U/Pb}	4
gns.f	Fazenda Arroz	GTD	1.67	-0.3	0.96 _{U/Pb}	4
gns.f	Ambó	GTD	1.78	-1.1	1.00 _{U/Pb}	4
gns.f	Palmeira	GTD	1.64	-1.0	0.95 _{U/Pb} 0.42 _{U/Pb}	4
grt	Palmeira	GTD	2.17	-14	2.03 _{U/Pb} 0.50 _{U/Pb}	4
rio	Serra do Pinheiro	VAC	1.49	-1.4	0.98 _{U/Pb}	4
fst	Manaíra	VAC	1.66	-1.4	1.13 _{U/Pb}	4
rio	Piaus	VAC	1.77	-5.0	1.04 _{U/Pb} 0.93 _{U/Pb}	
rio	Fazenda Mocambo	VAC	1.34	-1.6	0.75 _{U/Pb}	4

Tab5.7-5B.: Idades modelo Sm-Nd e U-Pb em zircão
ref. : POSTER apresentado por Kozuch et. al. (1997)
Regiões de Pajeú-Paraíba / Piancó-A. Brígida.

TAB. 5.7-6: Plutons Brasileiros do Maciço Pernambuco - Alagoas

SPS /litol	coord./ (p.local.)	n. campo/ região	lito- logia	diag. pontos	T _{chur} (Ga) <small>Goldstein et al. 1984</small>	T _{dm2} (Ga) <small>estágio duplo</small>	T _{dm} (Ga) <small>DePaolo - 1981</small>	¹⁴³ Nd- ¹⁴⁴ Nd	¹⁴⁷ Sm- ¹⁴⁴ Nd	Sm ppm	Nd ppm	f	ε _{Nd} (0)	ε _{Nd} (t)	t(Ga)mét. Ri(fonte)	ε _{Sr} (t)	ref
--- grt	8 39/38 33	BR - 92 23 /	GTD	A	1.11		1.55	.512055 .000009	.116491	15.03	78.02	-.41	-11.4	-5.2	.6 U/Pb (g)		1
--- grt	8 10/36 06	PEAL-GP-FN	GTD	B	1.61		1.92	.511628 .000009	.101229	11.36	67.86	-.49	-19.7	-12	.6 U/Pb (g)		1
--- gns	9 23/36 40	PEAL-MI-15	GTD	C	1.71		1.98	.511402 .000010	.087059	9.42	65.43	-.56	-24.1	-16	.6 U/Pb (g)		1
--- grt	9 17/37 13	BR92 18	GTD	D	.86		1.24	.512031 .000015	.089475	1.20	8.11	-.55	-11.8	-3.6	.6 U/Pb (g)		1
--- grt_g	9 19/37 09	BR92-19	GTD	E	.99		1.37	.511981 .000008	.095167 .000011	10.93	69.45	-.52	-12.8	-5.0	.6 U/Pb (g)		1
--- sie	9 16/37 57	BR 92-20	GTD	F	1.05		1.46	.512016 .000013	.106634	17.80	100.94	-.46	-12.1	-5.2	.6 U/Pb (g)		1
150 gnd	8 57/39 12	JM-BA/480	GTD	G	.64 .05		1.17 .04	.512308 .000028	.117662 .000069	5.247 .002	26.966 .012	-.40	-6.4	-.4	(.6) est		nt
494 gns.g	8 54/39 21	JM-BA-475	GTD	H	1.00 .07		1.44 .06	.512081 .000040	.112175 .000084	1.674 .001	9.024 .004	-.43	-10.9	-4.4	(.6) est		nt
intrusiva em 1 Ga																	
--- mig	8 39/38 33	BR 92 - 22 /	GTD	I	0.96		1.33	.511969 .000011	.090523	3.97	26.52	-.54	-13.1	+5	1.0 U/Pb		1

TAB. 5.7-7: Faixa de Dobramento Sergipano

SPS /litol	coord./ (p.local.)	n. campo/ região	litolo gia	diag. pontos	T _{chur} (Ga) <small>Goldstein et al. 1984</small>	T _{dm2} (Ga) <small>estágio duplo</small>	T _{dm} (Ga) <small>DePaolo - 1981</small>	¹⁴³ Nd- ¹⁴⁴ Nd	¹⁴⁷ Sm- ¹⁴⁴ Nd	Sm ppm	Nd ppm	f	ε _{Nd} (0)	ε _{Nd} (t)	t(Ga)mét. Ri(fonte)	ε _{Sr} (t)	ref
--- gns	10 14/37 48	BR 92 - 03	GTD	A	2.82		2.98	.510763 .000012	.095867 .000086	1.43	9.02	-51	-36.6	-29	(6) _{est}		1
--- mig	10 00/36 48	BR92-13	GTD	B	2.82		3.02	.511209 .000012	.119828	3.88	19.58	-39	-27.9	-22	(6) _{est}		1
300 gns		SDS-Gn-A	GTD	C	2.58		2.74 .03	.510561 .000029	.074626 .000214	1.067 .003	8.646 .004	-62	-40.5	-31	(6) _{est}		nt
plutons Brasilianos																	
--- gnd	10 24/37 37	BR92-04	GTD	D	1.33		1.71	.511878 .000010	.109945	7.12	39.16	-44	-14.8	-8.2	.6 U/Pb (g)		1
--- grt	10 07/37 32	BR 92- 06 /	GTD	E	1.01		1.46	.512107 .000013	.116389 .000021	7.57	39.33	-41	-10.4	-4.2	.6 U/Pb (g)		1
--- gnd	10 07/37 06	BR 92 - 08 /	GTD	F	1.14		1.53	.511966 .000013	.106529	4.45	25.26	-46	-13.1	-6.2	.6 U/Pb (g)		1
--- grt	10 09/36 56	BR 92 - 11 /	GTD	G	0.79		1.25	.512181 .000021	.108177	5.56	31.08	-45	-8.9	-2.1	.6 U/Pb (g)		1
--- grt	10 10/36 48	BR 92 - 12 /	GTD	H	0.87		1.30	.512116 .000021	.105130	6.45	6.45	-47	10.2	-3.2	.6 U/Pb (g)		1
--- mtx	9 51/37 40	BR 93 - 86 /	GTD	I	1.40		1.75	.511779 .000015	.103447	4.79	28.00	-47	-16.8	-9.6	(6) _{est}		1
supra-crustais																	
367		SDS-V-PF /		J	1.79 0.04		2.13 .03	.511728 .000022	.119437	7.758 .002	39.278 .015	-39	-17.8	-12	(6) _{est}		nt
--- xis	10 04/37 03	SDS-BS-GA	MSE	K	0.53		1.17	.512413 .000011	.131763	6.55	30.06	-33	-4.4	3.9	1.0 U/Pb (g)		1
--- m_rio l	9 52/38 03	SDS-V-Min /	VAC	L	0.98		1.44	.512123 .000017	.116625	5.46	28.31	-41	-10.0	+2	1.0 U/Pb (g)		1

TAB. 5.7-8: Embasamento da Faixa de dobramento Riacho do Pontal / (parte do Craton de S. Francisco?)

SPS /litol	coord./ (p.local.)	n. campo/ região	lito- logia	diag. pontos	T _{chur} (Ga) <small>Goldstein et.al.1984</small>	T _{dm2} (Ga) <small>estágio duplo</small>	T _{dm} (Ga) <small>DePaolo - 1981</small>	¹⁴³ Nd- ¹⁴⁴ Nd	¹⁴⁷ Sm- ¹⁴⁴ Nd	Sm ppm	Nd ppm	f	ε _{Nd} (0)	ε _{Nd} (t)	t(Ga) _{mét.} Ri _(fonte)	ε _{Sr} (t)	ref
503 grt	8 55/40 36	1592CA199-5 R.Pontal/SFC	GTD	A	3.26 0.04		3.38 .04	.510299 .000025	.088002 .000053	2.201 .001	15.124 .006	-.55	-45.6	+3	3.31 Rb/Sr .7015 _(i)	13	nt
504 grt	8 55/40 36	1592CA199-9 R.Pontal/SFC	GTD	B	3.34 0.08		3.45 .08	.510228 .000055	.087468 .000116	2.020 .001	13.965 .017	-.56	-47.0	-.9	3.31 Rb/Sr .7015 _(i)	13	nt
297 gns	9 18/41 53	JM-BA 604J R.Pontal/SFC	GTD	C	2.84 0.06		3.02 .06	.510994 .000035	.109089 .000043	10.64 .002	58.996 .020	-.45	-32.1	3.6	3.19 Rb/Sr .713 _(i)	175	nt
298 grt	9 35/40 31	JM-BA 600C R.Pontal/CSF	GTD	D	1.51	3.25 ^{#1}	---	.514622 .000034	.39707	.371	.565	1.02	+38	-14	2.06 Rb/Sr .704 _(i)	27	nt
intrusiva em 1 Ga																	
--- grt	8 10/40 59	SRP - G - 10 R.Pontal	GTD	E	0.96		1.46	.512174 .000015	.123198	8.73	42.85	-.37	-9.1	+0.0	.97 _{U/Pb} (g)		1

TAB. 5.7-9: Gnaisses e granito da faixa de dobramento Rio Preto

299 grt	9 33/42 57	JM-BA 608H	GTD	F	2.77 0.04		2.93 .03	.510680 .000025	.089530 .000074	3.047 .002	20.580 .010	-.54	-38.2	-13	1.88 Rb/Sr .730 _(i)	395	nt
296 gns	10 41/44 01	JM-BA 195B	GTD	G	1.86 0.05		2.14 .04	.511477 .000029	.101809 .000070	5.312 .002	31.551 .018	-.48	-22.6	+2.2	2.05 _R b/Sr .7016 _(i)	-7	nt
295 gns	10 45/45 08	JM - 21 - 18	GTD	H	2.29 0.11		2.50 .09	.511089 .000075	.093961 .000079	1.779 .001	11.449 .007	-.52	-30.2	-4.0	(2.0) _{est}		nt

TAB. 5.7-10: Gnaisses e granitos do Domínio Ceará (Santa Quitéria - Tróia)

SPS /litol	coord./ (p.local.)	n. campo/ região	lito- logia	diag. pontos	T _{chur} (Ga) <small>Goldstein et.al.1984</small>	T _{dm2} (Ga) <small>estágio duplo</small>	T _{dm} (Ga) <small>DePaolo - 1981</small>	¹⁴³ Nd- ¹⁴⁴ Nd	¹⁴⁷ Sm- ¹⁴⁴ Nd	Sm ppm	Nd ppm	f	ε _{Nd} (0)	ε _{Nd} (t)	t(Ga) _{mét.} Ri(fonte)	ε _{Sr} (t)	ref
410 / gns	4 26/39 15	214 JR 5a P./Jaguaribe	GTD	C	2.02 .03		2.23 .03	.511058 .000027	.077839 .000039	3.898 .001	30.282 .013	-.60	-30.8	-0.5	2.0 _{Rb/Sr} .705 _(c)	40	nt
407 / gns	5 26/40 0	B 6 - 14 / Tróia	GTD	D	2.62 .02		2.80 .02	.510834 .000017	.092425 .000073	1.408 .001	9.212 .003	-.53	-35.2	-8.6	2.0 _{Rb/Sr} .705 _(d)	41	nt
408 / gnd	5 58/40 14	B 6 - 10b / Tróia	GTD	E	1.57 .05		1.89 .04	.511658 .000028	.101739 .000058	8.603 .003	51.163 .023	-.48	-19.1	-12	0.6 _{Rb/Sr} .704 _(d)	2.8	nt
411 grt	4 10/40 8	B - 7 - 8 / Santa Quitéria	GTD	F	1.60 .04		1.93 .03	.511696 .000026	.107006 .000019	5.663 .001	32.002 .001	-.46	-18.4	-12	.54 _{Rb/Sr} .707 _(d)	44	nt
414 gns	3 43/39 52	B 7 - 2 d S Santa Quitéria	GTD	G	.75 .04		1.21 .03	.512186 .000023	.105203 .000059	5.919 .002	34.022 .015	-.47	-8.8	-9	.68 _{Rb/Sr} .7046 _(d)	13	nt
412 gns	4 49/38 23	214 JR - 14 P./Jaguaribe	GTD	H	1.96 .04		2.23 .03	.511469 .000026	.105966 .000048	6.294 .001	35.917 .015	-.46	-22.8	-16	.62 _{Rb/Sr} .707 _(c)	46	nt
413 grt	4 11/38 47	214 JR - 30 P./Jaguaribe	GTD	I	.95 .04		1.37 .03	.512064 .000022	.104418 .000061	2.485 .001	14.391 .006	-.47	-11.2	-4.1	(.600) _{est} .707? _(c)	45?	nt

CEARÁ- CENTRAL (este da Falha de Sobral, Fetter et. al., 1997, dados inéditos)

--- vul	3 21/40 10	BRCE94.20	VAC		1.30		1.72	.511983 .000006	.12009	10.69	53.83	-.39	-12.8				3
--- mig	3 21/39 52	BRCE94.21	GTD		2.05		2.30	.511305 .000011	.09801	17.25	106.43	-.50	-26.0		2.10		3
--- grt	3 41/39 49	BRCE94.23	GTD		0.95		1.35	.512032 .000010	.09937	6.69	40.71	-.49	-11.8				3
---		BRCE94.25			0.59		1.15	.512349 .000007	.12151	10.70	53.25	-.38	-5.6		0.62		3
		BRCE94.37			1.93		2.24	.511634 .000009	.11772	3.22	16.54	-.40	-19.6				3
		BRCE 94.38			1.32		1.63	.511700 .000008	.08818	5.19	35.59	-.55	-18.3				3
		BRCE 94.39			2.39		2.43	.511318	.10502	10.66	61.38	-.47	-25.7				3

								.000008									
		BRCE94.40			1.17		1.57	.511972 .000008	.10979	9.06	49.90	-.44	-13.0				3
		BRCE 94.42			0.74		1.21	.512212 .000008	.10869	4.47	24.87	-.45	-8.3				3
---	4 7/40 8	BRCE 94.43	GTD		1.61		1.92	.511638 .000010	.10220	7.34	43.43	-.48	-19.5				3
---	4 51/40 15	BRCE 94.44	GTD		1.19		1.54	.511843 .000008	.09487	32.78	208.93	-.52	-15.5				3
---		BRCE 94.45			1.02		1.34	.511837 .000010	.07680	4.98	39.21	-.61	-15.6				3
		BRCE 94.46			1.38		1.69	.511675 .000009	.09043	3.93	26.28	-.54	-18.8				3
		BRCE 94.46			1.65		1.90	.511325 .000008	.07579	5.96	47.55	-.61	-25.6				3
---	5 26/40 13	BRCE 94.49	GTD		1.94		2.22	.511451 .000009	.10391	5.37	31.25	-.47	-23.2				3
gns.g		BRCE 94.50			2.48?	2.78^{#2}	2.82?	.511803 .000009	.14569	7.57	31.42	-.26	-16.3		2.75		3
		BRCE 94.51			2.77?	2.92^{#2}	2.91	.510374 .000008	.07263	1.66	13.82	-.63	-44.2		2.75 _{est}		3
		BRCE 94.52			1.58		1.86	.511502 .000009	.08759	6.75	46.6	-.55	-22				3
		BRCE 94.53			1.95?	1.81^{#2}	2.41?	.512020 .000010	.14855	3.68	14.98	-.24	-12.1				3
		BRCE 94.58			2.53		2.73	.511085 .000007	.10357	4.21	24.58	-.47	-30.3				3
		BRCE 94.59			0.64		1.24	.512352 .000008	.12871	5.20	24.43	-.35	-5.6				3
		BRCE 94.60			0.69		1.27	.512320 .000008	.12680	5.32	25.37	-.36	-6.2				3
		BRCE 94.61			3.24?	2.70^{#2}	3.51?	.511902 .000009	.16235	2.47	9.20	-.17	-14	-12 -5.6	0.65 _{est} 2.00 _{est}		3
		BRCE 94.62			1.93		2.22	.511553 .000009	.11129	3.30	17.93	-.43	-21.2				3
		BRCE 94.64			1.65		2.02	.511821 .000010	.12124	8.11	40.45	-.38	-15.9				3
		BRCE 94.68			1.43		1.72	.511551	.08138	4.30	31.95	-.59	-21.2				3

							.000008									
		ZC03		1.03		1.61	.512239 .000009	.13765	5.47	24.03	-30	-7.8				3
		ZC11F		1.91		2.23	.511657 .000010	.11880	3.66	18.63	-40	-19.1				3
		ZC19A		2.08		2.31	.511150 .000010	.08818	13.76	94.36	-55	-29.0				3
		ZC 56B		-0.2?	1.04^{#2}	1.37?	.512675 .000008	.17317	3.09	10.79	-.12	+0.7	2.7	0.65 _{est}		3

Ver notas explicativas no capítulo 5.1 (pg 31).

= Tdm calculado com modelo de 2 estágios: #1 --> T2=t e 147Sm/144Nd=.1; #2 ---> T2=t e 147Sm/Nd144=0.110.

ref.: nt= neste trabalho, idades modelos recalculados para este trabalho a partir dos dados isotópicos de: 1 = Van Schmus et al 1995 (1* --> excluído), 2 = Jardim de Sá 1994, 3 = Fetter, A. et. al. (1997, dados inéditos); Van Schmus et. al., 1997 (dados inéditos, U. of Kansas, Lawrence), 4 = Kozuch et. al. ,(1997, dados inéditos).

Ref. para a coluna t : a = Teixeira et.al. 1978, b = Brito Neves 1978, c = Teixeira 1981, d = Brito Neves 1975, e = Rodrigues 1976, f = Nunes 1973, g = Van Schmus et. al. 1995, h = Jardim de Sá 1994, i = Santos et. al 1990, j = Mascarenhas et. al 1989, est = idade estimada.

Observação: Tdm do Maciço R. Piranhas : embasamento --> Sm (média de 6, sem augen gnaisses)=4.29ppm; Nd (Média - idem)= 23.5ppm ; razão 147Sm/144Nd=.110; Tdm2 (médio)= 2.65Ga . Plutons Brasileiros --->só para os granitos fracionados --->Sm (média de 4) = 11,68ppm; Nd (média de 4) =83.12ppm ; razão 147Sm/144Nd = 0.084; Tdm2(médio)=2.55Ga

5.8 - DOMÍNIO JEQUITINHONHA

5.8-1: SÍNTESE GEOCRONOLÓGICA

O Domínio Jequitinhonha (fig. 5.8-1), que reconstitui aproximadamente o que foi definido por Cordani et. al. (1988) como Faixa Jequitinhonha, situa-se nas porções e Sudeste do Brasil, e inclui as Faixas de dobramentos Araçuaí / Rio Pardo e os Grupos ou Complexos Embu, Mantiqueira, Juiz de Fora, Paraíba do Sul e Costeiro.

Como base cartográfica, para a localização das amostras datadas, será utilizado o mapa de Campos Neto e Figueiredo (1995), fig. 5.8-2. A compartimentação geotectônica aqui adotada, informalmente, devido à heterogeneidade da unidade, incluirá vários sub-domínios denominados Costeiro (Micro placa Serra do Mar / Faixa Costeira), Juiz de Fora, Mantiqueira, Guanhões, Embu, Paraíba do Sul, Cabo Frio e Araçuaí / Rio Pardo.

Uma síntese da complexa história geológica deste domínio será apresentada a seguir:

- **ARQUEANO:** A ocorrência de terrenos arqueanos preservados é muito pequena, tendo sido caracterizados somente no âmbito dos sub-domínios Mantiqueira e Juiz de Fora. Acredita-se, em função dos dados isotópicos, que os eventos orogênicos subseqüentes (Transamazônico e Brasileiro) afetaram e transformaram grande parte dos terrenos preexistentes de seu embasamento.

- **PALEOPROTEROZÓICO:** Durante o Paleoproterozóico o principal evento orogênico formador de rochas é o Ciclo Transamazônico (2,2 a 1,8Ga), presente de modo relevante nos sub-domínios Mantiqueira, Guanhões e Juiz de Fora. Adicionalmente, idades Paleoproterozóicas foram também assinaladas nos sub-domínios Embu e Cabo Frio.

Análises Pb-Pb obtidas por ICP-MS em zircões detríticos dos metassedimentos dos sub-domínios Juiz de Fora (RJ) e Costeiro (RJ) forneceram idades aparentes com a maior população (~80%) nos intervalos entre 2,2 a 2,0Ga, e com uma população bem menor nos intervalos entre

2,9 - 2,2 e 2,0 - 1,5Ga. Tais valores indicam que os sedimentos originais foram derivados predominantemente da erosão de materiais Transamazônicos (Valadares et. al. 1997).

- **MESO-NEOPROTEROZÓICO:** Poucos registros Rb-Sr, U-Pb e Pb-Pb relativos ao Mesoproterozóico foram observados nesse domínio. Por outro lado, o Ciclo orogênico Brasileiro foi marcante, principalmente nos sub-domínios Costeiro e Araçuaí/Rio Pardo, e Paraíba do Sul. A orogênese Brasileira é caracterizada como intenso retrabalhamento de materiais crustais preexistentes. Os reflexos da tectônica brasileira encontram-se amplamente distribuído em todo o domínio Jequitinhonha.

A seguir serão discutidos os dados Sm-Nd nos diversos sub-domínios tectônicos. Os dados Sm-Nd encontram-se nas tabelas 5.8-1 a 5.8-8. Os diagramas de evolução isotópica ϵ_{Nd} no tempo geológico, bem como as correlações isotópicas $\epsilon_{Sr} \times \epsilon_{Nd}$, podem ser observadas nas figuras 5.8-3 a 5.8-10.

5.8-2) - IDADES MODELO Sm - Nd

SUB-DOMÍNIO GUANHÃES: As rochas granitóides e vulcânicas ácidas que ocorrem na região de Borrachudos (Guanhães), a NE de Belo Horizonte, apresentaram idades Rb-Sr em rocha total de 1,72Ga (razão inicial = 0,7057) e U-Pb em zircão de 1,73Ga, interpretados por Dussim (1994) como relativas à época de colocação das intrusivas. As idades modelo Sm-Nd (T_{DM}) para as rochas granitóides distribuíram entre 3,02 a 2,97Ga (amostras C1 a C3, da tab. 5.8-1), e para as rochas vulcânicas ácidas entre 2,86 a 2,57Ga (amostras B1 a B3; tab. 5.8-1), sugerindo que os protólitos destes corpos crustais foram derivados do manto no Arqueano. A fig. 5.8-3 ilustra a evolução isotópica de ϵ_{Nd} para estes corpos, observando-se os valores de ϵ_{Nd} negativos relativos à época de colocação desta suíte a 1,72 Ga. As correlações isotópicas ϵ_{Sr} versus ϵ_{Nd} (pontos C e B da fig. 5.8-9), mostram claramente a origem crustal destas rochas.

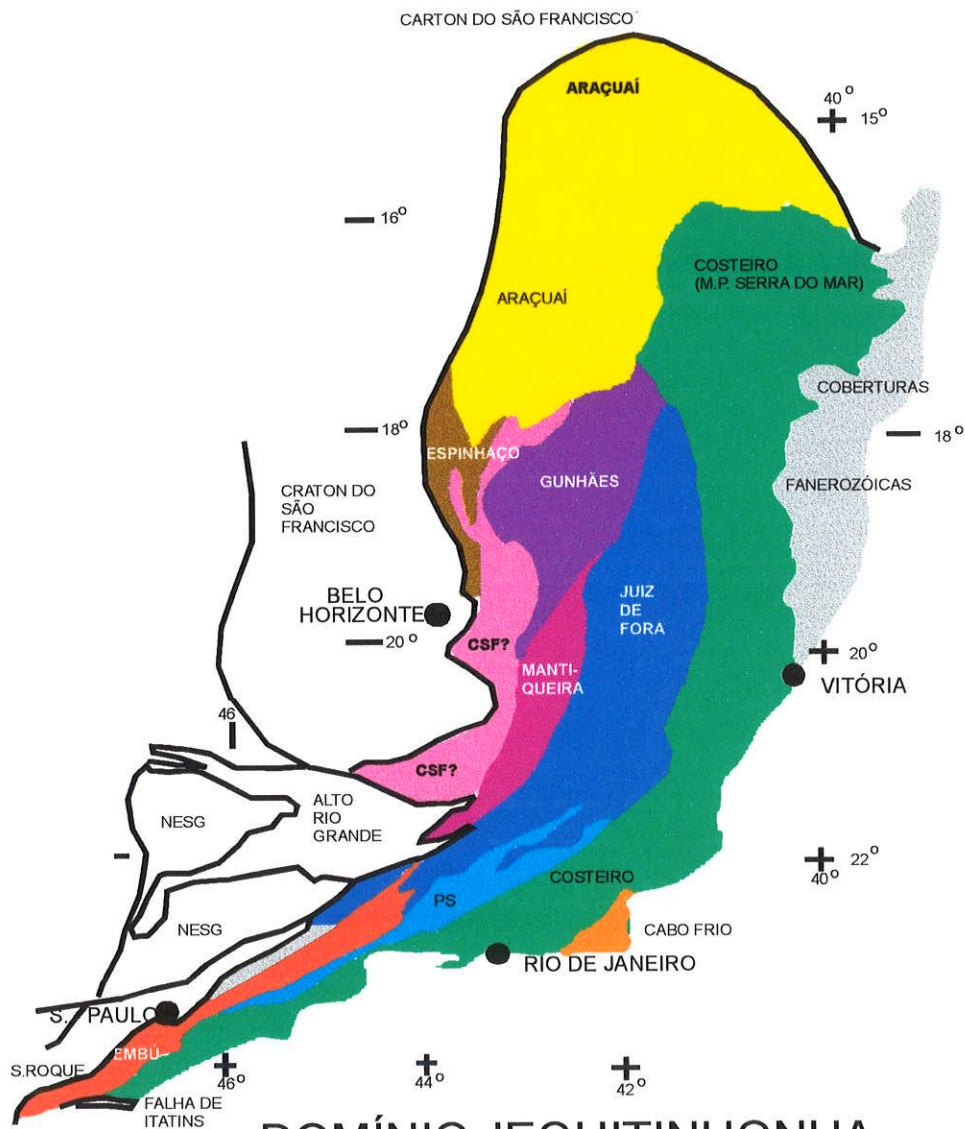


FIG. 5.8-1

DOMÍNIO JEQUITINHONHA
 UNIDADES TECTÔNICAS BASEADAS EM
 CAMPOS NETO e FIGUEIREDO (1995)



CO - COSTEIRO
 SM - S. do MAR
 EM - EMBU

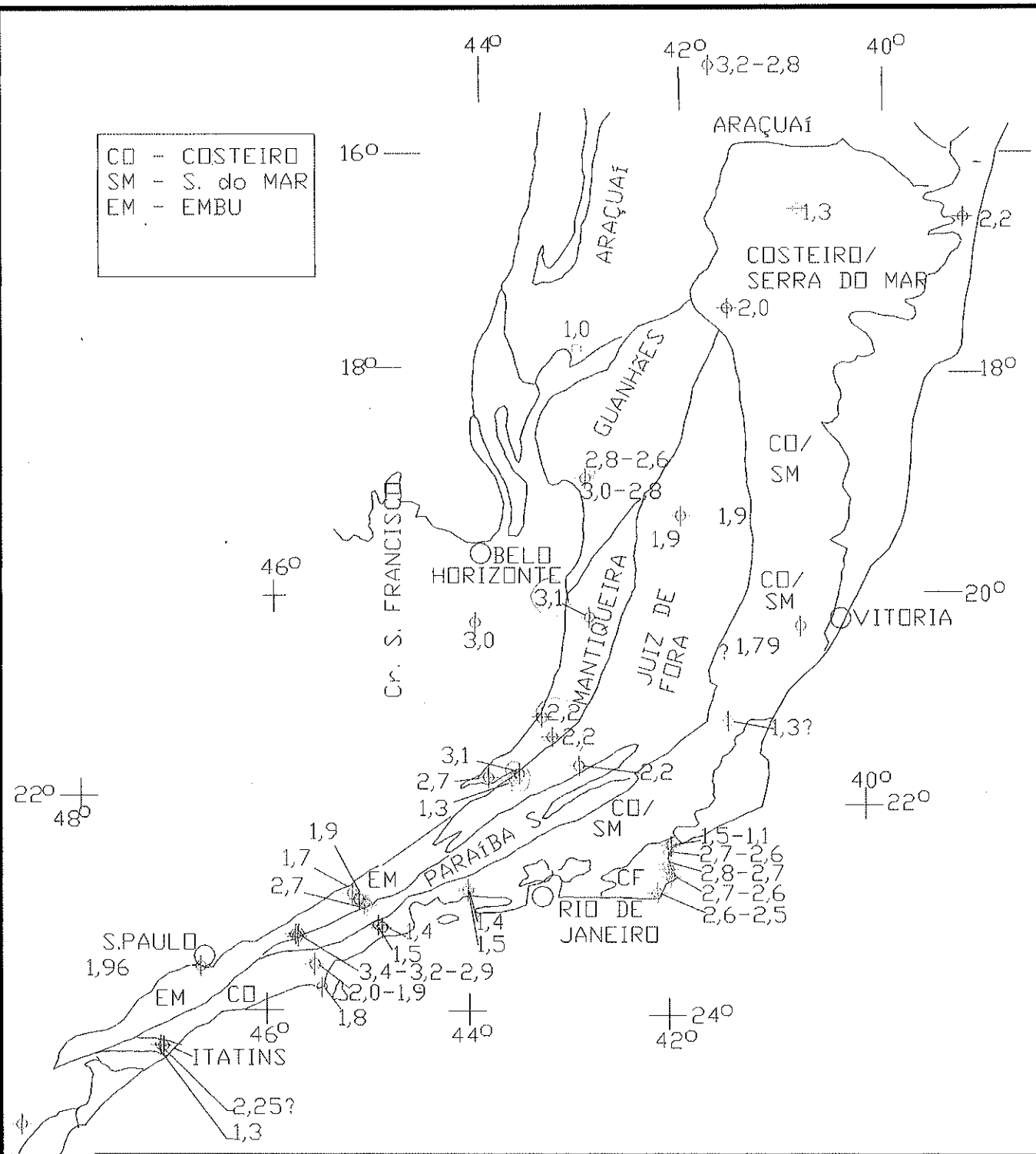


FIG. 5.8-2: MAPA DE LOCALIZAÇÃO APROXIMADA DAS AMOSTRAS DATADAS PELO METODO Sm-Nd, Tdm. Os números representam idades em Ga.

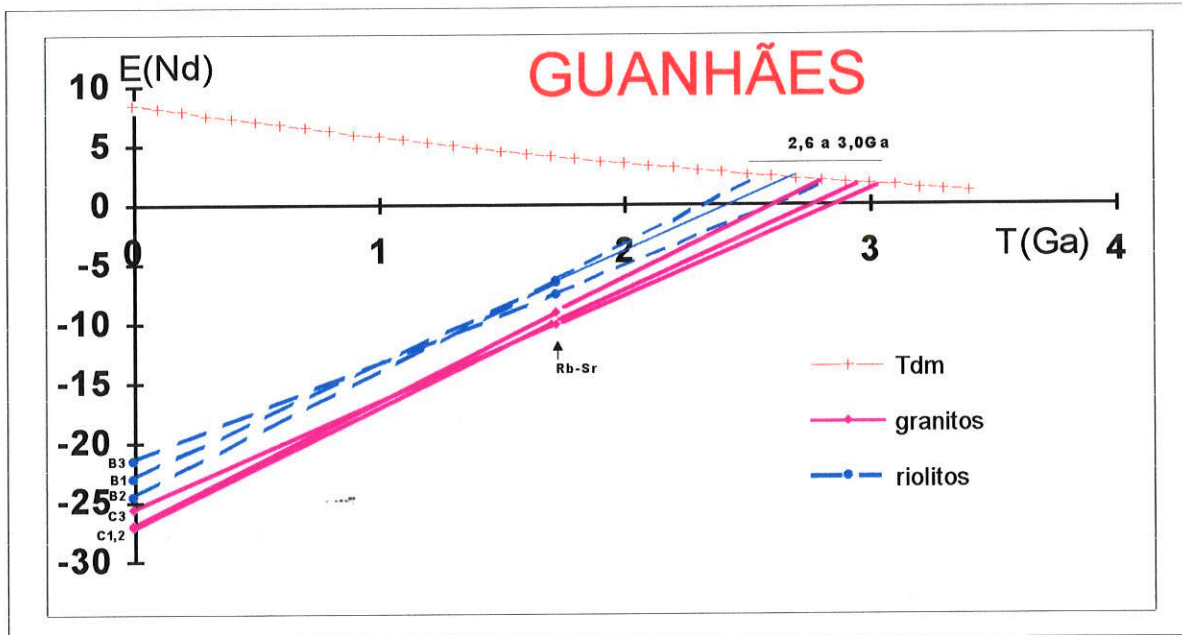


Fig. 5.8-3 : Diagrama ϵ_{Nd} versus tempo geológico. Os dados isotópicos encontram-se na tab 5.8-1

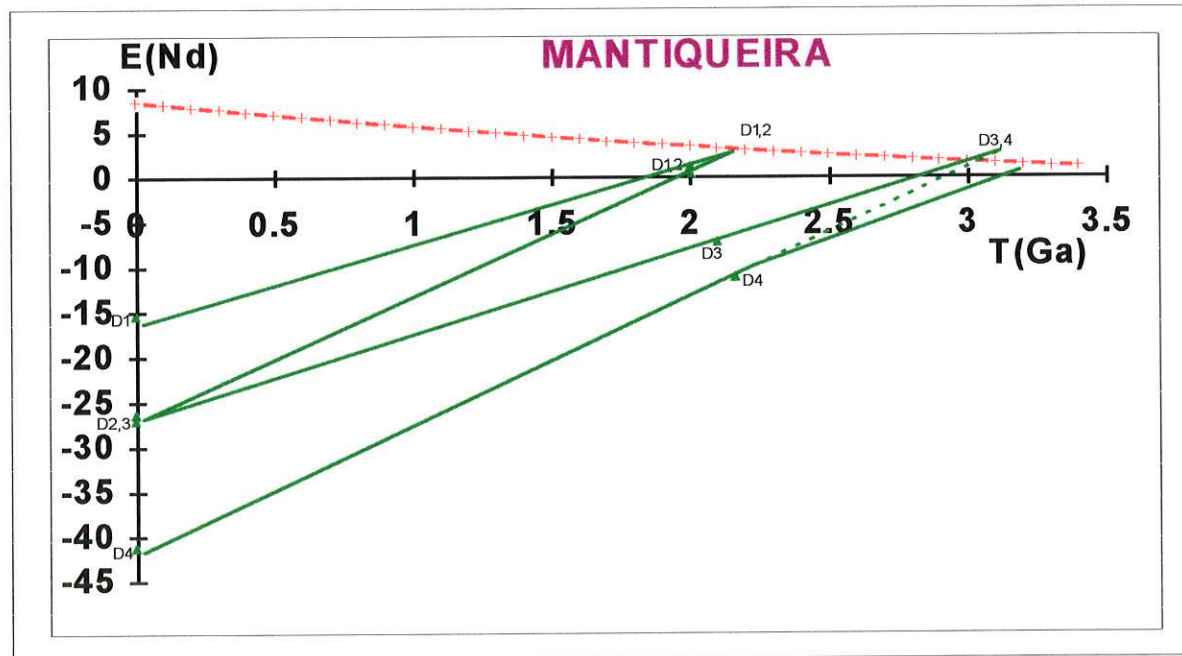


FIG. 5.8-4: Diagrama ϵ_{Nd} versus tempo geológico. Os dados isotópicos encontram-se na tab 5.8-2.

SUB-DOMÍNIOS MANTIQUEIRA E BARBACENA - O sub-domínio Mantiqueira situa-se a SE de Belo Horizonte. Compõe-se essencialmente de biotita -hornblenda gnaisses de composição tonalítico-granodiorítica e rochas migmatíticas, com rochas máficas e metassedimentos subordinados, bem como granitóides intrusivos (Figueiredo e Teixeira, 1996). Estudos geocronológicos Rb-Sr indicam que o principal evento de metamorfismo e deformação ocorreu entre 2,3 a 2,1 Ga. As idades modelo Sm-Nd (T_{DM} ; tabela 5.8-2 e fig. 5.8-4) indicam protólitos derivados do manto durante o Arqueano, bem como durante o Paleoproterozóico.

O sub-domínio Barbacena corresponde a parte do Complexo Barbacena, assinalada como CSF na fig. 5.8-1. Na interface entre o sub-domínio Mantiqueira e o Craton do S. Francisco ocorrem as rochas gnáissico-migmatíticas do cinturão Mineiro, formado durante o Ciclo Transamazônico (Teixeira 1985). Nesses terrenos encontram-se disponíveis apenas duas análises Sm-Nd, uma relativa ao granitóide de Itutinga, que acusou idade Arqueana (2,85Ga) e outra relativa ao corpo granitóide localizado nas vizinhanças de Ressaquinha, que apresentou idade modelo T_{DM} Paleoproterozóica (2,4 Ga).

SUB-DOMÍNIO JUIZ DE FORA: No sub-domínio Juiz Fora predominam seqüências de alto grau, derivadas de rochas plutônicas cálcio-alcálicas, charnockitizadas e com lentes de ortognaisses preservadas (Campos Neto e Figueiredo 1995). As idades Pb-Pb relativas a 75 zircões detriticos dos metassedimentos deste sub-domínio, (Valladares et. al. 1997) distribuíram-se em sua maioria (80% da população) no Paleoproterozóico, e o restante no Arqueano.

As idades modelo (T_{DM}) relacionadas na tabela 5.8-3 e fig. 5.8-5 aliadas com as idades Pb-Pb, sugerem protólitos acrescidos à crosta continental durante o Arqueano e o Paleoproterozóico.

SUB-DOMÍNIO EMBU - No sub-domínio Embu predominam rochas gnáissico-migmatíticas. Segundo Tassinari (1988) as principais épocas de formação dessas rochas foram 2,5, 1,5 e 0,75Ga (idades Rb-Sr). As idades modelo Sm-Nd (T_{DM}) (tab. 5.8-4) sugerem protólitos do Arqueano para as rochas granitóides dos arredores de S. José dos Campos, onde as idades T_{DM} distribuem-se entre 3,4 a 2,8Ga (amostras Q1, Q2, Q3 e P3 da fig. 5.8-6). Outro evento marcante de acreção neste sub-domínio refere-se ao Paleoproterozóico (Jaguaré, Quebra Cangalha e Cunha), onde as idades T_{DM} distribuíram-se entre 2,2 a 1,9Ga (Ciclo Transamazônico / amostras O1, O2, P1 e P4 da fig. 5.8-6).

SUB-DOMÍNIO PARAÍBA DO SUL - O sub-domínio Paraíba do Sul é composto predominantemente por ortognaisses e por rochas metassedimentares, ambos em fácies anfíbolito. Neste sub-domínio, as datações U-Pb em zircões de rochas gnáissicas apresentaram idades Transamazônicas (intercepto superior no diagrama de concórdia; Machado et. al, 1996).

Não se dispõe, até presente momento, de qualquer datação Sm-Nd deste sub-domínio.

SUB-DOMÍNIO COSTEIRO - O sub-domínio Costeiro, definido por Campos Neto e Figueiredo (1995) como Microplaca Serra do Mar (fig. 5.8-1), é constituído predominantemente por rochas magmáticas cálcio-alcálicas, granitos peraluminosos, incluindo também bolsões de rochas granulíticas e gnáissico-migmatíticas. Cerca de 90% das idades isocrônicas Rb-Sr disponíveis situam-se entre 0,70 a 0,50Ga, com razões iniciais $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ sempre acima de 0,705.

As idades modelo, relacionadas na tabela 5.8-6, sugerem protólitos crustais Paleo a Mesoproterozóicos. Algumas idades modelo foram recalculadas admitindo-se modelo em estágio duplo (amostras R3, U3, V4 e V5, tab. 5.8-6), por apresentarem razões $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$ muito distintas do padrão normal de granitóides. As idades modelo em minerais (amostras V1 a V3 e V6 a V8) também foram calculadas de acordo com o modelo em estágio duplo, e mostraram certa consistência nos valores obtidos, o que não ocorre normalmente quando calculadas em estágio único.

Os metassedimentos (paragnaisses - amostras S1 e S2, tab. 5.8-6) cuja idade de metamorfismo é próxima a 0,6Ga, indicaram idades modelo T_{DM} em torno de 1,4Ga. Pela própria gênese destas rochas, que podem incluir materiais de diferentes procedências, tais valores estão sendo interpretados como idades de mistura. Os valores de ϵ_{Nd} negativos (~ -4), para $t=0,6$, sugerem fontes dos sedimentos não mais antigas que o Paleoproterozóico.

As idades Pb-Pb relativas a 21 zircões detríticos dos metassedimentos do Sub-Domínio Costeiro, no Estado de Rio de Janeiro, (Valladares et. al 1997), distribuíram-se predominantemente no Paleoproterozóico. Do mesmo modo, os dados U-Pb em zircões das rochas gnáissicas e granitóides que ocorrem nas vizinhanças de Vitória (ES) mostraram valores relativos ao Paleoproterozóico, com idades aparentes variando entre 2,1 a 1,8Ga.

Os dados referidos sugerem que, neste sub-domínio, o Paleoproterozóico foi o principal período de acreção juvenil.

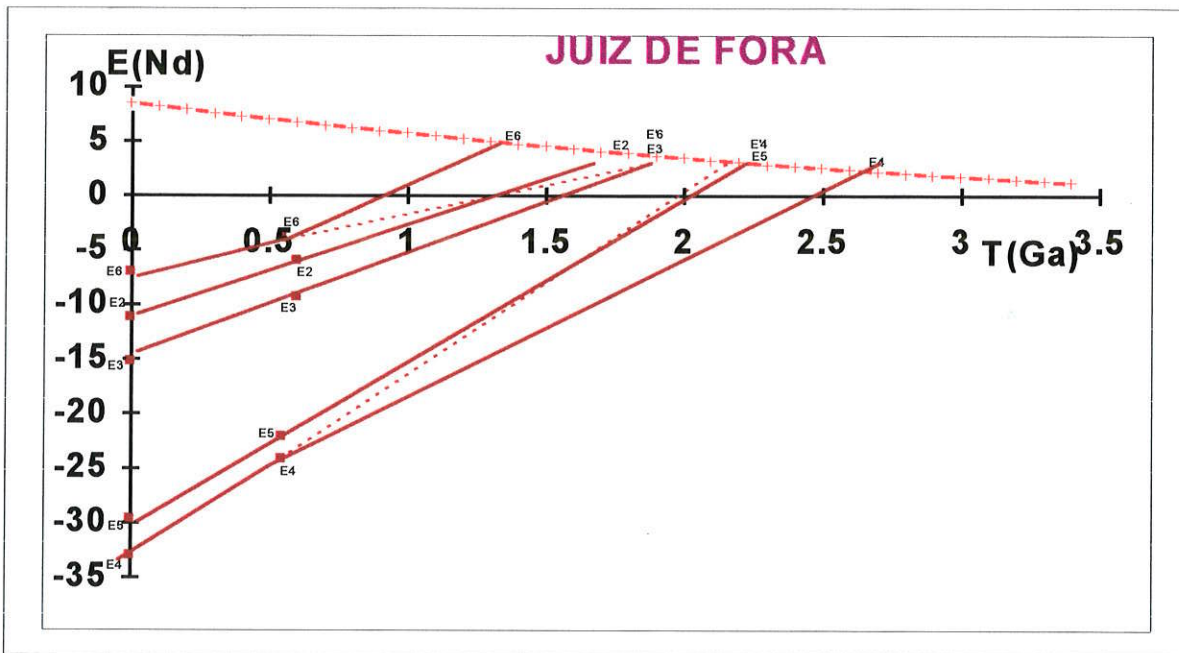


Fig. 5.8-5: Diagrama ϵ_{Nd} versus tempo geológico. Os dados isotópicos encontram-se na tab 5.8-3

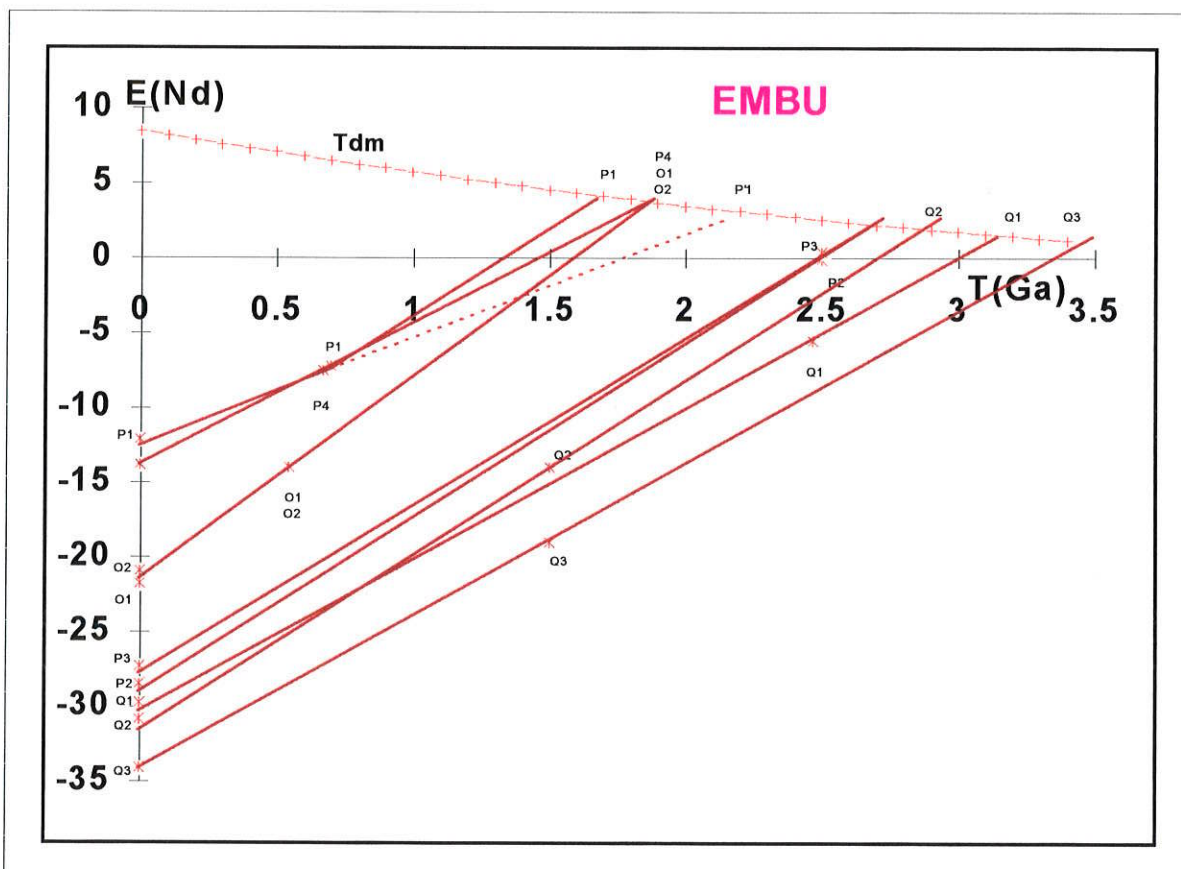


FIG. 5.8-6: Diagrama ϵ_{Nd} versus tempo geológico. Os dados isotópicos encontram-se na tab 5.8-4.

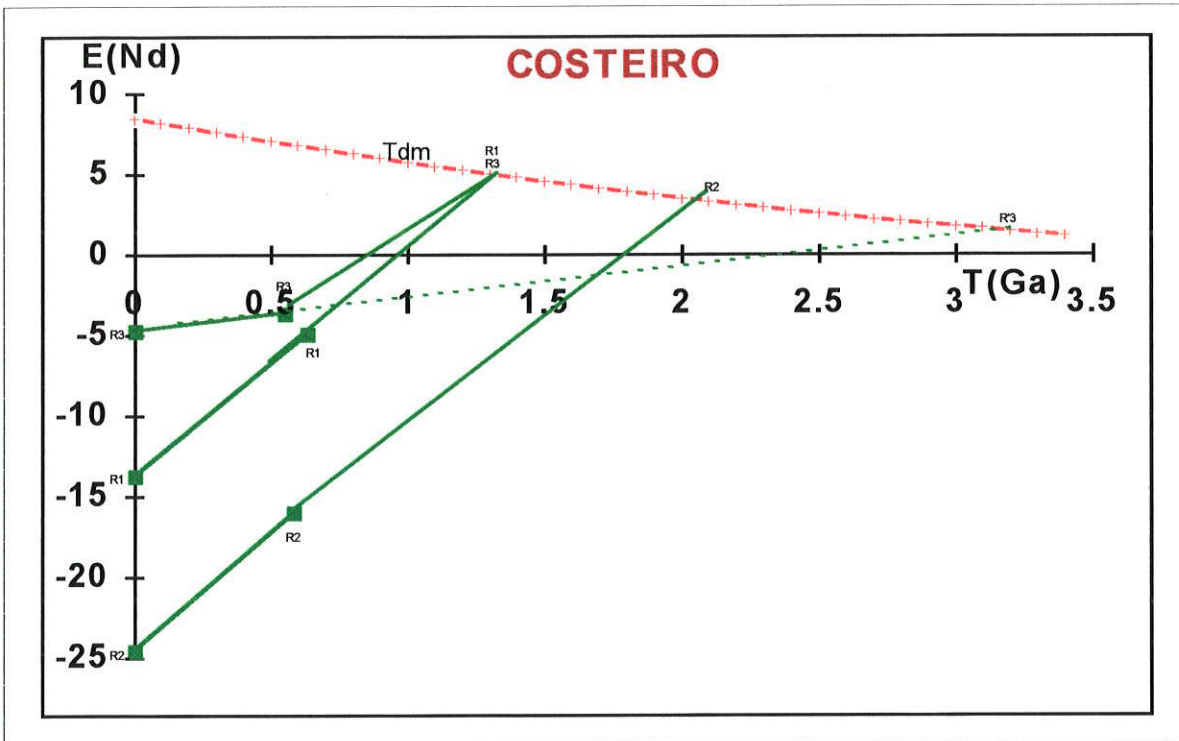


FIG. 5.8-7a: Diagrama ϵ_{Nd} versus tempo geológico - COSTEIRO (porção NE DE S. PAULO). Os dados isotópicos encontram-se na tab 5.8-6

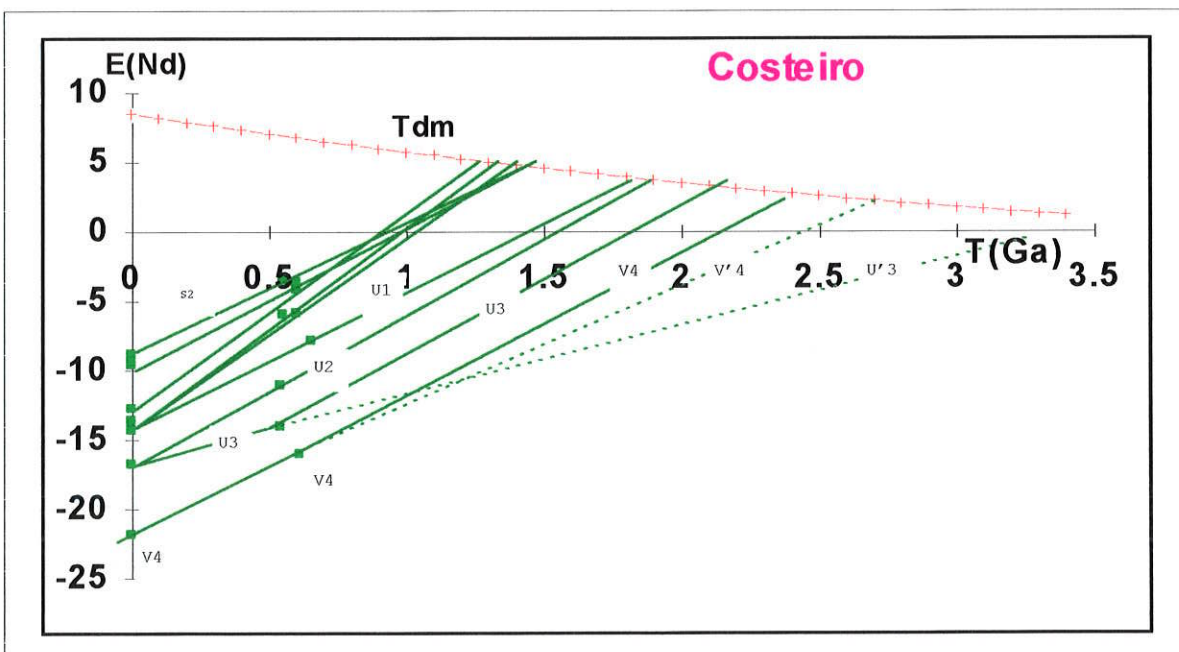


FIG. 5.8-7b: Diagrama ϵ_{Nd} versus tempo geológico - COSTEIRO (região de SP)

SUB-DOMÍNIO ARAÇUAÍ - As rochas que ocorrem na Faixa Araçuaí são predominantemente metassedimentos e intrusivas associadas pertencentes ao Ciclo Brasileiro. Neste sub-domínio encontram-se rochas meta-ultramáficas e orto-anfibolíticas com idade isocrônica Sm-Nd de 0.79 ± 0.09 e com valor inicial $\epsilon_{Nd(t=0.79)}$ de +4.1 (Soares et. al., 1992). A fig. 5.8-8 (pontos de amostras A1 a A8) mostra a evolução isotópica ϵ_{Nd} no tempo geológico para estas rochas máficas, cujas linhas convergem para 0,79Ga. Este ponto de convergência, ilustrado na figura, representa o valor da razão inicial $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ encontrada na isócrona Sm-Nd. Quando expressa na forma de $\epsilon_{Nd(t=0.79)}$, ela apresenta um valor de $+ \sim 4$, que situa-se entre as curvas do manto empobrecido (DM) e do manto condrítico (CHUR), (ver a fig. 5.8-8) sugerindo tratar-se de acreção juvenil a partir de um manto enriquecido. As idades modelos, T_{DM} , quando calculadas segundo o modelo de manto DM modelado por DePaolo (1981) mostram-se muito dispersas (1,85 a 0,97Ga) e sem significação geológica.

No extremo Norte da Faixa Araçuaí, próximo ao limite com o Craton do S. Francisco, afloram as rochas granitóides de Piripá, uma extensão do embasamento Arqueano relativo ao Bloco Gavião (CSF). Trata-se de uma área geologicamente complexa onde se encontram disponíveis análises Sm-Nd, U-Pb, Rb-Sr e K-Ar. Cordani et. al. (1997), elaboraram o seguinte modelo evolutivo: 1) em torno de 3,2Ga ocorreu a formação dos protólitos ígneos (idades Sm-Nd, T_{DM}); 2) durante a orogênese Transamazônica, em torno de 2,0Ga, ocorreu metamorfismo de alto grau; 3) em torno de 0,6Ga ocorreu então metamorfismo de médio grau, associado à faixa móvel Araçuaí (isócrona mineral Rb-Sr e K-Ar em anfibólio).

SUB-DOMÍNIO CABO FRIO - O sub-domínio Cabo Frio é constituído de uma seqüência de paragneisses e quartzitos associados a ortogneisses cuja idade de formação refere-se ao Paleoproterozóico (Heibron et. al., 1982; Campos Neto e Figueiredo, 1995). Este sub-domínio tem sido descrito como um possível fragmento da porção ocidental do Craton do Congo.

Os dados isotópicos Sm-Nd, relacionados na tabela 5.8-7, referem-se aos estudos geocronológicos realizados por Fonseca (1994). As razões $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$ variaram em torno de $0,086 \pm 0,024$ (amostras G5 a G22, tab. 5.8-7), anormalmente baixos considerando-se o padrão normal das rochas granitóides ($\sim 0,11 \pm 0,02$). As idades modelo Sm-Nd, T_{DM} , variaram entre 2,7 a 2,3Ga, quando calculadas através do modelo em estágio único (Fonseca 1994; vide tab. 5.8-7). Considerando-se a possibilidade de fracionamento entre Sm e Nd ocorrido durante a formação das rochas granitóides, as idades T_{DM} foram recalculadas utilizando-se o modelo em estágio duplo, resultando valores pouco mais antigos, entre 2,8 a 2,53 Ga.

Adicionalmente, Fonseca 1994, obteve também as idades modelo T_{DM} para os paragnaisses, com resultados entre 1,6 a 1,45Ga, interpretadas como mistura de diferentes fontes, incluindo material do Neoproterozóico como no caso dos metassedimentos já comentados do sub-domínio Costeiro.

5-8-3: DIAGRAMA ϵ_{Sr} versus ϵ_{Nd}

O diagrama ϵ_{Sr} versus ϵ_{Nd} (fig. 5.8-9) sugere que as rochas granitóides (amostras P1 e P4) do sub-domínio Embu, formadas no Ciclo Brasileiro, e a rocha granitóide (amostra Q2), formada no Ciclo Espinhaço, têm uma contribuição significativa de material crustal com alta razão Rb/Sr. Por sua vez, os migmatitos (amostras P2 e P3) formados já no final do Arqueano (~2,5Ga), apresentam os valores de ϵ_{Sr} e ϵ_{Nd} relativamente próximos da origem, significando que seu tempo de residência crustal foi curto, da ordem de 0.2Ga.

As rochas granitóides do sub-domínio Costeiro (amostras T1, T2 e T3), formadas no Ciclo Brasileiro ($t = 0,6$ Ga) possuem valores de $\epsilon_{Sr}(t)$ em torno de +100 e $\epsilon_{Nd}(t)$ próximo de -5, sugerindo tempo de residência crustal relativamente longo para os seus protólitos.

As rochas granitóides (monzoníticas) do maciço de Morungaba, formadas no Ciclo Brasileiro (elipse na fig. 5.8-9), mostram comportamento geoquímico enriquecido em terras raras, quando comparado aos demais conjuntos e o tempo de residência crustal de seus protólitos, relativamente longo.

Do mesmo modo, as rochas dos sub-domínios Mantiqueira, Juiz de Fora, Guanhões e Costeiro (porção norte de Rio de Janeiro) apresentaram valores de ϵ_{Nd} negativos e ϵ_{Sr} positivos quando calculados para evento de formação dessas rochas (Fig. 5.8-10). No diagrama, os pontos mais afastados da origem e para o a direita indicam tempos de residência relativamente longos para os protólitos crustais.

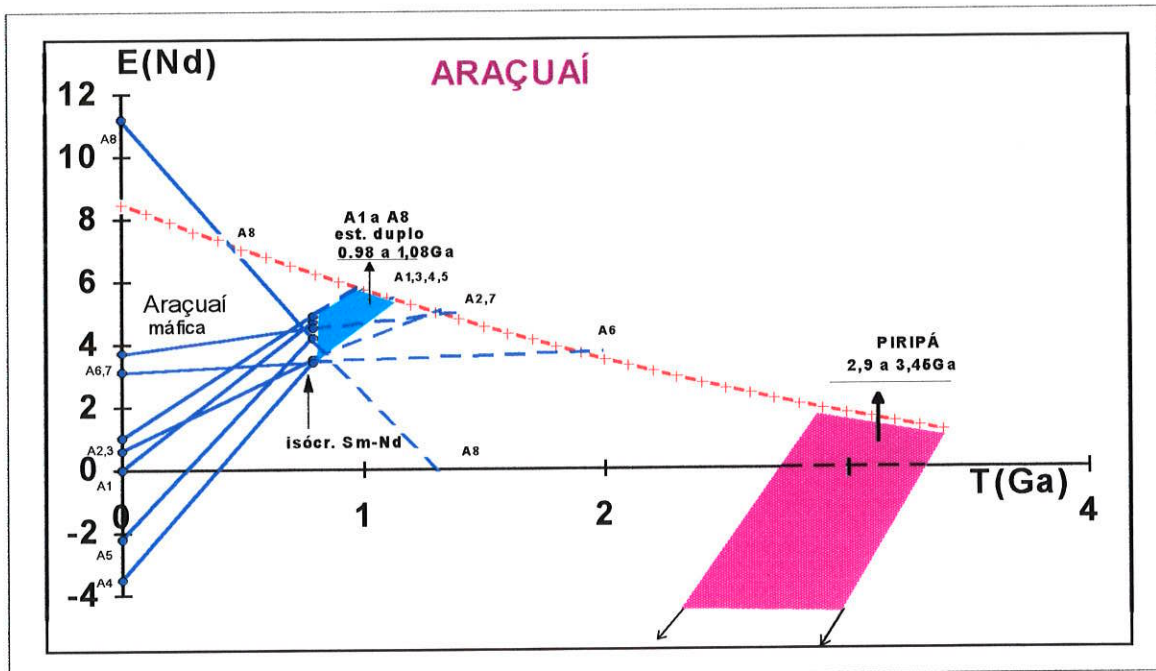


Fig. 5.8-8 : Diagrama ϵ_{Nd} versus tempo geológico. Os dados isotópicos encontram-se na tab 5.8-5

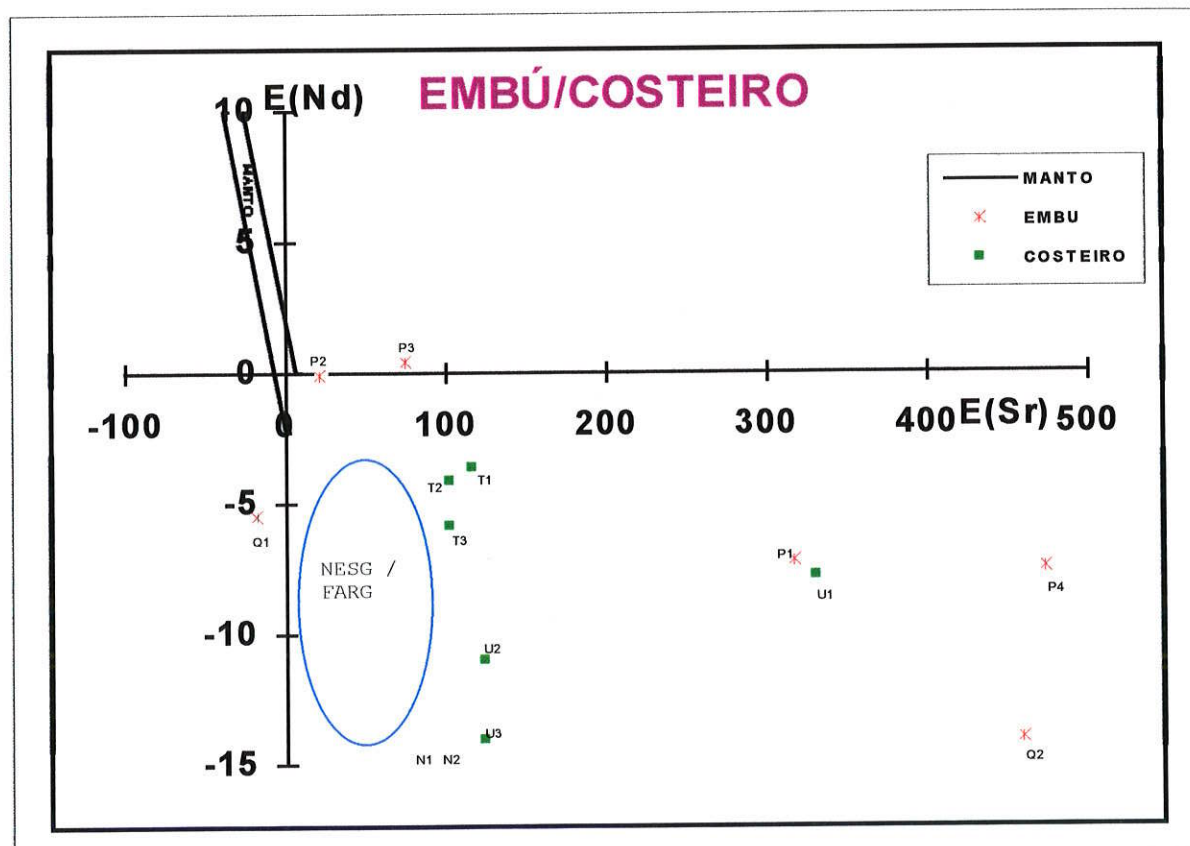


Fig. 5.8-9: Diagrama ϵ_{Sr} versus ϵ_{Nd}

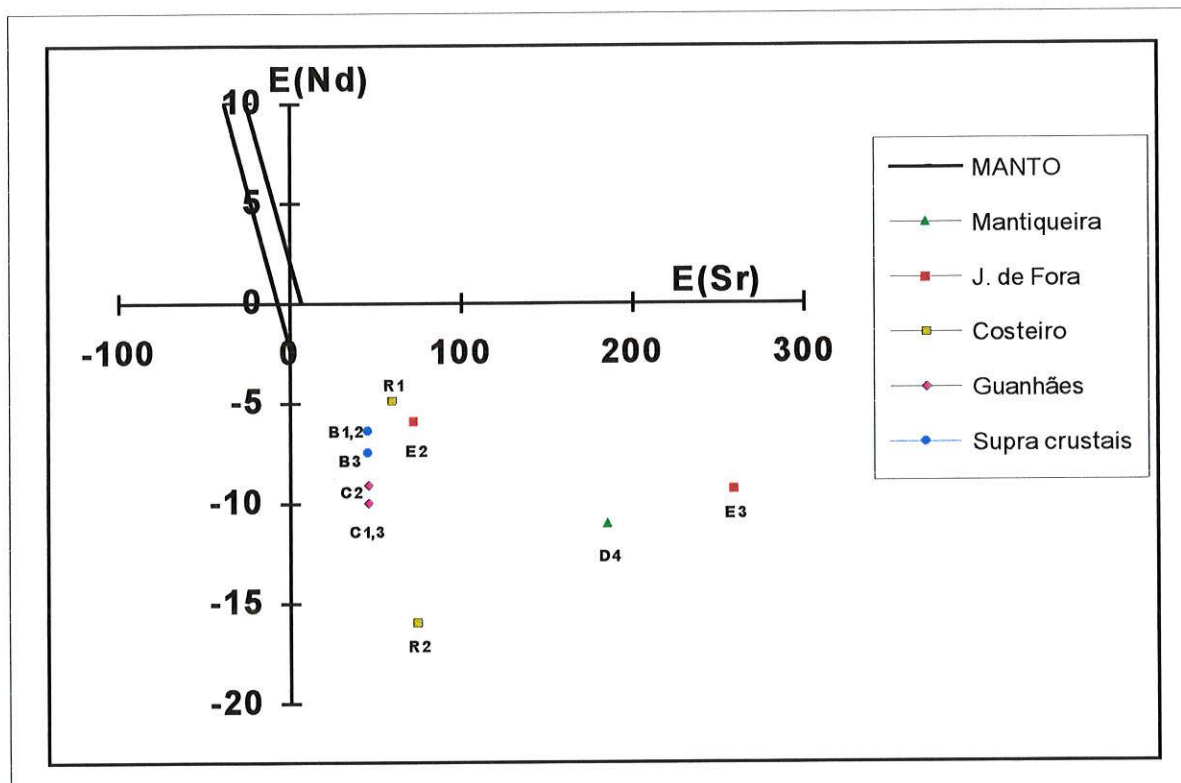


Fig. 5.8-10: Diagrama ϵ_{Sr} versus ϵ_{Nd} . GUANHÃES, MANTIQUEIRA, JUIZ de FORA e COSTEIRO (PORÇÃO NE de S. PAULO)

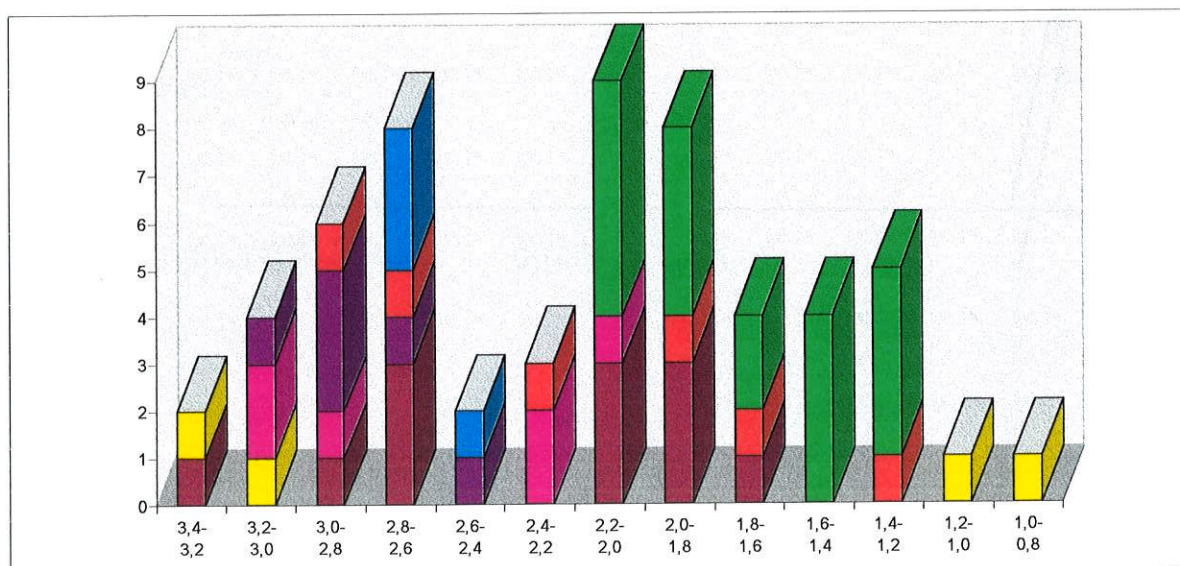


FIG. 5.8-11: Histograma das idades modelo Sm-Nd (Tdm) - Domínio Jequitinhonha. Um valor médio foi tomado em caso da existência de varias idades Tdm em um único afloramento. Legenda: Amarelo - Araçuaí; Verde - Costeiro; Vermelho - Juiz de Fora; Marrom - Embú; Rosa - Mantiqueira; Roxo - Guanhães; Azul - Cabo Frio.

5.8-4: RESUMO PARCIAL DO DOMÍNIO JEQUITINHONHA

As idades modelo Sm-Nd (T_{DM}) apresentaram valores variáveis desde 3,4 a 1,0 Ga, confirmando a complexidade da evolução tectônica da porção Sudeste do Brasil, descrita por dezenas de pesquisadores. Os principais períodos de acreção manto-crosta continental no Domínio Jequitinhonha podem ser verificadas no histograma da fig. 5.8-11, e resumidos da seguinte forma:

- i) Acreção de material juvenil arqueano ocorreu nos sub-domínios Mantiqueira, Guanhães e Cabo Frio. Fragmentos de material arqueano foram registrados também ao norte do sub-domínio Araçuaí, no interior dos sub-domínios Embu e Juiz de Fora.
- ii) No Paleoproterozóico, a acreção manto - crosta continental ocorreu principalmente nos sub-domínios Costeiro, Paraíba do Sul e Juiz de Fora, sendo o período entre 2,2 a 1,8 Ga o que gerou a maior quantidade de crosta continental juvenil.
- iii) Durante o Meso e Neoproterozóico predominaram os processos de retrabalhamento, a partir de materiais previamente estabelecidos na crosta continental. Material juvenil parece ter sido adicionado, nestas épocas, em quantidades menores.

TAB. 5.8-1: DADOS ISOTÓPICOS Sm - Nd: JEQUITINHONHA

SPS / lit.	coord.	n.campo / região	litolo gia	ident.	T _{chur} (GA) Goldstein et al 1984	T _{dm2} (GA)	T _{dm} (GA) DePaolo - 1981	¹⁴³ Nd/ ¹⁴⁴ Nd	¹⁴⁷ Sm/ ¹⁴⁴ Nd	Sm ppm	Nd ppm	f	ε _{Nd} (0)	ε _{Nd} (t)	t(Ga) _{mét} Ri(fonte)	ε _{Sr} (t)	ref
------------	--------	------------------	------------	--------	--	-----------------------	--	---	---	--------	--------	---	---------------------	---------------------	-----------------------------------	---------------------	-----

TAB. 5.8-1 : GUANHÃES

rio	18 56/43 28	ER 14C / MG Guanhões	VAC	B1	2.37 0.03		2.63 0.02	.511459 .000015	.12124	36.56	182.35	-.38	-23.0	-6.4	1.72 _{Rb/Sr} .7057 _I	46	6
rio	18 56/43 28	ER 16 / MG Guanhões	VAC	B2	2.32 0.03		2.57 0.02	.511381 .000015	.1146304	23.18	122.28	-.42	-24.5	-6.5	1.72 _{Rb/Sr} .7057 _I	46	6
rio	18 56/43 28	ER 16F / MG Guanhões	VAC	B3	2.60 0.04		2.86 0.03	.511528 .000015	.1320934	29.42	134.68	-.33	-21.7	-7.5	1.72 _{Rb/Sr} .7057 _I	46	6
grt	18 59/42 55	UR 87 / MG Guanhões	GTD	C1	2.76 0.03		2.97 0.02	.511248 .000015	.12038	8.14	40.89	-.39	-27.1	-10.	1.72 _{Rb/Sr} .7057	46	6
grt	18 41/43 09	SF 90 / MG Guanhões	GTD	C2	2.57 0.03		2.80 0.02	.511261 .000015	.11560	22.74	118.95	-.41	-26.9	-9.1	1.72 _{Rb/Sr} .7057 _I	46	6
grt	18 41/43 09	SF 52 / MG Guanhões	GTD	C3	2.80 0.03		3.02 0.03	.511331 .000015	.12608	14.21	68.15	-.36	-25.5	-10	1.72 _{Rb/Sr} .7057 _I	46	6

TAB. 5.8-2: MANTIQUEIRA

262 trj	21 33/46 26	JF-27C / MG Mantiqueira	GTD	D1	1.84 0.06		2.22 0.04	.511855 .000024	.13198 .00006	5.403 .001	24.756 .011	-.33	-15.3	1.2	2.0 _{est}		nt
261 trj.gn	21 47/43 34	LD7-44A / MG Mantiqueira	GTD	D2	1.95 0.03		2.19 0.02	.511252 .000020	.08867 .00006	1.788 .001	12.194 .005	-.55	-27.0	.52	2.0 _{est}		nt
250 ton.gn	21 51/4. 59	BJ 1C / MG Mantiqueira	GTD	D3	2.86 0.06		3.06 0.06	.511291 .000026	.12524 .00010	7.294 .002	35.217 .027	-.36	-26.3	-7.1	2.1 _{est}		nt
490 gns	20 21/42 53	2833 B Mantiqueira	GTD	D4	2.91 0.03		3.06 0.03	.510527 .000019	.08677 .00008	1.287 .001	8.969 .004	-.56	-41.2	-11	2.16 _{Rb/Sr} .715 _h		nt

BARBACENA

585 grt	21 19/44 38	95-04/Itutinga SE de Lavras	GTD		3.36?	2.85 ^{#2}	3.58? .09	.511740 .000024	.15623 .00008	3.085 .001	11.941 .005	-.21	-17.5	-6.8	2.08 _{Rb/Sr} .7035 _r	17.8	8
586 grt	21.06/43 43	95-05/Ressaq. "N" Barbacena	GTD		2.09 0.08	2.40 ^{#2}	2.30 .06	.511043 .000060	.08054 .00006	1.954 .001	14.671 .007	-.59	-31.1	-1.3	2.01 .7086 _r	92	8

TAB. 5.8-3: JUIZ DE FORA

153		IT - 4A / MG Itatiaia	GTD	E1	2.14? 0.04	2.85 ^{#1}	2.33? 0.04	.510793 .000036	.06597 .00006	4.475 .002	41.022 .031	-.66	-36.0	-27	.55 C		nt
506 gns	19 23/41 41	vv--05-1.1185	GTD	E2	1.29 0.05		1.76 0.04	.512071 .000022	.12966 .00006	4.733 .001	22.073 .009	-.34	-11.1	-5.9	.60 .709 ₁	Rb/Sr	nt
507 gns	19 21/41 59	vv.m1.05.67.1b	GTD	E3	1.54 0.04		1.92 0.03	.511861 .000020	.11975 .00007	11.353 .004	57.331 .024	-.39	-15.2	-9.3	.60 .722 ₁	Rb/Sr	nt
263 m.to n	21 55/43 48	LD1-7C / MG Andrelândia	GTD	E4	2.03 0.03	2.70 ^{#1}	2.23? 0.02	.510925 .000024	.06875 .00020	1.074 .003	9.447 .004	-.65	-.33	-24	.55 _{est}		nt
249 gnl	21 47/43 18	JF 19B / MG Juiz de Fora	GNL	E5	2.02 0.04		2.25 0.03	.511121 .000027	.08281 .00008	6.555 .003	47.866 .038	-.58	-29.6	-22	.55 _{est}		nt
258 end	21 57/43 42	LDX - 51 / MG Juiz de Fora	GNL	E6	1.24 0.08	1.36 ^{#1}	1.90? 0.05	.512278 .000024	.15259 .00008	7.440 .001	29.485 .015	-.22	-7.0	-3.9	.55 _{est}		nt

TAB. 5.8-4: EMBU

381 mig.p	1Km de USP	Jaguaré 5/ SP próximo a USP	GTD	O1	1.63 0.04		1.91 0.03	.511526 .000027	.09269 .00004	8.908 .001	58.154 .021	-.53	-21.7	-14	.55 _{est}		nt
382 mig.p	1 Km de USP	Jaguaré 7 / SP próximo a USP	GTD	O2	1.60 0.04		1.89 0.03	.511567 .000027	.09482 .00004	9.544 .002	60.863 .022	-.52	-20.9	-14	.55 _{est}		nt
306 grt		KK-81-36B/SP Q.Cangalha	GTD	P1	1.73 0.06	1.70 ^{#1}	2.19 0.04	.512018 .000020	.14212 .00007	9.099 .002	38.716 .017	-.28	-12.1	-7.2	.70 .726 _n	317	nt
312 mig	23 03/45 03	OR - 4N / SP Embu	GTD	P2	2.49 0.04		2.70 0.03	.511183 .000024	.10794 .00005	9.988 .002	55.954 .022	-.45	-28.4	-.08	2.50 .703 _n	21	nt
313 mig	23 03/45 03	OR - 4G / SP Embu	GTD	P3	2.44 0.06		2.67 0.05	.511238 .000034	.10979 .00008	6.436 .004	35.447 .015	-.44	-27.3	+4	2.50 .703 _n	75	nt
314 gns	22 49/45 11	OR - 1C / SP Embu	GTD	P4	1.47 0.05		1.88 0.04	.511933 .000024	.12359 .00006	3.970 .001	19.424 .008	-.37	-13.8	-7.5	.67 .737 _n	473	nt
--- mig	23 20/45 43	J-I-C / SP S.J.Campos	GTD	Q1	3.00		3.18	.511115	.11983	---	---	-.39	-29.7	-5.5	2.47 .7003 _p	-18	7
--- mig	23 20/45 43	J-I-R / SP S.J.Campos	GTD	Q2	2.71		2.91	.511058	.10848	---	---	-.45	-30.8	-14	1.50 .735 _p	459	7
--- mig	23 20/45 43	J-I-Gr / SP S.J.Campos	GTD	Q3	3.24		3.39	.510889	.11492	---	---	-.42	-34.1	-19	1.50 _{est}	---	7

737 o.gns	Ragatky,D. dados inéd.	Di6-6/ Sta. Izabel	GTD		1.75 0.04		2.04 0.04	.511525 .000028	.09998 .00007	9.765 0.004	59.063 0.030	-.49	-21.7	-14	.6 est		Rag atky
751 p.gns	"	Di6-5-g Sta Izabel	MSE		1.82 0.05		2.09 0.04	.511458 .000030	.09813 .00007	4.482 0.003	27.612 0.011	-.50	-23.0	-16	.6 est		"
752 p.gns	"	Di6-5-g Sta Izabel	MSE		2.25 0.04		2.48 0.03	.511275 .000023	.10460 .00005	7.948 0.003	45.948 0.019	-.47	-26.6	-20	.6 est		"
753 p.gns	"	Di6-5-g Sta. Izabel	MSE		2.02 0.03		2.29 0.03	.511412 .000021	.10464 .00005	8.153 0.002	47.118 0.019	-.47	-23.9	-17	.6 est		"

TAB. 5.8-5: ARAÇUAÍ

--- mu.maf	~17,7/~43,0	T - 138 / Faixa Araçuaí	UBA	A1	0.01? 0.04		0.98 0.03	.512636 .000013	.15011	1.06	4.27	-.24	0.0	4.7	.79 Sm/Nd k		5
--- mu.maf	~17,7/~43,0	T - 141 / Faixa Araçuaí	UBA	A2	-.17? .08		1.23 0.04	.512670 .000015	.16779	1.01	3.64	-.15	0.6	3.5	.79 Sm/Nd k		5
--- mu.maf	~17,7/~43,0	T - 152 / Faixa Araçuaí	UBA	A3	-.20? .04		0.97 0.03	.512689 .000011	.15760	3.19	12.24	-.20	1.0	4.9	.79 Sm/Nd k		5
--- o.anf	~17,7/~43,0	T - 114C / Faixa Araçuaí	BAS	A4	0.40? 0.02	1.08 ^{#1}	1.05 0.02	.512461 .000011	.12916	3.77	17.65	-.34	-3.5	3.4	.79 Sm/Nd k		5
--- o.anf	~17,7/~43,0	T - 119 / Faixa Araçuaí	BAS	A5	0.27? 0.03	1.02 ^{#1}	0.99 0.02	.512525 .000011	.13314	7.290	33.11	-.32	-2.2	4.2	.79 Sm/Nd k		5
--- o.anf	~17,7/~43,0	T - 120 / Faixa Araçuaí	BAS	A6	-8.4? 0.7	1.08 ^{#1}	1.85? 0.06	.512797 .000011	.19371	3.04	9.49	-.02	3.1	3.4	.79 Sm/Nd k		5
--- o.anf	~17,7/~43,0	T - 123 / Faixa Araçuaí	BAS	A7	-3.7? 0.3	1.00 ^{#1}	1.30? 0.07	.512828 .000015	.18875	1.08	3.46	-.04	3.7	4.5	.79 Sm/Nd k		5
--- o.anf	~17,7/~43,0	T - 121 / Faixa Araçuaí	BAS	A8	1.3 ? 0.2	1.03 ^{#1}	----	.513213 .000013	.26667	0.71	1.61	.36	11.2	4.2	.79 Sm/Nd k		5
394 gns	16 24/ 39 12	JD 233 / BA Porto Seguro	GTD		2.01 0.05		2.28 0.04	.511446 .000028	.10649 .00006	12.72	72.22 .03	-.46	-23.3	-12	.96 _{K/Ar}		nt
111 / gns	14 54/41 42	JM/BA 329 H / Sul-Brumado	GTD		3.31 .04		3.44 .04	.510477 .000029	.09805 .00004	2.520 .001	15.542 .001	-.50	-42.2	-6.9	2.8 719 _(s)	253	nt
gns / 112	14 54/41 42	JM/BA 329 I / Piripá	GTD		2.74 .06		2.91 .04	.510782 .000037	.09399 .00009	1.081 .001	6.955 .003	-.52	-36.2	+5	2.8 719 _(s)	253	nt
gns / 115	14 54/41 42	JM/BA 329 F / Piripá	GTD		3.03 .06		3.18 .06	.510774 .000037	.10355 .00011	1.097 .001	6.406 .003	-.47	-36.4	-3.1	2.8 719 _(s)	253	nt
158 / gns	14 54/41 42	JM BA 329 E / Sul-Brumado	GTD		3.33 .05		3.46 .05	.510665 .000025	.10709 .00070	.082 .001	.463 .001	-.46	-38.5	-6.5	2.8 719 _(s)	253	nt

511 / gns	14 54/41 42	JM BA 329H / (biotita)-Piripá	GTD		3.21 .03		3.34 .03	.510559 .000022	.09869 .00006	2.454 .001	15.037 .006	-50	-40.6	-5.5	2.8 .719 _(s)	253	nt
512 / gns	14 54/41 42	JM BA 329H / (felds) - Piripá	GTD		3.14 .03		3.28 .03	.510490 .000019	.09327 .00012	.809 .001	5.245 .002	-53	-41.9	-5.0	2.8 .719 _(s)	253	nt
513 / gns	14 54/41 42	JM BA 329 H / (r.total)-Piripá	GTD		3.23 .03		3.36 .03	.510546 .000021	.09869 .00023	4.034 .009	24.718 .010	-50	-40.8	-5.8	2.8 .719 _(s)	253	nt

TAB. 5.8-6: COSTEIRO

505 gns	16 19/40 49	m1-jm-vv1132	GTD	R1	0.98 0.02		1.34 0.02	.511935 .000017	.08727 .00005	5.191 .001	35.970 .017	-56	-13.7	-4.9	.63 _{Rb/Sr} .708 _i		nt
508 grt	17 18/41 31	jm.w.167.2	GTD	R2	1.75 0.05		2.01 0.04	.511384 .000037	.08793 .00005	12.943 .004	89.006 .040	-55	-24.5	-16	.58 _{Rb/Sr} .709 _i		nt
639		ES73B / ES Vitória	GTD				1.79 0.14	.511980 .000090	.12337 .00008	8.345 .002	40.906 .02		-12.8				
260 ton	21 24/41 32	NRJ 130 / RJ Rio de Janeiro	GTD	R3	2.42? .20	1.34 ^{#1}	3.20? .08	.512398 .000020	.18165 .00011	9.739 .003	32.421 .017	-08	-4.7	-3.6	.55 _{est}		nt
307 gns		QB-47D / SP	GTD	S1	0.96 0.03		1.31 0.03	.511926 .000025	.08336 .00004	13.932 .003	101.07 .04	-58	-13.9	-5.9	.55		nt
308 gns		QB-46H / SP	GTD	S2	0.92 0.05		1.42 0.04	.512188 .000023	.12189 .00007	7.688 .003	38.141 .016	-38	-8.8	-3.5	.55		nt
309 grt	23 08/44 56	OR - 5H / SP Natividade	GTD	T1	0.96 0.05		1.44 0.04	.512152 .000024	.11942 .00006	3.674 .001	18.604 .007	-39	-9.5	-3.6	0.60 .712 _n	116	nt
310 mig	23 09/44 53	OR - 6A / SP Costeiro	GTD	T2	0.91 0.04		1.27 0.03	.511989 .000028	.08757 .00004	10.21 .002	70.500 .026	-55	-12.7	-4.1	.60 .711 _n	102	nt
311 mig	23 09/44 53	OR - 6D / SP Costeiro	GTD	T3	1.01 0.04		1.36 0.03	.511910 .000026	.08676 .00004	11.282 .002	78.636 .029	-56	-14.2	-5.8	.60 .711 _n	102	nt
---- gn.mig	23 52/45 30	S 1 D / SP S.Sebastião	GTD	U1	1.42		1.82	.511904	.11815	---	---	-40	-14.3	-7.8	0.65 .727 _p	330	7
---- gtd	23 33/45 31	C3 K / SP Caraguatatuba	GTD	U2	1.54		1.90	.511780	.11218	---	---	-43	-16.7	-11	0.54 .7126 _p	124	7
---- gtd	23 33/45 31	C3 B / SP Caraguatatuba	GTD	U3	3.14?	2.00 ^{#1}	3.40?	.511781	.15535	---	---	-21	-16.7	-14	0.54 .7126 _p	124	7
74 p _j * ¹	24 18/47 10	JB 7B / SP Itatins	Mpi	V1	---	2.21 ^{#1}	---	.511578 .000038	.1386	22.4	97.7	-30	-20.7	-16	.61 _{Sm/Nd} .51102 _a		1
75 p _j * ¹	24 18/47 10	JB 7B / SP Itatins	Mpl	V2	---	2.21 ^{#1}	---	.511409 .000022	.0976	4.6	28.5	-50	-24.0	-16	.61 _{Sm/Nd} .51102 _a		1

76 bi ^{*1}	24 18/47 10	JB 7B / SP Itatins	Mbi	V3	---	2.23 ^{#1}	---	.511540 .000046	.1341	4.9	22.1	-.32	-21.4	-17	.61 _{Sm/Nd} .51102 _a		1
77 gni	24 18/47 10	JB 7B / SP Itatins	GTD	V4	2.46? 0.08	2.22 ^{#1}	2.73 0.06	.511523 .000036	.1279	1.1	5.2	-.35	-21.8	-16			1
78 p.gns	24 18/47 11	JP 48 A / SP Itatins	MSE	V5	0.98 0.05	1.38 ^{#1}	1.47 0.03	.512162 .000022	.1223	5.4	26.7	-.38	-9.3	-3.8			1
79 pj ^{*2}	24 18/47 11	JP 48 A / SP Itatins	Mpl	V6	---	1.36 ^{#1}	---	.512350 .000018	.1693	2.1	7.5	-.14	-5.6	-3.6	.58 _{Sm/Nd} .51170 _a		1
80 bi ^{*2}	24 18/47 11	JP 48 A / SP Itatins	Mbi	V7	---	1.35 ^{#1}	---	.512248 .000029	.1396	.6	2.6	-.29	-7.6	-3.4	.58 _{Sm/Nd} .51170 _a		1
81 gd ^{*2}	24 18/47 11	JP 48 A / SP Itatins	Mgd	V8	---	1.36 ^{#1}	---	.513124 .000032	.3721	2.4	3.9	.89	9.5	-3.5	.58 _{Sm/Nd} .51170 _a		1

TAB. 5.8-7: CABO FRIO

---	22 45/41 55	RJ - 8 / RJ Cabo Frio	MSE	G1	0.92 0.05		1.45 0.03	.512217 .000021	.12731	8.0	38.0	-.35	-8.2	-3.4	.54 _{Rb/Sr} .7133 _b	134	2
---	22 45/41 55	RJ - 8d / RJ Cabo Frio	MSE	G2	1.21 0.04		1.65 0.03	.512037 .000021	.12094	7.1	35.5	-.39	-11.7	-6.5	.54 _{Rb/Sr} .7133 _b	134	2
---	22 45/41 55	RJ - 11i / RJ Cabo Frio	MSE	G3	1.05 0.04		1.45 0.03	.512015 .000024	.10591	6.2	35.4	-.46	-12.2	-5.9	.54 _{Rb/Sr} .7133	134	2
---	22 48/41 57	RJ - 5b / RJ Cabo Frio	GTD	G4	2.55 0.05		2.76 0.04	.511181 .000028	.11010	6.3	34.6	-.44	-28.4	-5.6	2.07 _{Rb/Sr} .7033 _b	18	2
---	22 48/41 57	RJ - 5d / RJ Cabo Frio	GTD	G5	2.40 0.06		2.60 0.04	.510980 .000038	.09209	9.0	59.1	-.53	-32.3	-4.7	2.07 _{Rb/Sr} .7033 _b	18	2
---	22 48/41 57	RJ - 5e / RJ Cabo Frio	GTD	G6	2.33 0.04	2.62 ^{#1}	2.50 0.03	.510644 .000031	.06680	5.7	51.6	-.66	-38.9	-4.6	2.07 _{Rb/Sr} .7033 _b	18	2
---	22 48/41 57	RJ - 5j / RJ Cabo Frio	GTD	G7	2.31 0.04	2.56 ^{#1}	2.51 0.03	.510982 .000030	.08787	7.6	52.3	-.55	-32.3	-3.6	2.07 _{Rb/Sr} .7033 _b	18	2
---	22 48/41 57	RJ - 5q / RJ Cabo Frio	GTD	G8	2.38 0.04	2.64 ^{#1}	2.57 0.03	.510819 .000030	.08093	3.6	26.9	-.59	-35.5	-4.9	2.07 _{Rb/Sr} .7033 _b	18	2
---	22 50/42 00	RJ - 14n / RJ Cabo Frio	GTD	G9	2.35 0.05	2.65 ^{#1}	2.55 0.04	.510915 .000038	.08556	7.4	52.3	-.57	-33.6	-10	1.66 _{Rb/Sr} .7084	83	2
---	22 50/42 00	RJ - 14o / RJ Cabo Frio	GTD	G10	2.52 0.04		2.73 0.03	.511123 .000024	.10570	10.4	59.5	-.46	-29.6	-10	1.66 _{Rb/Sr} .7084 _b	83	2

o.gns	22 50/42 00	RJ - 14q / RJ Cabo Frio	GTD	G11	2.31 0.04		2.52 0.03	.511095 .000027	.09518	11.9	75.6	-52	-30.1	-8.6	1.66 _{Rb/Sr} 7084 _b	83	2
o.gns	22 50/42 00	RJ - 14r / RJ Cabo Frio	GTD	G12	2.34 0.05		2.54 0.04	.510993 .000032	.09003	10.6	71.2	-54	-32.1	-9.5	1.66 _{Rb/Sr} .7084 _b	83	2
o.gns	22 50/42 00	RJ - 14s / RJ Cabo Frio	GTD	G13	2.45 0.03		2.65 0.03	.511032 .000021	.09731	8.4	52.2	-51	-31.3	-10	1.66 _{Rb/Sr} .7084 _b	83	2
o.gns	22 49/41 58	RJ - 15a / RJ Cabo Frio	GTD	G14	2.37 0.03	2.76 ^{#1}	2.56 0.02	.510870 .000021	.08331	3.1	22.5	-58	-34.5	-29	0.37 _{Rb/Sr} .7121 _b	114	2
o.gns	22 49/41 58	RJ - 15j / RJ Cabo Frio	GTD	G15	2.27 0.03	2.70 ^{#1}	2.46 0.03	.510888 .000025	.07963 .00003	3.2	24.3	-60	-34.1	-29	0.37 _{Rb/Sr} .7121 _b	114	2
o.gns	22 49/41 58	RJ - 15l / RJ Cabo Frio	GTD	G16	2.27 0.03	2.73 ^{#1}	2.46 0.03	.510834 .000025	.07590 .00003	3.0	23.9	-61	-35.2	-30	0.37 _{Rb/Sr} .7121 _b	114	2
o.gns	22 49/41 58	RJ - 15o / RJ Cabo Frio	GTD	G17	2.27 0.04	2.82 ^{#1}	2.45 0.03	.510701 .000035	.06719	3.2	28.8	-66	-37.8	-32	0.37 _{Rb/Sr} .7121	114	2
o.gns	22 49/41 58	RJ - 15r / RJ Cabo Frio	GTD	G18	2.49 0.04	2.75 ^{#1}	2.68 0.04	.510943 .000030	.09328 .00004	2.9	18.8	-53	-33.1	-28	0.37 _{Rb/Sr} .7121 _b	114	2
o.gns	23 00/42 05	RJ - 19b / RJ Cabo Frio	GTD	G19	2.27 0.03	2.56 ^{#1}	2.45 0.03	.510737 .000026	.06982	6.2	53.7	-65	-37.1	-3.6	2.07 _{Rb/Sr} .7037	23	2
o.gns	23 00/42 02	RJ - 19j / RJ Cabo Frio	GTD	G20	2.30 0.03	2.58 ^{#1}	2.48 0.03	.510729 .000025	.07059	3.0	25.7	-64	-37.2	-3.9	2.07 _{Rb/Sr} .7037 _b	23	2
o.gns	23 00/42 02	RJ - 19n / RJ Cabo Frio	GTD	G21	2.22 0.03	2.51 ^{#1}	2.40 0.02	.510668 .000026	.06202	9.6	93.6	-68	-38.4	-2.9	2.07 _{Rb/Sr} .7037 _b	23	2
o.gns	23 00/42 02	RJ - 19o / RJ Cabo Frio	GTD	G22	2.25 0.04	2.53 ^{#1}	2.43 0.03	.510735 .000033	.06806	6.1	54.2	-65	-37.1	-3.2	2.07 _{Rb/Sr} .7037 _b	23	2
o.gns	23 00/42 02	RJ - 19u / RJ Cabo Frio	GTD	G23	2.41 0.04		2.63 0.03	.511184 .000024	.10503	13.2	76.0	-47	-28.4	-4.2	2.07 _{Rb/Sr} .7037 _b	23	2

Ver nota explicativa no apêndice 1.

ref. : nt = neste trabalho, 1 = Picanço 1995, 2 = Fonseca 1994, 5 = Soares 1992, 6 = Dussin 1994 ; 7= Tassinari e Sato 1996; 8 = Souza Martins 1997 .

ref. citadas na coluna t(GA)_{met}: a = Picanço 1995, b= Fonseca 1994, c = Kinoshita e Cordani e = Tassinari 199?, f = Cordani 1980, g = Teixeira 1982, h = Teixeira 1983, i = Siga Jr. 1982, j = Cordani 1970, k = Soares 1992, l = Dussin 1994, m = Carvalho et. al 1992, n= Tassinari e Silva 1990, p = Tassinari 1988; r= Souza Martins, 1997; s = Mascarenhas e Garcia 1989.

---> 1 = T2 = t e ¹⁴⁷Sm/¹⁴⁴Nd=.1; 2 = T2 = t e ¹⁴⁷Sm/¹⁴⁴Nd=.11; 3 = T2 = t e ¹⁴⁷Sm/¹⁴⁴Nd=.122; 4 = T2 = t e ¹⁴⁷Sm/¹⁴⁴Nd=.128;

5.9 - COMPLEXO GOIÁS - CENTRAL

5.9-1 SÍNTESE GEOLÓGICA:

O Complexo Goiás Central apresenta forma alongada, sendo balizado a oeste pela Faixa Paraguai-Araguaia e a leste pelos domínios Uruaçu-Brasília / Araxá, conforme ilustrado nas figuras 5.9-1 e 5.9-2. Nele predominam rochas graníticas, gnáissicas, e migmatíticas, estas últimas normalmente na fácies anfibolito alto. Esses terrenos foram denominados sucessivamente de Complexo Basal Goiano (Almeida, 1967), Maciço Mediano de Goiás (Almeida et. al., 1976) e Complexo Goiano (Tassinari et. al., 1981).

O complexo é afetado por importantes lineamentos tectônicos, tais como o Transbrasiliano, de Pirenópolis e Araguaia-Tocantins, referidos como falhamentos profundos e sugestivos de importantes translações de massas continentais (Cordani e Brito Neves, 1982). Neste sentido, tais terrenos constituem representar ser um mosaico de fragmentos cratônicos de diferentes origens, justapostos e amalgamados durante o Meso-Neoproterozóico.

Os dados geocronológicos principais, pré-existentes podem ser resumidos da seguinte forma:

Arqueano - Terrenos do tipo granito-greenstone da região de Crixás: isócrona Rb-Sr de 2,9Ga (RI = 0,7001); rochas granito-gnáissicas de Rubiataba - Itapirapuã (sul de Crixás): isócronas Rb-Sr de 2,85Ga (RI= .705) e 2,65Ga (RI=0,700).

Paleoproterozóico - Rochas granito-gnáissicas da região de Crixás: isócronas Rb/Sr e Pb-Pb de 2,47Ga (RI = .701; $\mu 1 = 7,699$); terrenos granito-gnáissicos de Hidrolina: isócrona Rb-Sr de 2,12Ga (ri= 0.702).

Neoproterozóico - Rochas granodiorítico-granítica-migmatíticas da região entre Crixás e Rubiataba: isócrona de referência Rb/Sr, I=1,0Ga; RI=0,708; rochas granítico-gnáissicas das regiões de Porangatu (I= 0,59Ga - RI=.705) e Santa Fé (norte de Iporá, I= 0,47Ga - RI=0,705). Adicionalmente têm sido identificados no complexo, maciços de composição tonalito-granodiorítica, cálcio alcalina, interpretados como possíveis representantes de arcos magmáticos.

Tais rochas ocorrem nas proximidades de Arenópolis, Matrinxã, Sancrerlândia e Mara Rosa, apresentando idades de formação relativas ao Neoproterozóico (0,94-0,86Ga, U/Pb - zircões e Rb/Sr-isócronas; Pimentel et. al.,1997).

5.9-2 IDADES MODELO Sm-Nd (T_{DM})

GENERALIDADES: Os dados Rb-Sr e U-Pb, ora apresentados de modo bastante sucinto, acoplados às recentes análises realizadas através do método Sm-Nd permitiram um importante refinamento em termos de evolução crustal dos terrenos que compõem o Complexo Goiás Central. Para uma melhor visualização deste quadro evolutivo, serão discutidos a seguir os padrões Sm-Nd (idades modelo T_{DM}) relativos às regiões de Crixás-Hidrolina, Arenópolis-Iporá, Mara Rosa-Porangatu e Jussara - Goiás. Os dados analíticos e a localização das amostras datadas através do método Sm-Nd encontram-se na tab. 5.9-2 e fig.5.9-3.

REGIÃO DE CRIXÁS - HIDROLINA / JUSSARA - GOIÁS - Os dados isotópicos Rb-Sr e U-Pb caracterizam neste setor terrenos granito-greenstone Arqueanos (Crixás), rochas granitóides Paleoproterozóicas (Hidrolina), e rochas granitóides Meso/Neoproterozóicas (Crixás-Rubiataba e Jussara - Goiás).

Na região ocorrem também rochas metassedimentares, bem como corpos ultrabásicos que foram analisados através do método isocrônico Sm-Nd em rocha total (fig.5.9 -4). Os pontos relativos às rochas ultramáficas mostraram-se relativamente dispersos no diagrama, com certo alinhamento em torno da reta de $0,80 \pm 0,20\text{Ga}$ ($RI = 0,5115$; $\epsilon_{Nd} = -1,8$). Por outro lado, os dados Sm-Nd relativos às rochas metassedimentares definiram uma isócrona com $T = 2,14 \pm 0,05\text{Ga}$ ($RI=0,5096$, $\epsilon_{Nd}=-5.2$). Tais valores podem ser interpretados como relativos às épocas de formação de ambos os conjuntos, relacionando-os portanto às orogêneses Transamazônica e Brasileira. No diagrama ϵ_{Nd} versus tempo geológico (fig. 5.9-5), devido aos valores de ϵ_{Nd} negativos na razão $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ inicial, acredita-se ter ocorrido fracionamento químico entre Sm e Nd durante o metamorfismo dessas rochas metassedimentares e ultramáficas. Deste modo, as idades modelo Sm-Nd foram calculadas em estágio duplo, resultando idades Arqueanas (2,95 a 2,82Ga; tab. 5.9-2, amostra= B8-B10) para as rochas metassedimentares e

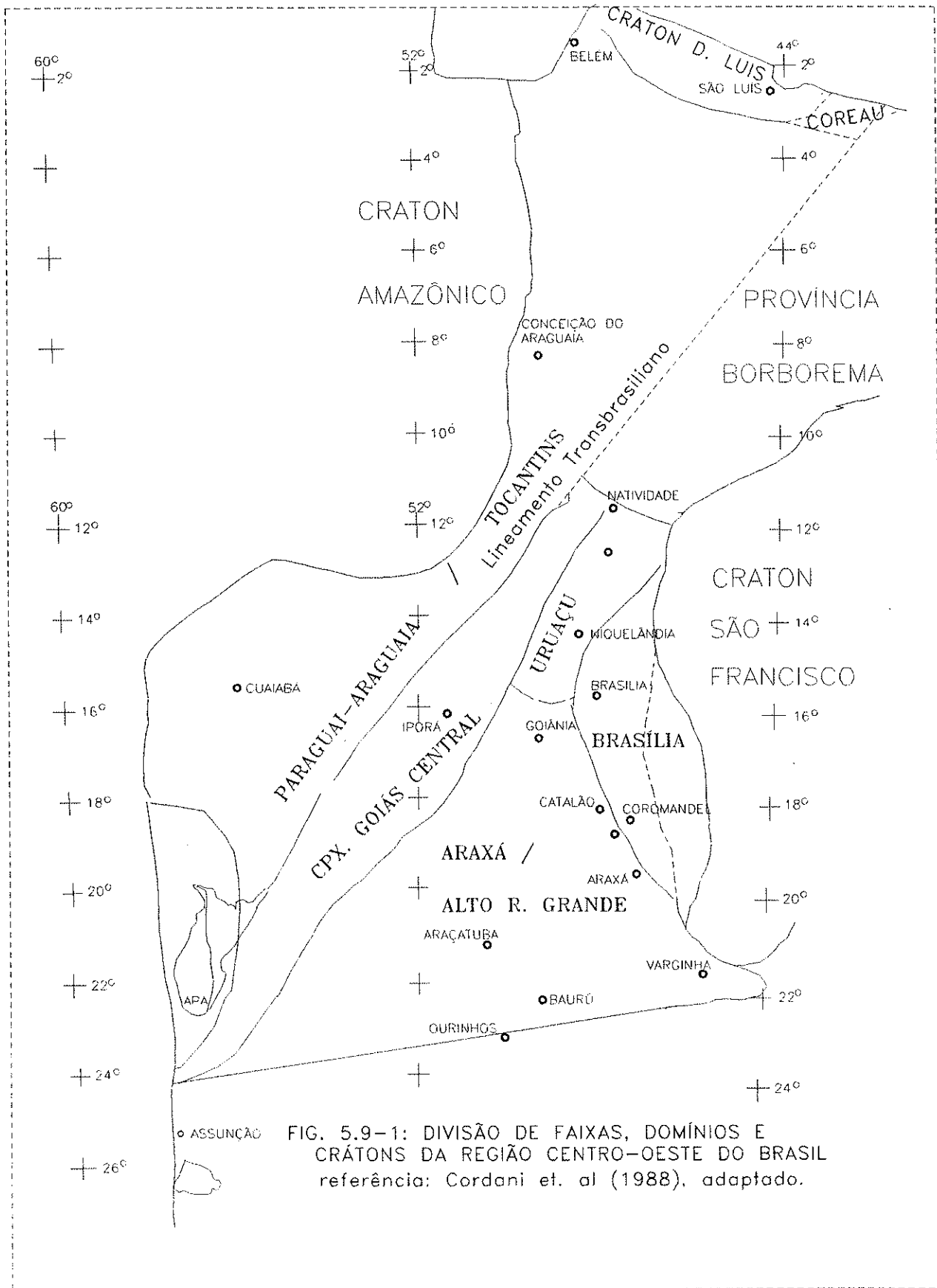


FIG. 5.9-1: DIVISÃO DE FAIXAS, DOMÍNIOS E CRÁTONS DA REGIÃO CENTRO-OESTE DO BRASIL referência: Cordani et. al (1988), adaptado.

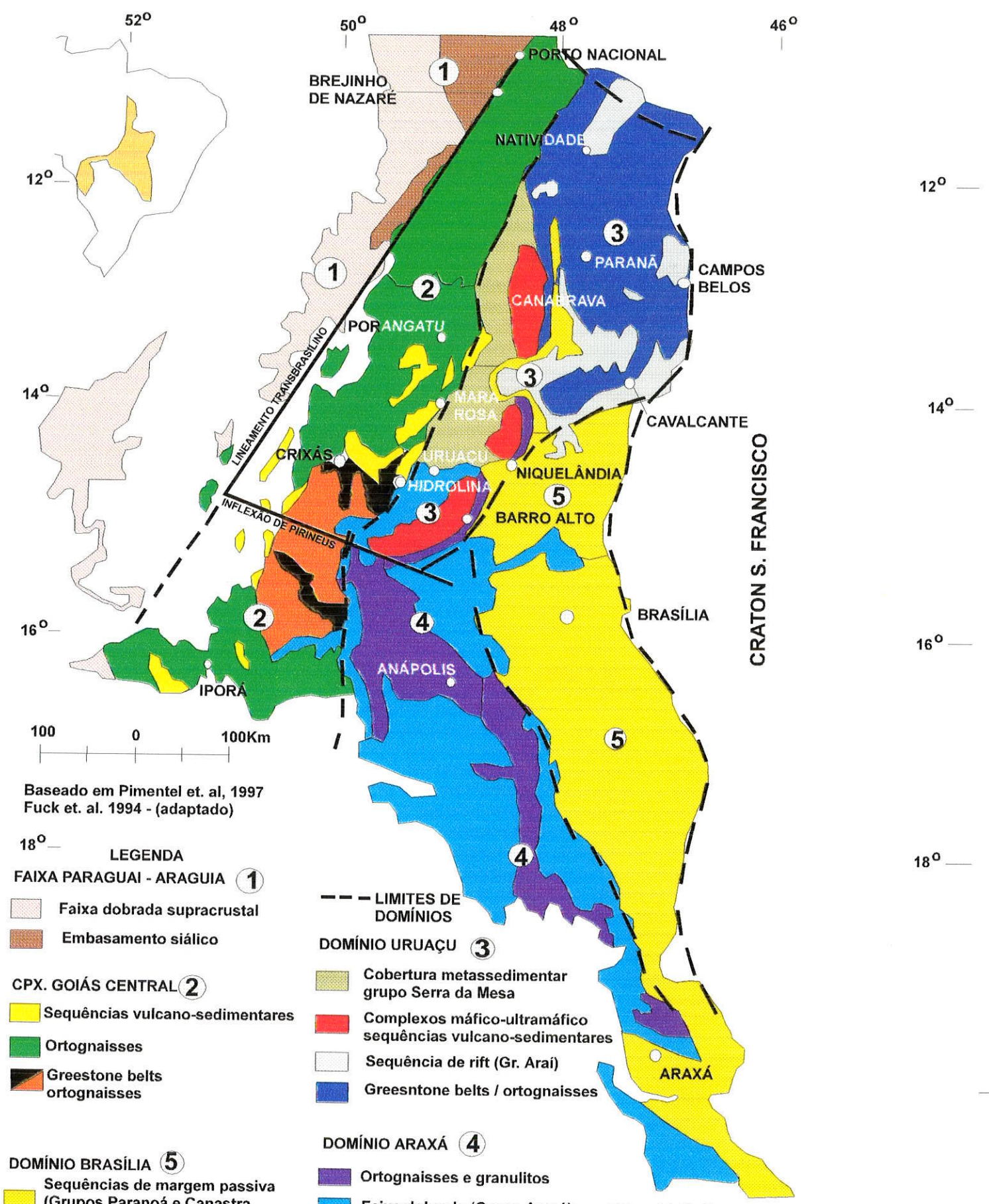


Fig. 5.9-2 Mapa geológico simplificado da porção centro-oeste do Brasil

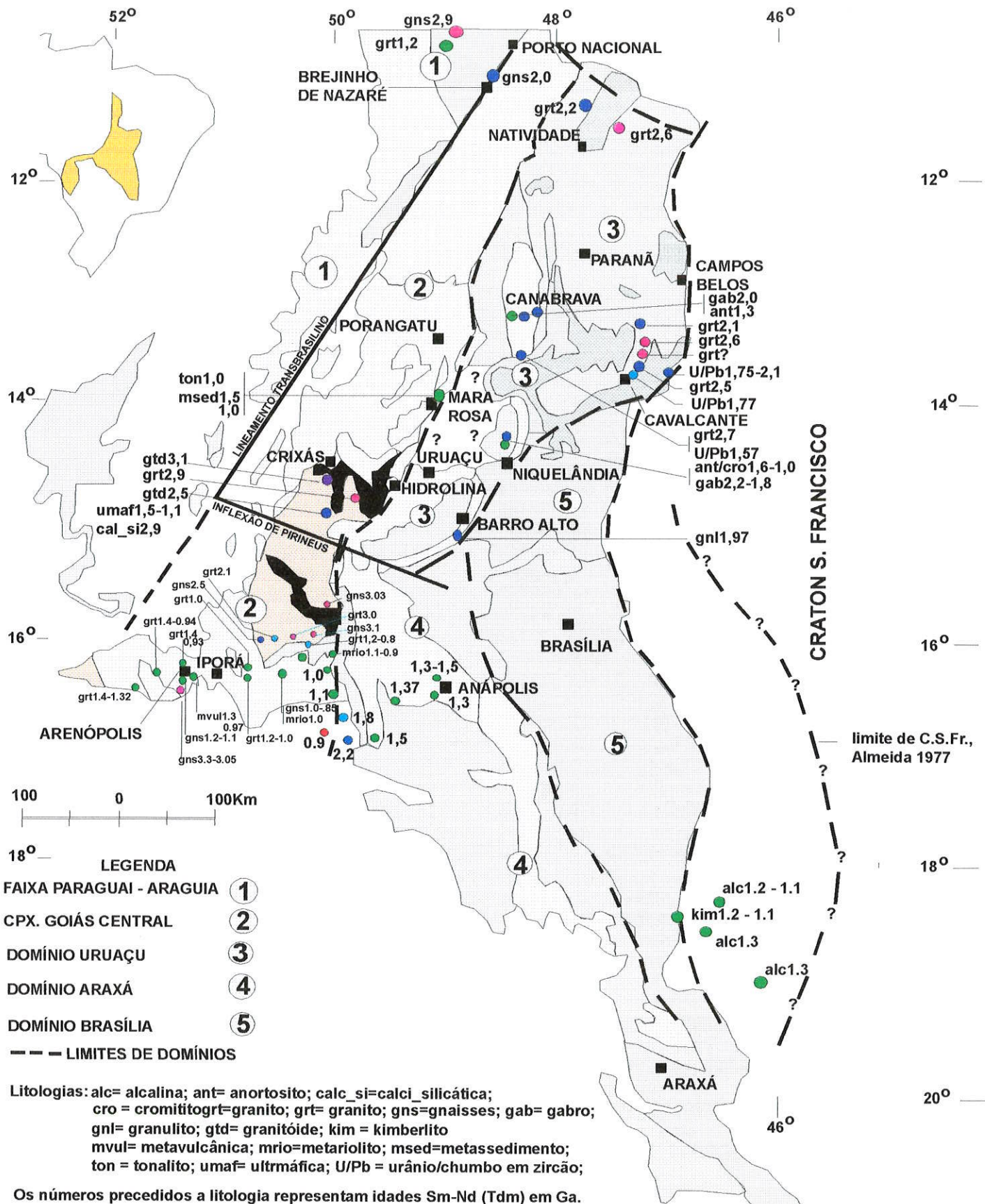


Fig. 5.9-3: Localização aproximada das amostras datadas por método Sm-Nd. Porção Centro-Oeste

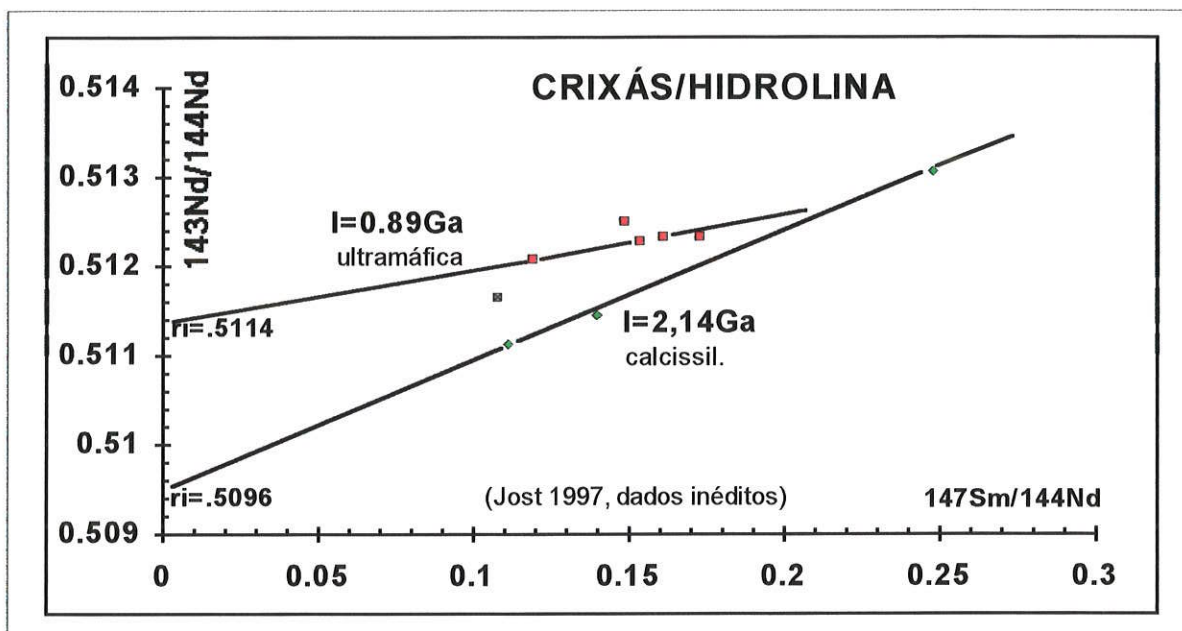


Fig. 5.9-4: Diagrama isocrônico Sm-Nd da região de Crixás.

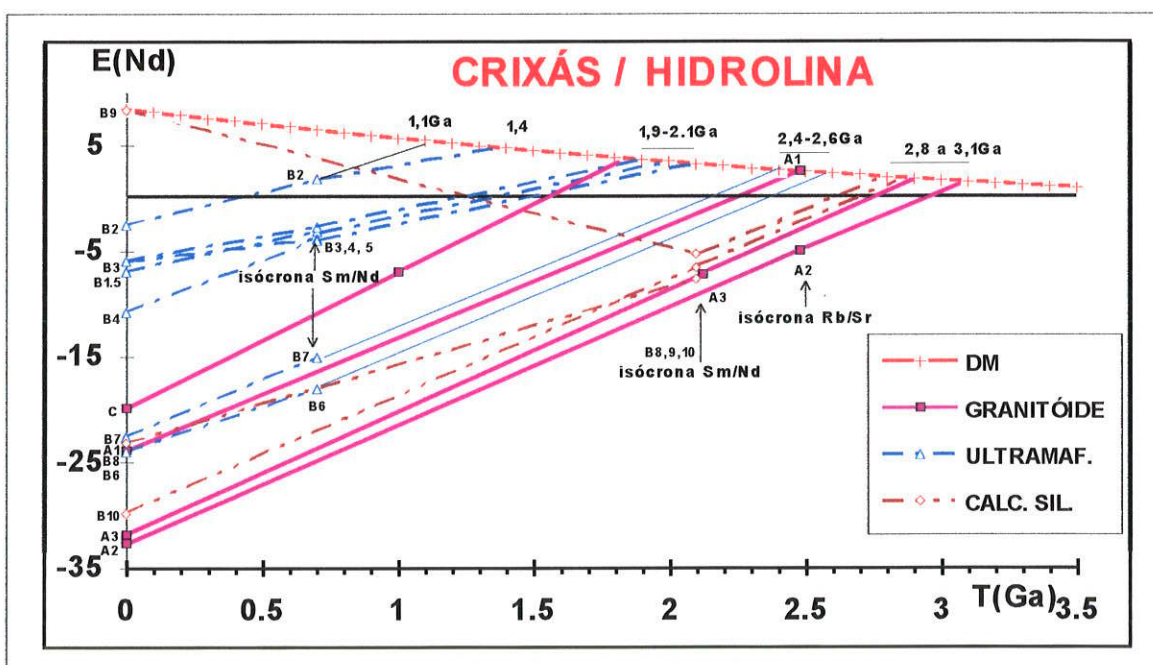


Fig. 5.9-5: Diagrama ϵ_{Nd} versus tempo geológico - regiões de Crixás - Hidrolina. Os dados isotópicos das amostras encontram-se na tab.5.9-2

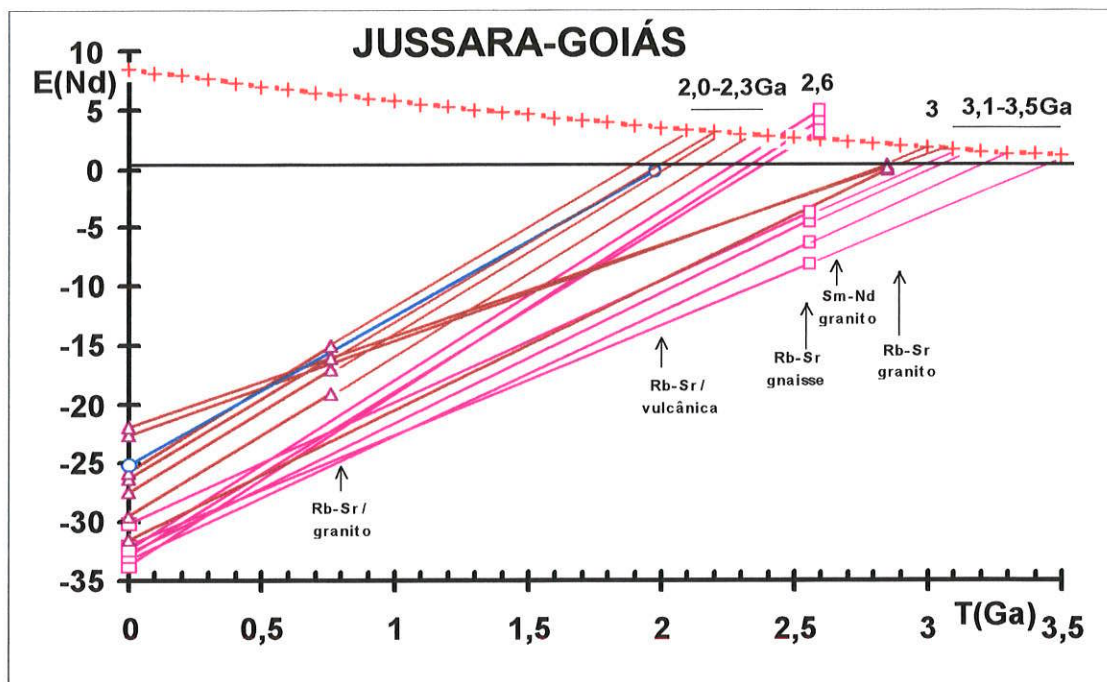


Fig. 5.9-6: Diagrama ϵ_{Nd} versus tempo geológico - região de Jussara-Goiás-Mossâmedes. Os dados isotópicos encontram-se na tab.5.9-2 (amostras X a Z). As setas assinaladas no gráfico indicam idades isocrônicas Rb-Sr e Sm-Nd

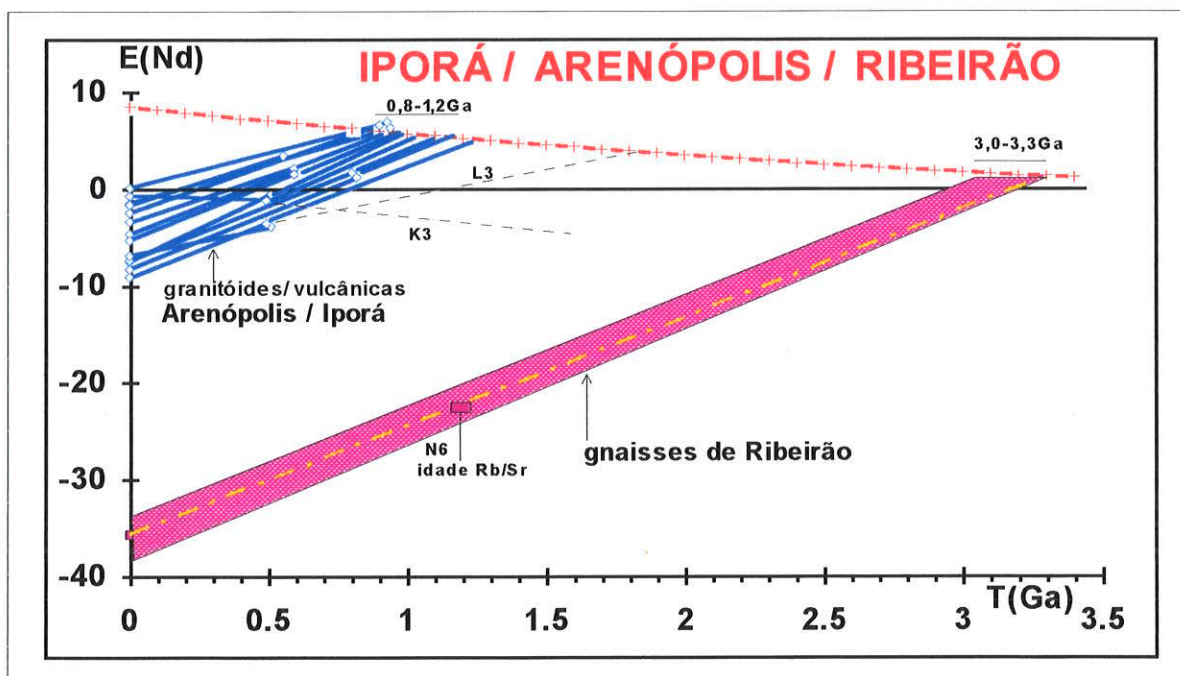


Fig. 5.9-7: Diagrama ϵ_{Nd} versus tempo geológico - região de Iporá e áreas vizinhas (Ribeirão, Arenópolis, Matrinxã, Sancrelândia, Fazenda Nova, Japuci, Caiapó, Serra do Irã, Serra Negra e Israelândia). Para cada afloramento está representada apenas uma única linha de evolução isotópica (dados isotópicos baseado em Pimentel et. al., 1992, ver tab. 5.9-2).

Paleo a Mesoproterozóicas (2,0 a 1,1Ga; tab. 5.9 -2, amostras=B1-B5) para as rochas ultramáficas.

Para os granitóides formados no Paleoproterozóico duas idades modelo Sm-Nd são disponíveis: uma de 2,48Ga (concordante com a idade Rb-Sr) e outra de 3,06Ga (tab. 5.9-2, amostras A1 e A2 respectivamente). Os valores obtidos sugerem a existência de fontes distintas na geração dos granitóides. Acrescente-se que existem dados Rb/Sr com idades próximas de 2,98Ga ($RI=0,700$; Montalvão, 1985) em corpos graníticos do mesmo setor.

Datações Sm-Nd (T_{DM}) efetuadas por Pimentel et. al. (1996) em rochas granitóides e vulcânicas ácidas da região de Jussara-Goiás-Mossâmedes, apresentaram um grupo de rochas granitóides com idades Arqueanas (3,5 a 3,0Ga) e outro conjunto de rochas granitóides, bem como vulcânicas ácidas, com idades Paleoproterozóicas (2,5 a 2,2Ga), sugerindo eventos de acreção em épocas distintas.

No diagrama ϵ_{Nd} versus tempo geológico (fig. 5.9-6) observa-se um conjunto de retas sub paralelas que interceptam à curva de evolução do manto (DM) entre 3,5 a 2,0Ga, sugerindo épocas distintas de acreção de material juvenil (Arqueano e Paleoproterozóico). A figura mostra que alguns valores de $\epsilon_{Nd(t=formação)}$, situam-se entre as curvas CHUR e DM, sugerindo que o tempo de residência crustal foi relativamente curto para os protólitos dessas rochas. Por outro lado outro tipo de rochas granitóides apresentou valores $\epsilon_{Nd(t=formação)}$ muito negativos, bem abaixo do campo relativo ao manto, indicando tempo de residência crustal relativamente longo para seus protólitos.

REGIÃO DE MARA ROSA - Nesta região ocorrem rochas metatonalíticas e metavulcânicas félsicas com idades U-Pb em zircões próximas de 0,86Ga, interpretadas como relativas à sua época de formação. Dados U-Pb em esfeno indicam valores próximos à 0,63Ga, retratando provavelmente ao episódio de metamorfismo regional dessas rochas.

Os dados Sm-Nd relativos às rochas granitóides indicaram idades T_{DM} do início do Neoproterozóico (1,0Ga). Isto, acoplado aos valores obtidos para os traçadores petrogenéticos de Sr e de Nd ($RI_{87Sr/86Sr} = 0,703$ e $\epsilon_{Nd(t=0,86Ga)} > 3,7$), bem como ao comportamento dos elementos traço, sugere padrão similar ao de rochas formadas em ambiente de arcos de ilha (Pimentel et. al., 1997; e Pimentel, comunicação escrita).

Adicionalmente, foram analisadas através do método Sm-Nd rochas metassedimentares da mesma região, que forneceram idades modelo entre 1,46 a 1,01Ga (tab. 5.9-2, amostras I2 - I6; Pimentel e Junges, 1997). Os autores sugerem, para tais sedimentos, fontes de idade similar às

dos granitóides e das vulcânicas ácidas, estas interpretadas como integrantes de possível arco magmático Neoproterozóico.

REGIÃO DE IPORÁ/ARENÓPOLIS - Os estudos isotópicos e geoquímicos realizados por Pimentel e Fuck, (1991) e Pimentel e Charnley, (1992) em rochas ortognáissicas e metavulcânicas da região de Iporá/Arenópolis indicaram idades relativas ao Neoproterozoico. Os autores sugeriram a possibilidade dessas rochas fazerem parte de um arco de ilhas dessa época.

O diagrama $\epsilon_{Nd} \times T(\text{Ga})$ (fig. 5.9-7) indica a existência de dois padrões evolutivos bem distintos:

- O primeiro relativo às rochas granitóides cujos dados Sm-Nd indicaram idades modelo (T_{DM}) Meso-Neoproterozóicas;
- O segundo relativo às rochas granitóides de Ribeirão, cujos dados Sm-Nd indicaram acreção de material juvenil durante o Arqueano.

Devido ao grande número de dados Sm-Nd existentes na região, apresenta-se na fig. 5.9-8 um histograma das idades modelo Sm-Nd, T_{DM} . Observa-se, nesta figura, uma distribuição de idades com pico entre 1,2 a 1,0Ga, sugerindo este intervalo como sendo o principal evento de acreção ocorrido no final do Mesoproterozóico.

Datações U-Pb em zircão realizadas em rochas granitóides e vulcânicas ácidas da região de Arenópolis, bem como nas rochas vulcânicas ácidas de Jaupaci, apresentaram valores entre 0.93 e 0.76Ga, próximos às idades T_{DM} . Tal padrão indica período relativamente curto entre a diferenciação mantélica e os processos posteriores de diferenciação magmática e consequente formação das rochas.

Na figura 5.9-9, os dados relativos às rochas granitóides e vulcânicas ácidas de Iporá/Arenópolis distribuem-se predominantemente no segundo quadrante, campo este característico das rochas oriundas do manto (“mantle array”), e confirmando tempo reduzido de residência crustal, e em alguns casos processos de derivação direta do manto empobrecido (DM). Distintamente, as rochas granitóides de Ribeirão (ponto N = valor médio de N2 a N9; $t_{Rb/Sr} \cong 1,2\text{Ga}$) e a rocha granitóide de Crixás (ponto C; $t_{Rb/Sr} = 1,0\text{Ga}$) possuem seus pontos no quadrante, sugerindo derivação a partir de fontes com afinidade crustal.

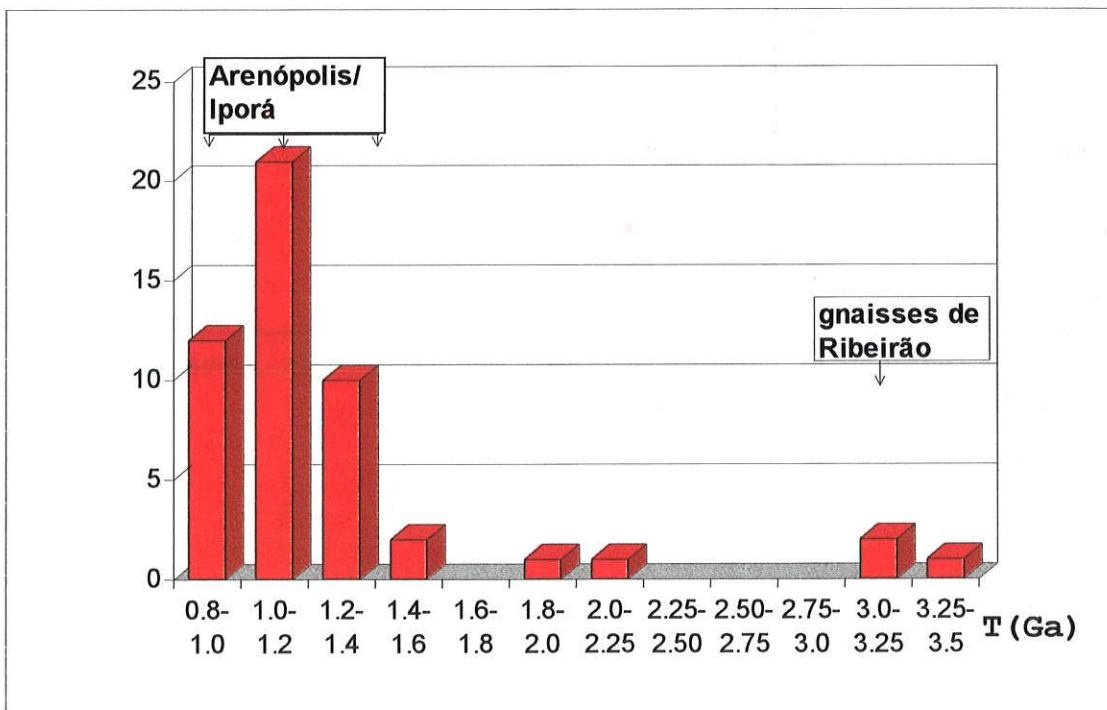


Fig. 5.9-8: Histograma das idades modelo (T_{dm}) na região de Iporá com base nos dados da tab. 5.9-2. Obs. - computado apenas um T_{DM} médio por afloramento.

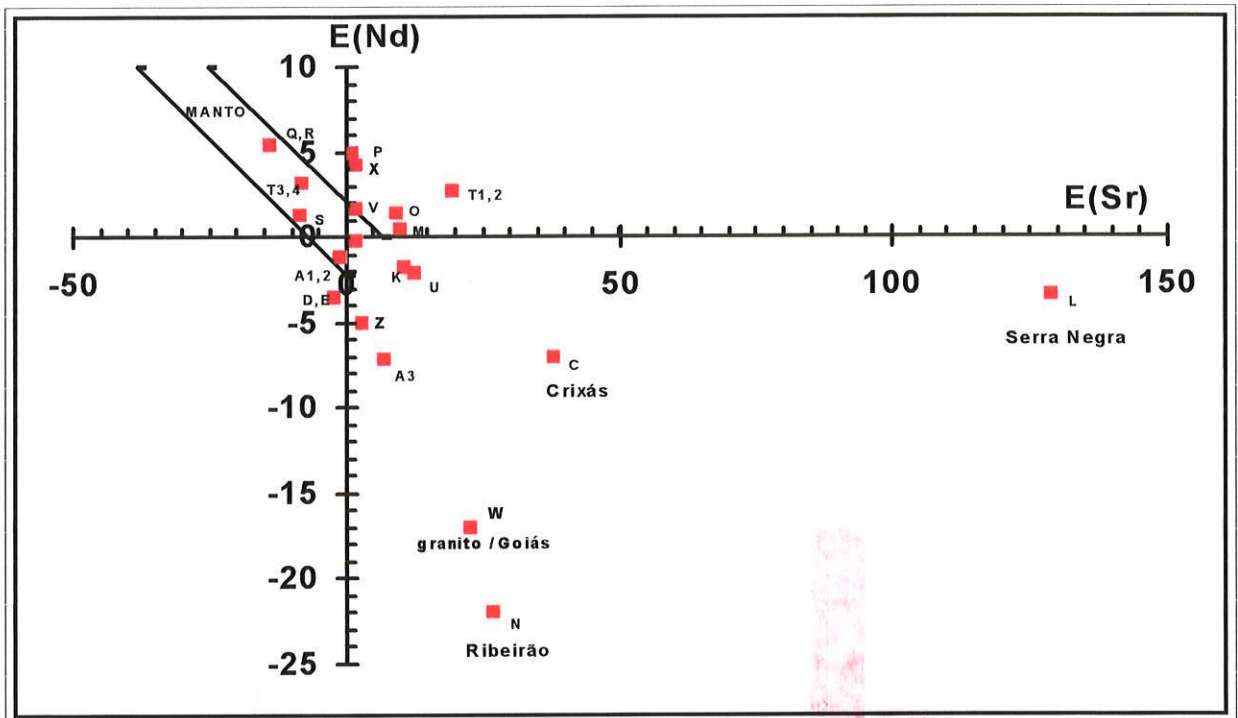


Fig. 5.9-9: Diagrama ϵ_{Sr} versus ϵ_{Nd} : Iporá-Arenópolis/ Crixás-Jussara (dados isotópicos encontram-se na tab.5.9-2).

5.9-3 RESUMO PARCIAL DO COMPLEXO GOIÁS CENTRAL:

Os principais períodos de acreção de material do manto que contribuíram na formação da crosta continental no Complexo Goiás Central, tendo por base idades modelo Sm-Nd, (T_{DM}) podem ser resumidos da seguinte forma:

- Arqueano (3,31 - 3,05Ga): rochas granitóides do fragmento crustal de Ribeirão;
(3,06 - 2,80Ga) : das rochas granitóides e metassedimentares das regiões de Crixás - Hidrolina e Jussara - Goiás;
- Paleoproterozóico : (2,5 - 1,84): rochas granitóides, vulcânicas ácidas, básicas e ultrabásicas das regiões de Crixás - Hidrolina e Jussara-Mossâmides;
- Mesoproterozóico (1,45 - 1,0Ga): rochas granitóides e vulcânicas ácidas das regiões de Mara Rosa e Arenópolis-Iporá. O principal período de acreção ocorreu entre 1,2 a 1,0Ga, conforme ilustrado no histograma da fig. 5.9-8;
- Neoproterozóico (1,0 - 0,8Ga): região de Arenópolis - Iporá.

TAB. 5.9-2: - DADOS Sm-Nd DAS AMOSTRAS DO COMPLEXO GOIÁS CENTRAL

SPS /litol	coord./ (p.local.)	n.campo/ região	litolo_ gia	ident (diagrama)	T _{chur} (GA) Goldstein et.al 1984	T _{dm2} (GA)	T _{dm} (GA) DePaolo -1981	¹⁴³ Nd/ ¹⁴⁴ Nd	¹⁴⁷ Sm/ ¹⁴⁴ Nd	Sm ppm	Nd ppm	f	ε _{Nd} (0)	ε _{Nd} (t)	t(Ga) _{mét} Ri(fonte)	ε _{Sr} (t)	ref
655 gtd	14 59/50 06	510/HA/233	GTD	A1	2.22 0.07		2.48 0.06	.511411 .000040	.11278 .00005	1.574 .001	8.442 .003	-.43	-23.9	2.61	2.48 _{Rb-Sr} .7015 _g	-1.1	nt
654 gtd	14 34/50 02	544/HA310.1	GTD	A2	2.89 0.06		3.06 0.06	.510963 .000036	.10889 .00016	1.861 .003	10.334 .004	-.45	-32.7	-4.9	2.48 _{Rb-Sr} .7015 _g	-1.1	nt
656 grt	14 41/49 28	eg16/rmpp113	GTD	A3	2.71 0.07		2.90 0.05	.511007 .000040	.10155 .00004	1.338 .001	7.966 .003	-.46	-31.8	-7.2	2.12 _{Rb/Sr} 7025 _g	7.0	nt
522 u.maf	Crixás / Hidrolina	Hardi (dados inéditos)	UBA	B1	1.26 0.08	2.02 ^{#4}	1.93 0.05	.512284 .000022	.15378 .00052	0.310 0.001	1.219 0.001	-.22	-6.9	-3.1	0.7 _{Sm-Nd}	--	4
523 u.maf	Crixás / Hidrolina	Hardi (dados inéditos)	UBA	B2	0.40 0.06	1.40 ^{#4}	1.24 0.04	.512512 .000020	.14855 .00034	0.453 0.001	1.844 0.001	-.24	-2.5	+1.8	0.7 _{Sm-Nd}	--	4
615 u.maf	Crixás / Hidrolina	Hardi J.(dados inéditos)	UBA	B3	1.95 0.13	2.04 ^{#4}	2.70 0.06	.512332 .000020	.17286 .00033	0.546 0.001	1.910 0.001	-.12	-6.0	-3.8	0.7 _{Sm-Nd}	--	4
616 u.maf	Crixás / Hidrolina	Hardi (dados inéditos)	UBA	B4	1.09 0.04	2.04 ^{#4}	1.54 0.03	.512085 .000020	.11917 .00007	2.273 0.001	11.534 0.004	-.39	-10.8	-3.9	0.7 _{Sm-Nd}	--	4
685 u.maf	Crixás / Hidrolina	Hardi (dados inéditos)	UBA	B5	1.28 0.09	1.91 ^{#4}	2.03 0.05	.512337 .000021	.16079 .00024	.711 .001	2.674 .001	-.18	-5.9	-2.7	0.7 _{Sm-Nd}	--	4
617 chert	Crixás / Hidrolina	Hardi (dados inéditos)	MSE	B6	2.75? 0.19	##	2.98? 0.14	.511409? .000032	.12905 .00440	0.035 0.001	0.164 .003	-.34	-24.0	-18	0.7 _{Sm-Nd}	--	4
735 chert	Crixás / Hidrolina	Hardi (dados inéditos)	MSE	B7		##	2.27 0.03	.511480 .000024	.10834 .00009	0.064 0.001	0.360 0.001		-22.6	-15	0.7 _{Sm-Nd}	--	4
674 cal.si	Crixás / Hidrolina	Hardi (dados inéditos)	MSE	B8	3.15 0.07	2.95 ^{#2}	3.36 0.07	.511450 .000022	.13971 .00077	.201 .001	.870 .002	-.29	-23.2	-7.6	2.1 _{Sm-Nd}	--	4
675 cal.si	Crixás / Hidrolina	Hardi (dados inéditos)	MSE	B9	--	2.82 ^{#2}	--	.513071 .000020	.24812 .00012	8.548 .003	20.833 .008		8.45	-5.3	2.1 _{Sm-Nd}	--	4
676 cal.si	Crixás / Hidrolina	Hardi (dados inéditos)	MSE	B10	2.71 0.22	2.86 ^{#2}	2.91 0.17	.511112 .000120	.11138 .00040	.282 .001	1.531 .001	-.43	-29.8	-6.5	2.1 _{Sm-Nd}	--	4
658 gnd	14 16/49 53	510HA/RM65	GTD	C	1.54 0.06		1.84 0.05	.511620 .000041	.09600 .00006	3.372 .001	21.242 .010		-19.9	-7.0	1.00 _{Rb-Sr} .706 _f	38	nt

---	mton	~14 05/49 02	Mara Rosa / (O) Niquel.	GTD	I1			1.0	Pimentel	dados	inédi-	tos						5
---	mseed	~14 05/49 02	MR111C / Mara Rosa	MSE	I2	0.34 0.02		1.01 0.01	.512487 .000008	.129	2.18	10.22	-.34	-2.9	2.5	0.63 _{U-Pb} esf. (h)		6
---	mseed	~14 05/49 02	MR1101A / Mara Rosa	MSE	I3	0.44		1.11	.512449 .000009	.1318	3.41	15.65	-.33	-3.7	1.5	0.63 _{U-Pb} esf. (h)		6
---	mseed	~14 05/49 02	MR137A / Mara Rosa	MSE	I4	1.05		1.60	.512209 .000012	.1345	4.77	21.45	-.32	-8.4	-3.4	0.63 _{U-Pb} esf. (h)		6
---	mseed	~14 05/49 02	MR152A / Mara Rosa	MSE	I5	0.56		1.20	.512400 .000006	.1319	5.53	25.35	-.33	-4.6	0.5	0.63 _{U-Pb} esf. (h)		6
---	mseed	~14 05/49 02	MR18 / Mara Rosa	MSE	I6	0.61		1.22	.512374 .000010	.1302	3.56	16.53	-.34	-5.1	0.2	0.63 _{U-Pb} esf. (h)		6
353/ grt		16 17/50 42	4058 AZ 69-3	GTD	J1	0.55 0.04		0.98 0.04	.512260 .000030	.090993 .000044	2.999 .001	19.930 .007	-.54	-7.4	-.5	.51 _{Rb-Sr} .705 _a	15	nt
429 vul	Pimentel (dados inéd.)		IP 7C	VAC	J2	0.04 0.06		0.76 0.04	.512622 .000027	.12838 .000006	4.713 0.001	22.337 0.008	-.35	-0.31	6.7	0.8 _{est}		5
430 vul	Pimentel (dados inéd.)		IP 33F	VAC	J3	0.54 0.06		1.01 0.05	.512307 .000039	.10258	8.083 0.004	47.947 0.021	-.48	-6.46	3.1	0.8 _{est}		5
431 vul	Pimentel (dados inéd.)		IP 19G	VAC	J4	0.66 0.04		1.07 0.03	.512183 .000026	.09179 .000004	2.520 0.001	16.707 0.007	-.54	-8.88	1.9	0.8 _{est}		5
432 vul	Pimentel (dados inéd.)		IP 13G	VAC	J5	0.65 0.04		1.13 0.03	.512265 .000024	.10847 .000007	4.058 0.002	22.762 0.010	-.45	-7.28	1.7	0.8 _{est}		5
472 m.gab	Pimentel (dados inéd.)		SB03	BAS	J6	1.85		2.59?	.512321	.17072			-.13	-6.2	-1.9	1.3 _{est}		5
473 dia	Pimentel (dados inéd.)		IB101	BAS	J7	1.90		2.25	.511764	.12678			-.36	-17.0	-5.5	1.3 _{est}		5
474 m.gab	Pimentel (dados inéd.)		DAT01	BAS	J8	0.74		1.35	.512335	.13382			-.32	-5.9	4.5	1.3 _{est}		5
---/ grt		16 22/51 02	MP 487D / Iporá	GTD	K1	0.95	1.22 ^{#2}	2.01	.512478 .000022	.17094	8.0	28.3	-.13	-3.1	-1.5	.49 _{R b/Sr} .7047 _d	10.9	3
---/ grt		16 15/51 01	MP481 A / Iporá	GTD	K2	0.52		1.01	.512329 .000019	.10590	10.0	57.1	-.46	-6.0	-.35	.49 _{R b/Sr} .7047 _d		3
---/ grt		16 22/51 02	MP487B / Iporá	GTD	K3	-0.55	1.19 ^{#2}	---	.512608 .000020	.20498	8.0	23.6	-.04	-0.6	-1.1	.49 _{R b/Sr} .7047 _d		3
---/ grt		16 20/51 04	MP541 / Iporá	GTD	K4	0.79		1.24	.512172 .000020	.10638	17.1	97.2	-.46	-9.1	-3.5	.49 _{R b/Sr} .7047 _d		3

-- / grt	16 20/51 06	MP544 / Iporá	GTD	K5	0.43		1.03	.512431 .000020	.12263	11.6	57.2	-.38	-4.0	+0.6	.49 _{R b/Sr} .7047 _d		3
-- / grt	16 25/51 48	MP437A / Serra Negra	GTD	L1	0.80		1.32	.512235 .000018	.12019	9.6	48.3	-.39	-7.9	-2.9	.51 _{R b/Sr} .7130 _d	129	3
-- / grt	16 26/51 48	MP448B / Serra Negra	GTD	L2	0.99	1.37 ^{#Z}	1.61	.512282 .000020	.14192	6.9	29.4	-.28	-6.9	-3.4	.51 _{R b/Sr} .7130 _d		3
-- / grt	16 25/51 48	MP437E / Serra Negra	GTD	L3	1.19	1.40 ^{#Z}	1.85	.512288 .000020	.15172	7.0	27.9	-.23	-6.8	-3.9	.51 _{R b/Sr} .7130 _d		3
-- / grt	16 23/51 40	MP 433C / Serra do Iran	GTD	M1	0.41		0.94	.512400 .000021	.10854	7.0	39.0	-.45	-4.6	+2.0	.59 _{R b/Sr} .7044 _d		3
-- / grt	16 20/51 39	MP 440A / Serra do Iran	GTD	M2	0.85		1.37	.512228 .000021	.12291	2.5	12.3	-.38	-8.0	-2.4	.59 _{R b/Sr} .7044		3
-- / grt	16 22/51 42	MP 430 / Serra do Iran	GTD	M3	0.49		0.98	.512340	.10356	11.2	65.4	-.47	-5.8	+1.2	.59 _{R b/Sr} .7044 _d		3
-- / grt	16 23/51 40	MP434 / Serra do Iran	GTD	M4	0.50		1.01	.512352 .000019	.10850	8.2	45.7	-.45	-5.6	+1.1	.59 _{R b/Sr} .7044 _d		3
-- / gns	16 30/51 38	MP 343A / Ribeirão	GTD	N1	0.77	1.46 ^{#Z}	1.60	.512429 .000018	.15539	6.938	27.00	-.21	-4.1	+2.2	1.2		2
-- / gns	16 30/51 38	MP343I / Ribeirão	GTD	N2	2.95		3.11	.510735 .000020	.09913	4.713	28.75	-.50	-37.1	-22	1.2 _{Rb/Sr} .705	27	2
-- / gns	16 30/51 38	MP343D / Ribeirão	GTD	N3	2.71		2.88	.510724 .000020	.08985	10.3	69.32	-.54	-37.3	-21	1.2 _{Rb/Sr} .705 _c		2
-- / gns	16 30/51 38	MP343E / Ribeirão	GTD	N4	2.68		2.84	.510672 .000020	.08536	16.29	115.4	-.57	-38.4	-21	1.2 _{Rb/Sr} .705 _c		2
-- / gns	16 30/51 38	MP343B / Ribeirão	GTD	N5	3.34		3.48	.510862 .000020	.11629	12.04	62.61	-.41	-34.6	-22	1.2 _{Rb/Sr} .705 _c		2
-- / gns	16 30/51 38	MP343C / Ribeirão	GTD	N6	3.21		3.36	.510815 .000021	.11089	10.77	58.73	-.44	-35.6	-22	1.2 _{Rb/Sr} .705 _c		2
-- / gns	16 30/51 38	MP343G / Ribeirão	GTD	N7	3.71	3.31 ^{#Z}	3.83?	.510880 .000017	.12506	11.61	56.14	-.36	-34.3	-23	1.2 _{Rb/Sr} .705 _c		2
-- / gns	16 30/51 38	MP343J / Ribeirão	GTD	N8	3.02		3.17	.510719	.10042	13.37	80.51	-.49	-37.3	-23	1.2 _{Rb/Sr} .705 _c		2
-- / gns	16 30/51 38	MP343L / Ribeirão	GTD	N9	2.68		2.86	.510857 .000020	.09595	3.808	24.00	-.51	-34.7	-19	1.2 _{R b/Sr} .705 _c		2
-- / gns	16 25/51 36	MP557C / Arenópolis	GTD	O1	0.75		1.17	.512146 .000021	.09635	.427	2.68	-.51	-9.6	+9	.82 _{Rb/Sr} .7042 _b	9.3	1

--- / gns	16 25/51 36	MP557M / Arenópolis	GTD	O2	0.71		1.18	.512219 .000020	.10721	2.865	16.16	-45	-8.2	+1.2	0.82 _{Rb/Sr} .7042 _b		1
--- / gns	16 26/51 36	MP154M / Arenópolis	GTD	O3	0.67		1.07	.512164 .000020	.08847	2.935	20.06	-55	-9.2	+2.1	.82 _{Rb/Sr} .7042 _b		1
--- / m.vul	16 28/51 37	MP 64 / Arenópolis	BAS	P1	2.43	1.0 ^{##}	-??	.513204 .000025	.23197	1.371	3.574	.18	11.0	+6.9	.93 _{Rb/Sr} .7035 _b	1.2	1
--- / m.vul	16 30/51 35	MP 235A / Arenópolis	BAS	P2	0.42		1.41	.512536 .000020	.15928	2.50	9.491	-19	-2.0	+2.4	.93 _{Rb/Sr} .7035 _b		1
--- / m.vul	16 30/51 36	MP 336 / Arenópolis	BAS	P3	-1.0		1.15	.512770 .000024	.17771	1.564	5.322	-10	+2.6	+4.8	.93 _{Rb/Sr} .7035 _b		1
--- / m.vul	(+)	MP334A / Arenópolis	BAS	P4	-0.89		0.95	.512784 .000019	.17160	1.924	6.78	-13	2.8	+5.8	.93 _{Rb/Sr} .7035 _b		1
--- / gns	16 30/50 55	VIS572B / Matrinxã	GTD	Q1	0.24		0.85	.512514 .000021	.11795	5.319	27.27	-40	-2.4	+6.6	.90 _{Rb/Sr} .7025	-14	1
--- / gns	16 30/50 55	VIS 572F / Matrinxã	GTD	Q2	0.26		0.89	.512513 .000020	.12188	5.458	27.08	-38	-2.4	+6.2	.90 _{Rb/Sr} .7025 _b		1
--- / gns	16 30/50 55	VIS567P / Matrinxã	GTD	Q3	0.48		1.04	.512385 .000022	.11699	3.165	16.36	-41	-4.9	+4.2	0.9 _{Rb/Sr} .7025 _b		1
--- / gns	(+)	MP 590D / Sanclerlândia	GTD	R1	0.18		0.91	.512564 .000030	.13252	3.068	14.0	-33	-1.4	+6.3	.94 _{Rb/Sr} .7024 _b	-14	1
--- / gns	(+)	MP590F / Sanclerlândia	GTD	R2	0.39		1.09	.512480 .000019	.13458	3.316	14.9	-32	-3.1	+4.4	.94 _{Rb/Sr} .7024 _b		1
--- / gns	(+)	MP590C / Sanclerlândia	GTD	R3	0.30		1.02	.512519	.13532	3.144	14.050	-31	2.3	+5.0	.94 _{Rb/Sr} .7024 _b		1
--- / m.rio	16 12/50 47	MP489C / Fazenda Nova	VAC	S1	0.58		1.14	.512354 .000018	.12137	9.919	49.42	-38	-5.5	+0.3	.61 _{Rb/Sr} .7032 _b	-8.4	1
--- / m.rio	16 12/50 47	MP489F / Fazenda Nova	VAC	S2	0.38		0.93	.512427 .000023	.11247	16.06	86.35	-43	-4.1	+2.4	.61 _{Rb/Sr} .7032 _b		1
--- / m.rio	16 20/50 56	VIS556I / Jaupaci	VAC	T1	0.17		0.93	.512568 .000022	.13504	7.271	32.56	-31	-1.4	+3.3	.59 _{Rb/Sr} .7052 _b	19.7	1
--- / m.rio	16 20/50 56	VIS556J / Jaupaci	VAC	T2	0.36		0.98	.512465 .000022	.12295	3.80	18.69	-37	-3.4	+2.2	.59 _{Rb/Sr} .7052 _b		1
--- / grt.sv	16 20/50 56	VIS267F / Jaupaci	GTD	T3	0.27		0.96	.512521 .000020	.13027	10.78	50.04	-34	-2.3	+3.1	.64 _{Rb/Sr} .7032 _b	-7.9	1
--- / grt.sv	16 20/50 56	VIS267C / Jaupaci	GTD	T4	0.24		0.95	.512536 .000019	.13141	10.97	50.48	-33	-2.0	+3.3	.64 _{Rb/Sr} .7032 _b		1

--- / grt	16 22/51 35	MP 446 / Caiapó	GTD	U1	0.83		1.23	.512078 .000020	.09438	2.7	17.3	-52	-10.9	-3.2	.59 _{R b/Sr} .7047 _d	12.6	3
--- / grt	(+)	MP 495A / Caiapó	GTD	U2	0.46		0.93	.512344 .000016	.09876	6.5	39.8	-50	-5.7	+1.6	.59 _{R b/Sr} .7047 _d		3
--- / grt	16 22/51 35	MP 461A / Caiapó	GTD	U3	0.81		1.18	.512040 .000020	.08385	5.2	37.5	-57	-11.7	-3.2	.59 _{R b/Sr} .7047 _d		3
--- / grt	16 22/51 35	MP 461C / Caiapó	GTD	U4	0.97		1.32	.511922 .000019	.08425	4.5	32.3	-57	-14.0	-5.5	.59 _{R b/Sr} .7047 _d		3
--- / grt	16 23/51 37	MP 444I / Caiapó	GTD	U5	0.61		1.02	.512197 .000020	.08677	3.2	22.3	-56	-8.6	-0.3	.59 _{R b/Sr} .7047 _d		3
--- / grt	16 18/50 53	MP488C / Israelândia	GTD	V1	0.23		0.93	.512537 .000022	.13010	12.5	58.1	-34	-2.0	+2.7	.55 _{R b/Sr} .7047 _d	1.9	3
--- / grt	16 18/50 53	MP 478A / Israelândia	GTD	V2	0.17		0.84	.512556 .000019	.12485	11.5	55.7	-37	-1.6	+3.4	.55 _{R b/Sr} .7047 _d		3
--- / grt	16 18/50 53	MP 478D / Israelândia	GTD	V3	1.86	1.23 ^{#2}	3.38?	.512561 .000019	.19042	7.4	23.5	-03	-1.5	-1.1	.55 _{R b/Sr} .7047 _d		3
--- gns	15 53/50 21	MP 581L / Uvá	GTD	X1	3.14		3.30	.510942 .000019	.1148	2.63	13.85	-42	-33.1	-6.3	2.56 _{Rb/Sr} .7017 _i	3.2	7
--- gns	15 53/50 21	MP581F / Uvá	GTD	X2	2.93		3.10	.510963 .000016	.1101	2.65	14.55	-44	-32.7	-4.4	"	"	7
--- gns	15 53/50 21	MP 581G / Uvá	GTD	X3	2.90		3.09	.511095 .000016	.1161	2.61	13.59	-41	-30.1	-3.8	"	"	7
--- gns	15 53/50 21	MP581B / Uvá	GTD	X4	3.40		3.55	.510995 .000023	.1237	2.87	14.03	-37	-32.0	-8.2	"	"	7
--- grt	15 55/55 30	MP 578A /	GTD	Y1	2.79		3.03	.511486 .000020	.1342	.438	1.974	-32	-22.5	0.3	2.85 _{Sm/Nd} $\epsilon_{Nd} = 0.3$ _i		7
--- grt	15 55/55 30	MP 579A /	GTD	Y2	2.83		3.01	.511030 .000024	.1105	.237	1.297	-44	-31.4	0	"		7
--- grt	15 55/55 30	MP 578D /	GTD	Y3	2.81		3.05	.511513 .000020	.1360	.655	2.912	-31	-21.9	0.1	"		7
--- grt	15 50/50 44	MP 574A /	GTD	W1	1.92		2.16	.511289 .000020	.0897	4.45	30.01	-54	-26.3	-16	0.76 _{Rb/Sr} .70525 _i	23	7
--- grt	15 50/50 44	MP 574C /	GTD	W2	1.99		2.23	.511235 .000019	.0896	4.16	28.06	-54	-27.4	-17	"	"	7
--- grt	15 50/50 44	MP 575A /	GTD	W3	2.09		2.31	.511130 .000017	.0869	3.00	20.88	-56	-29.4	-19	"	"	7

---	15 50/50 44	MP 575B /	GTD	W4	1.75		2.00	.511313 .000019	.0815	3.73	27.68	-59	-25.8	-15	"	"	7
grt																	
---	15 52/50 47	MP 573A /	GTD	Z1	2.29		2.49	.510908 .000021	.0822	5.17	38.04	-58	-33.7	4.2	2.60 _{Rb/Sr} .70156 _i	1.8	7
gns																	
---	15 52/50 47	MP 573B /	GTD	Z2	2.35		2.55	.510958 .000019	.0883	4.43	30.33	-55	-32.8	3.2	"	"	7
gns																	
---	15 52/50 47	MP 576 /	GTD	Z2	2.23		2.44	.510980 .000021	.0840	3.29	23.69	-57	-32.3	5.0	"	"	7
gns																	
---	~16 9/50 10	MP 593E / Mossâmedes	VAC	ZA	1.97		2.22	.511353 .000024	.0975	11.72	72.70	-50	-25.1	0.0	1.98 _{Rb/Sr} .70232 _i	2.1	7
mvul																	
---	~16 9/50 10	MP 593I / Mossâmedes	VAC	ZB	1.99		2.24	.511350 .000020	.0983	10.78	66.30	-50	-25.1	-0.3	"	"	7
mvul																	
---	~15 50/50 2	MP 583F / Goiás	GTD	ZC	2.91		3.06	.510580 .000019	.0894	2.73	18.46	-55	-40.1	-13	(2,0) _{est}	---	7
gns																	

ver nota explicativa da tabela no apêndice 1.

coordenadas (+) ---> amostras situadas entre 15° 40' a 16° 40' / 50° 30' a 52° 00'.litol. --> dia=diabásio, grt= granito,

referências para idades Rb/Sr: a= Tassinari 1983 , b= Pimentel et. al 1992, c= Pimentel 1992 (recalculado para este trabalho), d= Pimentel e Charnley 1991, e = Tassinari 1982, f = Tassinari e Montalvão 1980, g = Montalvão 1985, h = Pimentel e Junges - 1997, i = Pimentel et. al 1996, est = idade de formação estimada.

referências para dados isotópicos Sm-Nd: nt = neste trabalho, 1 = Pimentel et. al 1992, 2 = Pimentel 1992, 3 = Pimentel e Charnley 1991, 4 = Hardi dados inéditos, 5 = Pimente dados inéditos, 6 = Pimentel e Junges - 1997, 7 = Pimentel et. al. 1996. (As idades modelos foram todos recalculados para este trabalho).

Obs. #2 = estágio duplo com $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$ (t) = 0,11; #4= 0.15 (média das amostras B1 a B5); ## = não determinados devido teores de Sm e Nd muito baixo

5.10: - DOMÍNIO URUAÇU

5.10 - 1 SINTÉSE GEOLÓGICA

O termo Domínio Uruaçu aqui empregado, compreende os Complexos de Barro Alto, Canabrava e Niquelândia e os Grupos Serra da Mesa e Araí (Fig.5.9-2). Este domínio é balizado por terrenos que integram a sul a inflexão de Pirineus, a oeste o Complexo Goiás Central, a leste o Domínio Brasília e a norte a Província Borborema.

Os dados geocronológicos pré-existentes deste domínio podem ser resumidos da seguinte forma :

COMPLEXO BARRO ALTO - Os dados disponíveis, obtidos em rochas granulíticas de natureza máfica, bem como em rochas gnáissicas, totalizam 5 isócronas com idades de formação relativas ao Mesoproterozóico, entre 1,33Ga e 1,2Ga, com razões iniciais (RI) entre 0,708 a 0,733 (Fuck et. al. 1989);

GRUPOS SERRA DA MESA E ARAÍ - Nas vizinhanças de Nova Roma, as rochas metavulcânicas pertencente ao Grupo Araí apresentaram idades Rb-Sr de 1,17 Ga (RI=0,710; Hasui et. al. 1980), e as rochas graníticas idades isocrônicas Rb-Sr de 1,23 Ga (RI=0,705; Reis Neto, 1980). Análises Rb-Sr adicionais, quando plotadas em conjunto com os dados obtidos por Reis Neto (op. cit.), indicaram duas tendências de alinhamento: uma de idade Paleoproterozóica (2,0Ga; RI=0,704) e outra Mesoproterozóica (1,20Ga, RI=0,278; Tassinari et. al.,1981).

REGIÃO DE NATIVIDADE: Os dados disponíveis Rb-Sr para a região referem-se a rochas graníticas com idades de formação relativas ao Paleoproterozóico (Ciclo Transamazônico, Tassinari et. al.,1981).

COMPLEXO NIQUELÂNDIA - As primeiras datações Rb-Sr obtidas em rochas gnáissicas desta região indicaram idades relativas ao Neoproterozóico (Ciclo Brasileiro) com valores próximos a 0,76Ga (RI=0,706; Tassinari, et. al, 1981) interpretados como relativos à época do metamorfismo regional. Rochas granodioríticas deste setor indicaram idades isocrônicas Rb-Sr de 1,3Ga (RI=0,713; Bizzi, 1993), sugerindo terem se formado durante o Mesoproterozóico. Datações U-Pb obtidas em zircões de rochas granodioríticas acusaram idades entre 1,56 e 1,60Ga (Ferreira Filho et. al, 1996), caracterizando um evento magmático do no Mesoproterozóico. Adicionalmente foram analisados zircões provenientes de rochas básicas do Maciço de Niquelândia utilizando-se técnica do SHRIMP. Os dados obtidos distribuíram-se entre 2,0Ga (intercepto superior) e 0,78Ga (intercepto inferior), com populações intermediárias,

sugerindo idades próximas de 0,85Ga, 1,2Ga e 1,7Ga (Correia et. al, 1996). Tais valores foram interpretados pelos autores da seguinte forma: - Aqueles próximos à 2,0Ga como relativos à época de colocação das rochas máficas, e os demais interpretados como relativos a perdas episódicas de Pb, resultantes de múltiplos eventos metamórficos (Uruçuano e Brasileiro).

COMPLEXO CANABRAVA - As rochas gabro-anfibolíticas e gabronoríticas que compõem o Complexo Canabrava indicaram, através do método isocrônico Sm-Nd em rocha total, idades de 1,97Ga ($r_i=0,510015$; $\epsilon_{Nd} = -1,4$) e 1,09Ga ($r_i=0,510986$; $\epsilon_{Nd} = -4,8$), (Fugli, 1989). Tais valores foram interpretados como relativos a épocas distintas de formação destes corpos máfico-ultramáficos, o primeiro relacionado à orogênese Transamazônica e o segundo a orogênese Uruçuana. Os valores iniciais de ϵ_{Nd} negativos foram interpretados por aquele autor como resultados de contaminação crustal.

5.10-2 - IDADES MODELO Sm-Nd (T_{DM})

COMPLEXO BARRO ALTO - Apenas uma datação Sm-Nd foi efetuada em rocha granulítica deste complexo, com idade T_{DM} próxima de 1,97Ga (amostra =D1, tab. 5.10 calculada em estágio duplo), sugerindo um evento de acreção de material juvenil neste setor durante o Paleoproterozóico (Ciclo Transamazônico).

COMPLEXO CANABRAVA - As rochas básicas e ultrabásicas pertencentes ao Complexo Canabrava mostram intenso fracionamento isotópico entre Sm e Nd, com $f_{Sm/Nd}$ variando entre -0,37 a +0,03, permitindo a construção de duas isócronas Sm-Nd, uma onde os pontos se alinham em torno de uma reta com idade próxima de 1,97Ga, e outra com 1,09Ga.

No diagrama ϵ_{Nd} versus tempo geológico (fig. 5.10-1) os dados indicam uma convergência das linhas de evolução isotópica em torno da idade de 1,09Ga, sugerindo ter ocorrido uma rehomogeneização isotópica de Nd. Os valores de $\epsilon_{Nd}(t)$ para $t=1,09$ variaram, nestas rochas básicas / ultrabásicas, desde -8,0 a -3,9, à exceção de uma amostra que apresentou um valor positivo de 3,5 (amostras C1 a C9; tabela 5.10). Os valores de ϵ_{Nd} negativos, bem como os variados valores de $f_{Sm/Nd}$, são indicativos de uma rehomogeneização isotópica de

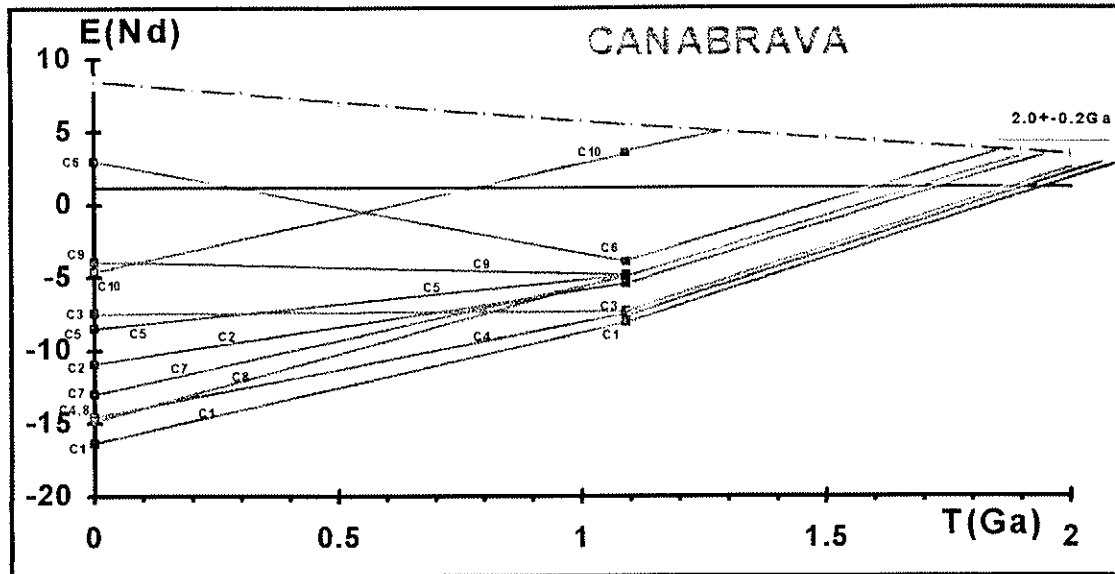


Fig. 5.10-1: Diagrama ϵ_{Nd} versus tempo geológico - região de Canabrava. Os dados isotópicos das amostras encontram-se na tab. 5.10

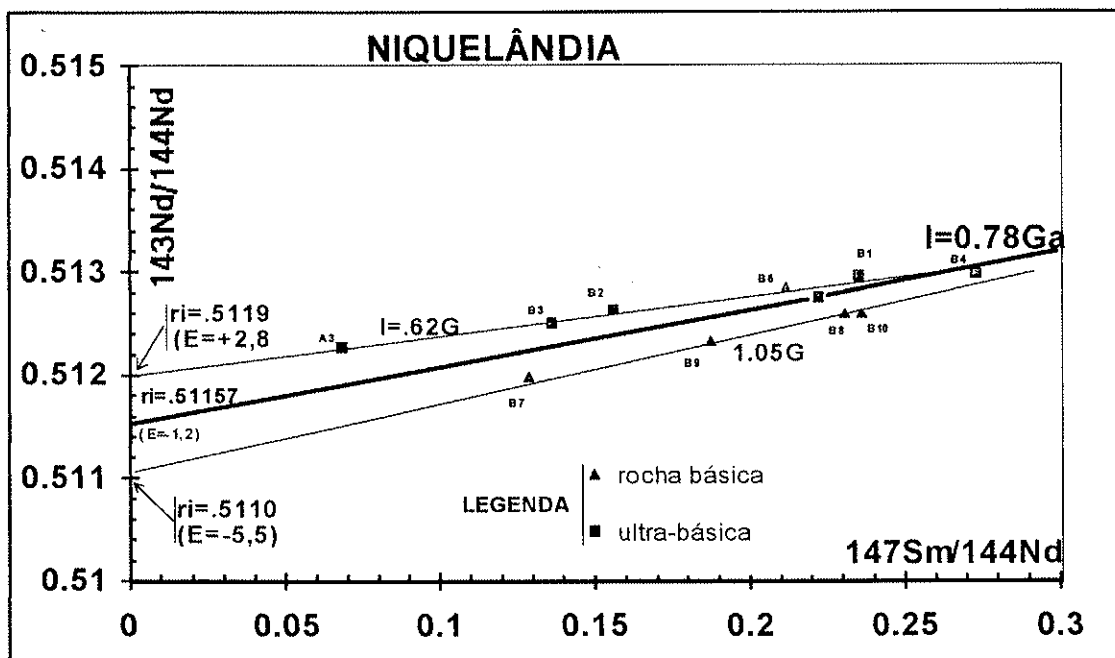


Fig. 5.10-2: Diagrama isocrônico Sm-Nd das rochas ultrabásicas e básicas de Niquelândia.

Nd acompanhada de fracionamento químico entre Sm e Nd, ocorrido provavelmente durante o metamorfismo do Neoproterozóico. O comportamento observado sugere que as idades modelo Sm-Nd, quando calculadas segundo modelo de estágio único, são desprovidas de significado geológico. Por outro lado, considerando-se a evolução de Nd em estágio duplo, as idades T_{DM} distribuem-se entre 2,1 e 1,8Ga (tab. 5.10), caracterizando o Paleoproterozoico como o principal período de acreção manto-crosta continental neste setor. A única exceção refere-se à rocha básica C10 (tab. 5.10) que indicou uma idade T_{DM} Mesoproterozóica (1,3Ga.). Dados adicionais são necessários para uma melhor caracterização de materiais juvenis durante o Mesoproterozóico. Embora as idades modelo obtidas, quando calculadas segundo modelo de estágio duplo, se mostrem bastante concordantes, não podemos descartar a possibilidade dessas rochas serem oriundas de um manto litosférico extremamente enriquecido ou então de fontes mistas.

COMPLEXO NIQUELÂNDIA - Os dados analíticos Sm-Nd relativos as rochas máficas e ultramáficas pertencentes ao Complexo Niquelândia são indicativos de intensa remobilização isotópica de Nd ocorrida provavelmente o durante metamorfismo de idade Neoproterozóica. Em diagrama isocrônico Sm-Nd (fig. 5.10-2) os dados analíticos sugerem três tendências de alinhamento:

i) as rochas básicas tendem a se alinhar em torno da reta com $T = 1,05 \pm 0,10\text{Ga}$ ($r_i = .51110$; $\epsilon_{Nd} = -5,5$);

ii) as rochas ultrabásicas tendem a se alinhar em torno da reta com $T = 0,62 \pm 0,10\text{Ga}$ ($r_i = .51198$; $\epsilon_{Nd} = +2,8$);

iii) uma reta intermediária envolvendo todos os pontos analíticos pode ser tentativamente construída, indicando neste caso, uma idade de 0,78Ga ($r_i = .51157$; $\epsilon_{Nd} = -1,2$).

A opção iii foi sugerida por Correia et. al., (1997), sendo que tal idade é suportada por isócrona Re/Os, que acusou idade de 0,80Ga (rocha total) e de análises U-Pb em zircões, que apresentaram idade de 0,78Ga (intercepto inferior; Correia et. al., 1996). Tais valores foram interpretados pelos autores como indicativos do metamorfismo Neoproterozóico que afetou as rochas regionais.

Os valores de $\epsilon_{Nd(t=0,78\text{Ga})}$ obtidos para as rochas ultrabásicas do Complexo Niquelândia distribuíram-se entre +5,8 e 1,1, com valor médio positivo de +2,8 (tab. 5.10, amostras, A3 e B1 a B4). As rochas básicas, distintamente, apresentaram valores de ϵ_{Nd} distribuídos entre -6,0 a 2,43 com valor médio de -4,1 (tab 5.10, amostras B6 a B10).

As idades modelo Sm-Nd (T_{DM}) relativas às rochas básicas, calculadas em estágio único, são desprovidas de significado geológico (fig. 5.10-3). Quando calculadas em estágio duplo indicaram o Paleoproterozóico como principal evento de acreção manto - crosta continental, ($T_{DM} = 2,18$ a $1,80$ Ga para as rochas B5 e B7 a B10). Exceção é feita para a rocha básica B6, que indicou idade Mesoproterozóica ($T_{DM} = 1,56$ Ga; tab. 5.10). Tais valores se aproximam daqueles determinados através dos métodos U-Pb (2,0Ga, intercepto superior, SHRIMP) e Re/Os (isócrona de 2,07Ga; Correia et. al, 1996). Por outro lado, as rochas ultrabásicas indicaram para seus protólitos idades modelo Sm-Nd Mesoproterozóicas ($T_{DM} = 1,4$ a $0,9$ Ga, amostras A3 e B1 a B4, tab. 5.10).

A dispersão obtida nas idades modelo das rochas máficas poderia indicar mistura de materiais oriundos pelo menos de duas fontes distintas (entre 2,0 e 0,9Ga) produzindo valores intermediários. Entretanto tal hipótese não encontra suporte geoquímico, uma vez que essas rochas foram formadas a partir de uma única fonte (Correia informação escrita). Outra opção envolveria uma pequena contaminação crustal, que poderia ocasionar dispersão dos pontos da isócrona e variações nas idades modelo, pois os teores de Sm são muito baixos, da ordem de 100 ppb (tab. 5.10). Por último a fonte destas rochas máficas poderia ser de um manto anômalo tipo EM1.

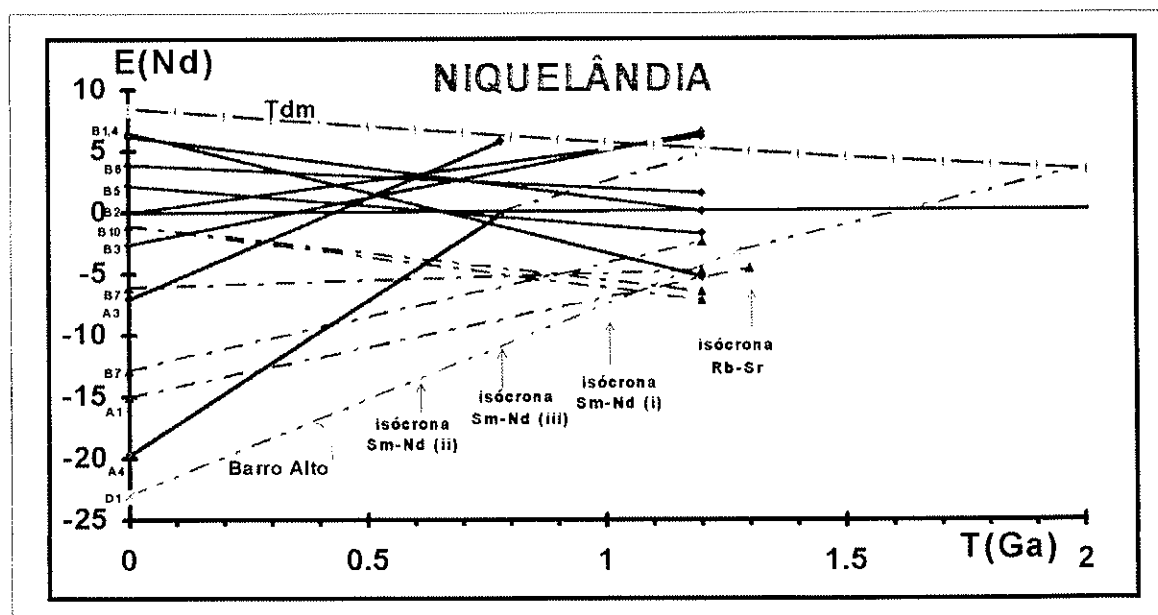


Fig. 5.10-3: Diagrama ϵ_{Nd} versus tempo geológico - região de Niquelândia e Barro Alto. Os dados isotópicos das amostras encontram-se na tab.5.10. Observa-se no diagrama duas tendências de convergências das linhas de evolução isotópica: uma em torno de 0,6Ga para rochas básicas e outra em entre 0,9 a 1,1Ga para rochas ultrabásicas a básicas. A idade modelo em estágio único não tem significado geológico. A linha D1 representa a região de B. Alto.

REGIÕES DE CAVALCANTE - CAMPO BELO - NATIVIDADE - Entre as cidades de Cavalcante e Campo Belo ocorrem rochas graníticas intrusivas no embasamento gnáissico da região. Os dados U-Pb obtidos em zircões destas rochas indicaram idades entre 1,77 e 1,58Ga e os dados Sm-Nd acusaram idades modelo do Arqueano (2,7 a 2,5Ga) e do Paleoproterozóico (2,1Ga), sugerindo dois períodos principais de acreção manto - crosta continental (Pimentel informação escrita).

Na região de Natividade ocorrem corpos graníticos com épocas de formação relativas ao Ciclo Transamazônico. Os dados Sm-Nd (T_{DM}) dessas rochas indicam dois valores distintos: um de idade Paleoproterozóica (2,22Ga, Tab. 5.10, amostra E) para o corpo granitóide situado a noroeste de Natividade e outro relativo ao final do Arqueano (2,61Ga, amostras = F) para corpo granítico situado a leste de Natividade. Tais idades indicam a presença de granitóides formados no Paleoproterozóico, a partir de processos de acreção - diferenciação (granitóides a NW de Natividade) e também de retrabalhamento crustal de rochas mais antigas (granitóides à E de Natividade). Tais valores de T_{DM} (2,2 e 2,6Ga) encontrados nesta região são similares aos observados em rochas granitóides da região de Cavalcante-Campo Belo.

5.10-3 - RESUMO PARCIAL DO DOMÍNIO URUAÇU

Os principais períodos de acreção manto-crosta continental no domínio Uruaçu podem ser resumidos da seguinte forma:

Arqueano	2,7 a 2,5 Ga	Cavalcante - Campo Belo , Natividade
Paleoproterozóico	2,2 a 1,6 Ga	Complexos Canabrava, Niquelândia, Barro Alto e região de Natividade
Meso-Neoproterozóico	1,3 a 0,9 Ga	Complexo Niquelândia

5.11: - DOMÍNIO BRASÍLIA

5.11-1 SÍNTESE GEOLÓGICA

O Sistema de Dobramentos Brasília é representado por uma extensa faixa de rochas metassedimentares (grau incipiente a xisto-verde) que se estende ao longo da margem oeste do Cráton do S. Francisco, e cuja evolução relaciona-se ao Ciclo Brasileiro (Almeida, 1968). Inclui os terrenos pertencentes às Formações Canastra, Ibiá e Vazante, Grupo Paranoá e a parte do Super Grupo Paraopeba (fig. 5.9-2).

Com base em determinação de estromatólitos colunares bem preservados, a deposição desta seqüência sedimentária parece ter ocorrido entre 1,6 a 0,6Ga (Dardenne et. al., 1973).

Dados geocronológicos recentes, acoplados a estudos geológico-estruturais, (Pimentel et. al., 1997) sugerem que a evolução geotectônica da faixa Brasília apresenta similaridades com a de margens continentais modernas: i) seqüência sedimentar de margem passiva invertida (Grupo Paranoá); ii) melange ofiolítica associada com os metassedimentos do Grupo Araxá; iii) terrenos de arco magmático (Arenópolis/Iporá e Mara Rosa); iv) magmatismo granítico relacionado à colisão e v) nappes e “thrust sheets” indicando transporte tectônico francamente em direção ao Cráton S. Francisco.

Os principais estágios de evolução tectônica da Faixa Brasília podem, segundo Pimentel et. al. (op.cit.), ser resumidos da seguinte forma: i) - estágio de abertura entre 1,77-1,60 (dados U-Pb em zircões nos granitos intrusivos no embasamento gnáissico antigo (Arqueano / Paleoproterozóico); ii) - magmatismo sin colisional entre 0,9 e 0,63 (rochas tipo arcos de ilha intraoceânica da região de Iporá - Arenópolis e Mara Rosa - fig. 5.9-2); iii) - fechamento final entre os Cratons Amazônico e S. Francisco em torno de 0,6Ga, acompanhado de magmatismo bimodal impresso em toda extensão da Faixa Brasília.

5.11-2 - IDADES MODELO Sm-Nd

Análises isotópicas Sm-Nd relativas aos terrenos do Domínio Brasília resumem-se às rochas kimberlíticas e alcalinas do Cretáceo que ali ocorrem, cujos teores de Sm e Nd mostraram-se extremamente enriquecidos (Sm= \sim 25ppm e Nd = \sim 180ppm; tab.5.11; dados de Bizzi, 1993). O grau de fracionamento $f_{SmNd} \cong -0,55$ sugere enriquecimento preferencial de Nd em relação ao

Sm. De um modo geral, teores elevados em Sm e Nd bem como valores de f_{Sm-Nd} bem negativos são padrões que se observam de forma frequente (ver tabela 4.- capítulo 4).

As idades modelo Sm-Nd obtidas para essas rochas ultrabásicas, quando calculadas em estágio único, distribuíram-se entre 1,1 a 0,8Ga (tab.5.11 e fig. 5.11). A fonte dessas rochas poderia estar relacionada a um manto litosférico enriquecido, e que por sua vez separou-se do manto normal (tipo DM) em torno de 1,1Ga.

Embora não se disponha de dados Sm-Nd em rochas do embasamento do Domínio Brasília, pode-se, através de correlação com os domínios adjacentes, sugerir eventos de acreção de material juvenil durante o Proterozóico inteiro, com predomínio no Mesoproterozóico. Acrescente-se que é possível a existência de fragmentos Arqueanos no interior deste domínio, representando uma extensão dos terrenos do Craton do S. Francisco.

Estudos isotópicos adicionais se fazem necessários para um melhor entedimento de sua evolução geotectônica.

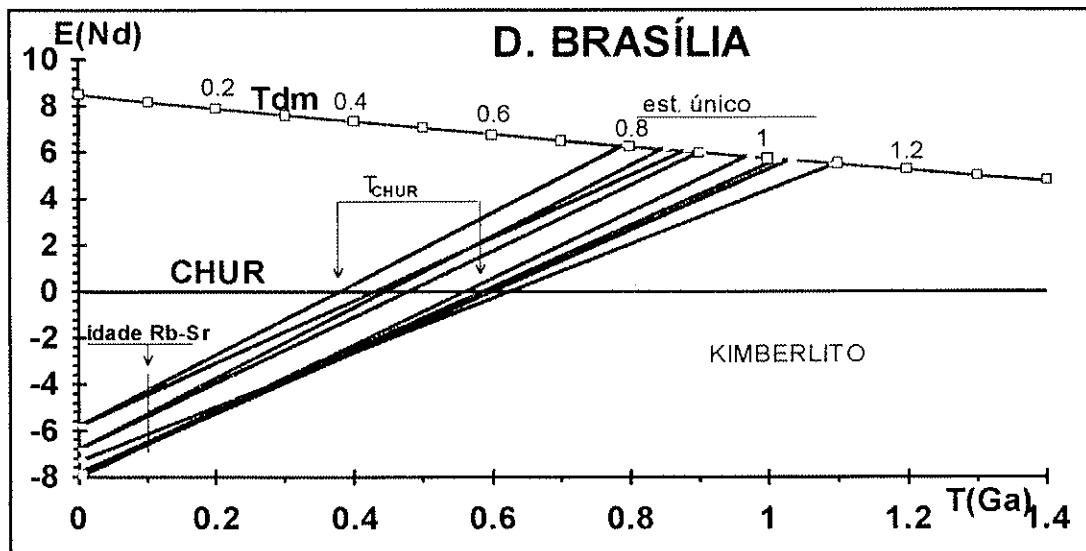


Fig. 5.11: Diagrama ϵ_{Nd} versus tempo geológico -Domínio Brasília. Os dados isotópicos das amostras encontram-se na tab.5.11

TAB. 5.10 - DADOS Sm-Nd - DOMÍNIO URUAÇU

SPS /litol	coord./ (p.local.)	n.campo/ região	litologia	ident (diagrama)	T _{chur} (GA) Goldstein et al 1984	T _{dm2} (GA)	T _{dm} (GA) DePaolo - 1981	¹⁴³ Nd/ ¹⁴⁴ Nd	¹⁴⁷ Sm/ ¹⁴⁴ Nd	Sm ppm	Nd ppm	f	ε _{Nd} (0)	ε _{Nd} (t)	t(Ga) _{met} Ri _(fonte)	ε _{Sr} (t)	ref
---/ gnd	~14 25/48 25	NIQ13 / Niquelândia	GTD	A1	1.84	2.07 ^{#2}	2.23	.511870	.133344	4.30	19.5	-.32	-15.0	-4.5	1.3 _{Rb/Sr} .7113 _b	118	1
---/ gnd	~14 25/48 25	NIQ13 / Niquelândia	GTD	A2	1.96	2.11 ^{#2}	2.35	.511870	.137148	4.40	19.4	-.30	-15.0	-5.1	1.3 _{Rb/Sr} .7113 _b		1
---/ ant	~14 25/48 25	NIQ15 / Niquelândia	BAS	A3	0.43		0.81	.512280	.068223	.44	3.90	-.65	-7.0	+5.8	.78 _{est}		1
---/ gns.g	~14 25/48 25	NIQ2 / Niquelândia	GTD	A4	0.78	1.34 ^{#2}	1.01	.511630	.000573?	.017?	17.933	-1.0	-19.7	-1.5	.78 _{est}		1
610 cro	Niquelândia	Correia (dados inéditos)	UBA	B1	1.22 0.15		--	.512957 .000026	.2365 .0037	.070 .001	.179 .001	.20	6.2	2.3	.78 _{Sm/Nd} .51157 _e		4
611 cro	Niquelândia	Correia (dados inéditos)	UBA	B2	---		1.08 0.05	.512637 .000021	.1561 .0014	.118 .001	.457 .001	-.21	0.0	4.0	.78 _{Sm/Nd} .51157 _e		4
613 ant	Niquelândia	Correia (dados inéditos)	UBA	B3	0.34 0.07		1.07 0.06	.512506 .000029	.1370 .0011	.118 .001	.521 .001	-.30	-2.6	3.4	.78 _{Sm/Nd} .51157 _e		4
614 pir	Niquelândia	Correia (dados inéditos)	UBA	B4				.512971 .000022	.2731 .0002	.266 .001	.589 .001		6.50	1.1	.78 _{Sm/Nd} .51157 _e		4
677 gab	Niquelândia	Correia (dados inéditos)	BAS	B5				.512752 .000026	.2224 .0001	.521 .001	1.417 0.001		2.22	-.34	.78 _{Sm/Nd} .51157 _e		4
681 gab	Niquelândia	Correia (dados inéditos)	BAS	B6				.512840 .000420	.2119 .0007	.302 .001	.862 .001	.08	3.9	2.43	.78 _{Sm/Nd} .51157 _e		4
612 gab	Niquelândia	Correia (dados inéditos)	BAS	B7	1.47 0.05		1.90 0.04	.511982 .000023	.12882 .00011	3.255 0.002	15.279 0.008	-.35	-12.8	-6.0	.78 _{Sm/Nd} .51157 _e		4
678 gab	Niquelândia	Correia (dados inéditos)	BAS	B8				.512585 .000028	.2316 .0016	.149 .001	.389 .001	.18	-1.0	-4.5	.78 _{Sm/Nd} .51157 _e		4
679 gab	Niquelândia	Correia (dados inéditos)	BAS	B9				.512324 .000021	.1874 .0020	.097 .001	.313 .001	-.05	-6.1	-5.2	.78 _{Sm/Nd} .51157 _e		4
680 per	Niquelândia	Correia (dados inéditos)	UBA	B10				.512583 .000039	.2362 .0016	.157 .001	.402 .001	.20	-1.1	-5.0	.78 _{Sm/Nd} .51157 _e		4
---/ gab	13 19/48 16	CB 4 / Cana Brava	BAS	C1	2.13		2.48	.511800 .000056	.136866	3.747	16.555	-.30	-16.3		1.09 _{Sm/Nd} c		2
---/ gb.no	13 16/48 12	CB 15 / Cana Brava	BAS	C2	2.24		2.71	.512078 .000028	.158677	0.973	3.708	-.19	-10.9		1.09 _{Sm/Nd}		2
---/ gb.no	13 26/48 14	CB 32B / Cana Brava	BAS	C3	---		---	.512256 .000024	.195161	1.178	3.650	-.01	-7.5		1.09 _{Sm/Nd} c		2
---/ anf	13 23/48 10	CB 33 / Cana Brava	BAS	C4	2.22	3.36	2.61	.511896 .000040	.146019	8.135	33.689	-.26	-14.5		1.09 _{Sm/Nd} c		2
---/ pir	13 21/48 15	CB 37 / Cana Brava	UBA	C5	2.49	2.95	3.02	.512203 .000022	.170194	1.962	6.971	-.13	-8.5		1.09 _{Sm/Nd} c		2

--- / o.pir	13 28/48 13	CB 39 / Cana Brava	UBA	C6	----	2.80	---	.512791	.24606	.153	.376	-.25	+3.0		1.09 _{Sm/Nd} c		2
--- / gb.no	13 18/48 04	CB 10 / Cana Brava	BAS	C7	1.73	2.96	2.17	.511970 .000026	.138069	2.44	10.704	-.30	-13.0		1.09 _{Sm/Nd} d		2
--- / gb.no	13 19/48 04	CB 11a / Cana Brava	BAS	C8	1.60	2.94	1.99	.511879	.124588	4.310	20.919	-.37	-14.8		1.09 _{Sm/Nd} d		2
--- / gb.no	13 19/48 04	CB 11b / Cana Brava	BAS	C9	---	2.94	---	.512436 .000066	.202662	1.912	5.705	.03	-3.9		1.09 _{Sm/Nd} d		2
--- / anf	13 23/48 18	CB 47 / Cana Brava	BAS	C10	0.61	1.62	1.29	.512402 .000024	.138130	2.589	11.334	-.30	-4.6		1.09 _{est}		2
643 gnl.b	~15 15/49 15	GAM-7D Barro Alto	GNL	D1	~1.49 0.11	1.97 ^{#2}	~1.77 0.10	~.511460 0.000090	~0.0776 0.0002	1.55 0.01	12.06 0.01		-23.0		1.27 _{Rb-Sr} .73473	451	nt
361/ grt	11 17/47 37	379 - 1A / Natividade	GTD	E	1.87 0.06		2.22 0.04	.511763 .000026	.125730 .000081	8.347 0.004	40.145 0.017	-.36	-17.1	1.0	2.00 _{Rb/Sr} .7021 _e	-2.1	nt
360/ grt	11 35/47 15	381 / Natividade	GTD	F	2.42 0.04		2.61 0.04	.510949 .000031	.090764 .000064	3.702 0.002	24.664 0.011	-.54	-32.9	-5.9	2.00 _{Rb/Sr} .7021 _e	-2.1	nt
grt	~13 43/48 20	Cavalcante / Campos Belos	GTD				2.7	Pimentel	dados	inédi- tos					1.6 _{U-Pb}		3
grt	~13 20/47 14	Cavalcante / Campos Belos	GTD				2.6	Pimentel	dados	inédi- tos							
grt	~13 09/47 14	Cavalcante / Campos Belos	GTD				2.1	Pimentel	dados	inédi- tos					---		3
grt	~13 36/47 15	Cavalcante / Campos Belos	GTD				2.5	Pimentel	dados	inédi- tos					1.78 _{U-Pb}		3

TAB. 5.11 - DADOS Sm-Nd - Domínio Brasília

SPS /litol	coord./ (p.local.)	n.campo/ região	litol gia	ident. (diagra ma)	T _{chur} (GA) Goldstein et al 1984	T _{dm2} (GA)	T _{dm} (GA) DePaolo -1981	¹⁴³ Nd/ ¹⁴⁴ Nd	¹⁴⁷ Sm/ ¹⁴⁴ Nd	Sm ppm	Nd ppm	f	ε _{Nd} (0)	ε _{Nd} (t)	t(Ga) _{mét} Ri _(fonte)	ε _{Sr} (t)	ref
--- / kim.p	18 29/46 48	PAN / Pantano	UBA	A1	0.45		0.85	.512290	.077477	24.6	192.0	-.61	-6.8	-5.3	.1 _{est}		1
--- / kim.p	18 29/46 48	PAN / Pantano	UBA	A2	0.38		0.79	.512340	.075833	23.2	185.0	-.61	-5.8	-4.3	.1 _{est}		1
--- / kim.p	18 29/46 48	PAN / Pantano	UBA	A3	0.43		0.88	.512340	.090350	26.7	178.7	-.54	-5.8	-4.5	.1 _{est}		1

Ver nota explicativa da tabela no capítulo 5.1.

#2 → (T2=t; ¹⁴⁷Sm/¹⁴⁴Nd=0.11); #3 → (T2=t; ¹⁴⁷Sm/¹⁴⁴Nd=0.17); #4 → (T2 = t; ¹⁴⁷Sm/¹⁴⁴Nd=0.15)

Referências: b = idades Rb-Sr, Bizzi - 1993; c = isócrona Sm-Nd recalculado neste trabalho, d = isócrona Sm-Nd, Fugii - 1989, e = Correia et. al. - 1997, est = idades estimadas. Referências para dados Sm/Nd: nt = neste trabalho, 1 = dados isotópicos de Bizzi - 1993, 2 = dados isotópicos de Fugii - 1989, 3 = Pimentel informação verbal, 4 = Correia et. al. (dados inéditos). As idades modelos foram todos calculado e/ ou recalculados neste trabalho.

5.12 DOMÍNIO ARAXÁ - ALTO RIO GRANDE

5.12-1: SÍNTESE GEOLÓGICA

GENERALIDADES : O domínio Araxá-Alto Rio Grande inclui as Faixas de Dobramentos Araxá, Alto Rio Grande (incluindo o Complexo Amaparo) e a Nappe de Empurrão Socorro - Guaxupé, além embasamento da porção norte da Bacia do Paraná (Figs. 5.9-1, 5.12-1 e 5.12-4).

FAIXA DE DOBRAMENTOS ARAXÁ: O Grupo Araxá faz parte da denominada Faixa Uruaçu, originalmente definida por Almeida (1968), que atribui para o seu metamorfismo idades entre 1,0 a 1,2Ga (Ciclo Uruaçuano). Schobbenhaus Filho et. al (1975) incluíram o Grupo Araxá, a Formação Canastra e o Grupo Araí no denominado Sistema de Dobramentos Araxá. Neste trabalho, a Faixa de dobramentos Araxá (FDA) corresponde apenas aos terrenos envolvendo o Grupo Araxá ao sul da inflexão de Pirineus (Fig.5.12-1).

Rochas granulíticas da região de Anápolis forneceram idades Rb-Sr do final do Mesoproterozóico e início do Neoproterozóico (1,1 e 0,95 Ga; Tassinari, 1983). Estudos geocronológicos Rb-Sr e U-Pb adicionais (Pimentel et. al., 1992), realizadas em rochas meta-riolíticas da seqüência Maratá (Grupo Araxá, ~100Km a SE de Goiânia), forneceram idades aparentes por volta de 0,8Ga. tanto por isócrona Rb-Sr como por datações U-Pb em zircões. Os dados geocronológicos Rb-Sr e U-Pb indicam que pelo menos parte do Grupo Araxá foi depositado no Neoproterozóico, contemporâneo à evolução dos grupos Paranoá e Bambuí (Faixa Brasília). Idades Neoproterozóicas também foram obtidas por Bizzi (1993) nos granodioritos e dioritos situados entre Catalão e Monte Carmelo (isócrona Rb-Sr de 0.71Ga / $r_i = 0.711$; isócrona Sm-Nd em rocha total de 0.82Ga / $r_i = 0.51136$).

FAIXA DE DOBRAMENTOS ALTO RIO GRANDE (FARG): Esta faixa corresponde a uma parte do setor central da Província Mantiqueira, incluindo rochas pertencentes aos Grupos São Del Rey, Andrelândia e parte do Maciço de Guaxupé (Hasui e Oliveira, 1984). Ela estende-se como uma estreita faixa até a região de Amparo / Serra Negra, como se vê na fig. 5.12-4A.

A FARG representa, sob ponto de vista geotectônico, uma margem continental passiva, acrescida à borda meridional do Craton do São Francisco (Campos Neto, 1991). Trata-se de terrenos alóctones, formados no Ciclo Uruaçuano, e interpretados como bacia marginal de retro-arco.

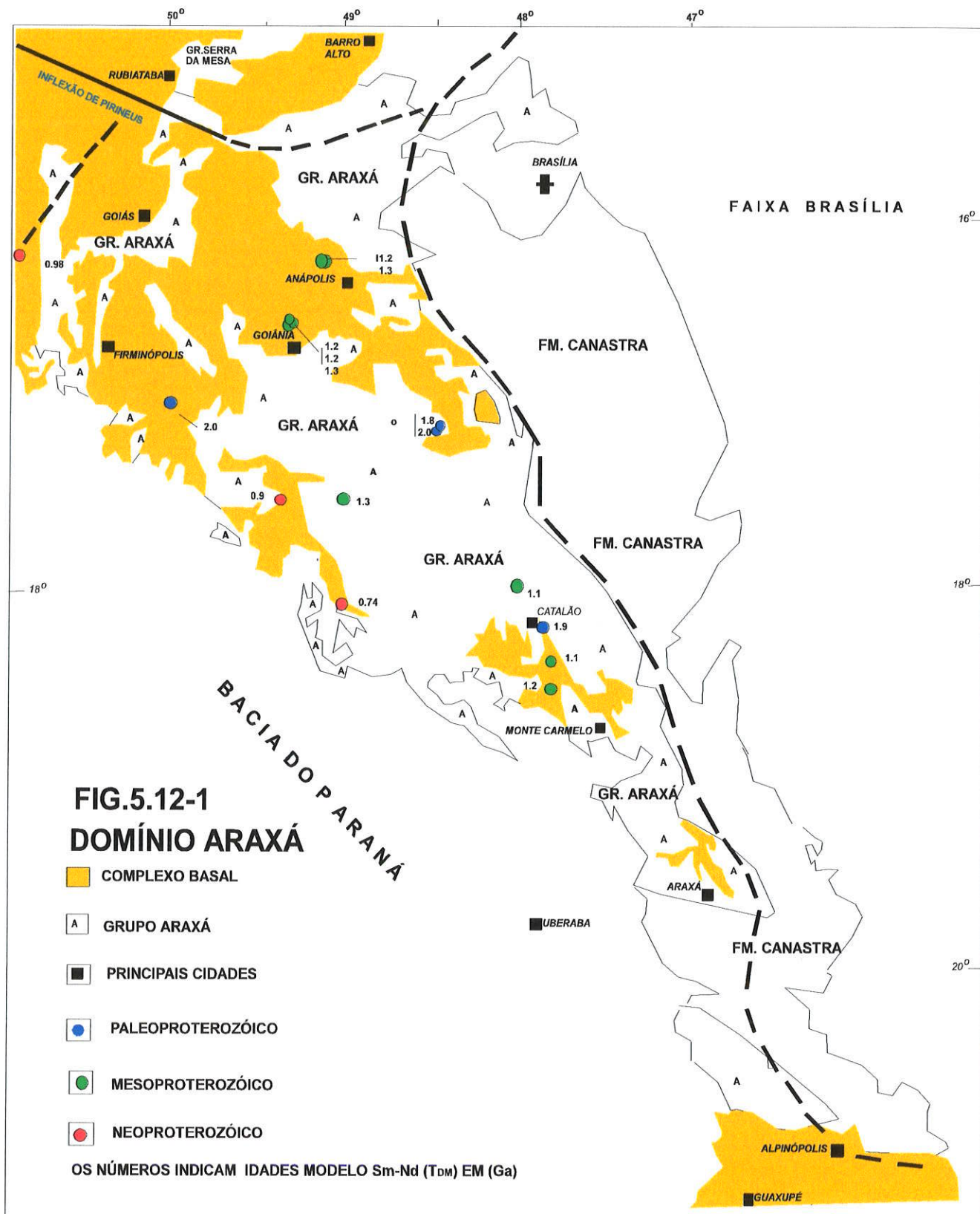
As idades radiométricas pre-existentes nesta faixa podem ser resumidas da seguinte forma:

ARQUEANO e PALEOPROTEROZÓICO - Rochas migmatíticas da região de Amparo e de Fortaleza de Minas apresentaram idades isocrônicas Rb-Sr arqueanas, representando fragmentos antigos, preservados dos eventos tectônicos subsequentes.

Rochas gnáissico-migmatíticas com idades Paleoproterozóicas (do Ciclo Transamazônico) ocorrem adicionalmente neste domínio, sugerindo tratar-se de terrenos formados tanto a partir de retrabalhamento crustal como por derivação direta do manto nesta época.

MESOPROTEROZÓICO - A fragmentação dos microcontinentes formados no Paleoproterozóico parece ter condicionado a formação das bacias de deposição do Ciclo Uruaçuano (1,75 -1,2Ga; Campos Neto, 1991). Dados isotópicos que indicam a formação de rochas nesse período referem-se principalmente aos Grupos Carrancas, Andrelândia e Itapira.

NEOPROTEROZÓICO - O Ciclo orogênico Brasileiro, interpretado na região como uma série de fases compressivas, foi marcado por intenso retrabalhamento de materiais crustais pré-existentes, como sugerem as razões isotópicas $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}_0$ iniciais das rochas granitóides, com valores normalmente superiores a 0,709.



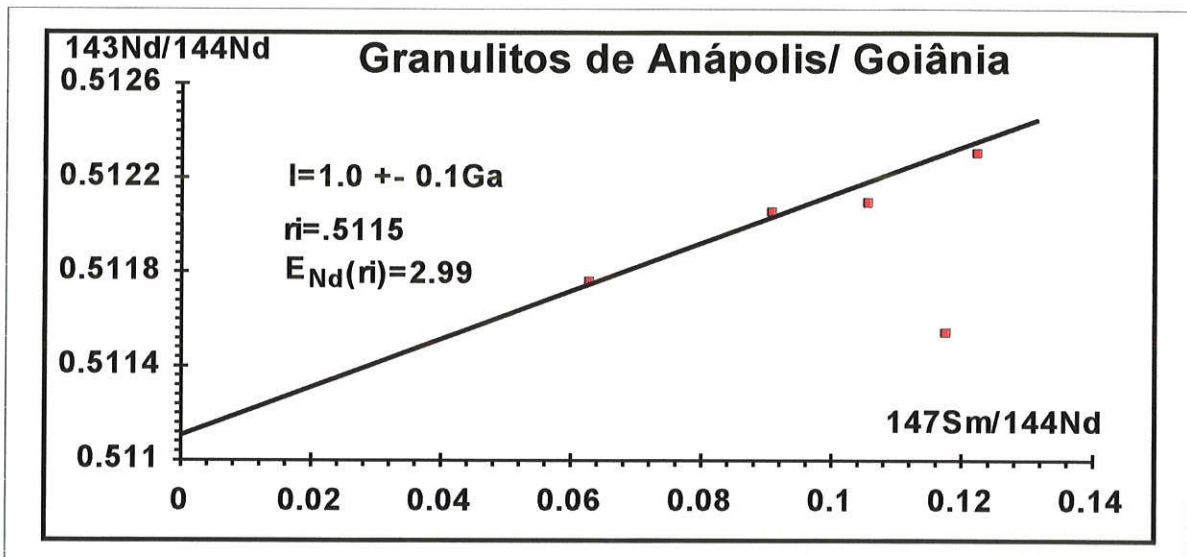


Fig. 5.12-2: Diagrama isocrônico Sm-Nd das rochas granulíticas da região de Anápolis/Goiania.

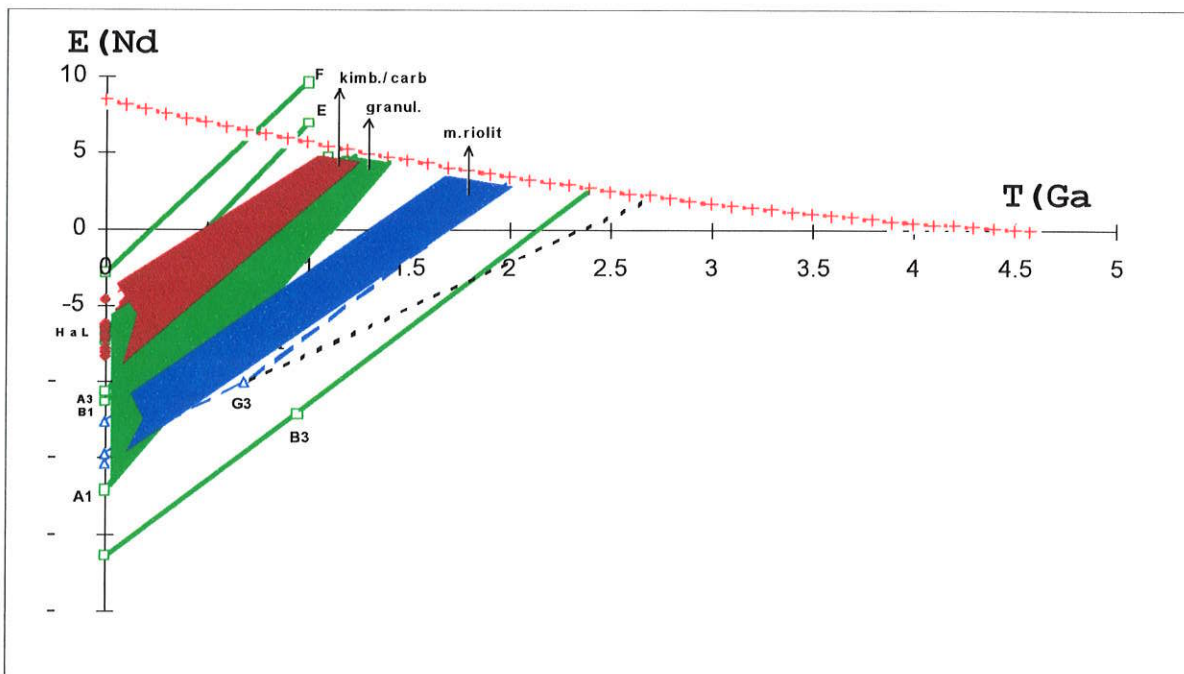


FIG.5.12-3: Diagrama de evolução isotópica ϵ_{Nd} x tempo geológico - Domínio Araxá. Os dados isotópicos encontram-se na tab. 5.12-1

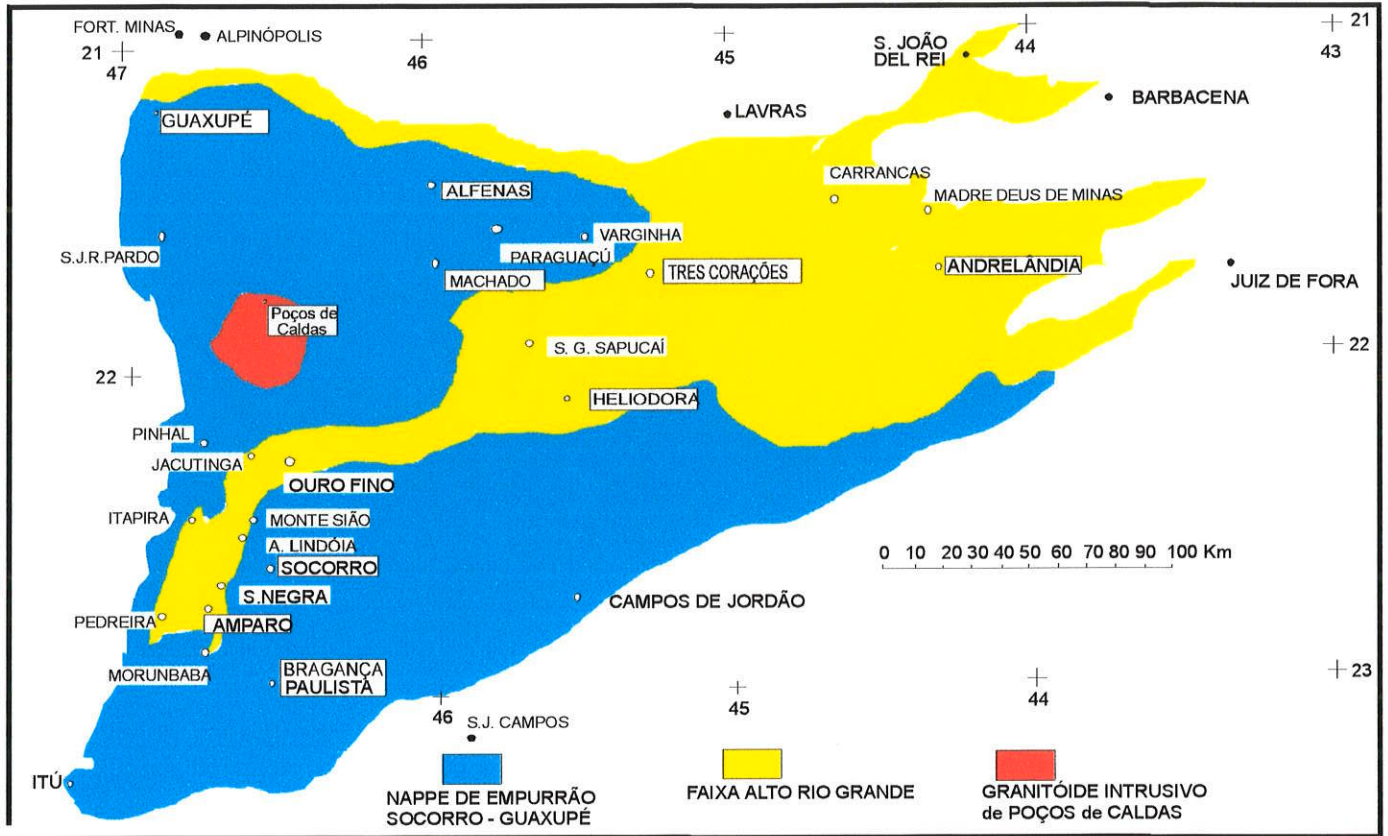


FIG. 5.12-4A : MAPA GEOLÓGICO SIMPLIFICADO COM PRINCIPAIS CIDADES (BASEADO EM CAMPOS NETO 1991) CIDADES NO TEXTO.

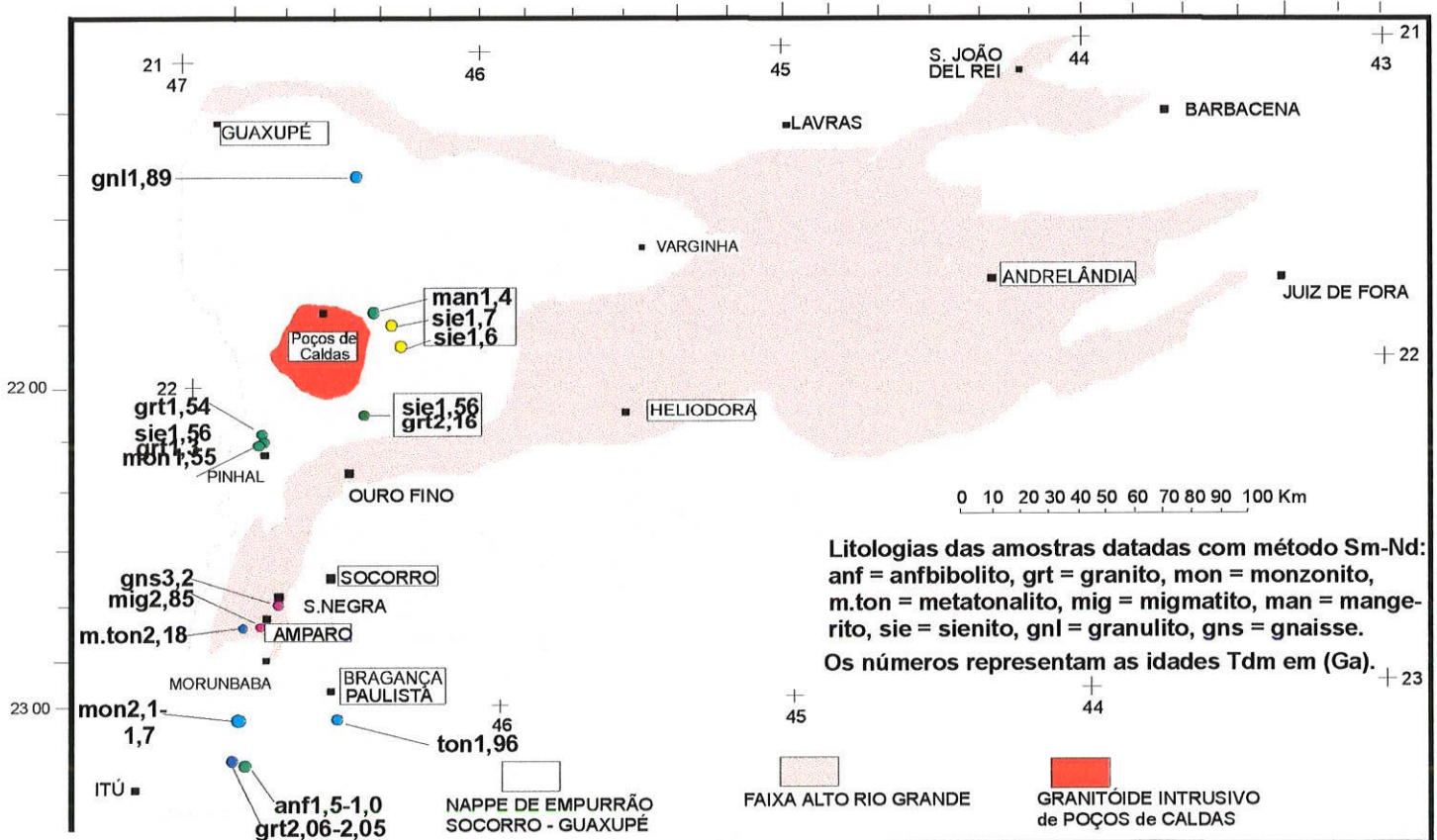


FIG. 5.12-4B: LOCALIZAÇÃO APROXIMADA DAS AMOSTRAS DATADAS COM MÉTODO Sm-Nd.

NAPPE DE EMPURRÃO SOCORRO-GUAXUPÉ (NESG) - A Nappe de Empurrão Socorro Guaxupé (figura 5.12-4A), compreende terrenos orto e paraderivados de alto grau metamórfico (Campos Neto, 1991). Predominam rochas de infraestrutura, comumente representadas por granitos, migmatitos e granulitos. Os dados geocronológicos Rb-Sr, U-Pb e Pb-Pb pré-existente podem ser resumidos da seguinte forma:

PALEOPROTEROZÓICO - Até o presente não há registro de Arqueano no âmbito da NESG e um único dado indica a formação de rochas no Paleoproterozóico ($I_{Rb-Sr} = 2,25Ga$ / $RI = 0,7001$; Pedreira Cantière).

MESOPROTEROZÓICO - Dados radiométricos relativos à formação de rochas no Mesoproterozóico foram obtidos principalmente através do método Pb-Pb, em migmatitos das regiões de S. José dos Campos, Pinhalzinho e Delfim Moreira, com idades distribuídas entre 1,58 a 1,37Ga e com valores de $\mu 1$ entre 8,01 a 8,11.

NEOPROTEROZÓICO - Os terrenos da NESG se formaram predominantemente durante o Ciclo Orogênico Brasileiro (~1,0 a 0,5 Ga), estendendo-se até o início do Fanerozóico. A orogênese Brasileira provocou intenso retrabalhamento na região, com rehomogeneizações isotópicas de Sr, Pb e perdas completas de Ar. As razões $^{87}Sr/^{86}Sr$ iniciais, sempre maiores que 0,706, corroboram a interpretação acima mencionada.

BACIA DO PARANÁ: A Faixa de Dobramentos Araxá é recoberta em sua porção ocidental pelos sedimentos Fanerozóicos da Bacia do Paraná.

5.12-2 - IDADES MODELO Sm-Nd, T_{DM}

DOMÍNIO ARAXÁ - As idades modelo e as razões isotópicas Sm-Nd obtidas em rochas granulíticas, vulcânicas ácidas, ultrabásicas e em granitóides pertencentes à FDA encontram-se na tab. 5.12-1. Até o presente momento não há registros isotópicos de idades Arqueanas no ambiente do Domínio Araxá. De um modo geral, observa-se que as idades modelo Sm-Nd, (T_{DM}) distribuem-se entre 2,0 a 0,9Ga.

Dados isotópicos Sm-Nd em rocha total, relativos às rochas granulíticas do Complexo Anápolis-Itauçu, alinharam-se em diagrama isocrônico (fig. 5.12-2) indicando a idade de formação no limite entre o Mesoproterozóico e o Neoproterozóico ($1,0 \pm 0,1$ Ga; $\epsilon_{Nd}(\text{inicial}) = 2,9$). Tal idade concorda, dentro dos erros experimentais, com a idade isocrônica Rb-Sr de 1,1Ga, referida anteriormente. As idades modelo Sm-Nd (T_{DM}) apresentaram valores em torno de 1,2Ga (tab. 5.12-1A, amostras B1,2 e C), sendo que apenas uma amostra acusou idade T_{DM} de 2,3Ga (amostra B3). Do mesmo modo, rochas granulíticas de natureza básica, localizadas próximas à Goiânia, formadas no final do Mesoproterozóico, apresentaram idades T_{DM} de 1,3Ga, (amostras A1 e A3, tab. 5.12-1A).

Por outro lado, as rochas granitóides localizadas entre as cidades de Goiânia e Araxá, (com idades de formação próximas de 1,0Ga) apresentaram idades modelo Sm-Nd (T_{DM}) distribuídas entre 0,9 a 0,74Ga (amostras E e F), sugerindo eventos de acreção durante o Neoproterozóico. No diagrama de evolução isotópica de ϵ_{Nd} no tempo geológico (fig. 5.12-3) verifica-se que estas duas rochas (E e F) têm pontos analíticos situados bem acima da curva do manto empobrecido (DM) quando regredidas até 1,1Ga. Também verifica-se no diagrama $\epsilon_{Sr} \times \epsilon_{Nd}$ (fig. 5.12-6), posicionamento anômalo do ponto E (primeiro quadrante). Novas análises precisam ser realizadas nestas rochas granulíticas, para caracterizar se houve problemas com a mobilidade química de Rb ou Sr durante o evento de alto grau, ou então para verificar-se se trata de fonte mantélica anômala (T_{DM} mais jovens do que as idades aparentes Rb-Sr).

Idades modelo Sm-Nd obtidas por Pimentel (comunicação escrita) em rochas granitóides localizadas entre as cidades de Goiânia e Catalão (fig. 5.12-1) distribuíram-se entre 2,0 a 1,1Ga, predominando valores relativos ao Mesoproterozóico.

As rochas kimberlíticas e carbonatíticas que ocorrem entre as cidades de Catalão e Araxá apresentaram idades isocrônicas Rb-Sr de 0,1Ga, indicando a formação dessas rochas no Cretáceo (Bizzi 1993). As análises geoquímicas nestas rochas indicam forte enriquecimento em ETR, não caracterizando derivação direta de um manto normal empobrecido (DM). Tais rochas (amostras J1 a J13, tabela 5.12-1A), além de terem concentrações elevadas em terras raras mostram também enriquecimento preferencial no elemento Nd em relação ao Sm, (as razões $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$ são na maioria menores que 0,085), padrão similar ao observado nas rochas kimberlíticas da porção oeste da Austrália (McCulloch et. al, 1983), e interpretado como decorrente de manto enriquecido tipo EMII. Quando datadas pelo método Sm-Nd, forneceram idades modelo entre 1,28 a 0,8Ga, coerente com o superevento de acreção do início do Neoproterozóico para a FDA. O parâmetro ϵ_{Nd} , quando calculado para a idade de formação (0,1Ga), forneceu valores negativos, distribuídos entre -3,8 a -6,2 (tab. 5.12-1, amostras = J1 a J13 e fig. 5.12-3), sugestivo de materiais fontes com afinidade com manto litosférico enriquecido.

FAIXA DE DOBRAMENTOS ALTO RIO GRANDE (FARG) - Com a relação às idades modelo Sm-Nd (T_{DM}), os granitóides que ocorrem no âmbito da FARG apresentaram dois padrões distintos: um mais antigo, com valores entre 3,2 e 2,9Ga, e outro mais jovem, com valores próximos a 2,2Ga (Tassinari e Sato 1996; Sato e Campos Neto, 1996). Confirmam-se o Arqueano e o Paleoproterozóico como os principais períodos de acreção de material à crosta continental, responsáveis pela formação dos protolitos crustais da grande maioria das rochas da FARG.

NAPPE DE EMPURRÃO SOCORRO GUAXUPÉ - Da figura 5.12-4 e da tabela 5.12-2 constam as localizações das amostras, os dados isotópicos Sm-Nd e as respectivas idades modelo, bem como dados anteriores obtidos por Vlach (1993), Vlach (comunicação escrita), Ragatky (1997), Ragatky (comunicação escrita) e Janasi (1997) para os terrenos pertencente a NESG. De um modo geral, as idades modelo Sm-Nd, T_{DM} , calculadas em estágio único, e em alguns casos em estágio duplo, distribuíram-se entre 2,14 a 1,26 Ga.

As rochas monzoníticas e dioríticas que ocorrem da região de Morungaba (formadas durante o Ciclo Brasileiro ~ 0,6Ga) apresentam idades modelo Sm-Nd, T_{DM} , entre 2,2 a 1,75Ga

(Vlach 1993). Idades T_{DM} similares foram observadas ao longo de toda extensão da NESG, como nas rochas granitóides que ocorrem nos arredores de Bragança Paulista, Guaxupé, Pedra Branca, Capituva e Nazaré Paulista. Idades T_{DM} relativas ao Mesoproterozóico, entre 1,6 e 1,4Ga, foram obtidas nas rochas sieníticas de Pinhal e Santa Rita de Caldas (Janasi, 1997), bem como nas rochas mangeríticas situadas a leste de Poços de Caldas (Sato e Campos Neto 1996).

Adicionalmente, idades modelo Sm-Nd, T_{DM} , Neoproterozóicas (~0,6Ga) foram obtidas em rochas vulcânicas que ocorrem nas proximidades de Poços de Caldas (Vlach, comunicação verbal).

Verifica-se portanto, que grande parte dos terrenos de médio a alto grau da NESG se formaram no Ciclo Brasileiro, a partir de protólitos derivados do manto, principalmente durante o Paleo e o Mesoproterozóico. Até o presente, não há qualquer dado registrado de material Arqueano.

BACIA DO PARANÁ: As idades modelo (T_{DM}) relativas às rochas vulcânicas do Cretáceo da Bacia do Paraná variam entre 2,1 a 0,9Ga, com maior concentração em torno de 1,3Ga (Mantovani, 1985 e Chiaramonti, et. al. - comunicação escrita). Tais estudos isotópicos, acoplados a estudos geoquímicos, sugerem que tais rochas vulcânicas tiveram origem a partir de manto litosférico enriquecido. Embora não existam dados isotópicos relativos ao seu embasamento, é possível inferir que o substrato da Bacia do Paraná apresenta continuidade com as províncias crustais do Paleo e Mesoproterozóico encontradas na FDA e NESG.

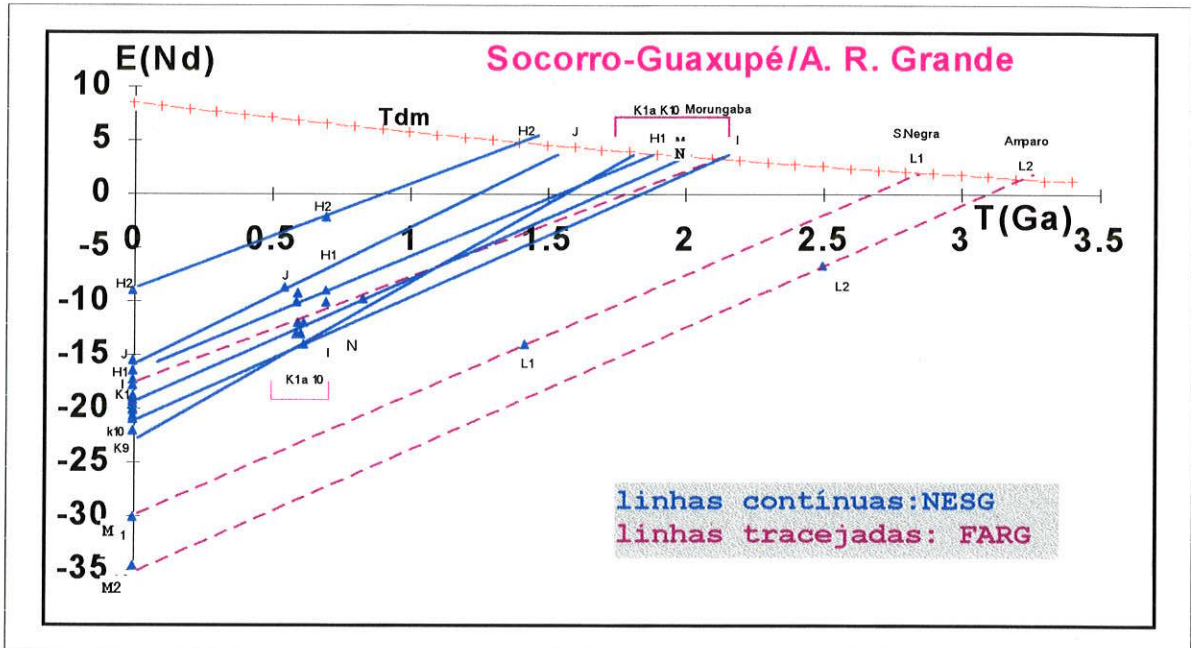


FIG.5.12-5: Diagrama de evolução isotópica ϵ_{Nd} x tempo geológico - FARG e NESG. Os dados isotópicos encontram-se nas tabelas 5.12-4A e 5.12.12-4B.

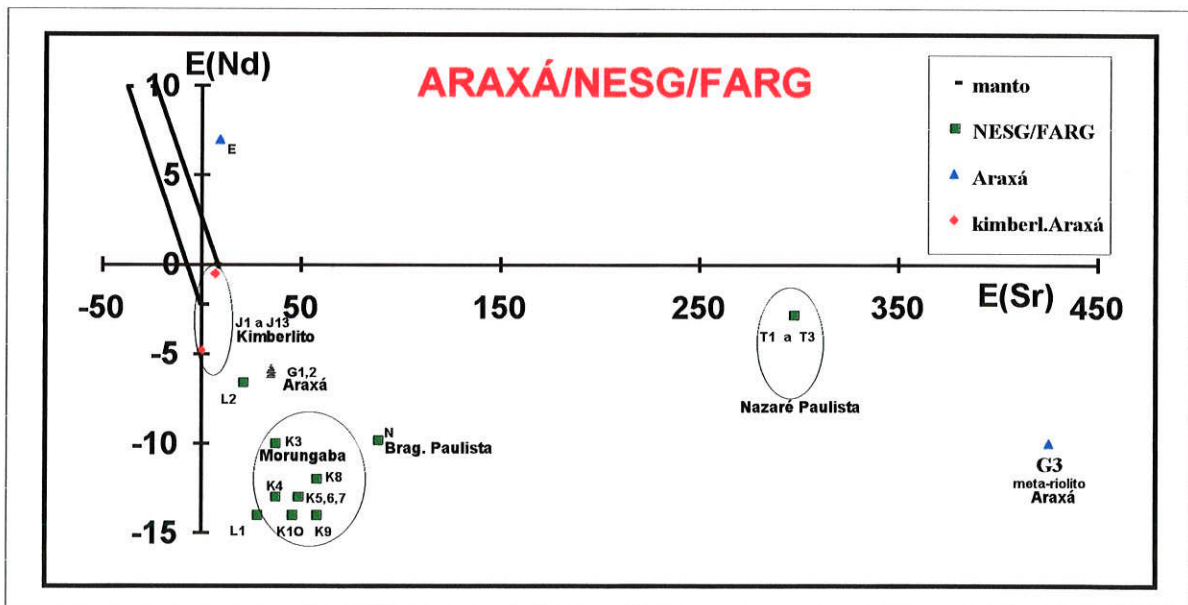


FIG.5.12-6: Diagrama ϵ_{Sr} x ϵ_{Nd} - ARAXÁ, FARG e NESG

DIAGRAMA ϵ_{Nd} x TEMPO GEOLÓGICO E DIAGRAMA ϵ_{Sr} x ϵ_{Nd} :

A fig. 5.12-5 os mostra dados relativos à evolução isotópica de Nd no tempo geológico de rochas pertencentes à FARG e à NESG. Neste diagrama observam-se claramente dois padrões evolutivos distintos: um relativo às rochas gnáissico-migmatíticas de Amparo e Serra Negra (linhas tracejadas L1 e L2), com idades T_{DM} Arqueanas, e outro relativo às demais rochas, cujas linhas evolutivas, quando regredidas no tempo geológico, interceptam a curva do manto empobrecido (DM) no intervalo entre Paleo e Mesoproterozóico.

O diagrama ϵ_{Sr} x ϵ_{Nd} (fig. 5.12-6) mostra o padrão de valores ϵ_{Sr} e ϵ_{Nd} iniciais, observado para os terrenos pertencente à FDA, NESG e FARG. Os valores de ϵ_{Nd} negativos, quando calculados para a época da formação dessas rochas, com base nas idades Rb-Sr, sugerem fontes com afinidade crustal. Quanto mais afastados da origem os pontos analíticos, maiores são os tempos de residência crustal, como é o caso das rochas granitóides de Nazaré Paulista (amostras T1 a T3) e das vulcânicas ácidas de Araxá (amostra G3).

5.12-3: RESUMO PARCIAL:

FAIXA DE DOBRAMENTOS ARAXÁ (FDA)- Os principais períodos de acreção crustal foram o Paleoproterozóico (Ciclo Transamazônico - 2,2-1,8Ga), e Mesoproterozóico (Ciclo Uruaçu - 1,3 a 1,1Ga). Há registros em menor escala de acreções no início do Neoproterozóico (1,0 - 0,8Ga).

FAIXA ALTO RIO GRANDE (FARG): devido às poucas determinações Sm-Nd disponíveis serão levadas em conta os dados de Sr (idades Rb-Sr e razões $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ iniciais; tab. 5.12-2). De um modo geral estima-se acreções juvenis em torno de 40 a 50% durante o Arqueano, cerca de 30 a 40% durante o Paleoproterozóico e restante durante Meso/Neoproterozóico.

NAPPE DE EMPURRÃO SOCORRO - GUAXUPÉ (NESG): Nestes terrenos destacam-se eventos acrecionários de materiais juvenis durante o Paleoproterozóico (Ciclo Transamazônico - entre 2,1 e 1,80Ga) e Mesoproterozóico (entre 1,55 a 1,3Ga) tal como ocorre para a FDA, anteriormente descrita.

TAB. 5.12-1: IDADES MODELO Sm-Nd, COMPOSIÇÕES ISOTÓPICAS e CONCENTRAÇÕES de Nd e Sm

TAB. 5.12-1A: DOMÍNIO ARAXÁ

SPS /litol	coord./ (p.local.)	n.campo/ região	litolo_ gia	ident.	T _{chur} (GA) Goldstein et al 1984	T _{dm2} (GA) #2	T _{dm} (GA) DePaolo -1981	¹⁴³ Nd/ ¹⁴⁴ Nd	¹⁴⁷ Sm/ ¹⁴⁴ Nd	Sm ppm	Nd ppm	f	ε _{Nd} (0)	ε _{Nd} (t)	t(Ga) _{mét} Ri _(fonte)	ε _{Sr} (t)	ref
354/ gnl.b	16 34/49 08	CO 23D Anápolis	BAS	A1	1.00 0.04	1.43 ^{#2}	1.30 0.09	.511759 .000087	0.0627	0.128 0.004	1.235 0.001	-.68	-17.1	1.66	1.1 Rb/Sr b*		nt
355/ gnl.b	16 34/49 08	CO 23F Anápolis	BAS	A3	0.91 0.39		1.34 0.30	.512096 .000230	.10572 .00014	0.814 0.001	4.656 0.002	-.46	-10.6	4.8	1.1 Rb/Sr b*		nt
356/ gnl	16 13/48 59	CO 639C Goiânia	GNL	B1	0.83 0.04		1.22 0.03	.512059 .000025	.09087 .00005	2.619 0.001	17.429 0.007	-.54	-11.3	3.6	1.1 Rb/Sr b*		nt
357/ gnl	16 13/48 59	CO 649 A Goiânia	GNL	B2	0.68 0.06		1.23 0.04	.512307 .000027	.12233 .00005	6.076 0.001	30.035 0.012	-.38	-6.5	4.0	1.1 Rb/Sr b*		nt
358/ gnl	16 13 45 59	CO 649 B Goiânia	GNL	B3	2.10 0.50		2.39 0.38	.511541 .000260	.11746 .00007	7.932 0.003	40.834 0.020	-.40	-21.4	-12	.95 Rb/Sr b*		nt
359/ gnl	16 13/45 59	CO 638C Goiânia	GNL	C	0.75 0.07		1.28 0.05	.512269 .000034	.12175 .00090	8.168 0.060	40.570 0.017	-.38	-7.2	+1.9	.95 Rb/Sr b*		nt
362/ gtd	17 27/49 28	4126/AZ/98	GTD	E	0.49 0.04		0.92 0.04	.512289 .000031	.08880 .00006	10.801 0.007	73.801	-.55	-6.8	7.0	1.00 Rb/Sr .704 _b	9.5	nt
363/ gtd	18 01/49 02	4077/JH-MS94	GTD	F	0.23 0.04		0.74 0.03	.512493 .000027	.09875 .00007	9.621 .005	58.912 .025	-.50	-2.8	9.7	<1 Rb/Sr ri=.704 _b		nt
--- m.rio	~17 05/48 25	MP549N Seq. Maratá	VAC	G1	1.37		1.74	.511853 .000019	.1093	7.3	40.6	-.44	-15.3	-6.1	.83 Rb/Sr .706 _d	35	2
--- m.rio	~17 05/48 25	MP549O Seq. Maratá	VAC	G2	1.54	1.79 ^{#2}	1.98	.511990 .000020	.1325	7.6	34.7	-.33	-12.6	-5.8	.83 Rb/Sr .706 _d	35	2
--- m.rio	~17 05/48 25	MP596C Seq. Maratá	VAC	G3	2.20	1.99 ^{#2}	2.58	.511882 .000020	.1445	9.2	38.3	-.27	-14.7	-10	.69 Rb/Sr .733 _d	426	2
--- dio	~18 30/47 55 sul de Catalão	PDD (Perdizes)	BAS	Ha	1.08 0.03	1.64 ^{#2} 0.02	1.43 0.02	.511870 .000020	.08839	12.60	86.20	-.55	-15.0	-4.6	.71 Rb/Sr .71188 _c	117	1
--- gnd	~18 30/47 55 sul de Catalão	RAG (Ribeirão Areado)	GTD	Hb	1.44 0.03		1.79 0.02	.511810 .000015	.10903	12.8	59.9	-.45	-16.2	-7.8	.71 Rb/Sr .71188 _c		1
--- m.bas	~18 30/47 55 sul de Catalão	AMB (Abadia)	BAS	Hc	1.96	1.91 ^{#2}	2.37	.511940	.1425	4.10	17.4	-.28	-13.6	-8.4	.71 Rb/Sr .71188 _c		1

anf	~18 30/47 55 sul de Catalão	RAX (Ribeirão Areado)	BAS	Hd	1.25	1.66 ^{#2}	1.88	.512250	.1495	4.50	18.2	-.24	-7.6	-.95	1.1 Rb/Sr .7035 _c	4.1	1
kim	18 18/47 49	TRX	UBA	J1	0.40		0.79	.512310	.07105	46.0	391.0	-.64	-6.4	-4.8	1 Rb/Sr .7044 _c	0.2	1
kim	18 18/47 49	TRX	UBA	J2	0.40		0.78	.512300	.06701	25.4	229.2	-.66	-6.6	-4.9	1 Rb/Sr .7044 _c		1
kim	18 18/47 49	TRX	UBA	J3	0.57		1.22	.512400	.13309	9.64	43.8	-.32	-4.6	-3.8	1 Rb/Sr .7044 _c		1
kim	18 32/47 48	LIM	UBA	J4	0.49		0.88	.512240	.07342	27.9	229.8	-.63	-7.8	-6.2	1 Rb/Sr .7049 _c		1
kim	18 32/47 48	LIM	UBA	J5	0.44		0.87	.512310	.08391	29.5	212.6	-.57	-6.4	-5.0	1 Rb/Sr .7049 _c	7.3	1
kim	18 32/47 48	LIM	UBA	J6	0.48		0.89	.512280	.08277	32.4	236.7	-.58	-7.0	-5.5	1 Rb/Sr .7049 _c		1
kim.p	18 32/47 48	JAP 60	UBA	J7	0.45		0.87	.512300	.08310	6.50	47.3	-.58	-6.6	-5.1	1 Rb/Sr c		1
kim.p	18 32/47 48	JAP 60	UBA	J8	0.43		0.83	.512300	.07682	7.00	55.1	-.61	-6.6	-5.1	1 Rb/Sr c		1
kim.p	18 32/47 48	JAP 60	UBA	J9	0.50		0.88	.512230	.07190	6.10	51.3	-.63	-8.0	-6.4	1 Rb/Sr c		1
kim.p	18 32/47 48	JAP 60	UBA	J10	0.53		0.92	.512230	.07845	6.50	50.1	-.60	-8.0	-6.5	1 Rb/Sr c		1
car	18 01/47 51	CAT.F	UBA	J11	0.44		0.88	.512320	.08738	46.7	323.2	-.56	-6.2	-4.8	1 Rb/Sr c		1
car	18 01/47 51	CAT.S	UBA	J12	0.53		1.02	.512210	.07306	53.1	439.5	-.63	-8.3	-6.8	1 Rb/Sr c		1
car	18 01/47 51	CAT.L	UBA	J13	0.47		0.88	.512270	.07826	28.2	217.9	-.60	-7.2	-5.7	1 Rb/Sr c		1

Obs.: a nota explicativa desta tabela encontram-se no anexo1.

TAB. 5.12-2A: ALTO RIO GRANDE																	
SPS /litol	coord./ (p.local.)	n.campo/ região	litolo gia	ident.	T _{chur} (GA) <small>Goldstein et al 1984</small>	T _{dm2} (GA)	T _{dm} (GA) <small>DePaolo -1981</small>	¹⁴³ Nd/ ¹⁴⁴ Nd	¹⁴⁷ Sm/ ¹⁴⁴ Nd	Sm ppm	Nd ppm	f	ε _{Nd} (0)	ε _{Nd} (t)	t(Ga) _{mét} Ri(fonte)	ε _{Sr} (t)	ref
259 m.ton	22 40/46 47	AIII - 69 / SP Andrelândia	GTD	I	1.83 0.05		2.18 0.04	.511749 .000024	.12299 .000007	5.064 .001	24.898 .013	-.37	-17.3	.10	.7 _{est}		nt

--- gns?	22 42/46 45	AMP / - SP Amparo	GTD	L1	2.65		2.85	.511102	.1090	---	---	-.45	-30.0	-14	1.42est .7048es	28	7
--- o.gns	22 37/46 41	A171A / SP S. Negra	GTD	L2	3.06		3.22	.510867	.1091	---	---	-.45	-34.5	-6.6	2.50 .703 _p	21	7

TAB. 5.12-2B: SOCORRO - GUAXUPÉ

247 gnl	21 22/46 24	GX-10A / MG Soc./Guaxupé	GNL	H1	1.53 0.06		1.89 0.04	.511795 .000031	.11283 .00020	24.54 .007	131.53 0.23	-.43	-16.4	-9.0	.7 _{est}		nt
257 man	21 46/46 21	CA 110B / MG Soc./Guaxupé	GTD	H2	0.92 0.05		1.41 0.04	.512175 .000026	.12008 .00064	12.89 .07	64.198 .07	-39	-9.0	-2.2	.7 _{est}		nt
214 mz.grt		A 1208 / SP Morungaba	GTD	K1	1.23? 0.03	1.75 ^{#1}	1.55? 0.03	.511726 .000025	.08403 .00007	7.495 .003	53.933 .038	-.57	-17.8	-9.2	.60 _{est}		5
215 dio		A 515 / SP Morungaba	GTD	K2	1.60 0.04		1.92 0.03	.511674 .000023	.10511 .00007	11.794 .005	67.849. 034	-.47	-18.8	-12	.60 _{est}		5
--- mon	23 00/46 55	A-239 / SP Morungaba	GTD	K3	1.27? .07	1.80 ^{#1}	1.57? .05	.511660 .000050	.07931	6.4	48.8	-.60	-19.1	-10	.59 _{Rb/Sr} .7065 _e	37	4
--- mon	22 57/46 56	A - 79 / SP Morungaba	GTD	K4	1.91 .10		2.23 .07	.511670 .000050	.11979	8.3	41.9	-39	-18.9	-13	.59 _{Rb/Sr} .7065 _e	37	4
--- mon	22 50/46 50	A - 18 / SP Morungaba	GTD	K5	1.73 .07		2.04 .05	.511610 .000040	.10660	11.0	62.4	-.46	-20.1	-13	.61 _{Rb/Sr} .7072 _e	49	4
--- mon	22 49/46 50	A 202 / SP Morungaba	GTD	K6	1.65 .02		1.95 .01	.511850 .000010	.09937	12.9	78.5	-.49	-20.6	-13	.61 _{Rb/Sr} .7072 _e	49	7
--- dio	22 52/46 56	A 696 / SP Morungaba	GTD	K7	1.66 .12		1.97 .09	.511640 .000070	.10502	9.1	52.4	-.47	-19.5	-13	.61 _{Rb/Sr} .7072 _e	49	4
--- mon	22 47/46 46	A - 962 / SP Morungaba	GTD	K8	1.56 .05		1.86 .04	.511610 .000030	.09623	16.9	106.2	-.51	-20.1	-12	.62 _{Rb/Sr} .7078 _e	58	4
--- grt	22 48/46 47	A - 1181 / SP Morungaba	GTD	K9	1.64 .04		1.93 .04	.511510 .000030	.09231	17.6	115.3	-.53	-22.0	-14	.62 _{Rb/Sr} 7078 _e	58	4
--- grt	22 47/46 47	A - 973 / SP Morungaba	GTD	K10	1.85 .09		2.14 .07	.511560 .000050	.10793	7.8	43.7	-.45	-21.0	-14	.62 _{Rb/Sr} .707 _e	46	4
--- ton	23 01/46 29	CT 17 / SP Brag. Paulista	GTD	N	1.65		1.96	.511635	.1043	---	---	-.47	-19.6	-9.8	0.83 .7098 _f	89	7
533 grt	22 08/46 44	PH-143/ (SP) Pinhal	GTD	O	1.17 0.04		1.54 .03	.511889 .000028	.09934 .00008	7.989 0.003	48.631 0.021	-.49	-14.6	-6.5	0.65 _{est}		9
534 mon	22 09/46 24	SC 337 (SP) Sta R. Caldas	GTD	P1	1.16 0.04		1.55 0.03	.511936 .000025	.10462 .00010	10.287 .006	59.462 .028	-.47	-13.7	-6.1	0.65 _{est}		9

535 grt	22 10/46 27	SC 347 (SP) Sta R. Caldas	GTD	P2	1.00 0.03		1.32 0.03	.511841 .000026	.07493 .00010	3.157 0.004	25.478 0.013	-.62	-15.5	-5.5	0.65 _{est}		9
462 sie	22 00/46 24	PB8A Pedra Branca	GTD	Q	1.20 0.05		1.56 0.04	.511854 .000031	.09735 .00008	33.356 0.019	207.19 0.13	-.51	-15.3	-7.1	0.65 _{est}		9
461 sie	21 51/46 18	CA 369B Capituba	GTD	R1	1.29 0.05		1.62 0.04	.511786 .000030	.09583 .00009	18.320 .012	115.61 .08	-.51	-16.6	-8.3	0.65 _{est}		9
460 sie	21 49/46 19	CA957 Capituba	GTD	R2	1.39 .04		1.72 0.03	.511754 .000025	.09975 .00008	13.699 .008	83.044 .044	-.49	-17.2	-9.2	0.65 _{est}		9
715	Diana dados inéd.	P1-41-c Piracaia	GTD	S	1.23 0.04		1.57 0.03	.511817 .000027	.09482 .00005	10.583 0.003	67.490 0.026	-.52	16.0	-8.2	0.6 _{est}		8
555 anf	"	Dpi230a / Nazaré Paul.	BAS	T1	1.10 0.0	1.45 ^{#2}	1.70 0.04	.512250 .000019	.14289 .00007	7.933 .002	33.573 0.015	-.27	-7.6	-2.8	0.6 _{Rb/Sr} .724 .69 _{Sm/Nd}	297	8
551 grt	"	Dpi230b-2 / Nazaré Paul.	GTD	T2	2.26 0.07	2.05 ^{#2}	2.61 0.05	.511802 .000026	.14057 .00010	5.093 .002	21.909 .012	-.29	-16.3	-12	0.6 _{Rb/Sr} .724 .69 _{Sm/Nd}	297	8
548 grt	"	Dpi 230b-1 / Nazaré Paul.	GTD	T3		2.16 ^{#2}	2.68 0.04	.511711 .000023	.13731 .00010				-18.1		0.6 _{Rb/Sr} .724 .69 _{Sm/Nd}	297	8
559 anf	"	DPI212-br	BAS	T4	0.13 0.13	1.03 ^{#2}	1.16 0.08	.512602 .000035	.15574 .00016	4.286 .003	16.641 0.013	-.21	-7	2.6	.63 _{Sm/Nd}		8
vul.	Silvio	Guaxupé	UBA	U			~.57	.512607 .000061	.09467 .00005								4

Ver nota explicativa da tabela no anexo1

ref. para as idades Rb/Sr: b = Tassinari 1983, b* = Tassinari 1983 recalculado para este trabalho, c= Bizzi 1993, d = Pimentel et. al. 1992, e = Vlach 1993, f = Tassinari 1988, g = Pimentel dados inéditos.

ref. para dados isotópicos Sm/Nd: nt = neste trabalho, 1 = Bizzi 1993, 2 = Pimentel et. al, 1992, 3= Pimentel dados inéditos, 4 = Vlach 19935 = Vlach (inédito), 7= Tassinari e Sato 1996, 8=Ragatky (dados inéditos),9 = Janasi 1997. Obs : idades modelos recalculados para este trabalho.

idades modelo em estágio duplo onde # 1 --> T2 = t e $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$ = .1; #2--> T2 = t e $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$ = .11

5.13 - FRAGMENTOS CRATÔNICOS LUIS ALVES E RIO DE LA PLATA E BLOCOS TAQUAREMBO E SÃO GABRIEL

5.13-1 -SÍNTESE GEOLÓGICA:

FRAGMENTO CRATÔNICO LUIS ALVES: A fig. 5.13-1, base deste trabalho, mostra a compartimentação tectônica dos Fragmentos Cratônicos Luis Alves e Rio de La Plata e suas regiões marginais.

O Domínio Luis Alves (fig.5.13-2) é representado, em parte, por rochas de alto grau metamórfico, tendo como litotipo principal gnaisses-granulíticos, de composição tonalito-granodiorítica, com frequentes variações a granulitos básicos. Inclui seqüências de natureza básica e ultrabásica, que em alguns locais, a exemplo de Barra Velha, Piên e Tijucas do Sul constituem a litologia predominante. A maior expressão, em área, desse domínio, ocorre na porção meridional (Luis Alves, Blumenau, Barra Velha, Joinville, Jaraguá do Sul e São Bento do Sul), onde também se concentram a grande maioria dos trabalhos publicados. Esses terrenos parecem se estender para nordeste (Siga Jr., 1995) rumo a Morretes e Serra Negra, atingindo o Maciço de Itatins, onde ocorrem como uma estreita faixa afilada, entre os Domínios Curitiba e Paranaguá.

A extensão desse segmento para SW, envolvendo os Blocos São Gabriel e Taquarembó (no Rio Grande do Sul) e o Bloco Flórida (no Uruguai), integrando o Cráton Rio de La Plata, foi proposta por Fragoso César (1991). Os dados gravimétricos, no entanto, (Hallinan et. al, 1993) indicam a continuidade do Domínio Luis Alves para SW, apenas até a latitude aproximadamente 29°, onde a continuidade seria interrompida por anomalia negativa E-W, não caracterizando sua ligação com os demais terrenos a sul.

Os dados Rb-Sr, U-Pb (zircões e monazitas analisados no método convencional e em SHRIMP), e Pb-Pb indicam terrenos formados no Arqueano (2,8 - 2,5Ga) e no Paleoproterozóico (2,2 - 1,9Ga). Os dados K-Ar (2,0 a 1,7Ga) sugerem que grande parte desses

terrenos encontravam-se relativamente frios, abaixo de 200°C no Neoproterozóico, representando possivelmente, nessa época, uma série de fragmentos continentais (microcontinentes).

FRAGMENTO CRATÔNICO RIO DE LA PLATA: Não há dados Sm-Nd nesta região, mas os dados Rb-Sr em rochas do complexo granito-gnáissico da região ocidental do Uruguai, obtidos recentemente por Cingolani et. al (1997), indicaram idades relativas ao Ciclo Transamazônico em seis isócronas, entre 2.15 e 1.90Ga, com razões iniciais todas inferiores a 0.702. Devido a baixa razão inicial registrada nestas rochas sugere-se para a crosta continental deste setor uma derivação direta do manto superior, durante o Paleoproterozóico.

BLOCOS TAQUAREMBÓ e SÃO GRABIEL : Entre os fragmentos cratônicos Luis Alves (SC) e Rio de La Plata (Uruguai) ocorrem terrenos gnáissicos-migmatíticos, de médio a alto grau, denominados informalmente de Blocos Taquarembó e São Gabriel (fig. 5.13-3). Esses blocos foram considerados, em diversos trabalhos, parte integrante do Craton Rio de La Plata, por se tratarem de rochas formadas em épocas pré-brasilianas. Outras denominações de cunho geotectônico foram sugeridas, tais como embasamento de faixa móvel e borda cratônica reativada (Fragoso Cesar, 1991), função do maior ou menor envolvimento frente a Orogênese Brasileira.

O Bloco São Gabriel (fig. 5.13-3A), foi definido originalmente por Jost e Hartmann (1984) e redefinido por Naumann et. al. (1984) para reunir os corpos rochosos aflorantes na porção NW do Escudo Sul Rio-Grandense. O seu contato oriental, com o Cinturão Dom Feliciano, se faz através de uma zona de cisalhamento parcialmente coberta pelas molassas da Bacia de Camaquã, e, o contato S-SW, com os terrenos do Bloco Taquarembó, através de outra zona de cisalhamento de Ibaré. Possui internamente exposições de rochas do embasamento antigo e compõe-se de corpos básicos-ultrabásicos (interpretados como possíveis ofiolitos), ortognaisses cálcio-alcálicos e metavulcano-sedimentares (representantes de um suposto arco de ilhas intra-oceânico obductado sobre uma margem continental oriental). Em adição, os granitos de cálcio-alcálicos a shoshoníticos (São Sepé, Caçapava, Lavras, etc.) associados, são admitidos como representantes de um complexo orogênico cordilherano autóctone, não metamórfico e pouco deformado, típicos de raiz de arco magmático com polaridade dirigida para a leste, aos quais associam-se, ainda, sedimentos e vulcânicas desenvolvidas em uma bacia de retro-arco (Fragoso César, 1991).

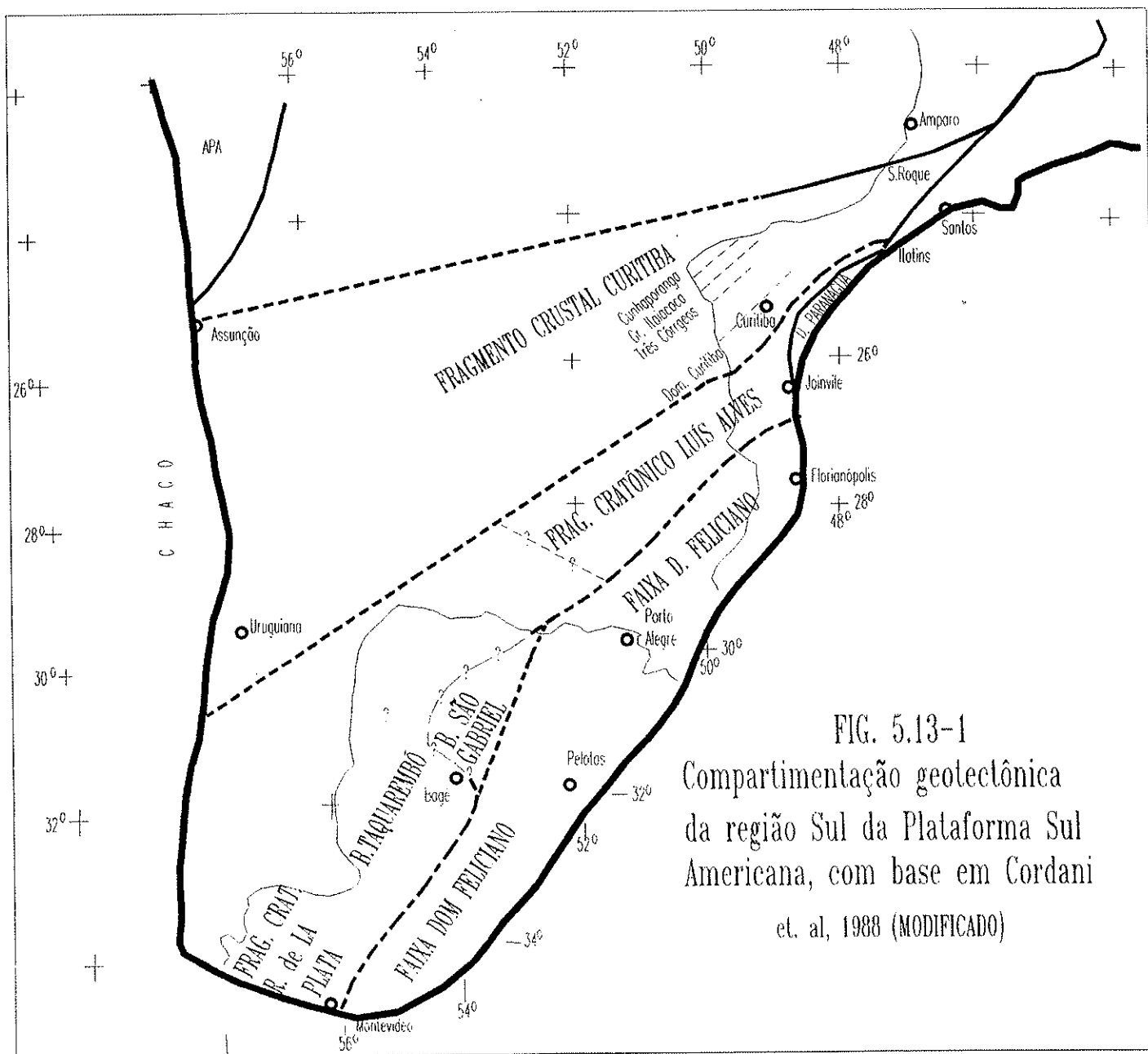
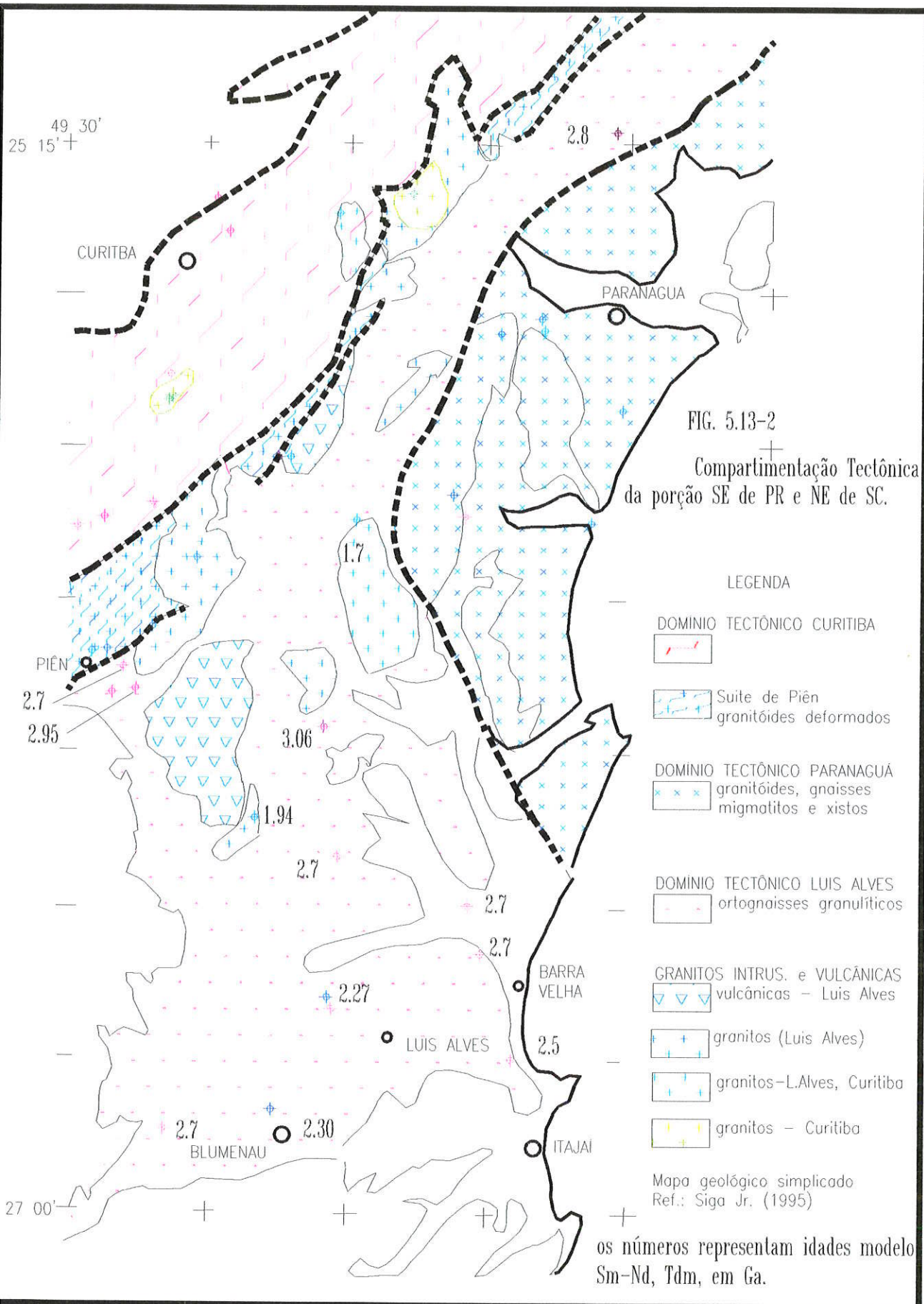
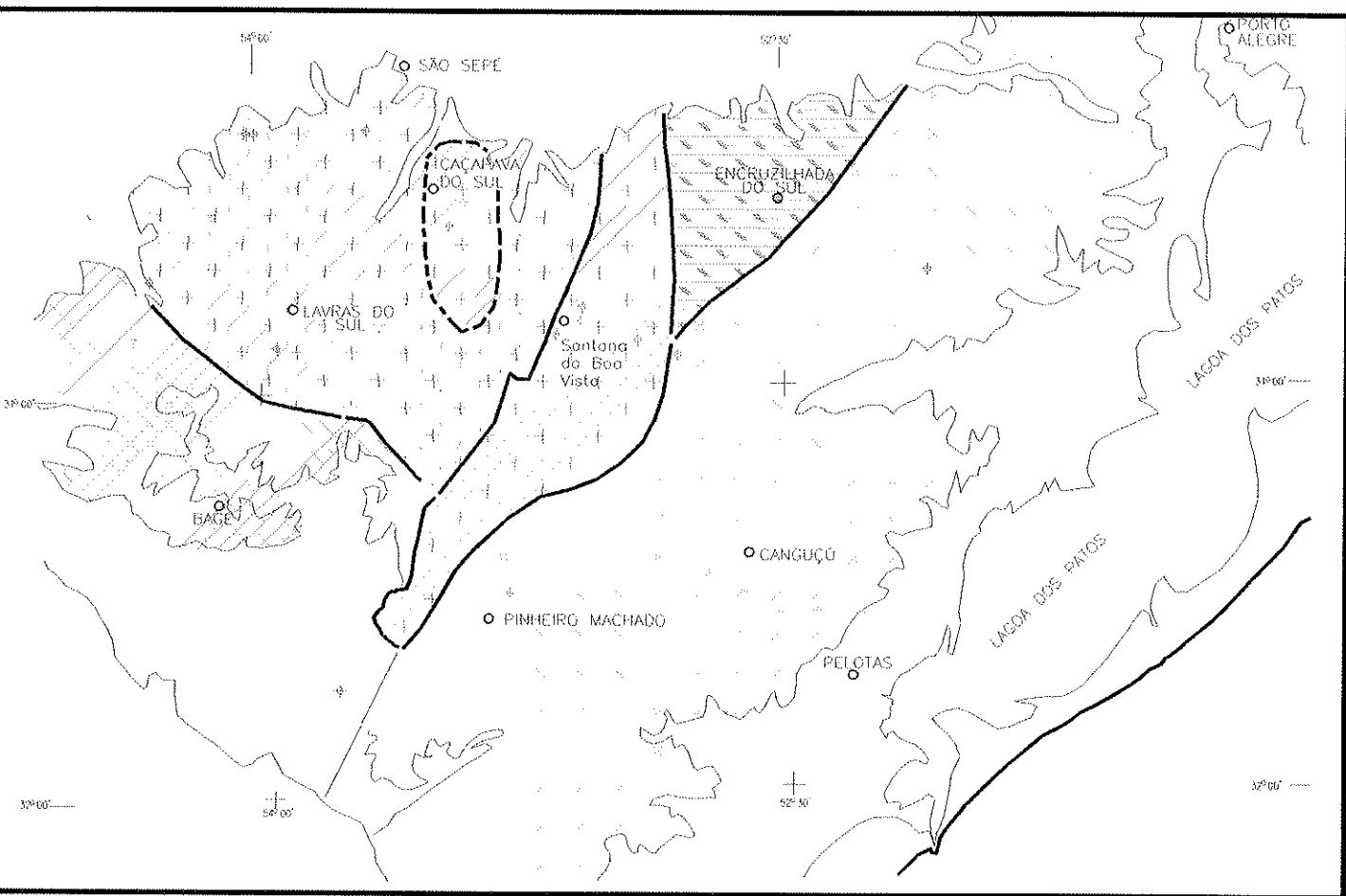
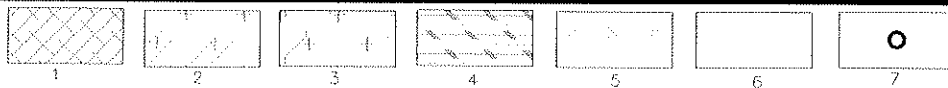


FIG. 5.13-1
 Compartimentação geotectônica
 da região Sul da Plataforma Sul
 Americana, com base em Cordani
 et. al, 1988 (MODIFICADO)





LEGENDA :



- | | | |
|---|-----------------------------|-------------------------|
| 1 - GRANULITOS DA REGIÃO DE BAGÉ. Idm: 3,2 A 2,6Ga. | - FRAG. CR RIO DE LA PLATA? | - BLOCO TAQUAREMBO |
| 2 - GNAISSES DE SANTANA DO BOA VISTA. Idm: 2,66 A 1,9Ga | - FAIXA TIJUCA | - CINTURÃO D. FELICIANO |
| BATHOLITO DE CAÇAPAVA DO SUL. Idm: 2,5 A 2,2Ga (granodiorito e menzograno). | | BLOCO SÃO GABRIEL |
| 3 - VILA NOVA - LAVRAS DO SUL - CORPOS META BÁSICO-ULTRABÁSICOS. Idm: 1,35 A 0,75Ga | pico em 0,9Ga. | |
| 4 - BATÓLITO ENCRUZILHADA DO SUL | | CINTURÃO D. FELICIANO |
| 5 - BATÓLITO DE PELOTAS - CORPOS GRANÍTICOS SU-ALCALINOS. Idm: 2,0 A 1,3Ga | | |
| 6 - COBERTURAS. | | |
| 7 - PRINCIPAIS CIDADES | | |

FIGURA: 5.13-3A MAPA GEOLÓGICO SIMPLIFICADO DO ESCUDO DO RIO GRANDE DO SUL.

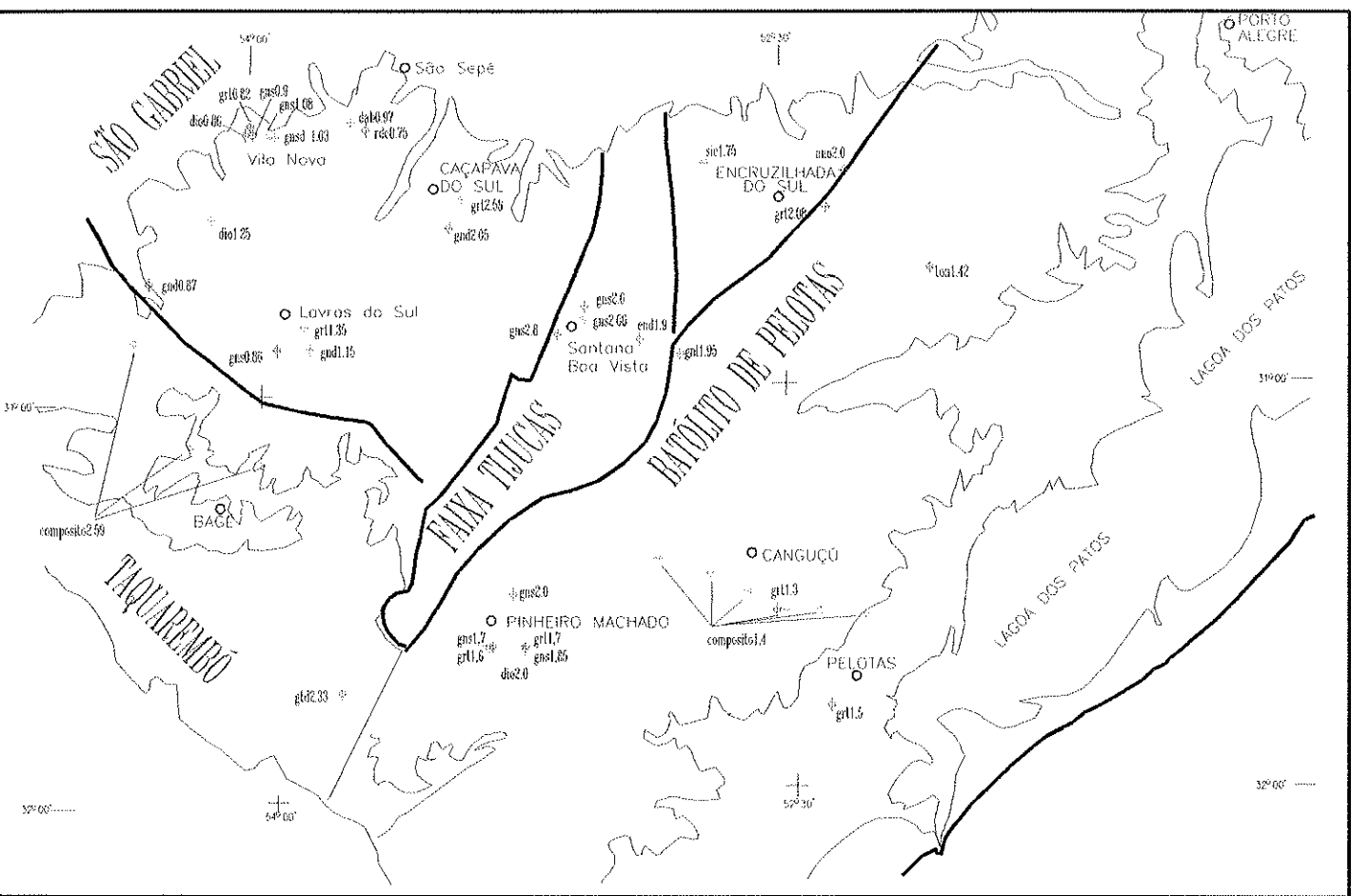


Fig.5.13-3B principais cidades citadas e localização aproximada das amostras analisadas pelo método Sm-Nd. no Escudo do Rio Grande do Sul.

LITOLÓGICAS anc= anortosito, dio = diorito, end = enderbito, gns= gnaisse, gnl= granulito, grt = granita, gtd = granitóide, gab = gabro
 gnd = granodiorito, rdc = riodacite, sie = sienite, ton = tonalite

Os numeros após a litologia representam idades Sm-Nd (1dm) em Ga.

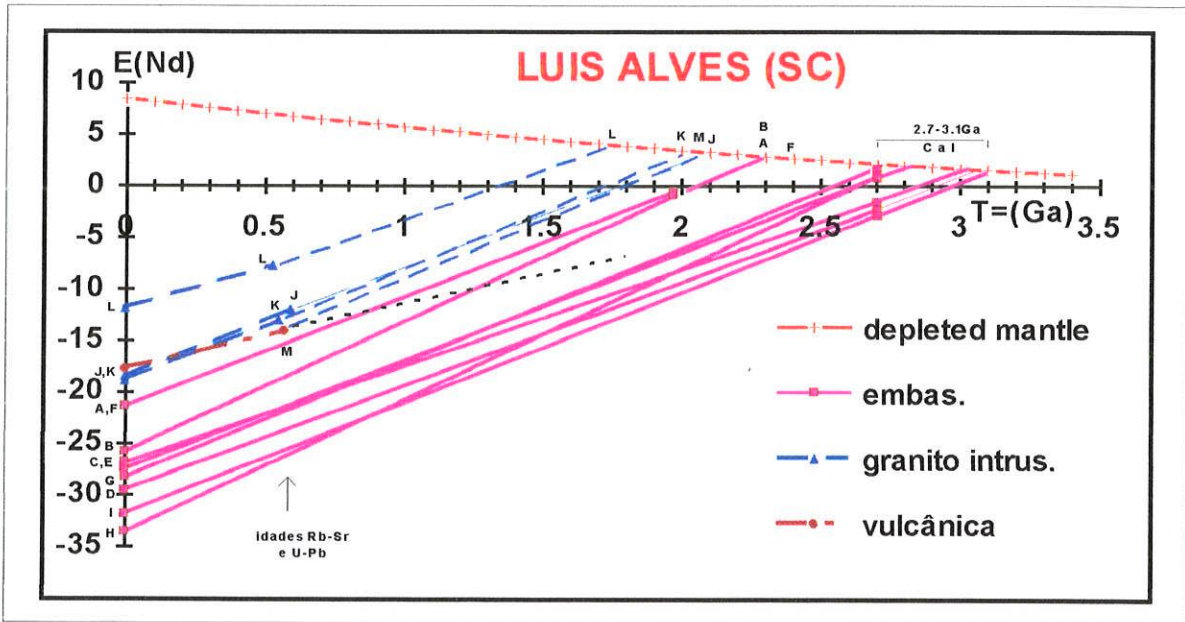


Fig. 5.13-4: Diagrama de evolução isotópica ϵ_{Nd} versus tempo geológico T(Ga) do fragmento cratônico Luis Alves. Os dados isotópicos encontram-se na tabela (5.13-1).

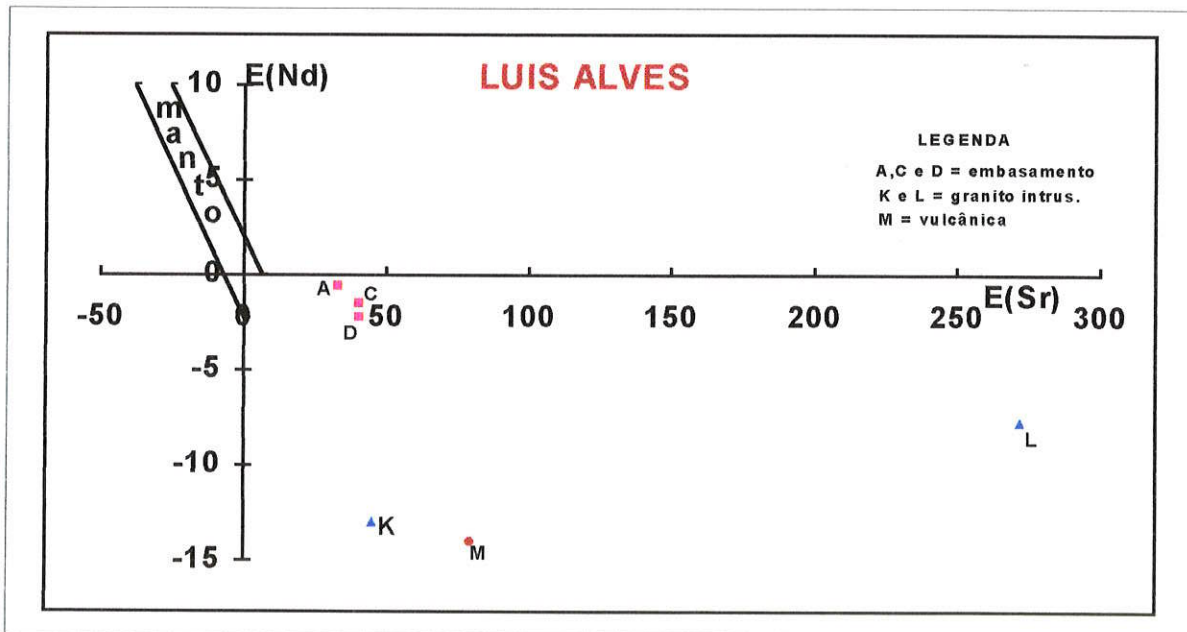


Fig. 5.13-5: Diagrama $\epsilon_{Sr-RI}(t)$ versus $\epsilon_{Nd}(t)$ com dados baseados na tab. 5.13-1.

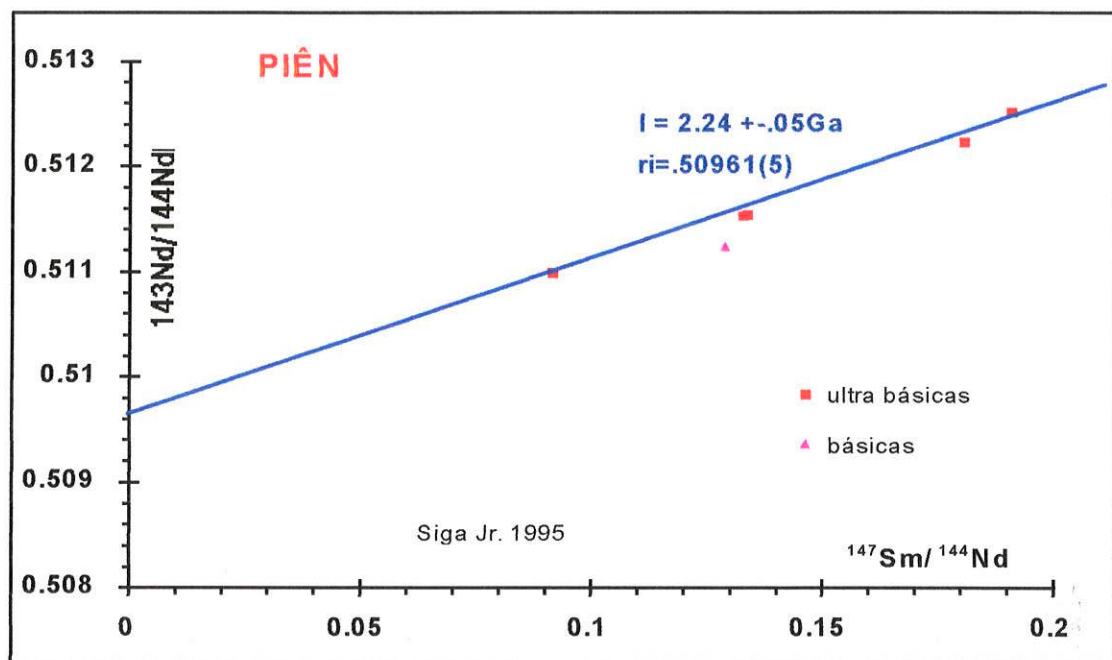


Fig. 5.13-6: Diagrama isocrônico Sm-Nd (RT) das amostras ultrabásicas localizadas próxima à cidade de Piên.

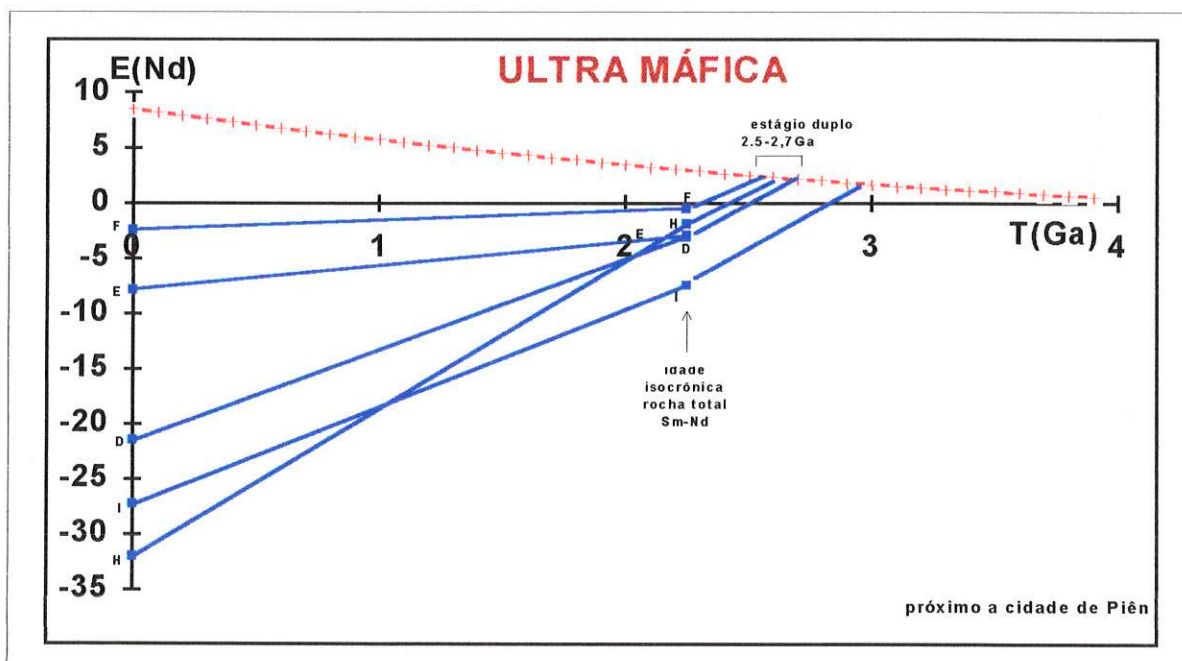


Fig. 5.13-7: Diagrama de evolução isotópico ϵ_{Nd} versus tempo geológico T(Ga) das rochas ultrabásicas do Piên - Domínio Luis Alves. Os dados isotópicos amostras encontram-se na tabela (5.13-1). Linhas de evolução isotópica de Nd convergem em 2.2Ga e a regressão em estágio duplo interceptam a curva do manto DM entre 2.5 e 2.7Ga. A linha I (rocha básica) indica uma evolução diferente em relação ao demais podendo ser fontes distintas.

5.13-2 - IDADES MODELO Sm-Nd, T_{DM}

GENERALIDADES - As tabelas 5.13-1 e 5.13-2 reúnem os dados Sm-Nd e as coordenadas geográficas das amostras datadas do fragmento cratônico Luis Alves e dos Blocos Taquarembó e São Gabriel. Nas figs. 5.13-2 e 5.13-3B encontram-se representadas as localizações aproximadas dessas amostras.

FRAGMENTO CRATÔNICO LUIS ALVES - As idades modelo Sm-Nd relativas aos terrenos gnássicos-granulíticos deste setor distribuem-se em dois intervalos principais, entre 3.1 e 2.7Ga e entre 2.3 e 1.7Ga, caracterizando para os protólitos dessas rochas acreções do manto durante o Arqueano e o Paleoproterozóico (tab. 5.13-1). Os maciços graníticos de natureza alcalina e peralcalina, intrusivos nesses terrenos no Neoproterozóico (Ciclo Brasileiro), indicam para os materiais fontes derivação direta do manto durante o Paleoproterozóico. A figura 5.13-4 ilustra os principais épocas de acreção de material do manto e de formação desses terrenos.

No diagrama $\epsilon_{Sm}(t)$ e $\epsilon_{Nd}(t)$, fig. 5.13-5, observam-se os protólitos das amostras A, C e D, cujo tempo de residência crustal foi relativamente curto ($<0,5$ Ga). Por outro lado os granitos intrusivos (K e L) bem como a vulcânica (M), situam-se distantes da origem, sugerindo vida crustal relativamente longa para os seus protólitos.

Próximo aos limites dos Domínios Curitiba e Luis Alves (região de Piên-Tijucas do Sul), ocorrem rochas básicas e ultrabásicas, interpretadas por Basei et. al., (1992) e Machiavelli (1992) como prováveis ofiolitos, relacionados à evolução e consequente colisão desses dois blocos no Neoproterozóico. Os dados Sm-Nd em rocha total forneceram idade isocrônica de 2,24Ga ($RI=0,5091$; $\epsilon_{Nd}=-2,46$; fig.5.13-6), interpretada por Siga Jr (1995), representando o metamorfismo de alto grau impresso nessas rochas. Os dados geoquímicos relativos a essas rochas básicas e ultrabásicas indicaram que pode ter ocorrido durante o metamorfismo um certo grau de fracionamento entre Sm-Nd. A idade modelo com evolução isotópica de Nd em estágio único, regredindo até a curva do manto tipo DM, não teria significado geológico, pois resultaria numa enorme discordância entre os valores das idades T_{DM} . Por outro lado, se calcularmos as idades T_{DM} com o modelo de evolução isotópica de Nd em estágio duplo, admitindo-se a razão $^{147}Sm/^{144}Nd = 0,11$ para o estágio primário e $T_2=2,24$ Ga, as idades T_{DM} (aparentes) distribuíram-se em torno de $2,63 \pm 0,07$ Ga com razoável concordância (tabela 5.13-1 e fig.5.13-7). A única exceção foi a rocha básica, que parece ser mais antiga que 2.9Ga, e cuja fonte parece ser distinta

das demais rochas de natureza ultrabásica, provavelmente mais antiga que 2,9Ga. Uma interpretação alternativa quanto á origem das rochas ultrabásicas seria considerar a derivação das mesmas diretamente de um manto litosférico enriquecido (EM), durante o Paleoproterozóico (2,24Ga).

A figura 5.13-8 apresenta o diagrama isocrônico Sm-Nd em minerais (clinopiroxênio, anfibólio, esfeno, microclínio e allanita) concentrados de rocha gnássico-granulítica, localizada nas proximidades de Barra Velha. A isócrona resultante marca, para a formação dessa paragênese a idade de 2,26±0,67Ga (Hartman et. al., 1995, in: Siga Jr. 1995). O valor de ϵ_{Nd} da razão inicial mostra-se positivo (+0,29), sugerindo derivação direta de um manto litosférico enriquecido (EM). Se considerarmos o material como diferenciado de um manto tipo DM, o intervalo de tempo entre acreção e formação da rocha teria sido relativamente curto. Isto pode ser visualizado através das linhas de evolução isotópica do ϵ_{Nd} no tempo geológico T(Ga) que convergem muito próximo da curva do manto (fig. 5.13-9). As idades modelo T_{DM} dos minerais apresentam boa concordância, demonstrando significado geológico, mesmo que tenham sofrido variado grau de fracionamento na razão Sm-Nd (tab 5.13-1).

CRATON RIO DE LA PLATA - Até o presente, não há dados Sm-Nd disponíveis para o Craton Rio de La Plata.

BLOCO TAQUAREMBÓ - As idades modelo Sm-Nd relativas às rochas gnássico-migmatíticas e granitóides pertencentes ao Bloco Taquarembó indicam para os protólitos dessas rochas épocas de derivação do manto no Arqueano (2.9 a 2.6Ga) e no Paleoproterozóico (2.3 a 1.9 Ga), (fig. 5.13-10).

BLOCO SÃO GABRIEL - Os dados Sm e Nd relativos às rochas granodiorítico-tonalíticas e aos corpos básicos, localizados entre São Sepé , Vila Nova e Lavras do Sul, quando incluídos em diagrama de evolução isotópica ϵ_{Nd} versus tempo geológico (fig. 5.13-11), indicam um super-evento de acreção de materiais juvenís entre o final do Mesoproterozóico e o início do Neoproterozóico (1,35 a 0,85Ga; tab. 5.13-2). Trata-se de rochas cujas idades Rb-Sr (RT) e U-Pb (zircões) distribuem-se entre 0,7 e 0,5Ga, formadas, portanto, no Neoproterozóico (Ciclo Orogênico Brasileiro). Os valores de ϵ_{Nd} (t), quando calculados para a idade de cristalização, posicionaram-se entre as curvas CHUR e DM, indicando para o protólitos dessas rochas

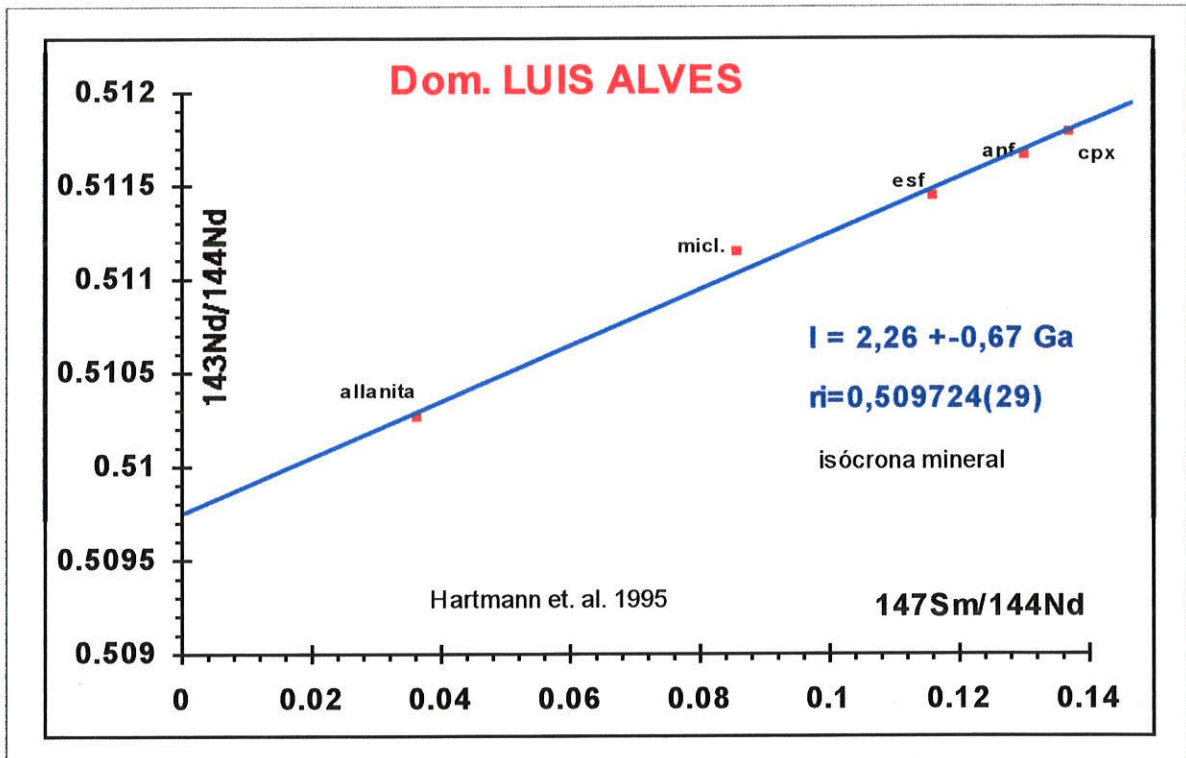


Fig. 5.13-8: Isócrona mineral Sm-Nd (concentrados em allanita, micoclíneo, eseno, anfóbio e clinoproxênio).

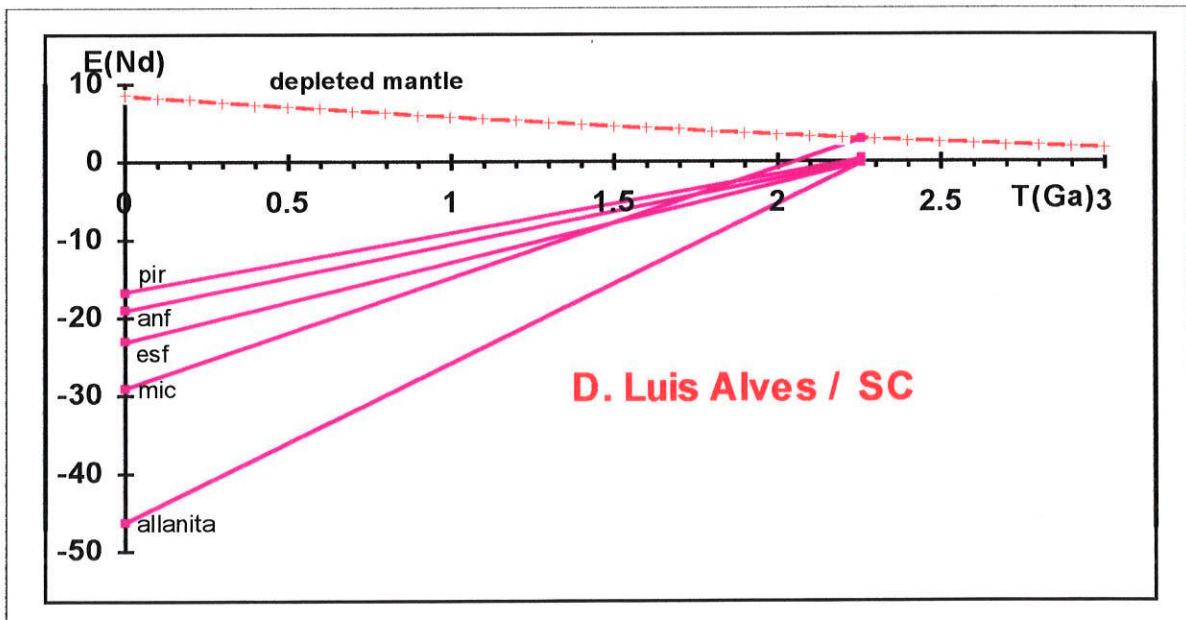


Fig. 5.13-9: Diagrama de evolução isotópica ϵ_{Nd} versus tempo geológico $T(\text{Ga})$ dos minerais separados da rocha granulítica. Os dados isotópicos encontram-se na tabela (5.13-1). As linhas de evolução isotópica regredindo (em estágio único de Nd) convergem muito próximos às curvas do mantos CHUR e DM, tendo assim idades T_{dm} dos minerais relativamente concordante (2,5 a 2,3Ga) sugerindo que o evento de diferenciação mantélica não estaria muito longe deste intervalo.

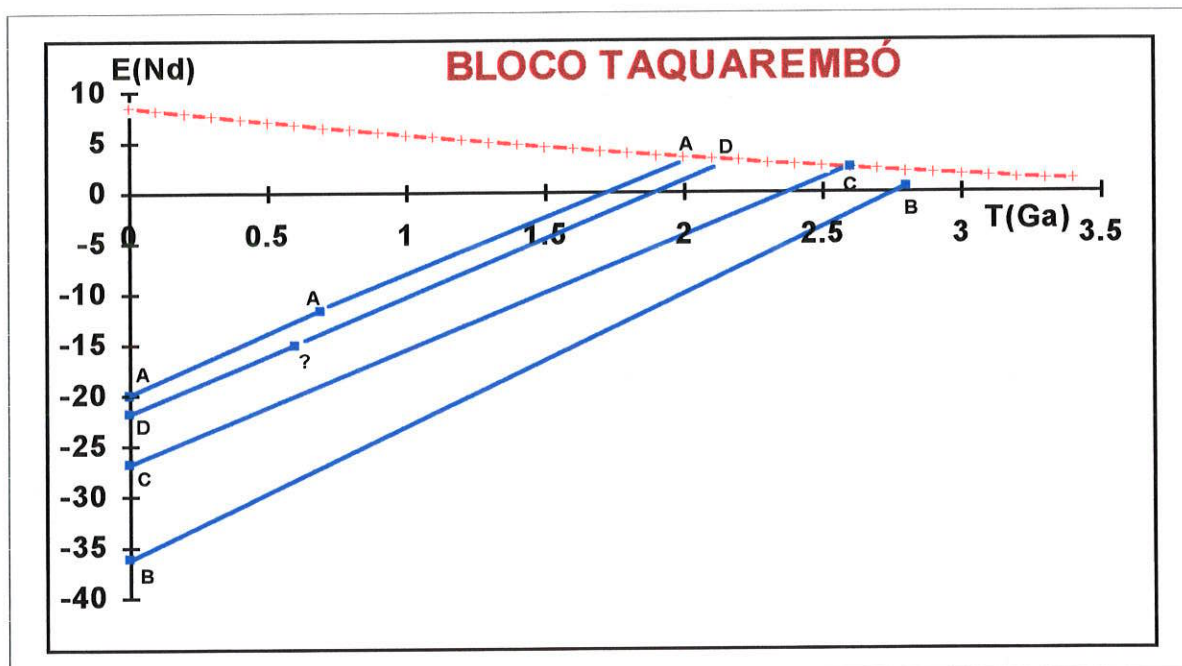


Fig. 5.13-10: Diagrama de evolução isotópica ϵ_{Nd} versus tempo geológico T(Ga). Os dados isotópicos das amostras encontram-se na tabela 5.13-2. Linhas de evolução isotópica de Nd regredindo até a curva do manto superior (DM) indicam idades T_{dm} arqueanas e paleoproterozóicas (linha de evolução A= região de Uruguai; B,C e D = região de Bagé (RS)).

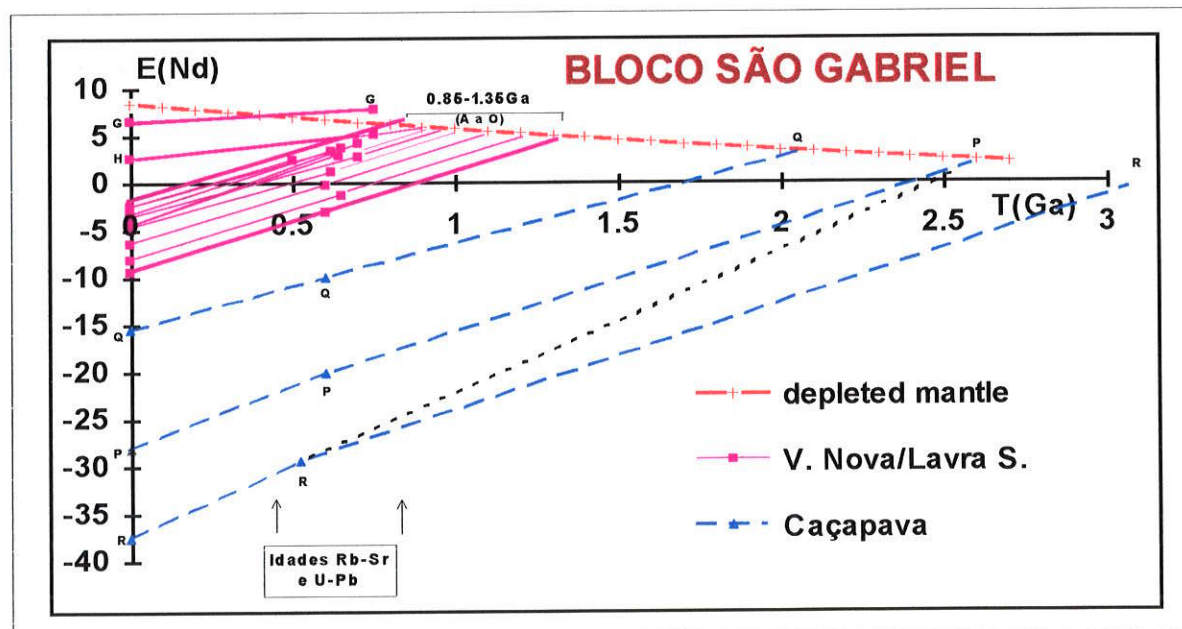


Fig. 5.13-11: Diagrama de evolução isotópica ϵ_{Nd} versus tempo geológico T(Ga) dos granitóides formados no Ciclo Orogênico Brasileiro onde as idades Rb-Sr e U-Pb assinaladas com a seta variaram entre 0,75 a 0,5Ga. Os dados isotópicos das amostras encontram-se na tabela 5.13-2. Linhas de evolução isotópica de ϵ_{Nd} (linhas tracejadas P, Q e R - granitóides de Caçapava do Sul) regredindo até a curva do manto superior (DM) indicaram idades T_{DM} Arqueanas a Paleoproterozóicas. A linha pontilhada R representa a evolução em estágio único. As linhas de evolução isotópica ϵ_{Nd} da região Vila Nova - São Sepé (linhas contínuas), regredindo em estágio único até a curva DM, indicaram eventos de acreção juvenil entre Meso-Neoproterozóica.

intervalo de tempo relativamente curto de residência crustal (fig. 5.13-11), ou então derivação direta de manto litosférico enriquecido. No diagrama $\epsilon_{Nd}(t)$ versus $\epsilon_{Sr}(t)$ observa-se que as rochas de número de campo ESJ-05, RG273B e ESJ - G1 (amostras A, B e C, fig. 5.13-12), tem seus pontos posicionados próximos à origem, sugerindo fontes tipo crustal, ou manto litosférico enriquecido, corroborando com a interpretação acima proposta.

Os terrenos pertencentes ao Bloco São Gabriel mostram para os seus protólitos idades Meso-Neoproterozóicas, distintas das observadas para os fragmentos cratônicos Luis Alves (SC) e Rio de La Plata (Bloco Florida - Uruguai) cujos valores referem-se ao Arqueano e Paleoproterozóico, descaracterizando portanto, uma continuidade física entre tais segmentos.

Os granitóides da região de Caçapava do Sul apresentam padrão de evolução isotópica $\epsilon_{Nd}(t)$ distinto dos terrenos localizados entre Vila Nova e São Sepé (fig. 5.13-11, linhas tracejadas com triângulos, pontos P, Q e R). Trata-se de granitóides formados no Neoproterozóico (Ciclo Brasileiro) cujos protólitos diferenciaram-se do manto empobrecido (DM) entre o Arqueano e o Paleoproterozóico (3 a 2Ga). Tais dados mostram-se similares aos observados para os granitóides da região de Santana de Boa Vista na Faixa Tijuca (RS).

A amostra R poscionou-se no terceiro quadrante (fig. 5.13-12), e parece ter sofrido processo de fracionamento químico anormal entre Sm e Nd onde " $f = -0,65$ " (o normal estaria em torno de $-0,4$). A linha pontilhada da fig. 5.13-11 representa a evolução isotópica de $\epsilon_{Nd}(t)$ de estágio único, obtendo-se idade T_{DM} de 2,56Ga (provável idade mínima) enquanto que para estágio duplo a idade aparente T_{DM} seria de 3,2Ga (provável idade máxima).

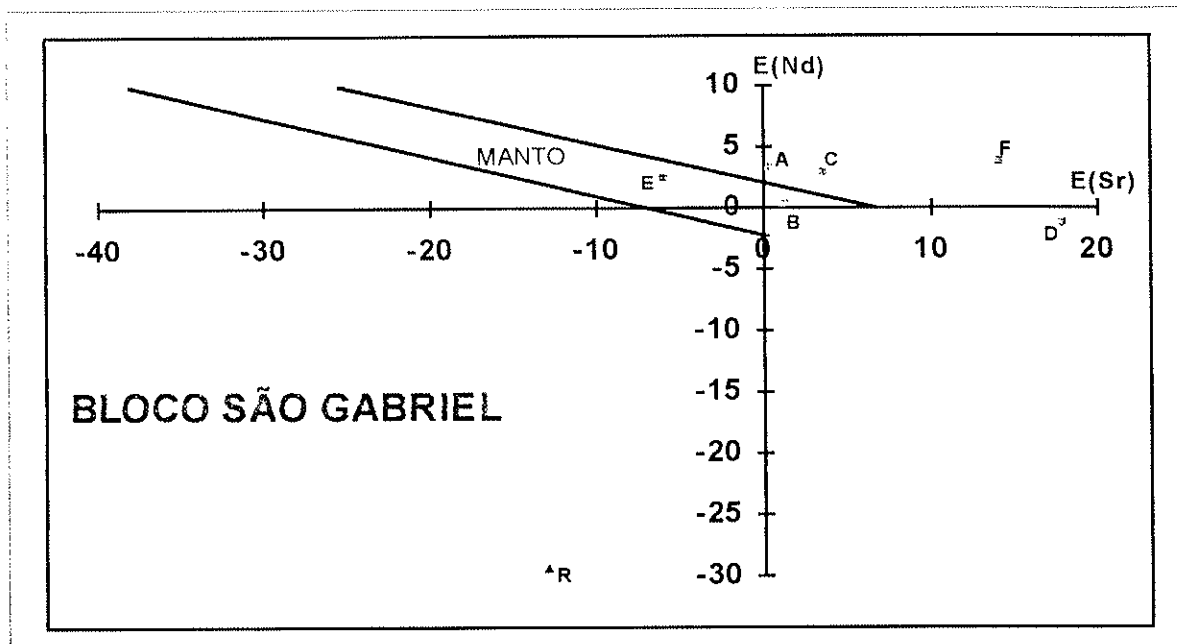


Fig. 5.13-12: Diagrama $\epsilon_{Sr-Ri}(t)$ versus $\epsilon_{Nd}(t)$ com dados baseados na tab. 5.13-2. Os pontos assinalados estão próximos da origem com valores de $\epsilon_{Nd}(t)$ ligeiramente positivos (exceto o ponto R, granito da Caçapava do Sul) e $\epsilon_{Sr}(t)$ também ligeiramente positivos para $t \cong 0,6Ga$, espalhados ao longo do eixo ϵ_{Sr} , sugerindo que a fonte (protólito) poderia ser do manto tipo litosférico enriquecido ou então de origem crustal mas com tempo residência relativamente curto.

5.13 - 3 - RESUMO PARCIAL - FRAGMENTO CRATÔNICO

LUIS ALVES:

- Fragmento cratônico Luis Alves - terrenos gnáissico-granulítico formados predominantemente no Arqueano com porções Paleoproterozóicas : T_{DM} entre 3,1 e 2,3Ga;
- Granitóides formados no Ciclo Brasileiro: T_{DM} Paleoproterozóicas (2,1 a 1,6Ga);
- Vulcânica formada no Ciclo Brasileiro : T_{DM} Paleoproterozóica (2,06Ga).

- Bloco Taquarembó - rochas gnáissico-granulíticas da região de Bagé (RS):

T_{DM} Arqueanas (3,2 a 2,6Ga).

- Bloco S. Gabriel - rochas básicas e granitóides de V. Nova - Lavras do Sul formadas no Ciclo Brasileiro - T_{DM} (Meso - Neoproterozóicas): 1,35 a 0,75Ga;
- Granitóides de Caçapava do Sul formado no Neoproterozóico - T_{DM} Paleoproterozóicas : (2,5 a 2,2Ga).

5.14 - FRAGMENTO CRUSTAL CURITIBA

5.14-1 - SÍNTESE GEOLÓGICA:

O fragmento Crustal Curitiba (Cordani et. al 1988) engloba a Faixa Apiaí, o Grupo São Roque, o Domínio Curitiba, bem como parte do embasamento da Bacia do Paraná (fig 5.13-1).

A Faixa Apiaí (Fragoso César 1991) ocupa a porção centro-oeste do assim chamado Escudo Paranaense, prolongando-se para nordeste e atingindo a porção meridional do Estado de São Paulo. É representada por uma complexa associação de rochas metassedimentares e metavulcânicas, estruturadas como nappes vergindo para SE e contendo intrusões batolíticas e stocks de granitóides diversos. Todo o conjunto se deixa seccionar por grandes falhamentos transcorrentes de direção predominantemente NE-SW.

Os terrenos pertencentes ao Grupo São Roque (Hasui et. al 1984) ocupam a porção SE do Estado de São Paulo e constituem um pacote metapelítico, metamorfizado na fácies xisto-verde (localmente anfíbolito), e afetado por inúmeros corpos graníticos intrusivos.

O Domínio Curitiba, fig. 5.13-1 e 5.13-2, (Siga Jr. 1995) ocupa a porção SE paranaense sendo limitado a noroeste, através de zonas de cisalhamento, pelas sequências metassedimentares da Faixa Apiaí. Predominam nele rochas gnáissico-migmatíticas do fácies anfíbolito, ocorrendo em sua borda meridional rochas granitóides de composição cálcio alcalina (Suíte de R. Piên, Machiavelli, 1992), de idade brasileira bem como rochas básicas-ultrabásicas.

5.14-2 - DADOS ISOTÓPICOS RELATIVOS AOS DOMÍNIOS DAS FAIXAS APIAÍ (PR) E SÃO ROQUE (SP)

No âmbito da faixa Apiaí, os dados Sm-Nd concentram-se nos Complexos Três Corregos e Cunhaporanga, cujas idades Rb-Sr indicam valores relativos ao Ciclo Brasileiro (figs. 5.14-1). As idades modelo Sm-Nd (T_{DM}) caracterizam o Paleoproterozóico como o principal período de acreção do manto, dos protólitos dessas rochas graníticas. As idades T_{DM} relativas aos granitóides do Complexo Três Corregos distribuíram-se entre 2,27 a 2,21Ga e as do Complexo Cunhaporanga entre 2,25 a 2,21Ga. (fig.5.14-2; dados isotópicos de Reis Neto, 1994; tab. 5.14-1).

A fig. 5.14-3 mostra a correlação geoquímica envolvendo as razões isotópicas iniciais de Sr versus Nd dessas rochas. Na figura observam-se os valores de $\epsilon_{Nd}(t)$ negativos e os de $\epsilon_{Sr}(t)$ positivos, quando reduzidos para o evento de cristalização (t_{Rb-Sr} , tabela 5.14-1), o que é típico de material originário de ambiente crustal.

Propositadamente foram plotados no diagrama 5.14-3, os dados de Sm e Nd relativos às rochas graníticas e granodioríticas pertencentes ao Domínio São Roque (SP). Trata-se de rochas que apresentam idades modelo predominantemente Paleoproterozóicas, muito similares às observadas para os Complexos Cunhaporanga e Três Córregos, fig.5.14-2. Dados recentes Sm-Nd obtidos por Ragatky (1997) em rochas graníticas desta região também indicam o Paleoproterozóico como o principal evento formador de crosta continental juvenil do setor e pequena parcela da crosta adicionada durante o Mesoproterozóico (tab. 5.14-1).

Os traçadores petrogenéticos $\epsilon_{Nd}(t)$ e $\epsilon_{Sr}(t)$ indicam processos de re-equilíbrio isotópico em ambiente crustal no Ciclo Orogênico Brasileiro (fig. 5.14-3), similares aos anteriormente observados.

Entre os Complexos Cunhaporanga e Três Córregos ocorre uma faixa de rochas metassedimentares e metavulcânicas, denominadas de Grupo Itaiacoca. Este grupo é constituído por quatro formações: Abapã, Serra dos Macacos, Bairro dos Campos e Água Clara, interpretadas como integrantes de uma margem continental do tipo passiva (fig. 5.14-1, Reis Neto 1994). Os dados isocrônicos Rb-Sr obtidos para rochas vulcânicas ácidas da Fm. Abapã são do Mesoproterozóico, com valores torno de $1,25 \pm 0,13$ Ga. As idades modelo Sm-Nd (T_{DM}) indicam valores do final do Arqueano e início do Paleoproterozóico ($2,65 \pm 0,15$ Ga) como relativos a eventos de acreção (manto-crosta continental) dos seus protólitos (fig.5.14-4e tabela 5.14-1). As rochas básicas (de natureza toleítica), pertencentes a Fm. Bairro dos Campos, bem como as rochas básicas da Fm. Água Clara apresentaram idades distribuídas entre 1,08 a 1,03 Ga (idades Rb-Sr, Pb-Pb e U-Pb), indicando novamente o Mesoproterozóico para a formação dessas sequências. Os dados Sm-Nd, T_{DM} , obtidos para as rochas básicas pertencentes à Formação Bairro dos Campos, quando interpretados através de modelo de evolução em estágio único, indicam para o seu evento de acreção valores entre 2,19 a 2,14 Ga. Embora os valores de “f” encontrem-se próximos de CHUR (-0,19 a -0,16, tabela 5.14-1), as idades T_{DM} mostram-se razoavelmente concordantes entre si. O mesmo não ocorre com as rochas básicas da Fm. Água Clara, onde as idades T_{DM} mostram-se discordantes (amostra O= 3,8 Ga e amostra N=1,96 Ga; tab. 5.14-1 e fig. 5.14-4). Utilizando-se a o modelo de estágio duplo para a amostra O, considerando-se a idade $t=1,08$ Ga para o evento que ocasionou o fracionamento e a razão $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd} = 0,134$

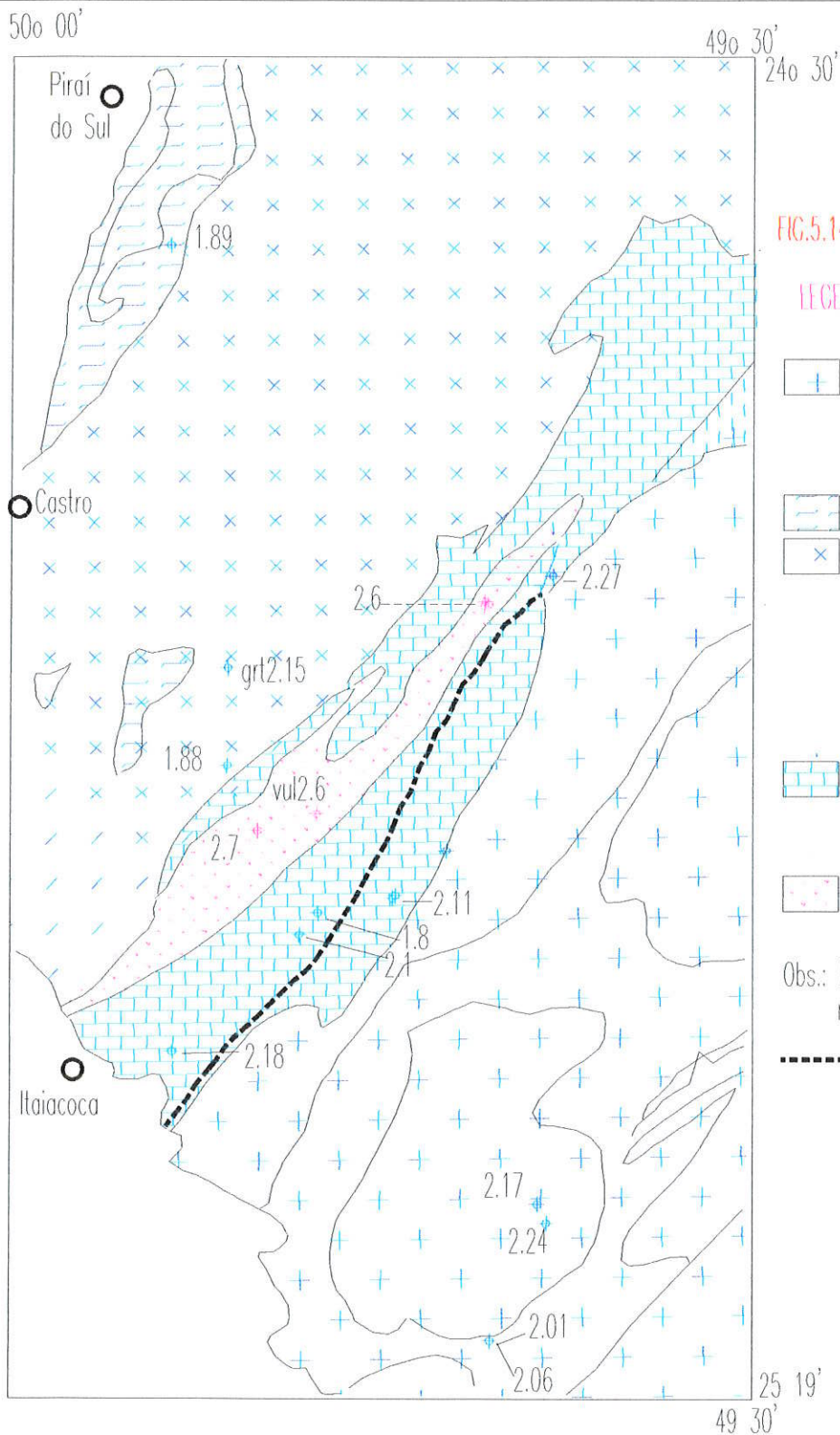





FIG.5.14-1 FAIXA ITAIACOCA

LEGENDA

-  Compl. Três Córregos granitos e gnaisses Tdm=2,27 a 2,1Ga
-  Compl. Cunhaporanga gnaisses
-  granitos Tdm=2,25 a 1,6Ga

GRUPO ITAIACOCA

-  Formações B.Campos Agua Clara, S.Macacos meta dolerito e anfib. Tdm=2,0 a 1,6Ga
-  Formação Abapã meta-vulcânica Tdm=2,8 a 2,6Ga

Obs.: litologia relativa às rochas datadas

----- falha de Itaipapuã

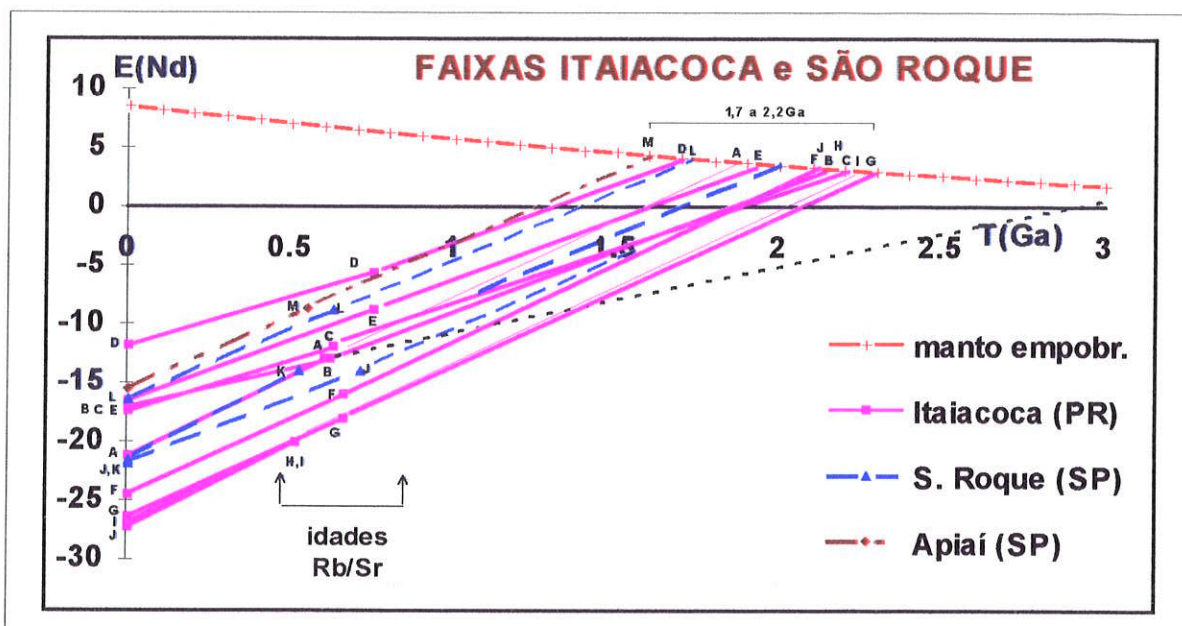


Fig. 5.14-2: Diagrama de evolução isotópica ϵ_{Nd} versus tempo geológico T(Ga) das Faixas Itaiacoca (Complexos Cunhaporanga e Três Córregos) e São Roque. Os dados isotópicos encontram-se na tabela 5.14-1.

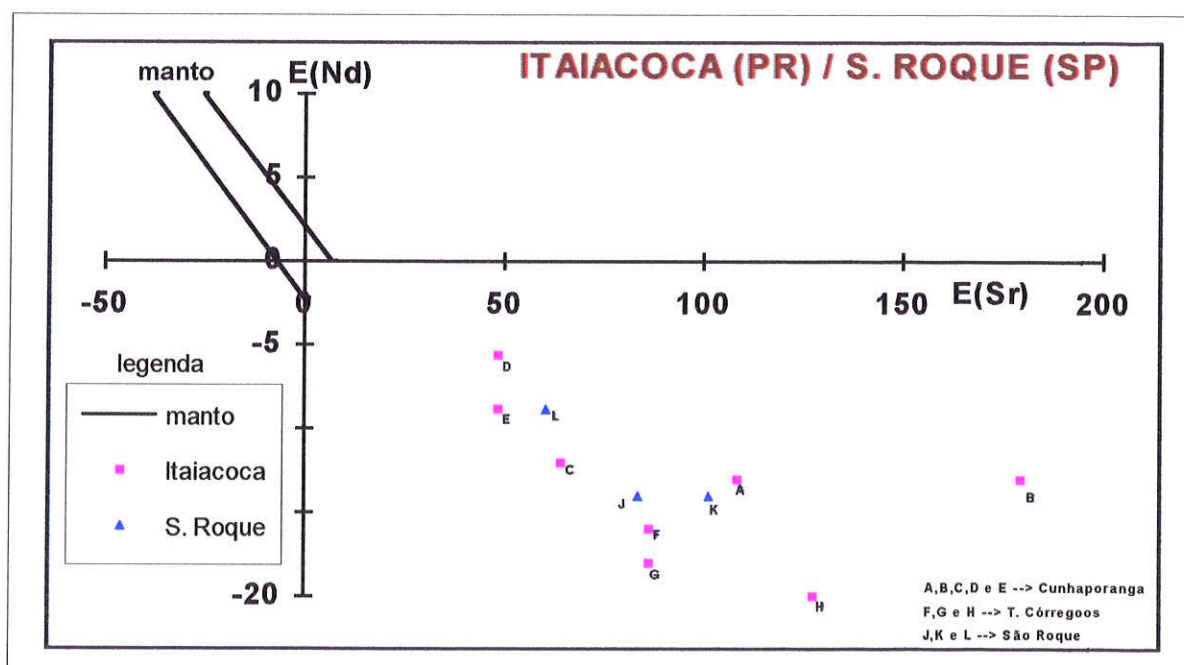


Fig. 5.14-3: Diagrama $\epsilon_{Sr-Ri}(t)$ versus $\epsilon_{Nd}(t)$ das Faixas Itaiacoca (Complexos Cunhaporanga e Três Córregos) e São Roque.

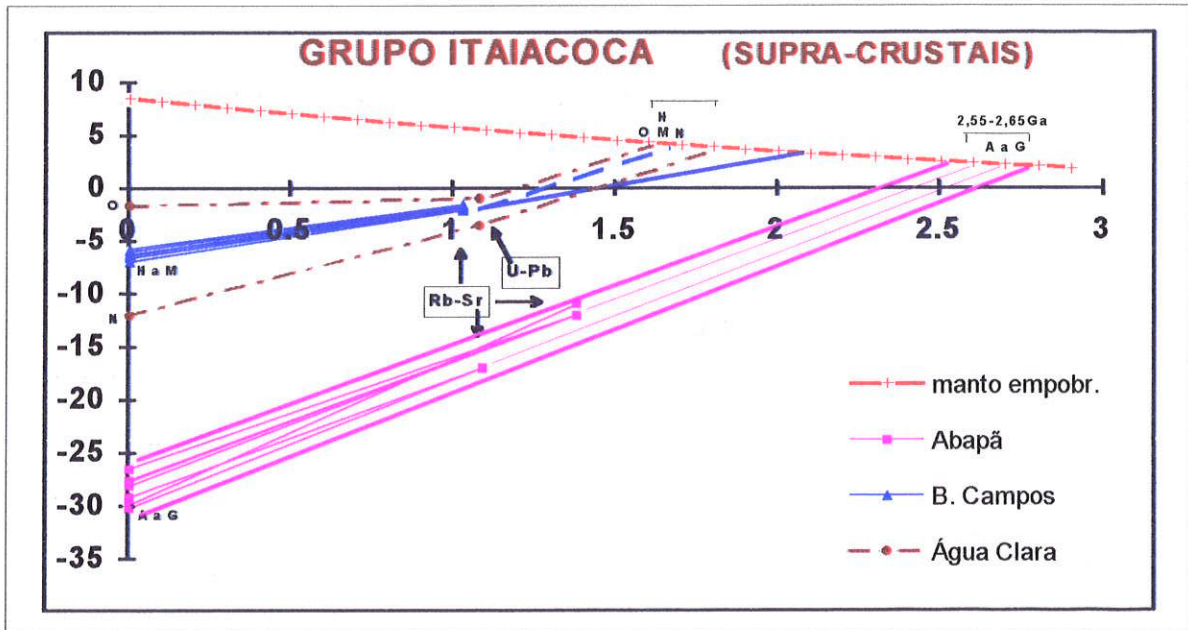


Fig. 5.14-4: Diagrama de evolução isotópica ϵ_{Nd} versus tempo geológico T(Ga) do Grupo Itaiacoca (formações Abapã, Bairro dos Campos, Água Clara e S. Macacos. Não possui análise Sm-Nd na formação Serra dos Macacos. Os dados isotópicos encontram-se na tabela (5.14-1).

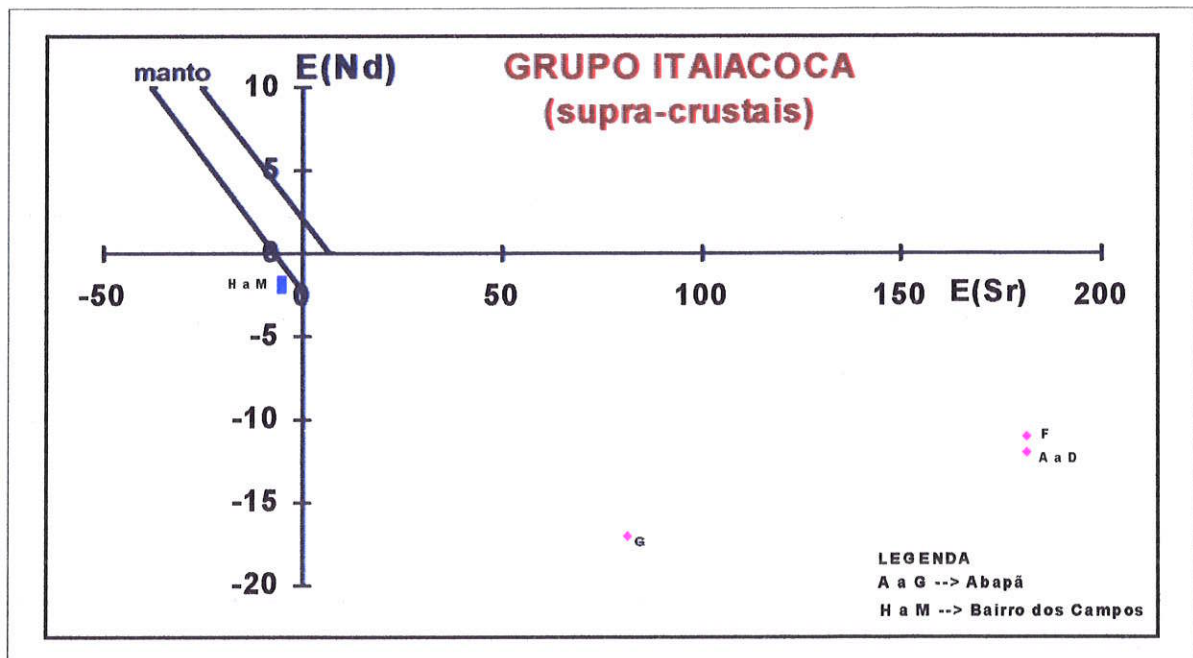


Fig. 5.14-5: Diagrama $\epsilon_{Sr-RI}(t)$ versus $\epsilon_{Nd}(t)$ do Grupo Itaiacoca

da amostra N para o estágio primário, então a idade modelo T_{DM} (aparente) obtida torna-se praticamente concordante (1,81Ga). O diagrama de evolução isotópica $\epsilon_{Nd}(t)$ versus tempo geológico $T(Ga)$, fig. 5.14-4 permite verificar que as fontes (protólitos) dessas rochas básicas apresentam valores $\epsilon_{Nd}(t)$ negativos, caracterizando a formação dessas rochas a partir de material reciclado no Mesoproterozóico.

A correlação das razões isotópicas iniciais $\epsilon_{Sr}(t)$ e $\epsilon_{Nd}(t)$ relativas à época de formação das rochas básicas (Fm. Bairro dos Campos) e das vulcânicas ácidas (Fm Abapã), é apresentada na fig. 5.14-5. Observa-se que os dados relativos às rochas básicas da Fm. Bairro dos Campos posicionam-se no terceiro quadrante, próximos à origem (pontos H a M), caracterizando razões isotópicas de Sr e de Nd (iniciais) baixas ($^{87}Sr/^{86}Sr \rightarrow 0,7045$ a $0,699$ e $^{143}Nd/^{144}Nd \rightarrow 0,51264$ a $0,5067$), e sugerindo tratar-se de material pouco reciclado (crosta inferior ou manto litosférico tipo EM1). As rochas metavulcânicas de Abapã, por outro lado, apresentam comportamento distinto, com os valores de $\epsilon(t)$ situados no quarto quadrante e distantes da origem, sugerindo para os seus protólitos tempo da residência crustal relativamente grande. Não podemos aqui descartar a possibilidade de fontes relacionadas com manto litosférico sub continental enriquecido, tipo EMII.

5.14-3 - DADOS ISOTÓPICOS RELATIVOS AO DOMÍNIO CURITIBA

As idades Rb-Sr (RT) e U-Pb (zircões) relativas às rochas gnáissico-migmatíticas que ocorrem a sul da Faixa Apiaí, preservam registros evolutivos do Paleoproterozóico (2,2 a 1,8Ga; Siga Jr., 1995). Análises de zircões por SHRIMP efetuadas recentemente (Ohyama, T., informação escrita) indicam a presença de material do Arqueano e confirmam as idades Paleoproterozóicas deste domínio. Alguns dados Rb-Sr, bem como os dados K-Ar, caracterizam leucossomas e porções graníticas formadas no Neoproterozóico (0,62 - 0,56Ga), período em que as isothermas atingiram temperaturas superiores à 500 °C. A figura 5.14-10 e tab. 5.14-2 reúnem as localizações aproximadas e os dados Sm-Nd das amostras datadas pelo método Sm-Nd.

As idades modelo Sm-Nd indicam para os precursores crustais dos anfibólio-gnaisse migmatíticos desse domínio derivação do manto superior no final do Arqueano ($2,6 \pm 0,2Ga$) e para os mobilizados migmatíticos de segunda geração, valores do Paleoproterozóico ($2,1 \pm 0,2Ga$). Distinguem-se desse padrão a rocha diorítica da região da Graciosa e o anfibólio-gnaisse da

região de Mandirituba (amostras E e H, fig. 5.14-6; tab. 5.14-2) que apresentaram idades T_{DM} relativas ao Mesoproterozóico (1,36-1,46Ga). Os dados isotópicos relativos a essas amostras apresentam um comportamento atípico. Observa-se que suas linhas de regressão de ϵ_{Nd} (em estágio único) na fig. 5.14-6, interceptam a curva do manto empobrecido (DM) em 1,14 e 1,36Ga. Se estendermos estas linhas até o evento de cristalização para $t=2,0$ Ga (idade Rb-Sr), os valores $\epsilon_{Nd}(t)$ situar-se-iam bem acima da curva do manto DM. Estudos complementares são necessários para um melhor entendimento de tais dados. Adicionalmente para a amostra H (obtido no mesmo afloramento que a amostra M) foi analisada através do método isocrônico Sm-Nd em minerais, (concentrados de granada, anfibólio, piroxênio e rocha total, fig. 5.14-7; Siga Jr 1995), e a idade obtida (0,585 Ga) foi interpretada como relativa a época de formação dessa paragênese mineral. A razão inicial, expressa na forma de parâmetro ϵ_{Nd} , indica valor positivo de +0,35 sugerindo que foi relativamente pequeno o intervalo entre evento de recristalização metamórfica e a idade original dos protólitos.

Cabe aqui uma pergunta: teria sentido calcular idades modelo Sm-Nd para concentrados de minerais?. Observa-se que, num processo de cristalização-recristalização metamórfica, pode ocorrer um grau de fracionamento entre Sm e Nd muito variado, ao nível das fases minerais. Portanto, as idades modelo T_{DM} (estágio único) poderiam ser muito discordantes, e não teriam qualquer significado geológico. Por outro lado, no caso em pauta, se calcularmos as idades T_{DM} utilizando-se de modelo de evolução isotópica de Nd em estágio duplo (razão $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}=0,1$ para o estágio primário e $T_2=0,585$ Ga), observa-se uma grande concordância entre as idades T_{DM} estimadas em minerais e em rocha total (1,12 a 1,03 Ga, fig.5.14-8 e tabela 5.14-2).

Os maciços graníticos de natureza alcalina-peralcalina, intrusivos nas rochas gnássico-migmatíticas desse domínio, apresentaram idades próximas de 0,6 Ga (Rb-Sr e U-Pb), caracterizando o Neoproterozóico (Ciclo Brasileiro) na formação desses corpos. As idades Sm-Nd (T_{DM}) distribuíram-se entre 2,1 a 1,8Ga (fig. 5.14-6), o que indica a importância do Paleoproterozóico na formação dos protólitos crustais dessas rochas granitoides.

Na fig. 5.14-9 as razões isotópicas iniciais de Sr e Nd mostram valores de $\epsilon_{Nd}(t)$ negativos e de $\epsilon_{Sr}(t)$ positivos para t_{Rb-Sr} relacionado ao evento de cristalização das rochas, fig. 5.14-9. Tal padrão isotópico é indicativo de rochas formadas a partir de retrabalhamento de material crustal, ou então de manto litosférico sub continental enriquecido tipo EMII. Os números entre parênteses da fig. 5.14-9 indicam idades isocrônicas Rb-Sr e aqueles sem parênteses idades

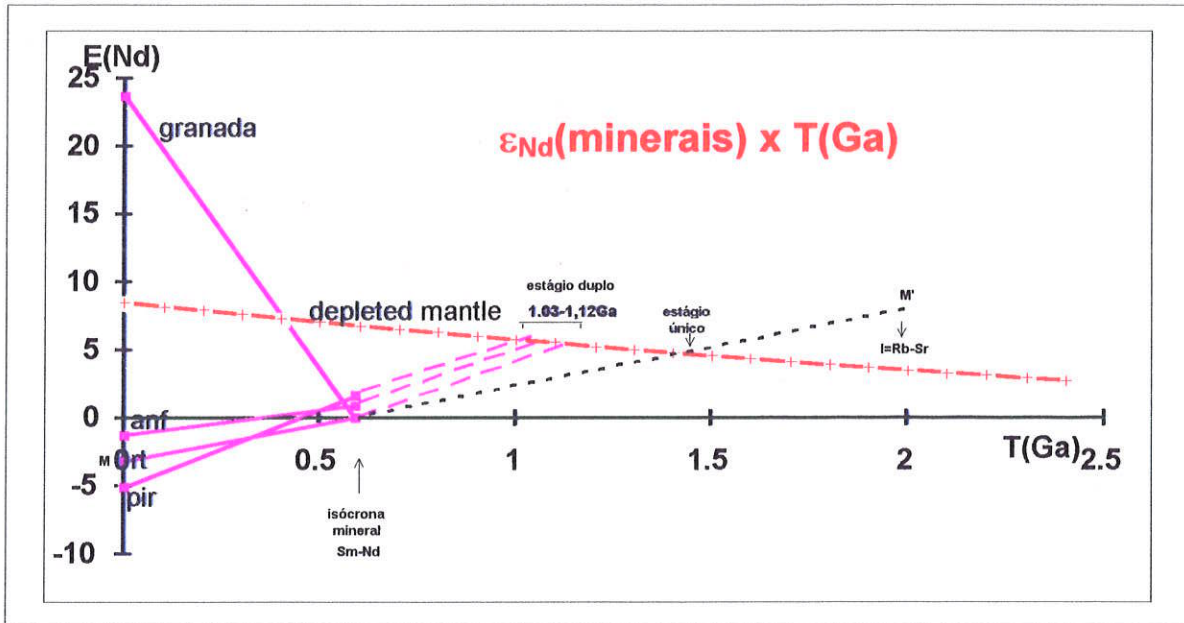


Fig. 5.14-8: Diagrama de evolução isotópica ϵ_{Nd} versus tempo geológico T(Ga) dos minerais concentrados da rocha gnaissica. Os dados isotópicos das amostras encontram-se na tabela (5.14-2). A linha pontilhada refere-se à uma evolução isotópica de Nd (RT) em estágio único (sem significado geológico). A linha de evolução (estágio único) da granada regredindo até as curvas dos mantos intercepta primeiro a curva DM em 0,4Ga e em seguida a linha do CHUR em torno de 0,58Ga (também sem significado geológico). As linhas tracejadas referem-se evoluções de Nd em estágio duplo (T_{dm} estimados dos minerais e da rocha total todos concordantes em torno de 1,07±0,05Ga).

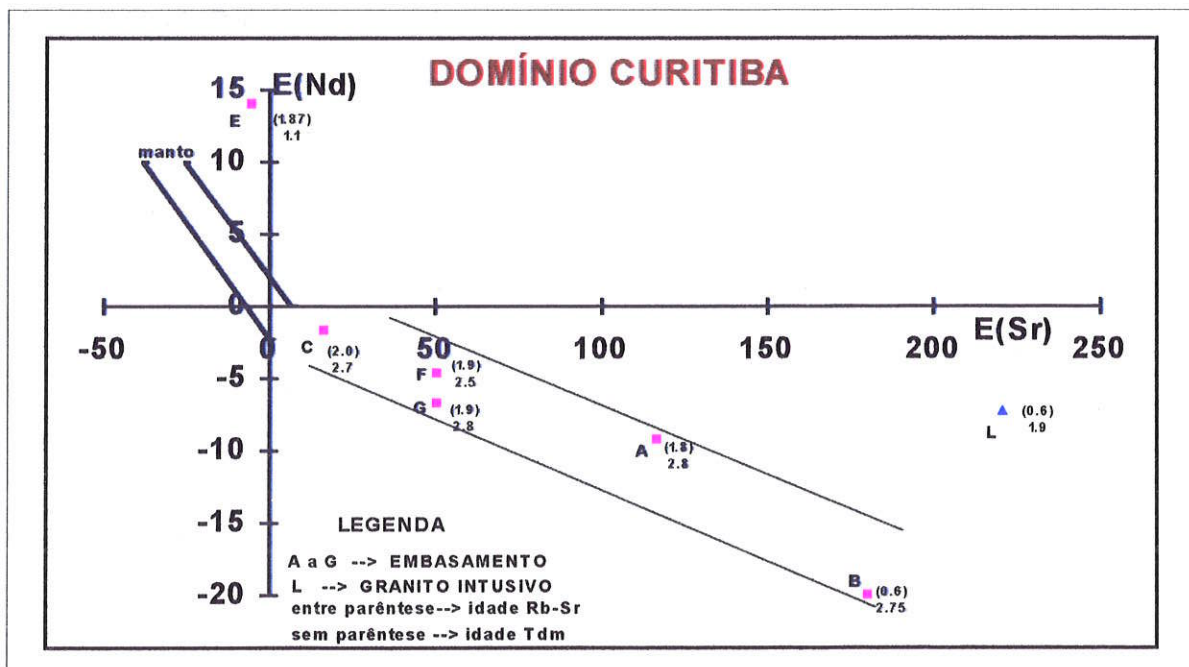


Fig. 5.14-9: Diagrama $\epsilon_{Sr-RI}(t)$ versus $\epsilon_{Nd}(t)$ com dados baseados na tab. 5,14-2.

modelo Sm-Nd (T_{DM}). Observa-se que quanto maior a diferença entre as idades Rb-Sr e T_{DM} maior será o deslocamento em relação à origem, ou seja, quanto mais afastado da origem o ponto, maior será o tempo de residência crustal dos precursores crustais dessas rochas. Adicionalmente, os dados relativos ao embasamento gnáissico-migmatítico apresentam uma tendência clara, sugerindo tratar-se de rochas geradas a partir de uma mesma fonte primordial.

5.14-4 - RESUMO PARCIAL:

Os principais eventos de acreção manto-crosta continental com base em idades modelo Sm-Nd, T_{DM} , no fragmento crustal Curitiba são:

Faixa Itaiacoca:

- Complexo Cunhaporanga: Paleoproterozóico (2,15 - 1,7Ga).
- Complexo Três Córregos: Paleoproterozóico (2,27 - 2,11Ga).
- Grupo Itaiacoca :
 - Fm. Abapã (vulcânicas ácidas) :Arqueano (2,8 a 2.6Ga).
 - Fm Bairro dos Campos (rochas básicas): Paleoproterozóico (<2.15Ga).
 - Fm. Água Clara (rochas básicas): Paleoproterozóico (<2.0Ga)

São Roque/Apiáí, próximo a São Paulo (granitóides): Paleo-Mesoproterozóico (2,14 -1,4Ga).

Domínio Curitiba:

- Embasamento gnáissico-migmatítico (granitóides): Arqueano (2,8a 2,5Ga) .
- Granitóides intrusivos: Paleoproterozóico (2,1 a 1,8Ga).
- Granitóides deformados da Suíte Rio Piên: Paleoproterozóico (2,2 a 2,0Ga).
- Dados isolados (básicas e granitóides): final do Mesoproterozóico ~1,03Ga.

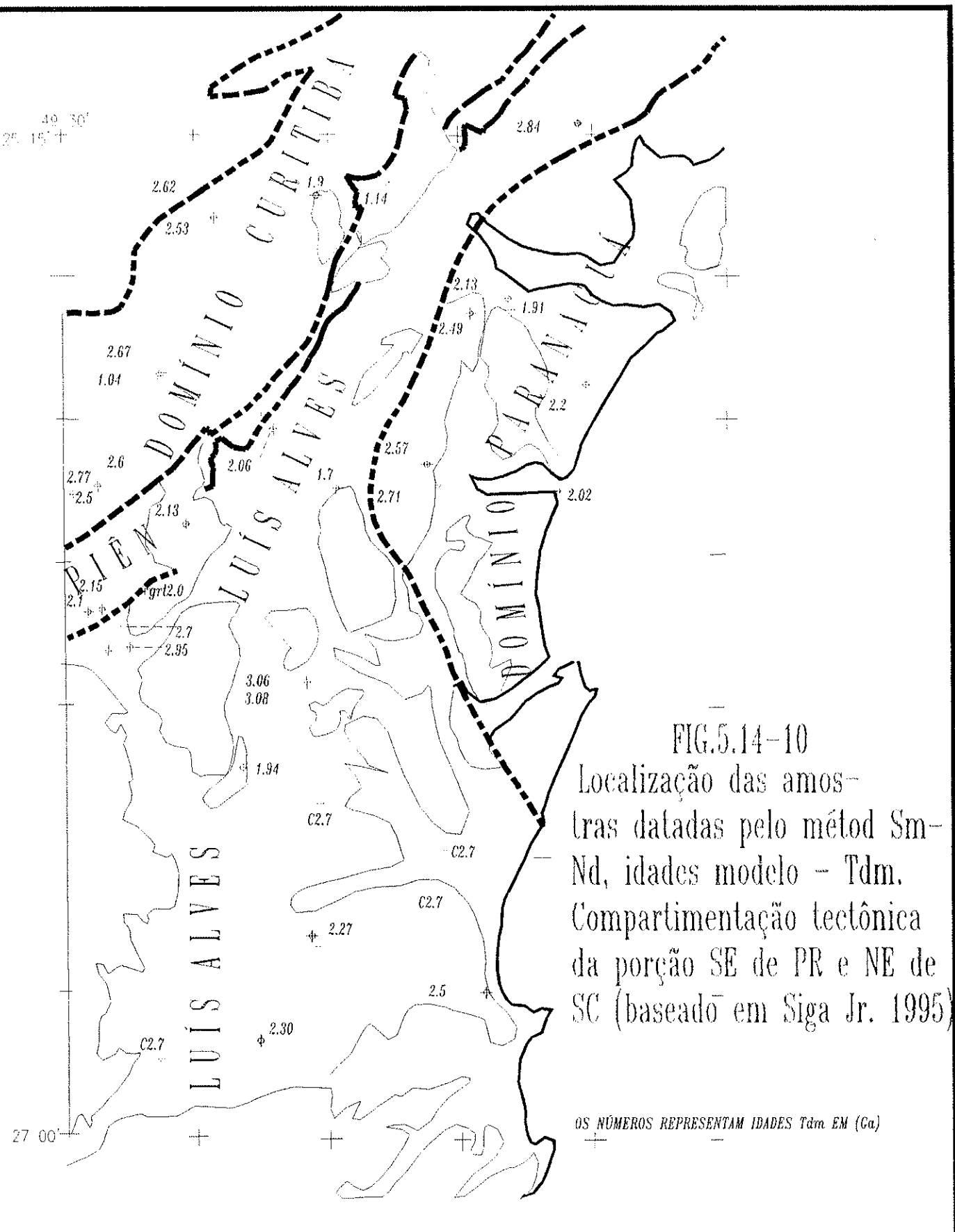


FIG.5.14-10
 Localização das amostras datadas pelo método Sm-Nd, idades modelo - Tdm. Compartimentação tectônica da porção SE de PR e NE de SC (baseado em Siga Jr. 1995)

5.15 - DOMÍNIOS PARANAGUÁ E DOM FELICIANO

5.15-1 - SÍNTESE GEOLÓGICA:

DOMÍNIO PARANAGUÁ - Este domínio ocupa a porção oriental de partes dos Estados de Santa Catarina e do Paraná (Figs. 5.13-2 e 5.14-12), sendo representado por uma grande variedade de granitóides deformados e subordinadamente por rochas migmatíticas, gnáissicas e xistosas (Siga Jr., 1995). Sua característica litológica marcante é a presença de rochas graníticas, incipiente a intensamente foliadas, contendo megacristais de feldspatos potássicos brancos. Esses granitóides se estendem desde a ilha de São Francisco do Sul em Santa Catarina até a borda meridional do Maciço de Itatins (SP).

Os dados geocronológicos (U-Pb e Rb-Sr) sugerem a formação desses granitóides principalmente no intervalo 0,67 - 0,57Ga. O padrão K-Ar (0,56 - 0,48) indica que o resfriamento desse segmento ou parte dele, atingiu o Cambro-Ordoviciano.

DOMÍNIO DOM FELICIANO - O Cinturão Dom Feliciano, segundo Fragozo César (1991), ocupa a porção sul oriental do Escudo Riograndense, em contato com os fragmentos cratônicos Rio de La Plata e Luís Alves através de zonas de cisalhamento. Este cinturão inclui a Faixa Tijucas (SC e RS), e os batólitos de Encruzilhada do Sul e de Pelotas (RS e SC).

A Faixa Tijucas (Fragoso Cesar 1991), compreende essencialmente quartzo-mica xistos vergindo para NW. Associa-se a esta faixa expressivo plutonismo que inclui intrusões graníticas de caráter sin, tardi e pós tectônico.

As idades Rb-Sr (RT) e U-Pb (zircões) relativas as rochas graníticas, metassedimentares e metavulcânicas que ocorrem na Faixa Tijucas indicam épocas de formação relacionadas ao Ciclo Orogênico Brasileiro (em torno de 0,6Ga). Distinguem-se desse padrão os terrenos gnáissico-migmatíticos que ocorrem na região de Camboriu, cujos dados isotópicos sugerem épocas de formação relativas ao Arqueano (Basei, 1985).

O Batólito de Pelotas (Fragoso Cesar et. al 1986), (figs. 5.15-3 e 5.15-4) é representado por uma multiplicidade de corpos graníticos sub-alcálicos (monzogranitos, granodioritos, quartzo-monzonitos, tonalitos, etc.) associados a enxames de diques básicos, platôs riolíticos, tufo e ignimbritos, e contendo roof-pendants de granitóides cálcio-alcálicos interpretados como possível raiz de arco magmático. Esses terrenos parecem corresponder em Santa Catarina aos que Basei (1985) caracterizou como Domínio Interno do Cinturão Dom Feliciano, fig. 5.15-4 que incluem predominantemente rochas granítico-migmatíticas.

O Batólito Encruzilhada do Sul, inicialmente incorporado ao Sistema de Dobramentos Tijucas (Hasui et. al., 1975) e posteriormente considerado como integrante do Batólito de Pelotas (Fragoso Cesar et. al. 1986), inclui uma grande variedade de granitóides de natureza sin, tardi e pós-tectônica, e suas rochas encaixantes constituem-se predominantemente de terrenos gnáissicos, que compreendem litologias cálcio-alcálicas, consideradas raiz de arco magmático.

5.15-2 IDADES MODELO Sm-Nd, (T_{DM}):

DOMÍNIO PARANAGUÁ: Análises Sm-Nd (tab 5.15-1), obtidas em granitóides que ocorrem no setor oriental do Domínio Paranaguá, denominados de tipo Morro Inglês (Siga Jr., 1995) e coletados em afloramentos localizados a oeste de Paranaguá (amostra A), próximo a Guaratuba (amostra C) e arredores de Matinhos (amostra B), apresentaram idades modelo T_{DM} entre 2,22 e 1,19 Ga. Tais valores caracterizam o Paleoproterozóico como o período principal em que os precursores desses granitóides foram diferenciados do manto. Diferem desse padrão os dados relativos aos granitóides do setor ocidental, tipo Rio Canavieiras (amostras D e E) localizados próximos ao limite com o Domínio Luis Alves, cujas idades foram respectivamente de 2,57 e 2,71Ga (fig. 5.15-1 e tabela 5.15-1).

As razões isotópicas iniciais $\epsilon_{Sr}(t)$ x $\epsilon_{Nd}(t)$ para $t \sim 0,6$ Ga (fig. 5.15-2), caracterizam pontos analíticos distribuídos no quarto quadrante com valores de $\epsilon_{Nd}(t)$ bastante negativos e de $\epsilon_{Sr}(t)$ positivos, sugerindo período de residência crustal relativamente longos.

DOM FELICIANO - FAIXA TIJUCAS - Nas figs. 5.15-3 e 5.15-4 encontram-se representadas as localizações aproximadas das amostras datadas pelo método Sm-Nd, e a tabela

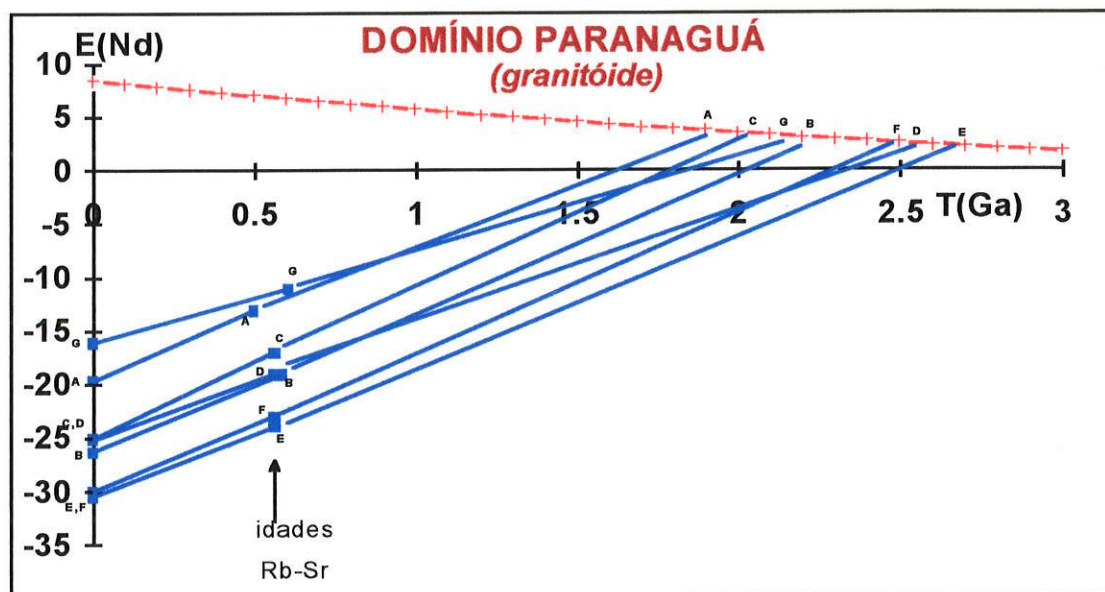


Fig. 5.15-1: Diagrama de evolução isotópico ϵ_{Nd} versus tempo geológico T(Ga) dos granitóides formados no Ciclo Orogênico Brasileiro onde as idades Rb-Sr assinaladas com a seta variaram em torno de 0,6Ga. Os dados isotópicos das amostras encontram-se na tabela (5.15-1). Linhas de evolução isotópica de ϵ_{Nd} regredindo até a curva do manto superior (DM) indicaram idades T_{DM} Paleoproterozóicas (exceto D e E).

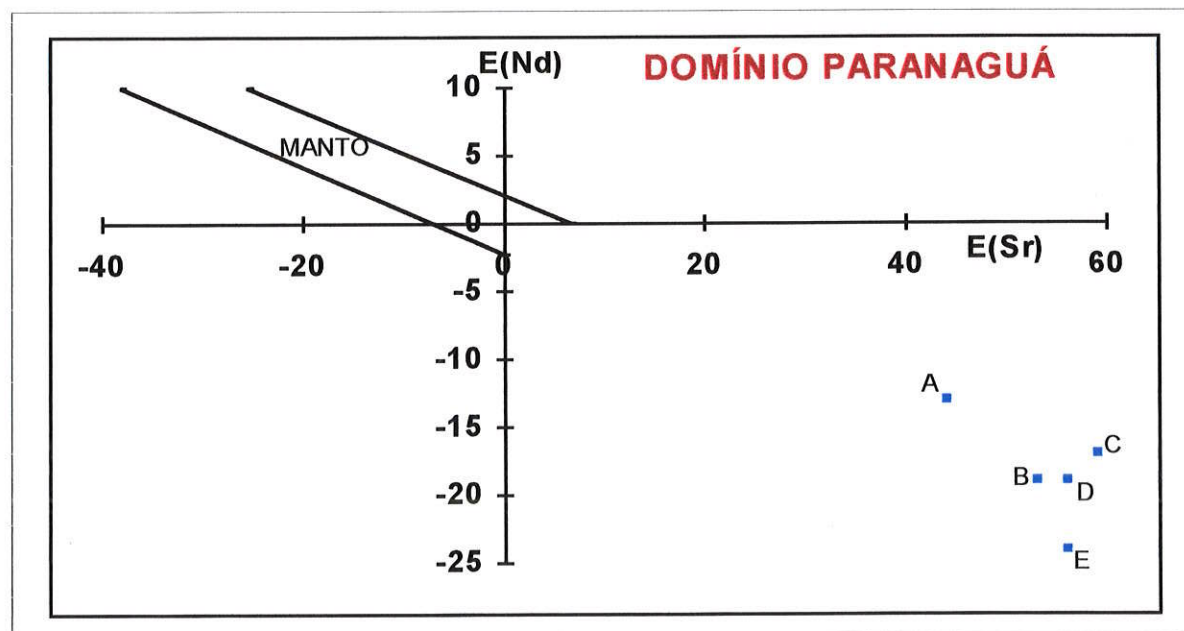


Fig. 5.15-2: Diagrama $\epsilon_{Sr-Ri}(t)$ versus $\epsilon_{Nd}(t)$ com dados baseados na tab. 5.15-1. Os pontos assinalados estão bem distantes da origem com valores de $\epsilon_{Nd}(t)$ bem negativos e $\epsilon_{Sr-Ri}(t)$ positivos para $t \sim 0,6$ Ga sugerindo que os granitos tiveram fonte de origem crustal.

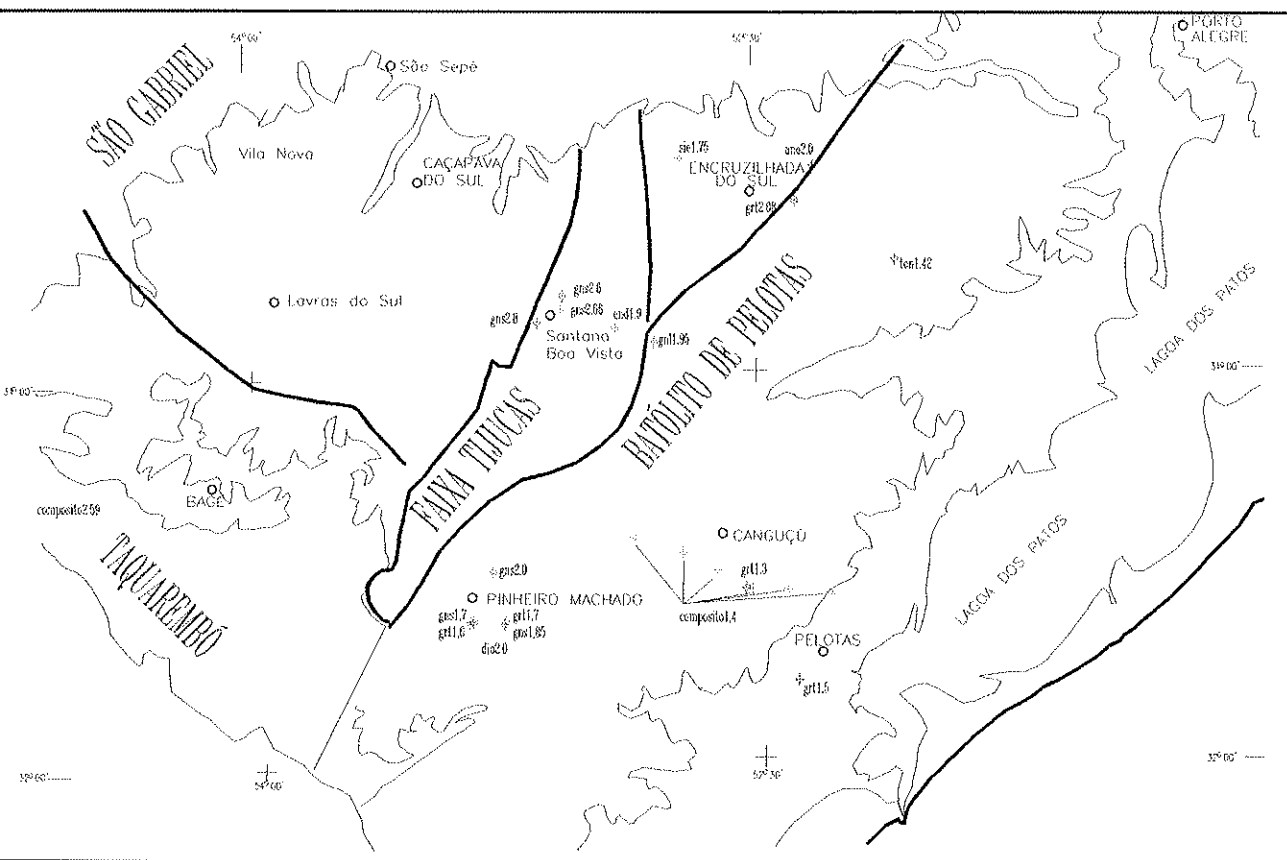


Fig.5.15-3 principais cidades citadas e localização aproximada das amostras analisadas pelo método Sm-Nd, no Escudo do Rio Grande do Sul.

Os numeros representam idades Sm-Nd (T_{dm}) em Ga.

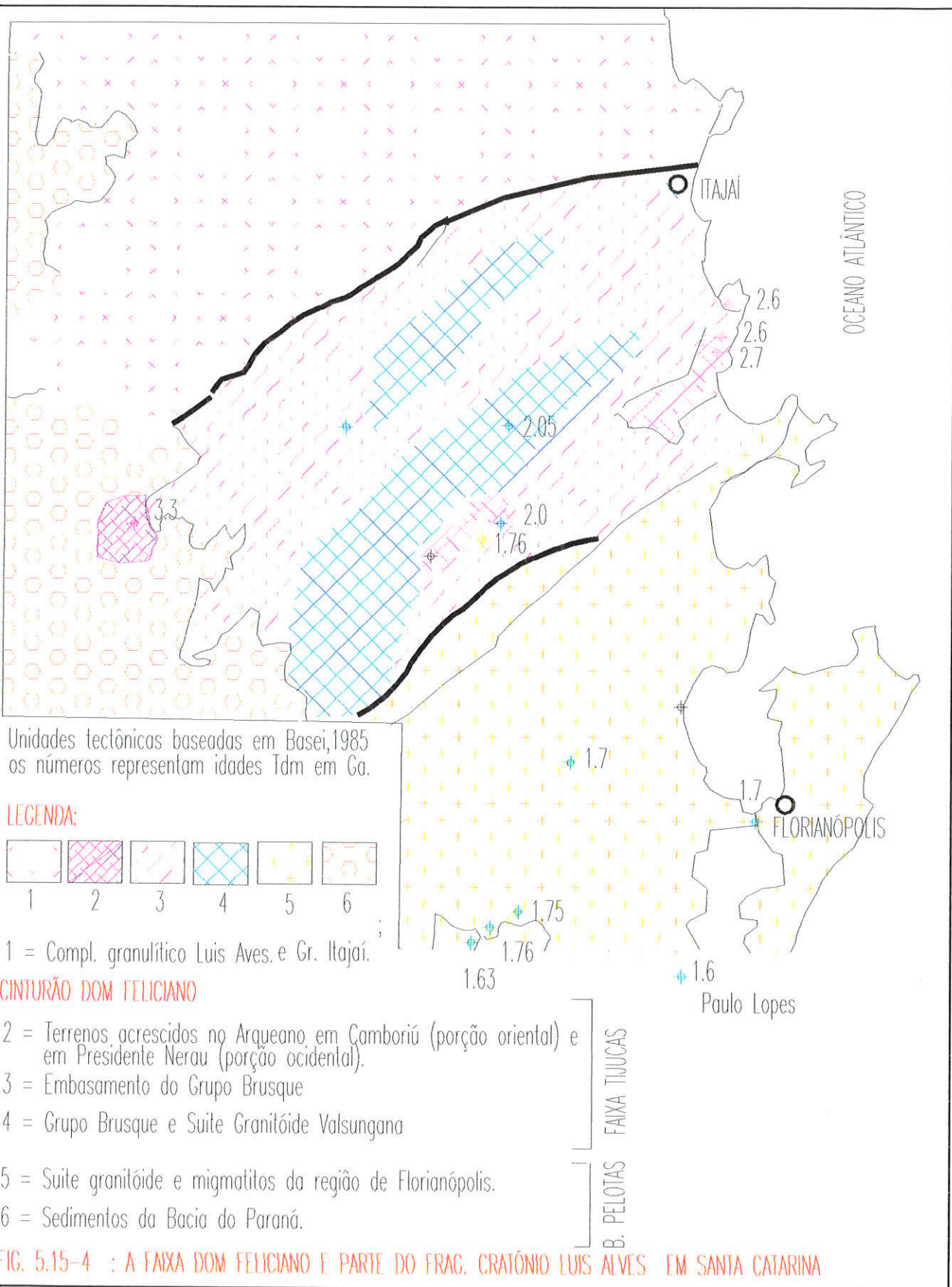


FIG. 5.15-4 : A FAIXA DOM FELICIANO E PARTE DO FRAG. CRATÔNIO LUIS ALVES EM SANTA CATARINA

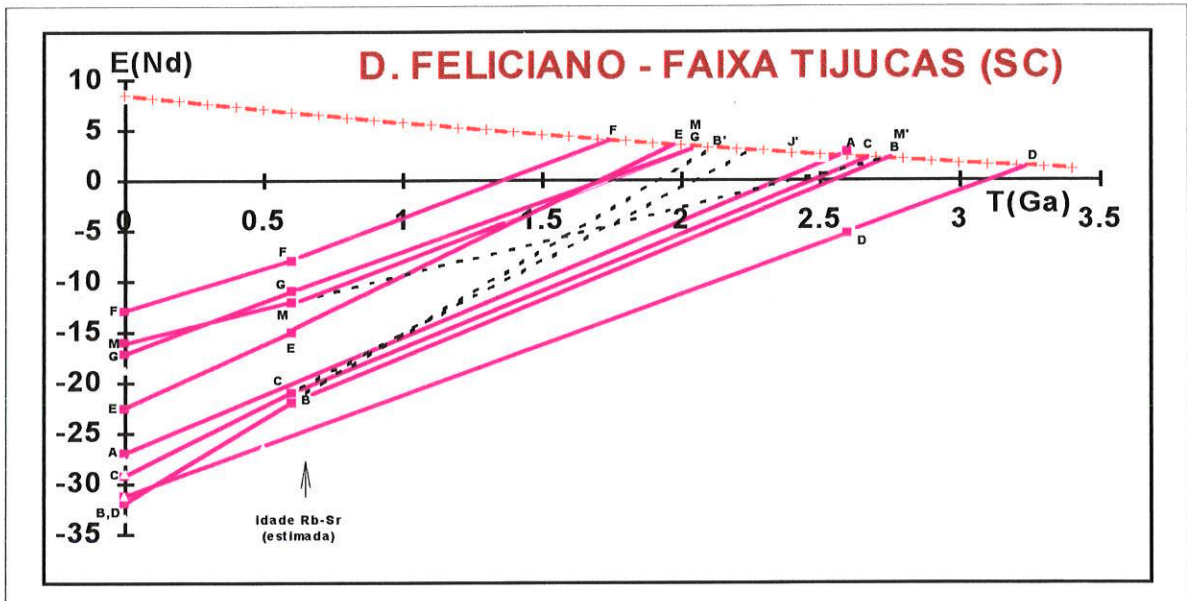


Fig. 5.15-5: Diagrama de evolução isotópico ϵ_{Nd} versus tempo geológico T (Ga) dos granitoides formados no Ciclo Orogênico Brasileiro com as idades Rb-Sr estimadas em 0,6Ga (assinaladas com a seta). Os dados isotópicos das amostras encontram-se na tabela (5.15-2). Linhas de evolução isotópica (A e B - granitoides de Camboriú; C - granitóide de Guabiruba; D - granitóide de P. Nerau,), regredindo até a curva do manto superior (DM) indicaram idades T_{dm} Arqueanas. F e G - metassedimentos do Grupo Brusque (idades T_{dm} de mistura). E - granitóide de Valsungana e M - gnaiss de Itapema indicando acreções juvenis Paleoproterozóica. As linhas pontilhadas representam as evoluções de ϵ_{Nd} em estágio único, do presente até o evento da saída do magma do manto DM.

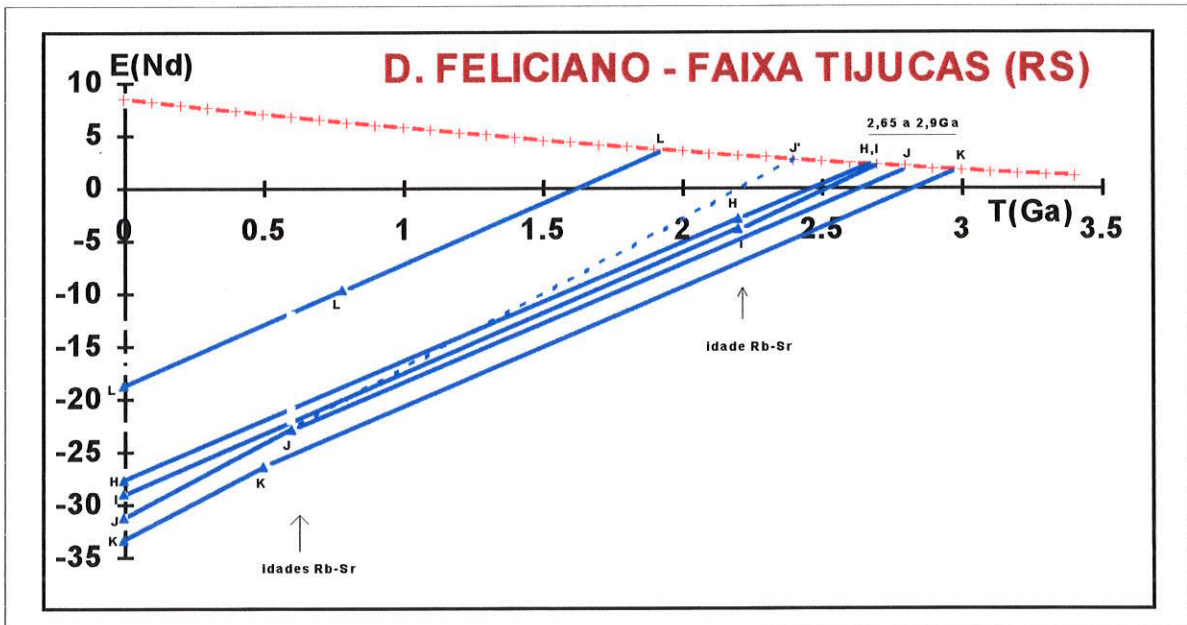


Fig. 5.15-6: Diagrama de evolução isotópico ϵ_{Nd} versus tempo geológico T (Ga) dos gnaisses da Santana de Boa Vista. Os dados isotópicos das amostras encontram-se na tabela (5.15-2). Idades T_{dm} arqueanas exceto amostra charno-enderbitto "linha - L" paleoproterozóica.

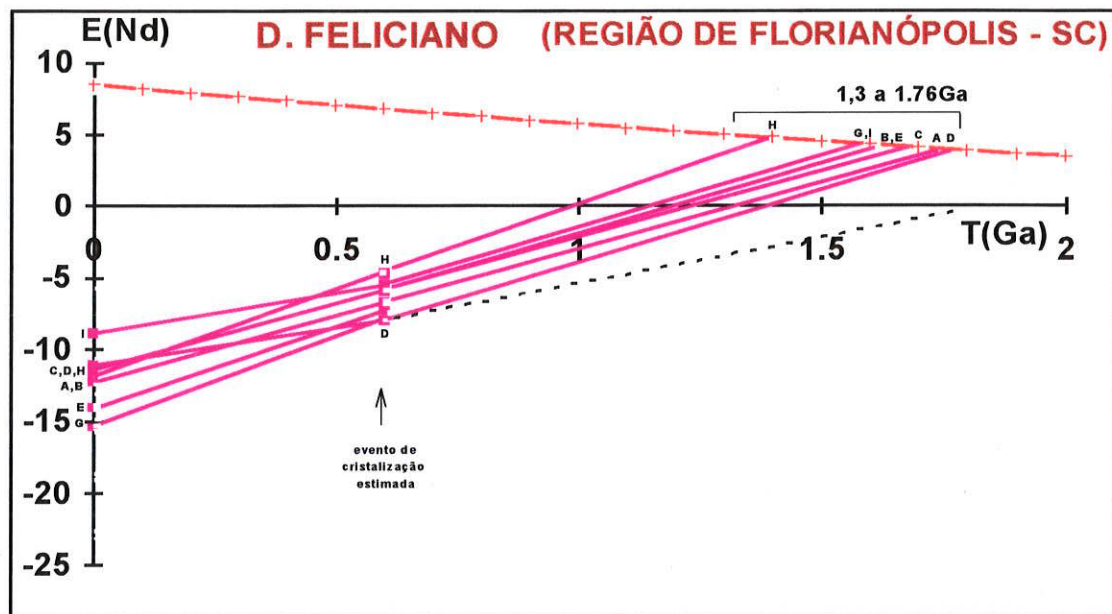


Fig. 5.15-7: Diagrama de evolução isotópica ϵ_{Nd} versus tempo geológico T (Ga) dos granitoides da região de Florianópolis. Os dados isotópicos das amostras encontram-se na tabela (5.15-3). Idades T_{DM} paleoproterozóicas a mesoproterozóicas.

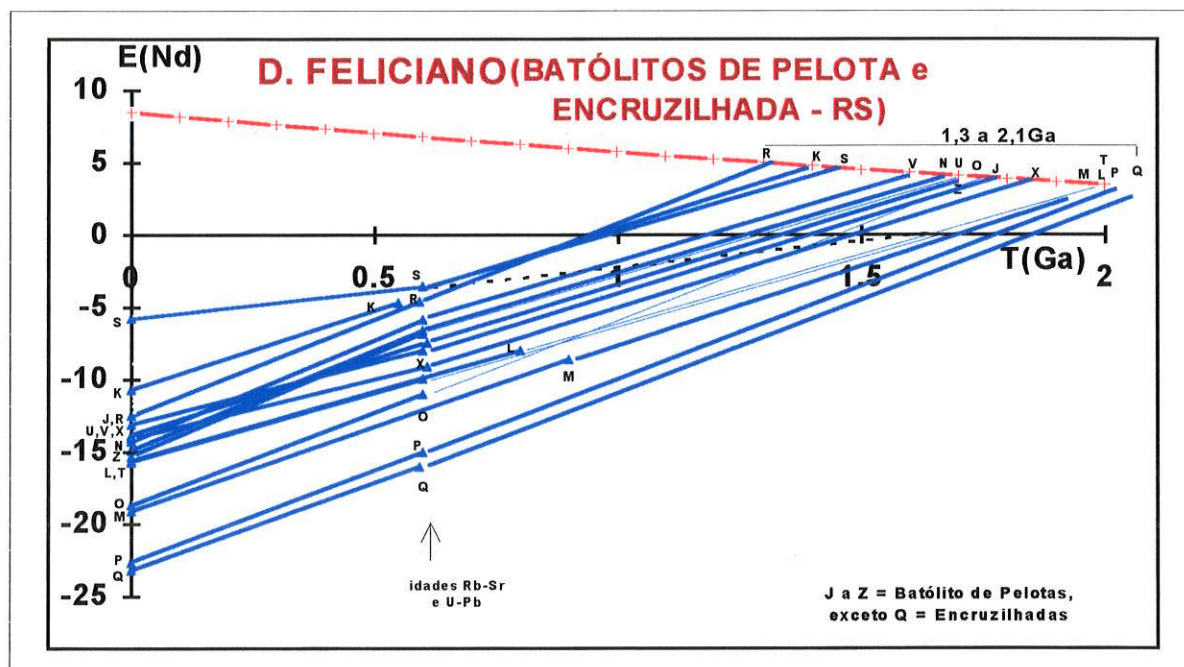


Fig. 5.15-8: Diagrama de evolução isotópica ϵ_{Nd} versus tempo geológico T (Ga). Os dados isotópicos das amostras encontram-se na tabela 5.15-3. As idades modelo Sm-Nd indicaram T_{DM} paleoproterozóicas a mesoproterozóicas, de forma muito semelhante ao Batólito de Pelotas na região de Santa Catarina. Os valores de $\epsilon_{Nd}(t)$ para t igual idade Rb-Sr ou U-Pb assinalada com a seta na fig. são relativamente negativos.

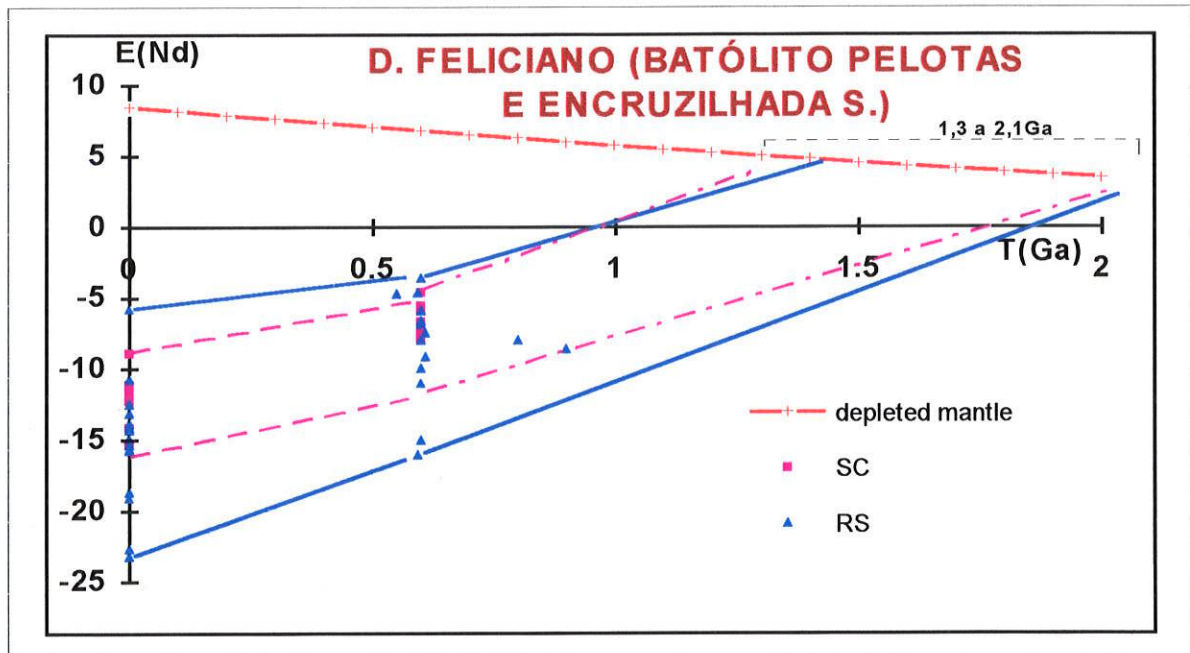


Fig. 5.15-9: Diagrama de evolução isotópica ϵ_{Nd} versus tempo geológico T(Ga). Integração de duas figs, 5.15-7 e 5.15-8. O campo entre duas linhas contínuas corresponde ao Batólito de Pelotas - RS, e entre duas linhas tracejadas ao Batólito de Pelotas na região de Florianópolis - SC. Os símbolos triângulos e quadrados plotados no meio do diagrama correspondem aos valores de $\epsilon_{Nd}(t)$ calculados para $t =$ idade de Rb-Sr ou U-Pb. Nota-se que o valores ϵ_{Nd} são todos negativos. Os intervalos nas idades Tdm apresentam padrões similares entre as duas regiões (2,1 a 1,3Ga).

5.15-2 reúne os dados isotópicos $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ e razões $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$ (Mantovani et. al, 1987 e Babinski et. al., 1995).

Os dados relativos à Faixa Tijucas (SC, fig.5.15-5), quando plotados em diagrama de evolução isotópica ϵ_{Nd} (t) versus tempo geológico T(Ga), caracterizam acreções de materiais juvenis durante o Arqueano para os protólitos gnáissicos da região de Camboriú (2,8 a 2,6Ga), Guabiruba (2,7Ga) e Presidente Nereu (3,2Ga). Idades T_{DM} Paleoproterozóicas foram registradas nos filitos pertencente ao Grupo Brusque (2,05 a 1,76Ga), e na suíte granítica de Valsungana (2,0Ga). Trata-se de materiais diferenciados do manto durante o Arqueano e o Paleoproterozóico, que serviram de fonte para as rochas formadas no Ciclo Orogênico Brasileiro.

Os dados Sm-Nd relativos a rochas que ocorrem no Rio Grande do Sul, nas vizinhanças da Santana de Boa Vista (fig. 5.15-3), indicam para os seus precursores crustais relacionados ao Arqueano (2,8 a 2,6Ga; fig.5.15-6).

DOM FELICIANO - BATÓLITOS DE PELOTAS E ENCRUZILHADA DO SUL - Os dados isotópicos disponíveis para os batólitos de Pelotas e Encruzilhada do Sul (Mantovani et. al., 1987) integrados às novas determinações radiométricas (Babinski, 1995), em muito contribuíram para reconstituir os seus principais eventos acrecionários. De um modo geral, os diagramas de evolução isotópica ϵ_{Nd} (t) versus tempo geológico (figs. 5.15-7 e 5.15-8) indicaram acreções juvenis predominantemente durante o Paleoproterozóico, estendendo-se até o Mesoproterozóico (2,1 a 1,3Ga; tab. 5.15-3).

No caso dos valores mais jovens (1,5-1,3 Ga), não se pode descartar a possibilidade de mistura de fontes (por exemplo: material juvenil Neoproterozóico, e material retrabalhado Paleoproterozóico ou Arqueano). Para caracterizar esta hipótese será necessário encontrar registros de idades T_{DM} Neoproterozóicas, caracterizando a presença inequívoca de material juvenil desta idade. Até presente momento, todas as idades T_{DM} obtidas são mais antigas do que 1,3Ga.

A figura 5.15-9 mostra padrões similares de evolução isotópica de Nd para os batólitos de Pelotas (SC e RS) e Encruzilhada do Sul (RS).

5.15-3 - RESUMO PARCIAL - DOMÍNIOS PARANAGUÁ E DOM FELICIANO:

Os principais eventos de acreção manto crosta continental com base em idades modelo Sm-Nd, T_{DM} foram:

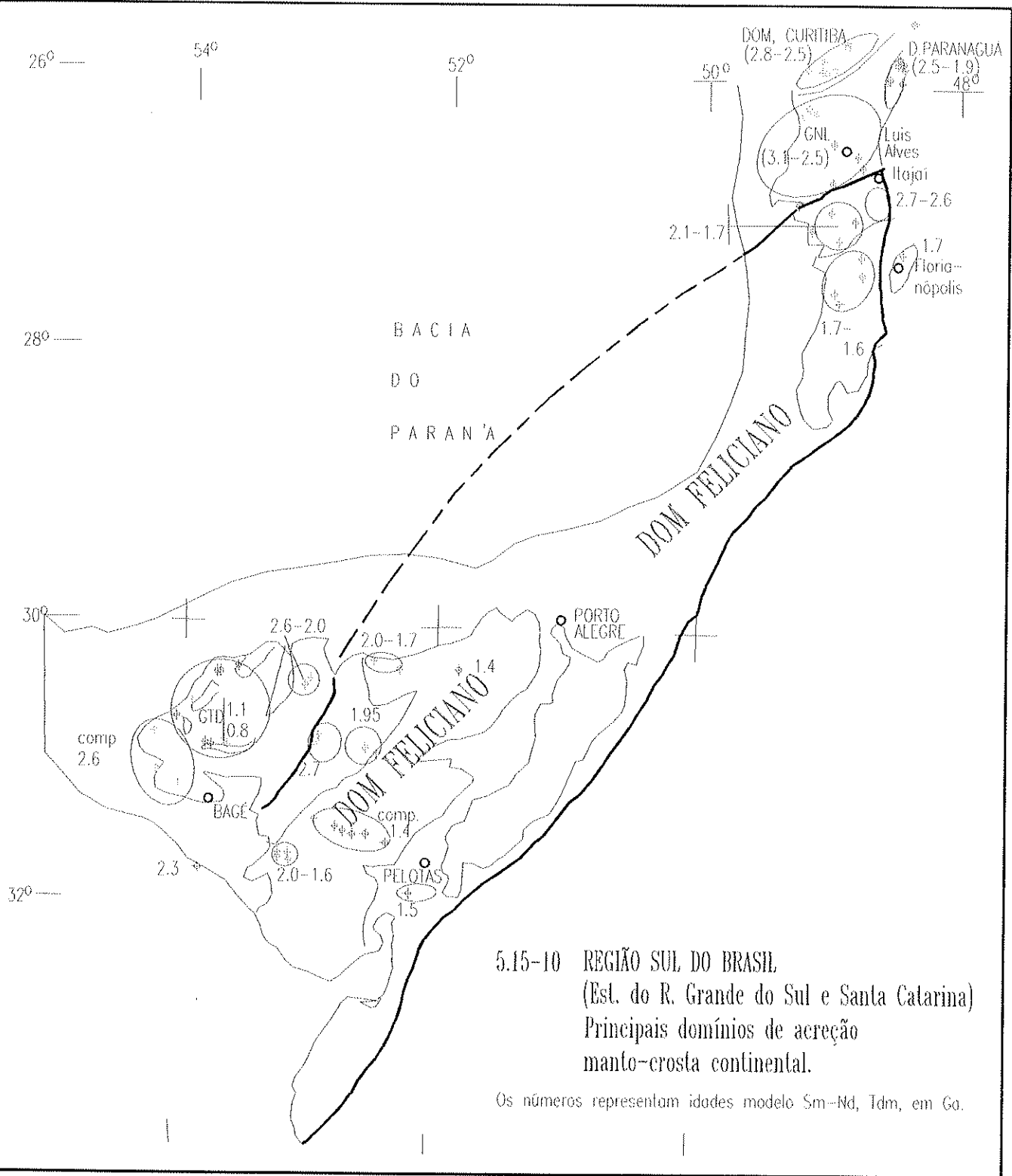
Domínio Paranaguá (PR) - granitóides:

acreções juvenís predominantemente Paleoproterozóicas (pico em 2,1Ga),
com ocorrências menores no Arqueano (2,7 a 2.5Ga).

Domínio Dom Feliciano:

- Faixa Tijucas (SC) - granitóides: Arqueano (3,2 - 2.6Ga);
granitóides intrusivos e metassedimentos Paleoproterozóicos: 2,05 - 1,76Ga.
- Faixa Tijucas (RS) - granitóides: Arqueano (3,0 - 2,6Ga);
granulitos: Paleoproterozóicos (1,9Ga).
- Batólito Pelotas (SC) - granitóides: Paleoproterozóicos (2,06-1,7Ga);
granitóides e metassedimento: Paleo-Mesoproterozóicos - (1,7- 1,4Ga).
- Batólito Pelotas (RS) - granulitos e rochas básicas:Paleoproterozóicos (2.0-1,7Ga);
granitóides : Paleo-Mesoproterozóicos (1,8 - 1,3Ga).
- Batólito Encruzilhada do Sul - granitóides: Paleoproterozóicos (2,08Ga).

A figura 5.15-10 mostra de forma resumida os principais domínios de acreção com base nas idades modelo.



5.15-10 REGIÃO SUL DO BRASIL
 (Est. do R. Grande do Sul e Santa Catarina)
 Principais domínios de acreção
 manto-crosta continental.

Os números representam idades modelo Sm-Nd, Tdm, em Ga.

TAB. 5.13-1: FRAGMENTO CRATÔNICO LUIS ALVES

SPS / lit.	coord.	n.campo/ região	litologia	ident (diagrama)	T _{chur} (GA) Goldstein et al 1984	T _{dm2} (GA)	T _{dm} (GA) DePaolo - 1981	¹⁴³ Nd/ ¹⁴⁴ Nd	¹⁴⁷ Sm/ ¹⁴⁴ Nd	Sm ppm	Nd ppm	f	ε _{Nd} (0)	ε _{Nd} (t)	t(Ga) _{mét} Ri(fonte)	ε _{Sr} (t)	ref
---- gnl	26 50/49 07	MJ27.14 / SC dom.Luis Alves	GNL	A	2.01		2.30	0.511545 ±.000014	0.113929 ±.00003	5.20	27.6	-42	-21.3	-5	1.97 _{Rb/Sr} .7045 _a	33	1
--- gnl	26 39/49 03	MJ41.3 / SC dom.Luis Alves	GNL	B	2.02		2.27	.511323	.098040	2.74	16.90	-50	-25.7	-0.9	1.97est		1
252 gnl	26 13/49 03	MJ195 / SC dom.Luis Alves	GNL	C	2.85 ±.06		3.06 ±.06	.511253 .000026	.123169 .000281	4.244 0.001	20.836 0.047	-37	-26.8	-1.5	2.7 _{Rb/Sr} .70409 _a	40	1
---- gnl	26 13/49 03	MJ195 / SC dom.Luis Alves	GNL	D	2.89		3.08	.511133 .000020	.117743 .000037	4.42	22.70	-40	-29.4	-2.2	2.7 _{Rb/Sr} .70409 _a	40	1
---- gnl	29 08/49 21	MJ15a / PR dom.Luis Alves	GNL	E	2.59		2.81	.511233 .000016	.114539 .000233	0.68	3.59	-42	-27.4	0.9	2.7est		1
---- gnl	SERRA NEGRA	JR06 / PR dom.Luis Alves	GNL	F	2.08		2.37	.511571 .000020	.118614	8.16	41.6	-40	-20.8	6.1	2.7est		1
---- gnl	Composito*	C11 / SC dom.Luis Alves	GNL	G	2.51		2.73	.511193 .000010	.1095	----	----	-44	-28.2	1.8	2.7est		2
253 gnl	25 13/48 34	MJ367 / PR dom.Luis Alves	GNL	H	2.66 0.05		2.84 0.04	.510920 .000035	0.098625 0.000066	2.864 .001	17.560 .010	-51	-33.5	1.0	2.7est		1
89 m.nor	25 44/49 07	MJ461b / PR dom.Luis Alves	BAS	I	2.93		3.11	.511014	.112709	6.60	35.410	-43	-31.7	-2.8	2.7est		1
GRANITOS INTRUSIVOS																	
238 grt	25 55/49 15	MJ132/PR-SC D.Cur./L.Alves	GTD	J	1.81 .06		2.13 .05	.511689 .000031	.116790 .000094	5.91 .003	30.599 .019	-41	-18.5	-12	.59U-Pb		1
---- grt	26 21/49 10	MJ163a/ SC Dom. L. Alves	GTD	K	1.62		1.94	.511672 .000024	.105823 .000022	6.30	36.0	-46	-18.8	-13	.55 _{Rb-Sr} .70703 _a	45	1
---- grt	25 52/48 59	MJ275b/PR-SC Dom. L. Alves	GTD	L	1.51?	1.61 ^{#1} 1.74 ^{#2}	1.97?	.512033 .000025	.135649	3.32	14.80	-31	-11.8	-7.7	0.53 _{Rb/Sr} .723 _a	272	1
VULCÂNICA																	
372 vul	25 46/49 06	MJ376 / PR f.Guaratubinha	VAC	M	3.00? 0.12	2.06 ^{#1}	3.26? 0.12	.511731 .000035	.150910 .000068	20.19 0.005	80.890 .030	-23	-17.7	-14	0.57 _{Rb/Sr} .7094 _a	79	nt

ANÁLISE EM MINERAIS																
---	26 45/48 44	anfíbólio* / SC dom.Luis Alves	Maf	N	2.24 0.15	2.50 ^{#2}	2.55 0.11	.511658 .000006	.130315 .004300	---	---	-.34	-19.1	0.0	2.26 _{Sm-Nd} .509724 _a	3
---	26 45/48 44	microclíneo* SC dom. Luis Alves	Mmi	O	2.04 0.08	2.29 ^{#2}	2.27 0.06	.511146 .000041	.085819 .002800	---	---	-.56	-29.1	2.9	2.26 _{Sm-Nd} .509724 _a	3
---	26 45/48 44	esfeno*/SC dom. Luis Alves	Mes	P	2.26 0.11	2.51 ^{#2}	2.52 0.09	.511442 .000002	.116226 .003800	---	---	-.41	-23.3	-.1	2.26 _{Sm-Nd} .509724 _a	3
---	26 45/48 44	piroxênio* / SC dom.Luis Alves	Mpi	Q	2.19 0.17	2.48 ^{#2}	2.53 0.13	.511781 .000005	.137209 .004500	---	---	-.30	-16.7	0.4	2.26 _{Sm-Nd} .509724 _a	3
---	26 45/48 44	allanita* / SC dom.Luis Alves	Mal	R	2.25 0.07	2.50 ^{#2}	2.40 0.06	.510265 .000004	.036375 .004800	---	---	-.82	-46.3	-.1	2.26 _{Sm-Nd} .509724 _a	3

ROCHAS BÁSICAS - ULTRABÁSICAS - PIÊN / DOM. LUIS ALVES? (ROCHA TOTAL)																
84 u.maf	26 06/49 16	MJ 518c/ PR	UBA	D	2.59	2.67 ^{#1} 2.71 ^{#2}	2.85	.511536 .000032	.132204	.223	1.020	-.33	-21.5	-3.0	2.25 _{Sm-Nd}	1
85 u.maf	26 06/49 16	MJ523a / PR	UBA	E	3.50?	2.66 ^{#1} 2.70 ^{#2}	3.84?	.512237	.179394	0.089	.300	-.09	-7.8	-2.9	2.25 _{Sm-Nd}	1
86 u.maf	26 06/49 16	MJ523c / PR	UBA	F	2.70	2.51 ^{#1} 2.54 ^{#2}	3.67?	.512513	.189676	.436	1.39	-.04	-2.4	-0.4	2.25 _{Sm-Nd}	1
125 u.maf	26 06/49 16	MJ523c / PR	UBA	G	2.66	2.49 ^{#1} 2.52 ^{#2}	3.66?	.512514 .000039	.189637 .000770	.461	1.47	-.04	-2.4	-0.4	2.25 _{Sm-Nd}	1
131 u.maf	26 06/49 16	MJ527a / PR	UBA	H	2.37	2.61 ^{#1} 2.64 ^{#2}	2.57	.510988 .000021	.091103	.229	1.52	-.54	-32	-1.9	2.25 _{Sm-Nd}	1
88 gb.nor	26 09/49 23	MJ534 / PR	BAS	I	3.06	3.02 ^{#1} 2.95 ^{#2}	3.24?	.511240 .000030	.127428	2.082	9.88	-.35	-27.3	-7.4	2.25 _{Sm-Nd}	1

TAB. 5.13-2: Blocos Taquarembó e São Gabriel (RS)

SPS /lit.	coord./	n.campo/ região	litolo gia	ident (diagrama)	T _{chur} (GA) Goldstein et.al 1984	T _{dm2} (GA)	T _{dm} (GA) DePaolo -1981	¹⁴³ Nd/ ¹⁴⁴ Nd	¹⁴⁷ Sm/ ¹⁴⁴ Nd	Sm ppm	Nd ppm	f	ε _{Nd} (0)	ε _{Nd} (t)	t(Ga) _{mét} Ri(fonte)	ε _{Sr} (t)	ref
Bloco São Gabriel																	
191 / gns	30 21/54 01	ESJ - 05	GTD	A	0.26 ±.08		0.90 ±.06	.512513 ±.000037	0.12266 ±.00025	0.542 ±.001	2.672 ±.002	-38	-2.4	3.4	.62 _{Rb/Sr} .7038 _b	0.31	nt
192 / gns	30 22/53 58	RG 273B	GTD	B	0.49 0.07		1.08 0.05	.512404 .000035	.123507 .000099	4.157 0.002	20.353 0.013	-37	-4.6	1.2	.62 _{Rb/Sr} .7038 _b	0.31	nt
193 / gnd	30 21/54 00	ESJ - G1	GTD	C	0.38 0.05		0.90 0.04	.512414 .000031	.105909 .000090	1.443 0.001	8.239 0.004	-46	-4.4	3.0	.64 _{Rb/Sr} .704 _b	3.5	nt
194 / dio	30 33/54 08	ESJ - L 5	BAS	D	0.76 .06		1.25 0.05	.512227 .000037	.113916 .000081	5.650 0.003	29.922 0.014	-42	-8.0	-1.2	.65 _{Rb/Sr} .705 _b	17.9	nt
195 / gns	30 53/53 57	PM - 95 B	GTD	E	0.25 0.06		0.86 0.04	.512513 .000028	.119360 .000105	1.330 0.001	6.738 0.003	-39	-2.4	2.5	.50 _{Rb/Sr} .7035 _b	-6.0	nt
271 gnd	30 43/54 18	MN - 199A	GTD	F	0.30 0.05		0.87 0.04	.512476 .000025	.113281 .000058	3.254 0.001	17.370 0.007	-42	-3.2	3.8	.65 _{Rb/Sr} .7047 _b	+14	nt
--- m.rd c	30 21/53 43	RS-19 / RS Vacacaí	VAC	G	---	.75 ^{#2}	.41	.512978 .000008	.1841	3.94	12.94	-06	6.6	7.8	.75 _{U-Pb} c		5
--- mgab	30 11/53 46	RS-19-II / RS Vacacaí	BAS	H	---		.97	.512777 .000025	.1714	0.53	1.87	-13	2.7	5.1	.75 _{est}		5
--- gns.d	30 14/53 58	RS-20E / RS Cambai	GTD	I	.39		1.03	.512460 .000009	.1268	4.03	19.23	-36	-3.5	2.8	.70 _{U-Pb} c		5
--- m.to n	30 14/53 58	RS-20F / RS Cambai	GTD	J	.36		.86	.512415 .000007	.1009	5.90	35.36	-49	-4.4	4.2	.70 _{est}		5
--- peg	30 14/53 58	RS- 20G / RS Cambai	GTD	K	.10		.92	.512603 .000008	.1405	1.28	5.51	-29	-.7	4.3	.70 _{est}		5
--- m.dio	30 14/53 58	RS-20H / RS Cambai	BAS	L	.27		.86	.512498 .000008	.1161	6.39	33.27	-41	-2.7	4.5	.70 _{est}		5
--- m.grt	30 13/54 02	RS-24 / RS Sanga Jobim	GTD	M	.09		.82	.512600 .000009	.1303	4.16	19.31	-34	-0.7	5.2	.70 _{est}		5

---	30 45/53 53	RS 32I / RS Lavras	GTD	N	0.88		1.35	.512160 .000010	.11429	6.63	35.08	-42	-9.3	-3.0	.60 _{est}		5
grt																	
---	30 49/53 53	RS 32 / RS Lavras	GTD	O	0.62		1.15	.512313	.11685	13.44	69.55	-41	-6.3	-.2	.60 _{est}		5
gnd																	
---	30 24/53 27	CAC2 / RS Caçapava	GTD	P	1.97	2.58 ^{#2}	2.20	.511205	.08624	7.36	51.61	-56	-28.0	-20	.60 _{est}		5
mz.gt																	
---	30 29/53 29	CAC3 / RS Caçapava	GTD	Q	1.67		2.05	.511844 .000009	.12425	6.90	33.58	-37	-15.5	-9.9	.60 _{est}		5
gnd																	
270		ESJ - EP -55L Caçapava	GTD	R	2.38	3.2 ^{#2}	2.56?	.510715	.074043	1.360	11.107	-62	-37.5	-29.4	.52 _{Rb/Sr} .703 _b	-13	nt
grt					0.04		0.03	.000031	.000064	0.001	0.005						
Bloco Taquarombo																	
196 /		ESJ - 72 E Uruguai	GTD	A	1.65		1.96	.511620	.103121	7.270	42.631	-48	-19.9	-11.6	.69 _{Rb/Sr} .701 _b	-38	nt
grt					0.07		0.05	0.00041	.000092	0.002	.036						
269	???	ESJ - 100B	GTD	B	2.73		2.90	.510782	.093799	2.565	16.536	-52	-36.2	0.5	2.80 _{Rb/Sr}		nt
m.grt					0.03		0.03	.000022	.000050	0.001	0.006						
---	composito**	C1 / RS S.M. do Chico	GTD	C	2.36		2.59	.511262	.1082	---	---	-45	-26.8	2.5	2.6 _{est}		4
gns.gl								.000026									
---	31 45/53 47	C3 / RS Aceguá	GTD	D	2.04		2.33	.511523	.1137	---	---	-42	-21.8	-15	0.6 _{est}		4
gtd								.000018									

ver nota explicativa da tabela no anexo 1

* concentrado de mineral (rocha granulítica); + = composito (26° 25'/49° 01', 26° 30'/48° 48', 26° 35'/48° 47', 26° 40'/49° 02', 26° 52'/49° 18').

#1--> $T_2 = T_{\text{mét.}} \cdot e^{(^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd})_{T_2}=0.1}$; #2 = $T_2 = T_{\text{mét.}} \cdot e^{(^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd})_{T_2}=0.11}$

observ.: idades modelos dos minerais do domínio Luis Alves ---> quando o fracionamento ocorre logo após a separação manto-crosta (intervalo de tempo muito curto) então o modelo de 2 estágio praticamente não altera quando comparado com o de estágio simples.

ref. a= 1 = Siga Jr. (1995), 2 = Mantovani et. al (1987), 3 = Hartmann et. al (1995).

TAB. 5.14-1: FAIXA ITAIACOCA + S. ROQUE

SPS /lit.	coord.	n.campo/ região	litolo gia	ident (diagra- ma)	T _{chur} (GA) Goldstein et.al 1984	T _{dm2} (GA)	T _{dm} (GA) DePaolo - 1981	¹⁴³ Nd/ ¹⁴⁴ Nd	¹⁴⁷ Sm/ ¹⁴⁴ Nd	Sm ppm	Nd ppm	f	ε _{Nd} (0)	ε _{Nd} (t)	t(Ga) _{met} Ri _(fonte)	ε _{Sr} (t)	ref
GRUPO ITAIACOCA (Fm. Abapã, Bairro dos Campos, Água Clara e S. dos Macacos)																	
Formação Abapã																	

m.vul	24 58/49 50	ABP 67B / PR Abapã	VAC	A	2.58		2.80	.511279	.116787	11.36	58.82	-41	-26.5	-12	1.38 _{Rb/Sr} .7156 _a	181	1
m.vul	24 58/49 50	ABP 67D / PR Abapã	VAC	B	2.45		2.67	.511225	.109074	17.87	99.07	-45	-27.6	-12	1.38 _{Rb/Sr} .7156 _a	181	1
m.vul	24 50/49 41	ABP 70C / PR Abapã	VAC	C	2.43		2.65	.511216	.107984	17.07	95.59	-45	-27.7	-12	1.38 _{Rb/Sr} .7156 _a	181	1
m.vul	24 50/49 41	ABP 70E / PR Abapã	VAC	D	2.40		2.63	.511199	.105914	15.93	90.95	-46	-28.1	-12	1.38 _{Rb/Sr} .7156 _a	181	1
m.vul	24 50/49 41	ABP 71B / PR Abapã	VAC	E	2.45		2.66	.511088	.100859	17.83	106.90	-49	-30.2	-17	1.09 .7089 _a	81	1
m.vul	24 57/49 47	ABP 13A / PR Abapã	VAC	F	2.14?	2.57 ^{#2}	2.36?	.511106	.088149	15.85	108.73	-55	-29.9	-11	1.38? .7156 _a	181	1
m.vul		78 II / PR Abapã	VAC	G	2.62		2.83	.511140	.110100	17.45	95.84	-44	-29.2	-17	1.09 _{Rb/Sr} .7089 _a	81	1
Formações Bairro dos Campos e Água Clara																	

m.dlr	25 01/49 47	ELA 2C / PR B. Campos	BAS	H	1.40?		2.15	.512328	.163032	2.75	10.20	-17	-6.0	-1.6	1.03 _{Rb/Sr} .7029 _a	-6	1
m.dlr	25 02/49 48	ELA 7 / PR B. Campos	BAS	I	1.41		2.19	.512343	.164918	2.82	10.34	-16	-5.8	-1.6	1.03 _{Rb/Sr} .7029 _a	-5.7	1
m.dlr		ELA 10 / PR B. Campos	BAS	J	1.40		2.14	.512316	.161789	2.82	10.54	-18	-6.3	-1.7	1.03 _{Rb/Sr} .7029 _a	-5.7	1
m.dlr		ELA 12A / PR B. Campos	BAS	K	1.41		2.16	.512279	.159706	2.34	8.86	-19	-7.0	-2.1	1.03 _{Rb/Sr} .7029 _a	-5.7	1
m.dlr		ELA 20B / PR B. Campos	BAS	L	1.48		2.19	.512299	.161922	2.26	8.44	-18	-6.6	-2.0	1.03 _{Rb/Sr} .7029 _a	-5.7	1

---	25 06/49 53	ELA 23 / PR B. Campos	BAS	M	1.46		2.18	.512310	.162428	2.49	9.27	-17	-6.4	-1.9	1.03 _{Rb/Sr} .7029 _a	-5.7	1
---	24 59/49 42	ABP 52A / PR Água Clara	BAS	N	1.51		1.96	.512017	.134007	67.83	306.08	-32	-12.1	-3.5	1.08 _{Pb/Pb} $\mu=8.07_a$		1
---	24 59/49 42	ABP 52E / PR Água Clara	BAS	O	2.70?	1.81 ^{#3}	3.83?	.512553	.191930	2.39	7.53	-02	-1.7	-1.0	1.08 _{Pb/Pb} $\mu=8.07_a$		1

COMPLEXOS CUNHAPORANGA E TRÊS CÓRREGOS

---	24 56/49 51	ABP 45D / PR Cunhaporanga	GTD	A	1.59	1.93	1.88	.511552	.093050	7.32	47.57	-53	-21.2	-13	.60? _{Rb/Sr} .7114? _a	108 ?	1
---	24 52/49 51	ABP 68D / PR Cunhaporanga	GTD	B	2.68?	2.15 ^{#1}	2.99?	.511765	.147379	5.92	24.29	-25	-27.0	-13	.62 _{Rb/Sr} .7164 _a	179	1
---		87IV / PR Cunhaporanga	VAC	C	1.87		2.21	.511746	.124137	2.33	11.35	-37	-17.4	-17	.63 _{Rb/Sr} .7083 _a	64	1
---	24 37/49 57	ABP 63A / PR Cunhaporanga	GTD	D	1.43?	1.71 ^{#2}	1.89?	.512033	.132191	11.89	54.39	-33	-11.8	-5.6	.75 _{Rb/Sr} .70698 _a	48	1
---	24 37/49 57	ABP 63D / PR Cunhaporanga	GTD	E	1.58		1.93	.511779	.113945	8.47	44.95	-42	-16.5	-8.8	.75 _{Rb/Sr} .70698 _a	48	1
---	24 59/49 42	ELA 25A / PR Três Córregos	GTD	F	1.86		2.11	.511337	.090493	6.83	45.64	-54	-25.4	-16	.66 _{Rb/Sr} .7098 _a	86	1
---	24 49/49 38	ABP 58B / PR Três Córregos	GTD	G	2.03		2.27	.511291	.095748	13.50	85.26	-51	-26.3	-18	.66 _{Rb/Sr} .7098 _a	86	1
---	25 12/49 38	ABP 42A / PR Três Córregos	GTD	H	1.94		2.17	.511246	.087398	5.92	40.96	-56	-27.2	-20	.51 _{Rb/Sr} .71285 _a	127	1
---	25 13/49 37	ABP 43B / PR Três Córregos	GTD	I	2.00		2.24	.511265	.092469	4.56	29.82	-53	-26.8	-20	.51 _{Rb/Sr} .71285 _a	127	1

FAIXA SÃO ROQUE / APIAÍ (próximo ao capital de S. Paulo)

---	23 14/46 19	CT 13J / SP Moinho	GTD	J	1.85		2.14	.511523	.10524	---	---	-46	-21.8	-14	0.71 _{Rb/Sr} .7074 _c	83	3
---	23 15/46 10	CT 11J / SP Morro Azul	GTD	K	1.55	2.00 ^{#1}	1.84	.511534	.08861	---	---	-55	-21.5	-14	0.52 _{Rb/Sr} .711 _c	101	3
---	23 20/46 32	G4 A / SP Mairiporã	GTD	L	1.36		1.71	.511798	.10252	---	---	-48	-16.4	-8.8	0.63 _{Rb/Sr} .708 _c	60	3

705 grt	23 47/47 28 (S. Roque)	PD484F (SP) Piedade	GTD		0.93 0.03		1.30 0.03	.511989 .000022	.08999 .00005	8.209 0.003	55.220 .026	-54	-12.7	-3.8	0.65		5
596 m. dia	23 00-13/46 00-16	DG91-b	BAS		---	1.64 ^{#2}	2.18 0.10	.512680 .000022	.18769 .00011	3.316 0.001	10.685 0.005	-05	+0.6	+2.2	1.36 _{Sm/Nd}		4
597 m. pir	23 00-13/46 00-16	DG91c	UBA		---	1.60 ^{#2}	---	.513200	.24383	0.194 0.001	0.480 0.001	.24	+0.6	-7.7	1.36 _{Sm/Nd}		4
602 grt	23 00-13/46 00-16	Di6 - Mac/	GTD		1.31 0.04		1.65 0.03	.511769 .000026	.09589 .00005	10.441 0.001	65.848 0.035	-51	-17.0	-9.2	0.6 _{est}		4
603 grt	23 00-13/46 00-16	Dpi 280-3	GTD		1.20 0.04		1.58 0.03	.511901 .000024	.10342 .00005	3.698 0.001	21.623 0.009	-47	-14.4	-7.2	0.6 _{est}		4
604 gns	23 00-13/46 00-16	Dpi 207-b	GTD		1.46 0.04		1.76 0.03	.511621 .000026	.09039 .00005	7.761 0.002	51.923 0.022	-54	-19.8	-	0.6 _{est}		4
723 dio	23 00-13/46 00-16	Di6-86-d	BAS		1.11 0.04		1.53 0.03	.512010 .000024	.11061 .00006	8.230 0.002	44.995 0.020	-44	-12.3	-5.7	0.6 _{est}		4
724 grt	23 00-13/46 00-16	Di6-103-a	GTD		1.02 0.04		1.40 0.03	.511970 .000025	.09662 .00010	5.456 0.005	34.147 0.016	-51	-13.0	-5.4	0.6 _{est}		4
725 grt	23 00-13/46 00-16	Dpi-6-b /	GTD		1.54 0.05		1.87 0.04	.511699 .000029	.10386 .00006	7.000 0.003	40.757 0.017	-47	-18.3	-11	0.6 _{est}		4
726 grt	23 00-13/46 00-16	Di6-MA /	GTD		1.41 0.04		1.74 0.03	.511755 .000026	.10119 .00006	11.095 0.004	66.301 0.028	-49	-17.2	-9.9	0.6 _{est}		4
727 o.gns	23 00-13/46 00-16	DPI130m	GTD		1.44 0.03		1.74 0.03	.511596 .000023	.08671 .00005	7.880 0.003	54.951 0.025	-56	-20.3	-11	0.6 _{est}		4
728 grt	23 00-13/46 00-16	DPI-113b	GTD		1.68 0.06		2.00 0.05	.511639 .000034	.10633 .00008	9.804 0.004	55.755 0.031	-46	-19.5	-12	0.6 _{est}		4
736 grt	23 00-13/46 00-16	Di6-61 /	GTD		1.13 0.03		1.48 0.03	.511858 .000023	.09148 .00005	9.253 0.003	61.162 0.026	-54	-15.2	-7.1	0.6 _{est}		4
738 grt	23 00-13/46 00-16	Di6-126	GTD		1.25 0.33		1.57 0.26	.511757 .000230	.08901 .00006	5.916 0.002	40.195 0.019	-55	-17.2	-8.9	0.6 _{est}		4
754 grt	23 00-13/46 00-16	DPI-23	GTD		1.39 0.04		1.75 0.03	.511802 .000022	.10546 .00007	13.022 .005	74.667 0.039	-46	-16.3	-9.3	0.6 _{est}		4
710 gns	23 00-13/46 00-16	Dpi 215	GTD		1.64 0.03		1.94 0.02	.511577 .000020	.09843 .00005	6.614 0.002	40.635 0.016	-50	-20.7	-13	0.6 _{est}		4
711 grt	23 00-13/46 00-16	Di6-278-a	GTD		1.04 0.05		1.44 0.04	.511998 .000032	.10295 .00006	9.766 0.003	57.363 0.027	-48	-12.5	-5.3	0.6 _{est}		4
712 grt	23 00-13/46 00-16	Di6-245	GTD		1.13 0.03		1.46 0.02	.511819 .000022	.08586 .00005	10.405 0.004	73.279 0.027	-56	-16.0	-7.5	0.6 _{est}		4

713	23 00-13/46 00-16	Di6-98c	GTD		1.22 0.04		1.57 0.03	.511826 .000026	.09536 .00005	11.429 0.003	72.471 0.028	-52	-15.8	-8.1	0.6 _{est}		4
714 grt	23 00-13/46 00-16	Di6-121-a	GTD		1.45 0.04		1.72 0.04	.511482 .000035	.07539 .00004	13.923 0.005	111.68 0.05	-62	-22.6	-14	0.6 _{est}		4
248 gnd	23 47/47 35	PS 61 / SP	GTD		1.57 0.03		1.59 0.03	.511842 .000024	.09894 .00006	2.499 .001	15.274 .007	-50	-15.5	-8.7	.55 _{est}		nt

ver nota explicativa da tabela no anexo 1

idade modelo de 2 estágios: #1 --> T2 = tc e $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd} = .1$; #2 --> T2 = 1,38Ga e $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd} = 0,11$; #3 --> T2 = 1,08Ga e $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd} = 0,134$ (= ao valor da amostra ABP52A).

Ref. bibliográficas : --> Idades Rb-Sr e Pb-Pb foram compilados a partir de: a = Reis Neto (1994), c = Tassinari (1988);

os dados isotópicos de Sm-Nd a partir de: 1= Reis Neto (1994), 3 = Tassinari e Sato (1996). 4 = Ragatky (comunicação escrita), 5 = Renato (comunicação escrita).

TAB. 5.14-2: DOMÍNIO CURITIBA

SPS	coord./	n.campo/ região	litolo gia	ident (diagra ma)	T _{chur} (GA) <small>Goldstein et.al 1984</small>	T _{dm2} (GA) <small>Millsonda et.al 1994</small>	T _{dm4} (GA) <small>DePaolo - 1981</small>	$^{143}\text{Nd}/$ ^{144}Nd	$^{147}\text{Sm}/$ ^{144}Nd	Sm ppm	Nd ppm	f	ϵ_{Nd} (0)	ϵ_{Nd} (t)	t(Ga) _{mét} Ri _(fonte)	ϵ_{Sr} (t)	ref
EMBASAMENTO																	
--- gni	25 20/29 13	MJ25.3/ PR	GNL	A	2.62		2.82	.511107 .000020	.108027	6.86	38.40	-45	-29.9	-9.2	1.83 _{Rb/Sr} .7105 _b	116	2
--- mig	25 23/49 12	MJ96.3 / PR	GTD	B	2.53		2.75	.511276 .000018	.114911	6.29	33.1	-42	-26.6	-20	0.60 _{Rb/Sr} .7165 _b	180	2
288 gns	25 37/49 18	MJ138 / PR	GTD	C	2.42 .04		2.67 .03	.511392 .000018	.113664 .000058	4.162 .001	21.229 .009	-42	-23.0	-1.7	2.01 _{Rb/Sr} .70327 _b	16	2
--- mig	25 50/49 19	MJ123a/ PR	BAS	D	2.06?	2.61 ^{#1}	2.27?	.511027 .000020	.078141	7.65	59.20	-60	-31.4	-23	.58 _{K-Ar}		2
--- dio	25 19/48 54	MJ 296 / PR	GTD	E	.53		1.14	.512398 .000024	.127265	8.25	39.2	-35	-4.7	14.0	2.11 _{Rb/Sr} .7016 _b	-6.0	2
289 mig.m	25 52/49 26	MJ 316f/ PR	GTD	F	2.74 0.11	2.53 ^{#2}	3.08? 0.06	.511905 .000028	.156163 .000086	6.340 .002	24.550 .011	-21	-14.3	-4.6	1.87 _{Rb/Sr} .70584 _b	50	2

305 mig.m	25 52/49 24	MJ315a / PR	GTD	G	2.53 0.06		2.77 0.04	.511368 .000028	.120718 .000060	6.640 .002	33.261 .013	-39	-24.8	-6.7	1.87 _{Rb/Sr} .70584 _b	50	nt
254 anf	25 40/49 17	MJ23(137) PR	BAS	H	0.24 0.12	1.04 ^{#1}	1.36 0.07	.512583 .000028	.162346 .000125	8.055 0.003	30.003 0.020	-17	-1.1	1.6	0.6 _{est}		nt
GRANITOS INTRUSIVOS																	
--- grt	~25 18/49 40	MJ-271A / PR	GTD	I	1.74		2.01	.511417 .000012	.089985 .000011	10.00	67.20	-54	-23.8	-16	0.6 _{est}		2
--- grt	25 18/49 40	MJ274A / PR	GTD	J	1.80		2.06	.511407 .000020	.092573 .000013	9.17	59.90	-53	-24.0	-16	0.6 _{est}		2
238 grt	25 55/49 15	MJ132/PR-SC D.Cur./L.Alves	GTD	K	1.81 .06		2.13 .05	.511689 .000031	.116790 .000094	5.91 .003	30.599 .019	-41	-18.5	-12	.59 _{U-Pb} _b		2
--- grt	25 21/49 01	MJ 291c/ PR	GTD	L	1.42		1.86	.511997	.127882	14.0	66.2	-35	-12.5	-7.2	.60 _{Rb/Sr} .7193 _b	220	2
ANÁLISE EM MINERAIS																	
--- gns	25 40/49 17	MJ137(r. tot.*)	GTD	M	0.59? 0.10	1.13 ^{#1}	1.45? 0.13	.512474 .000016	.154158 .005700	---	---	-22	-3.2	0.0	.59 _{Sm-Nd} .51190 _b		2
--- gns	25 40/49 17	MJ137(anf.*)	Maf	N	0.35? 0.08	1.08 ^{#1}	1.57? 0.16	.512573 .000006	.168309 .0056	---	---	-14	-1.3	0.9	.59 _{Sm-Nd} .51190 _b		2
--- gns	25 40/49 17	MJ137granada*	Mgd	O	---	1.12 ^{#1}	---	.513846 .000010	.506108 .001670	---	---				.59 _{Sm-Nd} .51190 _b		2
--- gns	25 40/49 17	MJ137 (plag.*)	Mpl	P	0.45? 0.02	1.03 ^{#1}	0.97 0.03	.512377 .000008	.107969 .003600	---	---	-45	-5.1	1.6	.59 _{Sm-Nd} .51190 _b		2
GRANITÓIDES DEFORMADOS - SUITE DO RIO PIÊN																	
54 grt	26 05/49 25	MJ-AM16 / PR	GTD	A	1.85		2.10	.511318 .000028	.088033	6.03	41.42	-55	-25.7	-17.	0.60 _{Rb/Sr} .706	31	2
56 grt	26 02/49 19	MJ-AM95 / PR	GTD	B	1.75		2.03	.511488 .000032	.096575	2.134	13.362	-51	-22.4	-15	0.60 _{Rb/Sr} .7045 _b	9.9	2
55 grt	26 05/49 24	MJ-AM20 / PR	GTD	C	1.90		2.15	.511263 .000030	.086934	4.122	28.672	-56	-26.8	-18	0.60 _{Rb/Sr} .706 _b	31	2

Ver nota explicativa da tabela no anexo 1

* Concentrado de mineral (rocha fonte - granitóide).

#1 --> $T_2 = T_{\text{mét.}} \cdot e^{(^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd})_{T_2}=0.1}$; #2 = $T_2 = T_{\text{mét.}} \cdot e^{(^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd})_{T_2}=0.11}$

Observ.: #1 --> quando o fracionamento ocorre logo após a separação manto-crosta (intervalo de tempo muito curto) então o modelo de 2 estágio praticamente não altera quando comparado com o de estágio simples.

ref.--> 2 = Siga Jr. (1995); coluna $T_{\text{mét.}}$; b = Siga Jr. (1995).

TAB. 5.15-1: DOMÍNIO PARANAGUÁ

SPS /lit.	coord.	n.campo/ região	lito logia	ident (diagra- ma)	T _{chur} (GA) <small>Goldstein et.al 1984</small>	T _{dm2} (GA)	T _{dm} (GA) <small>DePaolo - 1981</small>	¹⁴³ Nd/ ¹⁴⁴ Nd	¹⁴⁷ Sm/ ¹⁴⁴ Nd	Sm ppm	Nd ppm	f	ε _{Nd} (0)	ε _{Nd} (t)	t(Ga) _{mét} Ri _(fonte)	ε _{Sr} (t)	ref
--- grt	25 33/48 41	MJ208a/PR_SC	GTD	A	1.60		1.91	0.511629 ±.000018	.100714	9.71	58.3	-49	-19.7	-13	0.5 _{Rb/Sr} ? .707 _a	44?	1
--- grt	25 41/48 33	MJ301e/PR_SC	GTD	B	1.98		2.22	.511289 .000006	.092971	9.64	62.70	-53	-26.3	-19	0.59 _{Rb/Sr} .70757 _a	53	1
--- grt	25 52/48 36	MJ287a/PR_SC	GTD	C	1.77		2.02	.511349 .000004	.085957	5.16	36.3	-56	-25.1	-17	0.56 _{Rb/Sr} .70816 _a	59	1
--- grt	25 49/48 50	MJ284/PR_SC	GTD	D	2.33		2.57	.511345 .000020	.112351	32.70	176.00	-43	-25.2	-19	0.56 _{Rb/Sr} .7078 _a	56	1
240 grt	25 52/48 49	MJ283/PR_SC	GTD	E	2.51 ±.05		2.71 0.04	.511075 .000030	0.10209 ±.00012	6.141 .005	36.374 .005	-48	-30.5	-24	0.56 _{Rb/Sr} .7078	56	1
241 grt	25 33/48 45	MJ347/PR_SC	GTD	F	2.27 0.05		2.49 0.04	.511080 .000035	.092720 .000065	3.601 .001	23.485 .015	-53	-30.4	-23	0.56est		1
239 grt	25 32/48 41	MJ209a /	GTD	G	1.77 0.07		2.13 0.05	.511786 .000032	.123601 .000126	11.826 0.002	57.857 .058	-37	-16.6	-11	0.61est		nt

ref. : 1 = Siga Jr, 1995, nt = neste trabalho.

SPS /lit.	coord.	n.campo/ região	litolo gia	ident (diagrama)	T _{chur} (GA) Goldstein et.al 1984	T _{dm2} (GA)	T _{dm} (GA) DePaolo - 1981	¹⁴³ Nd/ ¹⁴⁴ Nd	¹⁴⁷ Sm/ ¹⁴⁴ Nd	Sm ppm	Nd ppm	f	ε _{Nd} (0)	ε _{Nd} (t)	t(Ga) _{mét} Ri _(fonte)	ε _{Sr} (t)	ref
DOM FELICIANO																	
5.15-2 - Faixa Tijucas (SC)																	
---	26 49/48 34	C2 / SC Camboriú	GTD	A	2.34		2.57	.511256 .000010	.1070	---	---	-46	-27.0	2.8	2.6 _{est}		4
---	27 10/48 38	SC 54 / SC Camboriú	GTD	B	1.95	2.77 ^{#2}	2.16	.511001	.06926	6.54	57.10	-65	-31.9	-22	0.6 _{est}		6
---	27 07/48 36	SC 52 / SC Guabiruba	GTD	C	2.02	2.66 ^{#2}	2.25	.511142 .000009	.08436	6.38	45.73	-57	-29.2	-21	.6 _{est}		6
---	27 04/49 11	C4 / SC Presid. Nereu	GTD	D	3.10		3.27	.511037 .000012	.1185	---	---	-40	-31.2	-5.3	2.6 _{est}		4
---	26 58/48 53	C5 / SC Valsungana	GTD	E	1.73		2.01	.511487 .000014	.0955	---	---	-51	-22.5	-15	0.6 _{est}		4
---	27 07/48 55	C12 / SC Brusque	MSE	F	1.54	1.76 ^{#2}	1.97?	.511975 .000010	.1312	---	---	-33	-12.9	-7.9	0.6 _{est}		4
---	26 57/49 02	C13 / SC Brusque	MSE	G	1.70		2.05	.511758 .000014	.1179	---	---	-40	-17.2	-11	0.6 _{est}		4
---		SC49 -II/ SC Itapema	GTD	M	2.44	2.06 ^{#2}	2.78	.511814 .000009	.14543	2.28	9.48	-26	-16.1	-12	0.6 _{est}		6
5.15-2 - Faixa Tijucas (RS)																	
185 - gns	30 50/53 06	LK289C-1/RS Sant. B. Vista	GTD	H	2.43 .05		2.66 .04	.511221 .000029	.108384 .000086	3.905 .002	21.787 .013	-45	-27.6	-2.9	2.2	1.27	nt
186 / gns	30 50/53 06	LK 289C-2/RS Sant. B. Vista	GTD	I	2.43 .05		2.66 .04	.511152 .000043	.107120 .000124	5.979 .002	33.752 .037	-46	-29.0	-3.8	2.2 _{Rb/Sr} .702 _b	1.27	nt
187 / gns	30 52/53 10	ESJ 115/RS Sant. B. Vista	GTD	J	2.20 .03		2.40 .03	.511037 .000025	.085992 .000072	2.371 .001	16.673 .012	-56	-31.2	-23	0.6?		nt
188 / gns	30 48/53 05	ESJ 116 E/RS Sant. B. Vista	GTD	K	2.38 .04		2.58 .04	.510930 .000029	.088019 .000056	2.779 .001	19.092 .010	-55	-33.3	-26	0.5 _{Rb/Sr} .7035 _b	-6.0	nt
190/ c.end	30 53/52 55	LK 258B/RS Sant. B. Vista	GNL	L	1.60 .07		1.93 .05	.511679 .000040	.105779 .000219	11.385 .005	65.084 .131	-46	-18.7	-9.7	.78 _{Rb/Sr} .706 _b	34	nt

5.15-3 - Batólito de Pelotas - Região de Florianópolis (SC)																	
---	grt.mi	27 26/48 47	C7 / SC	GTD	A	1.31		1.75	.512008 .000026	.1234	---	---	-37	-12.3	-6.7	0.6 _{est}	4
---	gtd	27 12/48 27	C8 / SC Armação	GTD	B	1.20		1.62	.512009 .000028	.1167	---	---	-41	-12.3	-6.1	0.6 _{est}	4
---	gtd	27 16/48 47	C9 / SC Santa Luzia	GTD	C	1.24		1.69	.512052 .000014	.1246	---	---	-37	-11.4	-5.9	0.6 _{est}	4
---	gtd	27 31/49 01	C10 / SC B. R. Bugres	GTD	D	2.10	1.76 ^{#2}	2.58?	.512067 .000010	.1554	---	---	-21	-11.1	-8.0	0.6 _{est}	4
---	fil	27 37/48 55	C15 / SC Quebaça	MSE	E	1.24		1.63	.511915 .000006	.1082	---	---	-45	-14.1	-7.3	0.6 _{est}	4
---	grt	27 53/48 42	SC43 / SC Paulo Lopes	GTD	G	1.22		1.58	.511853 .000009	.09891	9.60	58.69	-50	-15.3	-7.8	.6 _{est}	6
---		28 28/48 59	SC 42 / SC Pedra Grande	GTD	G	0.98		1.39	.512032 .000008	.10269	9.98	58.77	-48	-11.8	-4.6	.6 _{est}	6
---		28 28/48 59	SC42-II / SC Pedra Grande	GTD	I	1.60	1.59 ^{#2}	2.18	.512184 .000008	.15350	4.79	18.87	-22	-8.9	-5.5	.6 _{est}	6
5.15-3 - Batólito de Pelotas e Encruzilhada do Sul (RS)																	
---	gtd	30 20/51 49	C14 / RS D.Feliciano	GTD	J	1.52	1.77 ^{#2}	1.95?	.511964 .000010	.1294	---	---	-34	-13.1	-8.0	0.6 _{est}	4
303	ton	30 43/52 05	LK 135 / RS	GTD	K	0.98 0.07		1.42 0.05	.512090 .000038	.111745 .000091	9.934 0.002	53.757 .042	-43	-10.7	-4.7	.55 _{Rb/Sr} .709 _b	73 nt
304	gns	31 30/53 18	GF 331 / RS	GTD	L	1.62 0.07		2.00 0.05	.511839 .000035	.121887 .000089	4.995 .002	24.781 .015	-38	-15.6	-8.0	.80 _{Rb/Sr} .704 _b	6.1 nt
189 /	gnl	30 55/52 50	LK 169 / RS	GTL	M	1.63 .04		1.95 .03	.511660 .000023	.105678 .000160	10.515 .007	60.168 .081	-46	-19.1	-8.6	0.9 _{Rb/Sr} 0.707 _b	51 nt
---	gtd	composito ⁺⁺⁺	C6 / RS D.Feliciano	GTD	N	1.07		1.42?	.511874 .000012	.0883	---	---	-55	-14.9	-6.6	0.6 _{est}	4
---	sie	30 18/52 48	RS2 Piquiri RS	GTD	O	1.43		1.75	.511678	.09487	14.32	91.28	-52	-18.7	-11	0.6 _{est}	6
---	ano	30 19/52 25	RS5 Capivarita/RS	BAS	P	1.74		2.02	.511480 .000011	.09579	.32	2.02	-51	-226	-15	.6 _{est est}	6
---	grt	30 25/52 28	RS4 Encruzilhada	GTD	Q	1.80		2.08	.511449 .000008	.09655	29.26	183.26	-51	-23.2	-16	.595 _{U-Pb} c	6

---	31 31/52 36	RS13II Moinho / RS	GTD	R	0.94		1.32	.511995	.09220	6.87	45.06	-.53	-12.5	-4.6	.595 _c U-Pb		6
---	31 47/52 27	RS12 Capão Leão	GTD	S	1.59	1.46 ^{#2}	2.37	.512340 .000009	.16826	12.53	45.03	-.14	-5.8	-3.6	.6 _c est		6
---	31 37/53 23	RS7A / RS Pinheiro Mach.	BAS	T	1.64		2.01	.511831 .000009	.12164	6.65	33.06	-.38	-15.7	-10	.6 _c est		6
---	"	RS7B / RS Pinh. Machado	GTD	U	1.29		1.69	.511928	.11318	5.54	29.6	-.42	-13.8	-7.4	.61 _c U-Pb		6
---	"	RS7C / RS Pinh. Machado	GTD	V	1.02	1.62 ^{#2}	1.37	.511906 .000008	.08760	4.76	32.86	-.55	-14.3	-5.9	.6 _c est		6
---	31 37/53 17	RS9A / RS Pinh. Machado	GTD	X	1.69	1.85 ^{#2}	2.10	.511914 .000012	.13167	1.62	7.44	-.33	-14.1	-9.1	.61 _c U-Pb		6
---	"	RS9B / RS Pinh. Machado	GTD	Z	1.07	1.68 ^{#2}	1.41	.511853 .000007	.08492	3.39	24.14	-.57	-15.3	-6.8	.6 _c est		6

Ver nota explicativa da tabela no anexo 1

composito⁺⁺ --> coordenadas : (30° 48'/54° 15'; 31° 05'/54° 11'; 31° 08'/54° 00'); composito⁺⁺⁺ --> coordenadas = (31° 23'/52° 55'; 31° 25'/52° 47'; 31° 28'/52° 41'; 31° 31'/52° 35'; 31° 31'/52° 29'; 31° 32'/52° 20').

ref. - 4 = dados isotópicos de Mantovani et. al (1987) ; 5 = Babinski et. al. (1996) ;6= Babinski et. al 1995 --> idades modelos recalculados neste trabalho.

referências para coluna t_{método} - a = Siga Jr, 1995; c=Babinski et. al. (1996); b= Soliani Jr (1986) --> idades Rb/Sr e razões iniciais; nt = neste trabalho.

CAPÍTULO 6

CONSIDERAÇÕES FINAIS

6 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

6.1 - EVOLUÇÃO CRUSTAL GLOBAL DA PLATAFORMA SUL AMERICANA

Com base nos dados isotópicos de Nd obtidos nos domínios crustais da Plataforma Sul Americana, conforme exposto nos capítulos anteriores, foi construído o histograma da fig. 6.1. A figura mostra a proporção de acreção de material crustal juvenil, no tempo geológico, e foi construída levando em conta as idades modelo Sm-Nd (TDM - Ver resumo na Tabela 6.1), bem como as áreas correspondentes a cada um dos domínios crustais considerados (tabela 6.2). A região considerada inclui, além do território brasileiro, porções de Venezuela, Uruguai e Guianas.

A figura indica pequena proporção de crosta continental remanescente anterior a 3.3 Ga., como ocorre em qualquer das áreas continentais do mundo. Possivelmente, isto seria devido à reciclagem intensa da crosta continental, de volta para o manto superior, como característica fundamental do regime tectônico permóvel, no início da evolução do planeta. Em seguida, o Arqueano aparece como um período importante no crescimento da crosta continental da América do Sul, com dois picos (3,1 e 2.7 Ga.), os quais correspondem aproximadamente aos valores mais freqüentes observados em escala mundial. O Paleoproterozóico mostra-se claramente como a principal época de formação de crosta continental juvenil, com os valores principais entre 2.2 e 2.0 Ga. Acreção de material juvenil parece continuar durante o Mesoe e o Neoproterozóico, mas em taxas inferiores às dos períodos de tempo anteriores, e com um pico de razoável intensidade por volta de 1.3 - 1.2 Ga., correspondendo ao Ciclo Grenville (Espinhaço/Rondoniano/Sunsás). É também evidente a pequena taxa de acreção que corresponde ao Ciclo Brasileiro.

A partir dos valores da figura 6.1 e tabela 6.2, foi construída a curva acumulativa da figura 6.2, representando o crescimento da crosta continental na Plataforma Sul Americana. Cabe enfatizar que, em verdade, trata-se do crescimento “visível”, residual, visto que não há como conhecer aquela quantidade de material que pode ter sido reciclada de volta para o manto (subducção do tipo A), em qualquer época do tempo geológico. Na mesma figura foram incluídas, para comparação, a curva teórica global para o planeta (Reimer e Schubert, 1984) e

a curva obtida por Cordani et al. (1988) com base essencialmente em dados Rb-Sr. Observa-se que a curva resultante do trabalho presente, com base em dados Sm-Nd, pouco difere daquela inferida por Cordani et al. (1988), baseada em dados Rb-Sr. As diferenças principais são aquelas relativas ao Arqueano, onde os dados de Nd indicam proporção maior de crosta mais antiga, mas em compensação o gradiente de crescimento no fim do Arqueano é menos acentuado. Padrão similar de evolução crustal é observado na porção SW dos U.S.A., entretanto o período rápido de crescimento de crosta continental ocorreu em época mais recente (1.9 a 1.7 Ga.) em relação ao da Plataforma Sul Americana.

Em resumo, a curva de crescimento da figura 6.2 indica que cerca de 34% da crosta continental já existia no fim do Arqueano, mas a maior taxa de acreção ocorreu no Paleoproterozóico, no final do qual já estava formada cerca de 80% da Plataforma Sul Americana. No início do Neoproterozóico (cerca de 1.0Ga.), cerca de 99% da crosta continental já estava formada, sobrando muito pouco para épocas posteriores.

Os principais domínios de acreção manto-crosta continental com base nas idades modelo Sm-Nd podem ser vistos na fig. 6.3. Observa-se nesta figura o predomínio de áreas juvenis durante o Paleoproterozóico (padrão de cores azul escuro e claro) correspondendo cerca de 55% da área total.

Comparando-se os valores das idades modelo T_{DM} com as idades de cristalização das rochas envolvidas, obtidas por outros meios (isócronas Rb-Sr e datações U-Pb em zircão), pode ser estimada a razão entre os processos de acreção juvenil vs. retrabalhamento crustal. Neste trabalho, a partir dos dados tabela 6.3, considerou-se como compatíveis com processos de derivação mantélica aquelas amostras para as quais a diferença entre as idades modelo Sm-Nd e as idades de cristalização magmática era, no máximo, da ordem de 200 milhões de anos. Valores de ϵ_{Nd} menores do que (-2), e valores de $^{87}Sr/^{86}Sr$ menores do que 0.705 reforçaram a identificação de rochas de caráter juvenil.

Utilizando os critérios enunciados acima, para a Plataforma Sul Americana, o volume de crosta continental juvenil preservada resultou em torno de 45% sendo que o restante foi retrabalhado em épocas subsequentes. O acervo geocronológico indica o Ciclo orogênico Brasileiro como o principal responsável dos processos de retrabalhamento, em várias das províncias tectônicas cuja evolução tectônica foi discutida no capítulo 5.

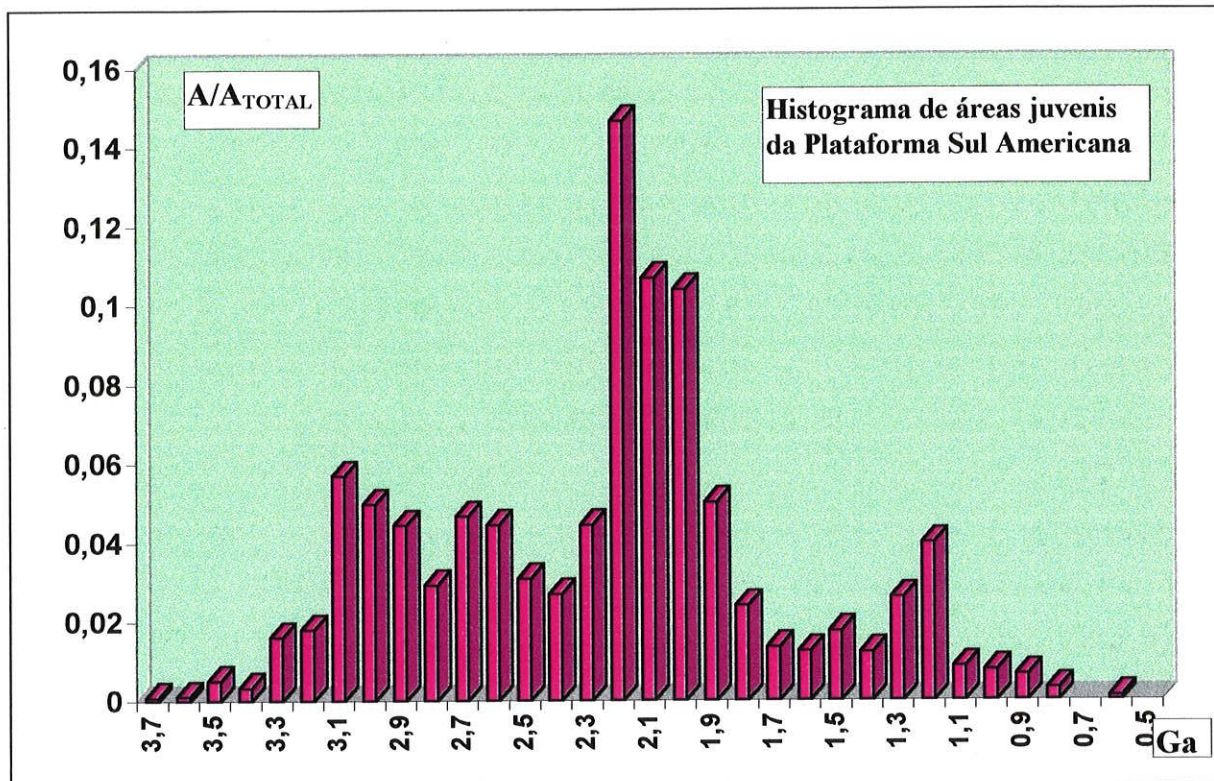


Fig. 6.1: Histograma de acreção manto-crosta continental, $(A)/(A_{total})$, em função do tempo geológico, onde as áreas juvenis no tempo T (Ga) são representados por (A) e a área total da Plataforma Sul Americana por (A_{total}) . Os dados relativos às áreas encontram-se na tabela 6.2.

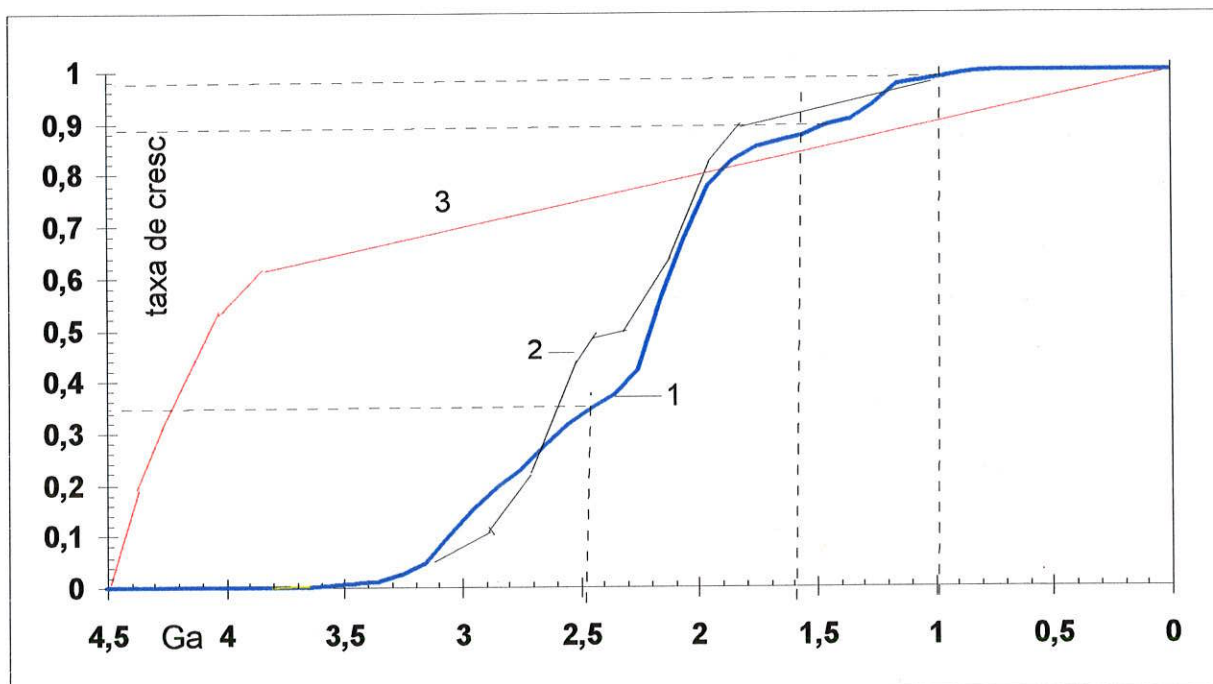


Fig. 6.2 - Curvas de crescimento da crosta continental no tempo geológico: 1 - Plataforma Sul Americana; 2 - Cordani et. al. (1988); 3 - Reymer e Schubert (1984).

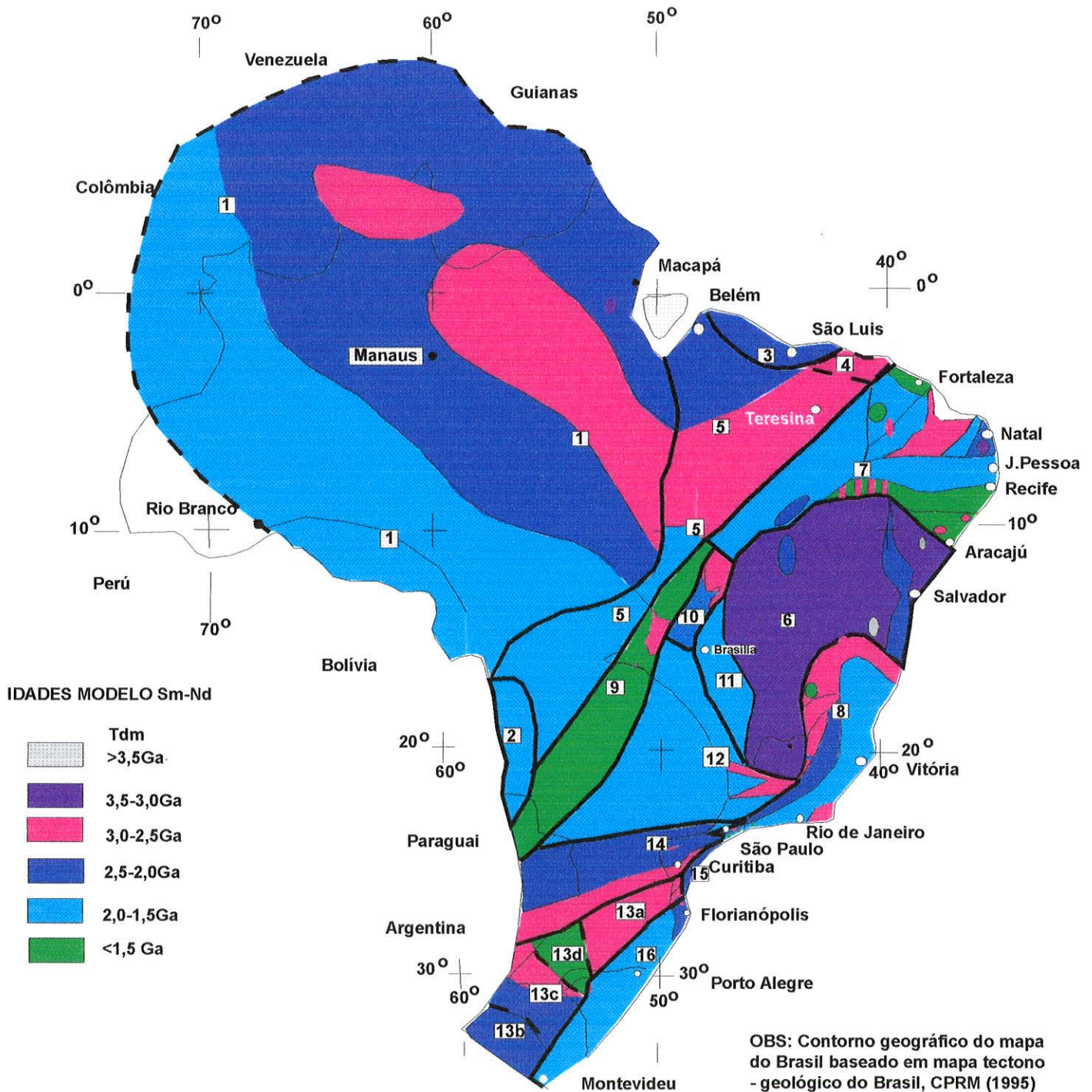


FIG.6.3: PRINCIPAIS DOMÍNIOS DE ACREÇÃO MANTO-CROSTA CONTINENTAL, COM BASE EM IDADES MODELO Sm-Nd, (T_{DM})

Compartimentação geotectônica: 1-Craton Amazônico; 2- Fragmento Cratônico Rio Apa; 3 - Craton São Luis; 4 - Domínio Médio Coreau; 5 - Faixa Paraguai-Araguaia/ Tocantins; 6 - Craton do São Francisco; 7 - Domínio Borborema; 8 - Domínio Jequitinhonha; 9 - Complexo Goiás Central; 10 - Domínio Uruaçu; 11 - Domínio Brasília; 13a - Fragmento Cratônico Luis Alves; 13b- Fragmento Cratônico R. de La Plata; 13c - Domínio Taquarembó; 13d - Domínio São Gabriel; 14 - Fragmento crustal Curitiba 15 - Domínio Paranaguá e 16- Domínio Dom Feliciano (adaptada de Cordani et. al. 1988, com modificações).

6.2 - EVOLUÇÃO CRUSTAL SETORIAL PARA AS MASSAS CONTINENTAIS SEPARADAS PELO LINEAMENTO TRANSBRASILIANO

As figuras 6.4, 6.5 e 6.6 foram traçadas com os mesmos critérios da figura anterior (6.1), mas inerentes às massas continentais separadas pelo Lineamento Transbrasiliano, considerado neste trabalho como uma das principais suturas que se articularam, no Neoproterozóico, para dar origem ao Supercontinente de Gondwana. Na parte Noroeste, foram incluídos o Craton Amazônico e o de São Luiz, este representando a porção meridional do Craton do Oeste Africano, bem como as suas respectivas regiões marginais, afetadas pelo tectonismo do Neoproterozóico. Por sua vez, na parte sudeste, foram incluídos os Cratons do São Francisco, do Rio de La Plata, e de Luiz Alves, bem como suas respectivas regiões marginais, e outros blocos tectônicos que participaram do processo de aglutinação do Gondwana.

Para efeito de comparação de suas características de evolução crustal, foi levado em conta o tamanho relativo das áreas envolvidas, de modo que na figura 6.4 os picos do histograma aparecem com mais saliência do que os da figura 6.5, embora o número de determinações Sm-Nd tenha sido muito maior na região de Sudeste. A figura 6.6 mostra a taxa de crescimento da crosta continental de cada um destes setores. A comparação entre as duas figuras dá ensejo aos comentários seguintes:

1 - Na massa continental de noroeste a grande maioria das determinações isotópicas Sm-Nd disponíveis até o presente concentram-se no intervalo de idade entre 3.1 e 1.8 Ga. Por sua vez, do lado sudeste os valores de T_{DM} aparecem muito mais espalhados, cobrindo o Precambriano inteiro.

2 - É marcante a semelhança na evolução crustal das duas grandes regiões durante o período acima indicado, entre 3.1 e 1.8 Ga. Em ambos os histogramas aparecem concentrações (picos) similares, no final do Arqueano (2.6Ga) e no início do Paleoproterozóico (2.2Ga). Tal semelhança na evolução crustal permite sugerir que, em épocas anteriores à formação do Supercontinente de Rodínia, as massas continentais hoje representadas pelos Cratons

Amazônico-Oeste Africano, e pelos Cratons São Francisco-Congo teriam participado dos mesmos eventos maiores de geração de crosta, em posição possivelmente contígua.

3 - Os histogramas 6.3 e 6.4 diferem bastante em relação ao Arqueano precoce, visto que ainda não há dados, nas regiões do Craton Amazônico, indicando valores tão antigos como os do Bloco Gavião, na Bahia Central. Por outro lado, o grande desconhecimento que ainda persiste a respeito da região Amazônica não aconselha interpretações e conclusões muito categóricas a respeito das possíveis diferenças dos histogramas atuais.

4 - Por outro lado, a grande diferença que aparece nos histogramas em relação ao Meso e Neoproterozóico parece tectonicamente significativa para o presente autor. A região a sudeste do Lineamento Transamazônico inclui um intervalo importante em seu histograma entre 1.7 e 1.4, e um pico saliente por volta de 1.2 Ga. (Ciclo Espinhaço/Rondoniano) com continuidade até de 0.8 Ga (Ciclo Brasileiro). Embora não possam ser descartadas outras alternativas para a interpretação de tais idades T_{DM} , conforme discutido no capítulo 4.6, a recorrência dos valores sugere tratar-se de eventos reais de formação de crosta continental juvenil, a partir da reciclagem de litosfera oceânica Meso e Neoproterozóica. Parece claro que o resultado de tais subduções antigas apresentou-se como terrenos acrescidos essencialmente na região a sudeste do Lineamento Transbrasiliiano, tendo os Cratons Amazônico-São Luiz permanecido como massas de crosta continental rígida e compacta, praticamente livre de eventos tecto-orogênicos a partir do Paleoproterozóico, a não ser em suas regiões marginais e parte na Província Rondoniana-Sunsás. Por outro lado, a região a sudeste do Lineamento Transbrasiliiano teve uma evolução muito mais complexa, tendo participado da formação de pelo menos dois supercontinentes (Rodínia no Mesoproterozóico e Gondwana no Neoproterozóico). Dessa forma, os fragmentos cratônicos que se articularam são menores (São Francisco, Rio de La Plata, Luiz Alves, e possivelmente dois outros, no embasamento das sinéclises do Parnaíba e do Paraná) e os blocos tectônicos resultantes aparecem retrabalhados em pelo menos dois grandes ciclos orogênicos (Espinhaço e Brasileiro). Na região, o material acrescido no Meso e Neoproterozóico deve-se à atuação de arcos magmáticos relacionados com o desaparecimento de importantes regiões oceânicas, em várias de suas províncias tectônicas, como foi descrito nos capítulos anteriores.

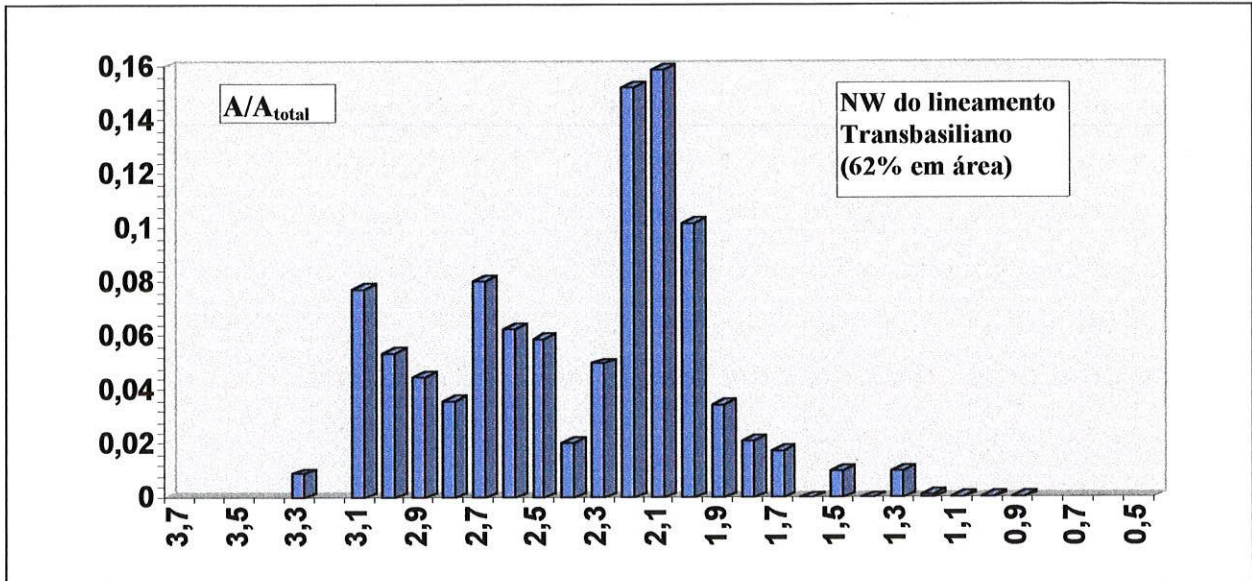


Fig. 6.4 - Histograma de áreas juvenis (A) / (A_{total}) em função do tempo geológico da porção NW do lineamento Transbrasiliiano. A_{total} corresponde a 62% da área da Plataforma Sul Americana. Os dados das áreas encontram-se na tabela 6.2.

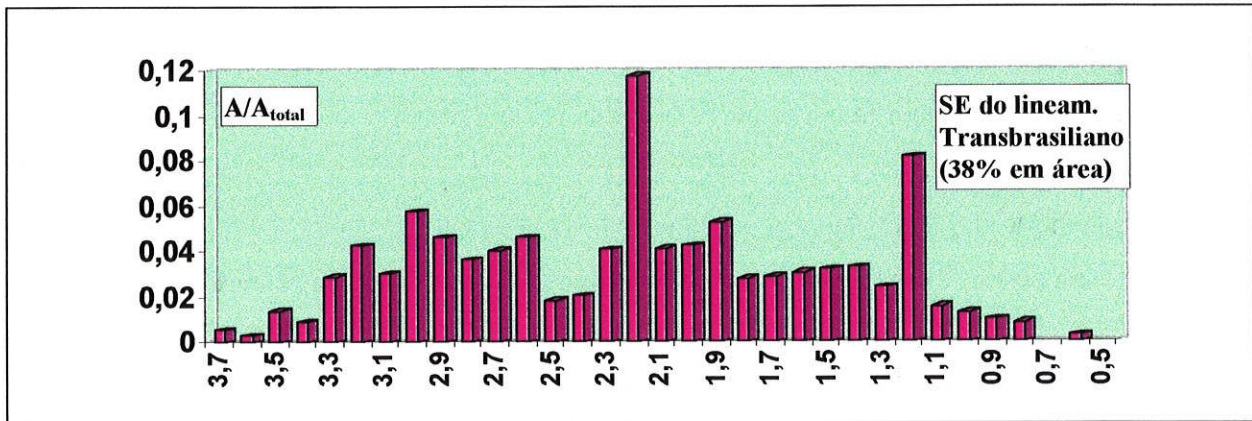


Fig. 6.5: Histograma (A) / (A_{total}) em função do tempo geológico da porção SE do lineamento Transbrasiliiano, onde (A) representam as áreas juvenis no tempo geológico e (A_{total}) corresponde a 38% da área da Plataforma Sul Americana. Os dados das áreas encontram-se na tab. 6.2.

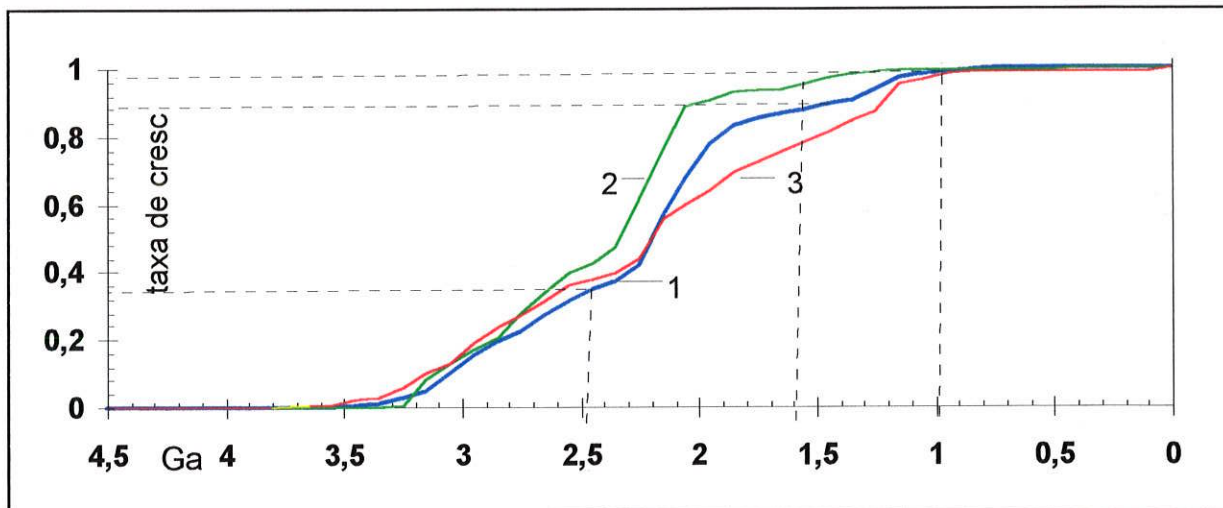


Fig. 6.6-Taxa de crescimento setorial para as crostas continentais separadas pelo Lineam. Transbrasiliiano. 1 - Plataforma Sul Americana; 2 - NW do Lineamento Transbrasiliiano; 3 - SE do Lineamento Transbrasiliiano. Entre 2,2 e 1,9Ga ocorreu-se rápido crescimento na porção NW do lineamento, enquanto que na porção SE ocorreu de forma mais suave em toda a escala de tempo geológico.

6.3- IMPLICAÇÕES A RESPEITO DO VALOR INTERPRETATIVO DAS IDADES MODELO Sm-Nd

Com base nos dados Sm-Nd apresentados no capítulo anterior podemos destacar os seguintes tópicos:

i) - A razão $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$ para a grande maioria (cerca de 80%) das rochas granitóides da Plataforma Sul Americana variou entre 0,09 a 0,12, correspondendo ao fator de fracionamento $f = (^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}_{\text{amostra}} - ^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}_{\text{CHUR}}) / ^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}_{\text{CHUR}}$, entre -0,35 a -0,55. A fig. 6.7 mostra a razão “f” das rochas granitóides (tipo TTGs) em função do tempo geológico. A relativa semelhança na razão Sm/Nd nas rochas granitóides sugere que o processo relativo ao fracionamento geoquímico entre Sm e Nd parece não ter mudado significativamente ao longo do tempo geológico. Tal fato reflete diretamente a tendência para paralelismo nas linhas de evolução isotópica de Nd mostrada na fig. 6.8. Quando o fator “f” foge do valor -0.45 ± 0.10 , o presente autor sugere que teria ocorrido outro evento de fracionamento químico entre Sm-Nd, possivelmente durante fusão parcial de um protolito crustal já previamente reciclado e enriquecido. Neste caso será necessário usar o modelo de evolução isotópica de Nd em estágio duplo para o cálculo da idade T_{DM} .

ii) - Por causa da certa constância nas razões Sm/Nd para as rochas granitóides, para a obtenção, a grosso modo, de sua idade modelo Sm-Nd, basta saber apenas a razão $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$, por exemplo:

$^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$	$\epsilon_{\text{Nd}}(t=0)$	idade
$< \sim 0,5113$	$< \sim -24$	Arqueana
$\sim 0,5113$ a $\sim 0,5125$	~ -24 a ~ -13	Paleoproterozóica
$> \sim 0,5124$	~ -13 a ~ 0	Meso/Neoproterozóica

iii) - Rochas máficas-ultramáficas não são favoráveis para cálculos de idades modelo por possuírem razão $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$ muito próxima daquela do manto, ou seja os valores de $f_{\text{Sm/Nd}}$

oscilam entre 0.35 a -0.35 (obs.: $f=0$ significa que a amostra tem a mesma razão Sm/Nd do manto CHUR, portanto a linha de evolução isotópica de Nd de tal amostra será paralela a do manto). Por outro lado as rochas meta-ultra-máficas são em geral, favoráveis para datação pelo método isocrônico devida à variação importante na razão $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$.

iv) - O diagrama $T_{\text{Rb-Sr}} \times T_{\text{DM}}$ ou T_{CHUR} (fig. 6.9) para as rochas granitóides da tabela 6.3 mostra o seguinte comportamento:

T (Ga)	$\Delta T = T_{\text{DM}} - T_{\text{Rb-Sr}}$ (Ga)	$\Delta T = T_{\text{CHUR}} - T_{\text{Rb-Sr}}$ (Ga)
3.5	0.15	0.08
2.5	0.20	0.05
1.6	0.25	-0.07
1.0	0.28	-0.12
0.0	0.35	-0.25

v) Com relação à figura 6.9, e à tabela 6.3, é possível verificar que diferença entre evento de acreção (T_{DM}) e a idade de formação ($T_{\text{Rb-Sr}}$) da rocha, cresce com o tempo geológico. Durante o Arqueano a 3,5Ga o ΔT está em torno de 0.10Ga enquanto que o presente dia o ΔT está em torno de 0.30Ga. Tais diferenças, entre o presente e o passado, podem estar relacionadas à velocidade das placas, muito mais rápidas durante o regime tectônico permóvel.

vi) A diferença entre idade modelo T_{CHUR} (baseado em manto condrítico) e a idade de formação ($T_{\text{Rb-Sr}}$) diminui drasticamente com o tempo geológico. A rápida inflexão após 2,0Ga mostrada na fig. 6.9 pode estar relacionada a uma intensa retirada de material do manto superior para a crosta continental (ver fig. 6.1).

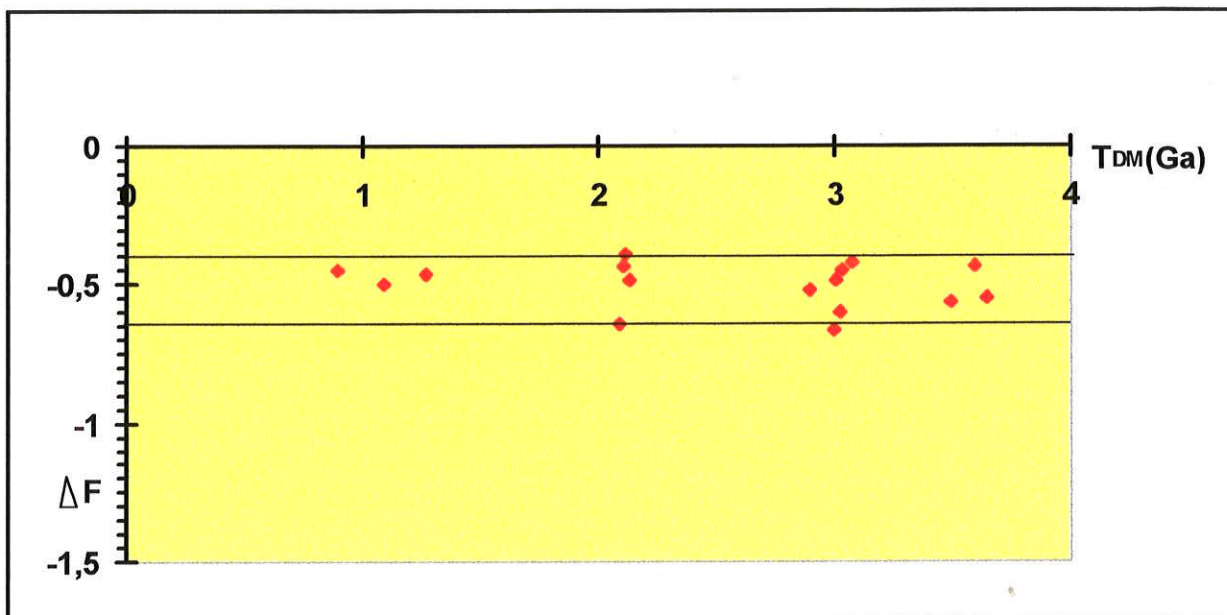


Fig. 6.7: DIAGRAMA T_{DM} X $f_{Sm/Nd}$. Rochas granitóides selecionadas (ver tabela 6.3). Para as rochas granitóides os valores de $f_{Sm/Nd}$, em geral variam entre -0,50 a -0,40.

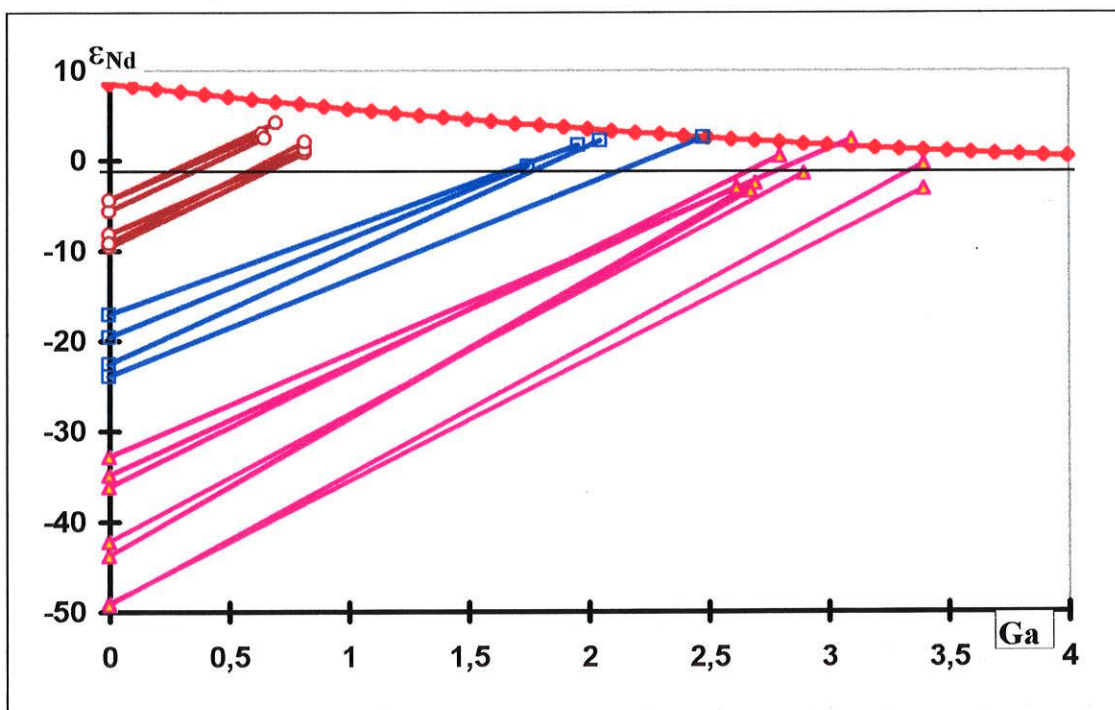


Fig. 6.8: DIGRAMA ϵ_{Nd} x T (Ga). Padrão de evolução isotópica de Nd para rochas granitóides selecionadas da Plataforma Sul Americana. As rochas foram escolhidas de tal forma que os valores de $\Delta(T_{DM}-T_{formação})$ menores do que 0,30Ga. Os dados isotópicos encontram-se na tab. 6.3.

TABELA 6.1: Números de datação pelo método Sm-Nd, idades modelo (T_{DM}), por intervalo de tempo geológico e por domínios geológicos.

$T(Ga)$	3.7	3.6	3.5	3.4	3.3	3.2	3.1	3.0	2.9	2.8	2.7	2.6	2.5	2.4	2.3	2.2	2.1	2.0	1.9	1.8	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2	1.1	1.0	0.9	.8	.7
C. Mirante	2	1	1	2	-	1	2	2	-	1	-	2																			
Gavião Jacó	1	1	3	1	3	1	-	1	2	2	-																				
C. Jequié	-	-	1	1	3	3	4	1	2	1	-	-																			
Q. Ferrifero	-	-	-	-	-	4	7	8	4	1	2	-	3	-	1																
NE CSF	1	-	-	-	1	2	-	1	1	2	2	1	-	-	2	1															
R.Sant. L.R	-	-	-	-	-	1	2	1	3	2	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1										
S.J. Corrent.	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1	1	2	3	2	3	1	-	-	-	-											
M.R. Piranha	-	-	-	-	1	-	-	-	-	2	6	4	1	-	-	-	-	-	-	-	-										
Dom. Ceará	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	6	5	6	1	3	4	3	4	1	-	4	4	1	1					
M.C. Brand.	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	3	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F. Seridó	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	2	2	3	3	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M.PE.M.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	1	2	2	1	1	-	-	-	-	-
SPP SPAB	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1	-	4	1	-	1	3	5	5	7	2	2	1	1	-	-	-	-
S.D. Sergip.	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	2	-	1	2	1	1	1	-	-	-	-	-
S.D.R. Preto	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S.D.R. Pont.	-	-	1	1	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Embu	-	-	-	1	-	1	-	1	-	1	1	-	1	-	1	1	1	1	1	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Araçuaí	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Guanhães	-	-	-	-	-	-	1	1	2	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mantiqueira	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
Juiz de Fora	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cabo Frio	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D. Costeiro	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	3	1	1	2	1	2	2	4	-	-	-	-	-	-	-
Apiaí S.Roq	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	1	1	1	6	5	5	4	1	-	-	-	-	-	-	-
D. Paranag.	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	1	-	1	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cunhapor.	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	2	1	-	-	1	3	-	-	2	1	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D. Curitiba	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	2	1	-	-	-	3	3	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1	-	-
D. L. Alves	-	-	-	-	-	1	2	-	2	1	-	1	-	2	1	1	1	1	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R.L.P. Taq.	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tijucas	-	-	-	-	1	-	-	-	2	1	2	1	-	-	-	-	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Caçapava	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S. Gabriel	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	2	4	5	
B. Pelotas E.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	1	1	1	4	7	2	2	2	-	-	-	-	-	-	

Tabela 6.2: Áreas de acreção manto-crosta continental por intervalo de tempo geológico da Plataforma Sul Americana (áreas em Km² x 10³).

T(Ga)	3.7	3.6	3.5	3.4	3.3	3.2	3.1	3.0	2.9	2.8	2.7	2.6	2.5	2.4	2.3	2.2	2.1	2.0	1.9	1.8	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2	1.1	1.0	0.9	0.8	área
C. Mirante	2.8	1.4	1.4	2.9	--	1.4	2.9	2.9	--	1.4	--	2.9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	20
Gavião/Jac.	9.3	9.3	28	9.3	28	9.3	--	9.3	18.6	18.6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	140
C. Jequié	--	--	8	8	16	24	32	8	16	8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	120
Q. Ferrífero	--	--	--	--	--	8	14	16	8	2	4	--	6	--	2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	60
NE CSF	6.4	--	--	--	6.4	12.9	--	6.4	6.4	12.9	12.9	6.4	--	--	12.9	6.4	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	90
R.Sant./L.R	--	--	--	--	--	6.2	12.3	3.2	18.5	12.3	6.2	--	--	--	6.2	--	6.2	--	--	--	6.2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	80
S.J./Corrent	--	--	--	--	--	--	--	--	6.7	3.3	3.3	6.7	10	6.7	10	3.3	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	50
M.R.Pir.	--	--	--	--	5	--	--	--	--	10	30	20	5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	70
Dom. Ceará	--	--	--	--	--	--	--	2	2	6	6	4	10	10	12	2	6	8	6	6	8	2	--	8	8	2	2	--	--	--	110
M.C.Brand.	--	--	--	--	2.5	--	--	--	--	--	--	2.5	7.5	--	--	--	--	--	2.52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	15
F. Seridó	--	--	--	--	--	--	--	--	1	2	2	2	3	--	--	--	--	--	1	--	1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	15
M.PEAL	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	15.6	--	--	--	7.8	15.6	15.6	7.8	7.8	--	--	--	--	70
SPP/SPAB	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	4.8	2.4	--	9.7	2.4	--	2.4	7.3	12.1	17	17	4.9	4.9	--	--	--	--	--	80
S.D.Sergip.	--	--	--	--	--	--	5	5	--	--	--	--	--	--	--	--	5	--	--	10	--	5	10	5	5	5	--	--	--	--	55
S.D.R.Preto	--	--	--	--	--	--	--	25	--	--	--	--	--	--	--	25	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	50
S.D.R.Pont.	--	--	10	10	10	--	10	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	10	--	--	--	--	--	--	--	50
Embu	--	--	--	1	--	1	--	1.2	--	1.2	1.2	--	1.2	--	1.2	1.2	1.2	1.2	2.3	1.2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	15
Araçuaí	--	--	--	--	17.5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	17.5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	70
Guanhães	--	--	--	--	--	--	5	5	10	--	5	5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	30
Mantiqueira	--	--	--	--	--	--	4	0	4	--	--	--	--	4	4	4	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	20
Juiz de Fora	--	--	--	--	--	--	--	--	6.7	6.7	--	--	--	--	6.7	--	--	6.7	--	6.7	--	--	--	6.7	--	--	--	--	--	--	40
Cabo Frio	--	--	--	--	--	--	--	--	--	1.3	2.5	1.3	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	5
D. Costeiro	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	9.2	9.2	9.2	27.6	9.2	9.2	18.4	9.2	18.4	18.4	36.4	--	--	--	--	--	174
S.Roque	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	2.1	4.2	2.1	2.1	12.5	10.4	6.2	8.3	2.1	--	--	--	--	--	--	50
D. Paranag.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	7.1	7.1	--	7.1	7.1	7.1	7.1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	50
Cunh./Curit	--	--	--	--	--	--	--	--	26.5	17.6	35.3	17.6	--	--	26.5	26.5	26.5	--	26.5	8.8	35.3	--	--	--	--	--	--	17.6	8.82	--	274
D. L. Alves	--	--	--	--	3.5	7	--	7	3.5	--	3.5	--	7	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	--	3.5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	49
R.L.P./Taq.	--	--	--	--	--	--	--	27.5	--	--	--	27.5	--	27.5	--	--	--	27.5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	110
S.Gabriel	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	49
Caçapava	--	--	--	--	--	1.7	--	--	--	--	--	1.7	--	--	--	--	1.7	--	--	--	--	--	--	--	3.3	3.3	3.3	6.5	13.1	16.3	5
Tijucas	--	--	--	--	2.7	--	--	--	5.5	2.7	5.5	2.7	--	--	--	--	8.2	2.7	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	30
B. Pelotas	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	12.2	3	3	12	21	6	6	6	--	--	--	--	--	--	69

ver nota explicativa na página seguinte.

Continuação da tab. 6.2

T(Ga)	3.7	3.6	3.5	3.4	3.3	3.2	3.1	3.0	2.9	2.8	2.7	2.6	2.5	2.4	2.3	2.2	2.1	2.0	1.9	1.8	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2	1.1	1.0	0.9	0.8	área
Crix./Rib/G	--	--	--	--	7.7	--	11.5	7.7	7.7	--	--	--	7.7	--	3.9	--	--	--	--	--	--	--	6.3	--	--	--	--	--	--	--	52
Iporá/A/MR	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	5	--	--	5	--	--	--	10	5	15	20	25	15	--	--	100
B.A/Ni/Can	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	8.6	13	--	--	--	--	--	4.3	--	--	4.3	--	--	--	--	30
Natividade	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	16.7	--	--	--	16.7	--	--	--	16.7	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	50
Paraná/	--	--	--	--	--	--	--	--	--	7.5	7.5	7.5	--	--	--	7.5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	30
D. Brasília	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	50	--	--	--	--	--	8.3	8.3	16.7	--	8.3	--	--	100
D. Araxá	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	20	--	20	--	--	--	--	10	30	--	--	--	--	--	80
NESG	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	2	2	10	4	4	2	8	4	2	--	--	2	--	--	--	40
FARGrande	--	--	--	--	--	13.3	--	--	13.3	--	--	--	--	--	--	13	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	40
Sul Iporá	--	--	--	--	--	15	--	15	--	--	--	--	--	--	--	80	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	80	--	--	--	190
Oeste Araxá	--	--	--	--	--	20	--	20	--	--	--	--	--	--	--	100	--	--	--	--	--	--	--	--	--	100	--	--	--	--	240
B. Parnaíba	--	--	--	--	--	50	--	50	--	--	--	--	--	--	--	20	--	--	200	--	--	--	50	--	--	50	--	--	--	--	600
Am. Central	--	--	--	--	--	--	293	146	146	146	292	293	73	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	1389
MA-IT	--	--	--	--	--	--	129	--	--	--	--	--	65	194	388	194	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	970
VE-TA	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	77	--	77	155	309	232	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	850
RNJ	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	73	--	--	290	290	73	73	73	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	870
RO-SU	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	48	143	--	96	48	--	96	--	5.3	7.9	2.7	2.7	2.7	--	452
Cr. R.Apa	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	20	--	--	--	60	20	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	100
Cr. S. Luis	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	25	--	--	25	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	50
P./Arag/Cor	--	--	--	--	53	--	--	106	106	--	--	--	--	--	--	--	159	--	--	--	--	--	--	--	106	--	--	--	--	--	530
área x 10 ³ Km ²	18	11	47	31	149	166	526	459	410	270	431	411	285	249	411	1354	1008	813	393	265	147	116	206	113	194	297	56	48	37	8879	
área total em (%)	0.2	0.1	0.6	0.3	1.7	1.9	5.9	5.2	4.6	3.0	4.8	4.6	3.2	2.0	4.6	15.2	11.4	9.1	4.4	3.0	1.7	1.3	2.3	1.3	2.2	3.3	0.6	0.5	1.4	99	
SE Lineam. Transb-(%)	0.5	0.3	1.4	0.9	2.9	4.3	3.0	8.8	4.6	3.6	4.0	4.6	1.8	2.0	4.1	11.7	4.1	4.3	5.3	2.8	2.9	3.1	3.2	3.3	2.4	8.2	1.6	1.3	1.0	98	
NW Lineam. Transb-(%)	--	--	--	--	0.9	--	7.7	5.4	4.5	3.6	8.0	6.3	5.9	2.0	5.0	15.2	15.9	10.2	3.5	2.1	1.8	--	1.0	--	1.0	0.1	0.05	0.0	0.0	100	

As áreas juvenis em Km² foram calculadas ponderando os números de dados Sm-Nd (idades modelo T_{DM} relacionadas na tab. 6.1). A área total para o território brasileiro é igual a 8.547.403Km² (ref.: Atlas 1994). Foram adicionadas áreas vizinhas tais como Guianas, parte de Venezuela (Craton Amazônico) e Uruguai totalizando 8 900 000Km². A área na porção NW do lineamento Transbrasiliiano corresponde cerca de 5 500 000Km² (62%) e a porção SE do lineamento, em torno de 3 400 000Km² (38%). Foram considerados ~ 40 10³ Km² (~0.4%) de crostas juvenis com idades menores que 0,8Ga (não relacionadas na tabela).

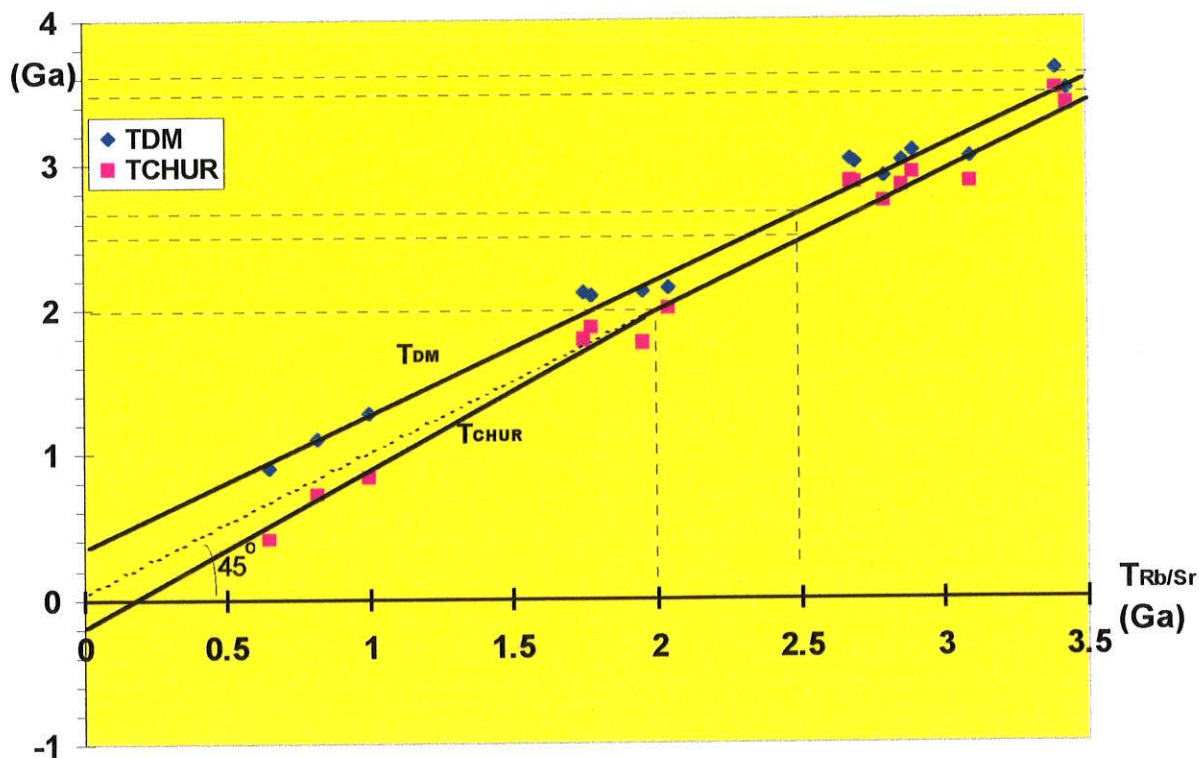


Fig. 6.9 : DIAGRAMA T_{Rb-Sr} X T_{DM} e T_{Rb-Sr} X T_{CHUR} . Rochas granitóides selecionadas da Plataforma Sul Americana(ver tabela 6.3 abaixo).

REGIÃO	Ident.	Tab.	$T_{(Formação)}$	T_{DM}	T_{CHUR}	f_{Sm-Nd}	$\epsilon_{Nd}(0)$	$\epsilon_{Nd}(T_F)$
S.Voltas - Craton S. Francisco	A1,A3,A4	5.6-1	3,4*	3,65	3,5	-0,55	-49,1	-2,2
B.Vista - Craton S. Francisco	E1 e E6	5.6-1	3,44*	3,5	3,4	-0,56	-49,2	-0,3
Cupixi - PMI -Craton Amazônico	G e H	5.2-2	2,9*	3,08	2,93	-0,42	-42,2	-0,9
N. Eldorado- PAC -Craton Amazônico	E e F	5.2-1	2,7*	3,0	2,86	-0,66	-43,8	2,95
R. Maria- PAC -Craton Amazônico	D	5.2-1	3,1*	3,04	2,86	-0,45	-32,8	2,4
R. Maria- PAC -Craton Amazônico	A	5.2-1	2,68*	3,03	2,87	-0,60	-43,8	-3,3
B. Horizonte - Craton S. Francisco	S2	5.6-9	2,86**	3,01	2,84	-0,48	-34,9	-3,0
Taquarembó - Sul do Brasil	B	5.13-2	2,8*	2,9	2,73	-0,52	-36,2	0,5
Tapajós- PVT - Craton Amazônico	G e H	5.2-3	1,96*	2,12	1,77	-0,39	-17,1	1,7
N Manaus -PVT- Craton Amazônico	B	5.2-3	1,78*	2,09	1,87	-0,64	-30,4	-1,6
N Manaus -PVT- Craton Amazônico	C	5.2-3	1,75*	2,11	1,79	-0,43	-19,6	-0,6
Mansidão - Craton S. Francisco	D	5.6-11	2,05*	2,14	2,0	-0,48	-22,6	2,2
S.Gabriel - Sul do Brasil	C,D,F e J	5.13-2	0,65*	0,9	0,4	-0,45	-5,6	2,5
Arenópolis - Compl. Goiás Central	O1,O2,O3	5.9-2	0,82*	1,1	0,71	-0,5	-9,0	1,4
S de L.Sienitóide-SPP- P. Borborema	F	5.7-5A	1,0**	1,28	0,84	-0,46	-9,7	-1,0

Tab. 6.3: Idades modelo Sm-Nd (T_{DM} e T_{CHUR}), idades Rb-Sr e f_{Sm-Nd} das rochas granitóides (tipo TTGs) da Plataforma Sul Americana. Selecionadas apenas rochas granitóides com $\Delta T(T_{DM} - T_{formação}) < 0.3\text{Ga}$ e $\epsilon_{Nd}(T_F) > -3.0$ onde T_F é a idade de formação. Os dados das colunas T_{DM} , T_{CHUR} , $\epsilon_{Nd}(T_F)$ e $\epsilon_{Nd}(0)$ são valores médios das amostras relacionadas na coluna "ident.". A coluna "Tab." indica onde encontrar os dados Sm-Nd completos destas amostras no capítulo 5.

Observação: * = Idade Rb-Sr; ** = Idade U-Pb (zircão).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIBLIOGRAFIAS

- Alibert, C. e Barbosa, J.S.F. - 1992 Ages U-Pb déterminé a la SHRIMP des zircons du complexe de Jequié, Craton du S. Francisco, Bahia, Brésil, 14 reunion de Sciences de la Terre (RST). Toulouse - France, p4.
- Alibert, C.; Barbosa, J.S.F.; Marinho, M.M. e Vidal, Ph. (in preparation). Le zonation des ages modeles T_{DM} Nd dans le craton du S. Francisco, entre la Catê Atlantique e la Cinture Volcano-Sedimentaire de Contendas-Mirante.
- Almeida, F.F.M. - 1965 - Geologia da Serra da Bodoquena. Bol. 219, Div. Geol. Min., DNPM, Rio de Janeiro.
- Almeida, F.F.M. - 1967 - Nota sobre o Pré-cambriano na região central de Goiás. Bol. Paran. De Geoc. (26):19-22. Curitiba.
- Almeida, F.F.M. - 1968 - Evolução tectônica do centro-oeste brasileiro no Proterozóico Superior. Am. Acad. Bras. Ciên., 40: 285-295
- Almeida, F.F.; Amaral, G.; Cordani, U.G. e Kawshita, K. - 1973 - The Precambrian evolution of the South American Cratonic Margin South the Amazon River. In: Nair e Stehlz eds. The Ocean Basin and Margins, Plenum, p141-1446, New York.
- Almeida, F.F.M.; Hasui, Y. e Neves, B.B. - 1976 - The upper Precambrian of South America. B. Inst. Geoc. USP, 7. 75-117.
- Almeida, F.F.M. de e Litiwinski, N. - 1984 - Província Mantiqueira. In: O Pré-Cambriano do Brasil. Coordenadores Fernando F.M. de Almeida e Yociteru Hasui. Editora Edgard Blücher Ltda. .282-306
- Almeida, F.F.M -1993- Limites do Craton do S.Francisco em M. Gerais. Síntese de Conhecimentos. Anais do II Simp. do CSF, Salvador, p256-259.
- Anderson. D. L. - 1989 - Theory of the Earth. Blackwell Scientific Publications, 366p.
- Armstrong, R.L. - 1981 - Radiogenic isotopes: the case for crustal recycling on a near-steady-state no-continental-growth Earth. Philosophical Transactions of the Royal Societh of London. Series A.V. 301, N° 1461, p-443-472.
- Artur, A.C. - 1980 - Rochas metamórficas dos arredores de Itapira, SP. Dissertação de Mestrado, IG-USP, 193p.
- Artur, A. C. - 1988 - Evolução policíclica da infra-estrutura da porção sul do Estado de Minas Gerais e regiões adjacentes do Estado de São Paulo. Tese de doutoramento. IG-USP, 231p.
- Artur, A.C.; Wernick, E.; Kawashita, K - 1988 - Geocronologia de unidades litoestratigráficas do embasamento cristalino da região sul de Minas Gerais e áreas adjacentes do Estado de São Paulo. Congr. Bras. de Geol., 35, Belém, SBG, v6, p2854-2869.
- Babinski, M.; Chemale Jr. F.; Hartmann, L. A. ; Van Schmus, W.R. e Silva, L.C. - 1996 - Juvenile accretion at 750-700Ma in Southern Brazil. Geology, V.24. No.5; p439-442.
- Babinski, M.; Brito Neves, B.B.; Machado, N.; Noce, M.C.; Uhlein, A. ; Van Schmus, W.R. - 1994 - Problemas da metodologia U/Pb em zircões de vulcânicas continentais: caso do grupo Rio dos Remédios, Súper Grupo Espinhaço, no Estado da Bahia. 38º. Congr. Bras. Geol. Balneário de Camboriú. SC. P409,410
- Babinski, M.; Chemale Jr. F.; Hartmann, L. A. ; Van Schmus, W.R.; Silva, L.C. - 1995 - Acreção juvenil nos Blocos S. Gabriel e retrabalhamento crustal no Cinturão D. Feliciano durante o Ciclo Brasileiro: evidências isotópicas. 6º. Simp. S. Bras. de Geol. do Cone Sul. SBG pg. 105-107.
- Barbosa, J.S.F. -1990- The granulites of the Jequié Complex and Atlantic mobile belt, Southern Bahia, Brazil- An expression of Archaean Proterozoic Plate convergence. Granulites and Crustal Evolution. Clermont Ferrand (France), 1988-1990, 585 p. Springer - Verlarg.
- Barrios, F.J. - 1983 - Caracterização geocronológica da região Amazônica da Venezuela. Dissertação de Mestrado. Inst. de Geociências - USP, p123.
- Basei, M.A .S. - 1985 - O cinturão Dom Feliciano em Santa Catarina. Tese de Doutorado, IG-USP, 190pg.
- Basei M. A . S. e Campos Neto, M. C. - 1992 - Late Proterozoic to Cambrian tectonic history of Eastern and Southern Brazil. In: 24th Congr. "Geology on the way to 2000". Abstracts, Bloemfontein, África do Sul, p.33-34.
- Basei, M. A . S. - 1975 - Relatório interno - CPGeo IG. USP. Projeto RADAMBRASIL, folha SC/SB21 - Tapajós

- Basei, M.A.S.; Siga Júnior, O.; Sato, K.; Sproesser, W.M. - (1995). A instalação da metodologia Urânio-Chumbo na Universidade de S. Paulo. *Academia Brasileira de Ciências* v67 (2), p221-237
- Bastos Leal, L.R.; Teixeira, W.; Petrini, R.; Piccirillo, E.M. - 1994 - Geocronologia e inferências isotópicas Sr e Nd nos diques máficos do Curaçá, Cr. do S. Francisco (Brasil): registro de um evento distensivo Neoproterozóico associado à evolução de Faixa Colisional Sergipana. Submetido em *Geoch. Brasiliense* (inédito)
- Bastos Leal, L.R.; Teixeira, W. - 1994 - Investigação geocronológica dos terrenos granitos gnaisses do Bloco do Gavião, C. S. Francisco - resultados parciais. 38^o. Congr. Bras. Geol. - Balneário de Camboriú, v1, p74-75
- Bastos Leal, L. R. - 1995 - Relatório para FAPESP. Dados inéditos.
- Bastos Leal, L.R.; Teixeira, W.; Macambira, M.; Cordani, U.G.; Cunha, J.C. - 1996 - Evolução crustal dos terrenos TTGs arqueanos do Bloco do Gavião, C. S. Francisco. *Geocronologia U-Pb (SHRIMP) e Pb-Pb em zircões: XXXIX Congr. Bras. Geol. SBG. Salvador - BA. V6, p539-541.*
- Bastos Leal, L.R. - 1998 - Dados inéditos - Tese de doutoramento.
- Basu, A.R.; Sharma, M. and DeCelles, P.G. - 1990 - Nd, Sr isotopic provenance and trace element geochemistry of Amazonian foreland basin fluvial sands, Bolivia and Peru: implications for ensialic Andean Orogeny. *Earth and Planet. Sci. Lett.*, 100 p1-17.
- Batista, J.J., 1984 - Caracterização dos processos geológico-evolutivos precambrianos na região de São Fidélis, norte do Estado do rio de Janeiro, Tese. IG/USP, 123pg.
- Bellieni G.; Petrini, R.; Piccirillo, E.M.; Brito, C.M.; Teixeira, W.; Chlarmont P.C.; Melfi, A. J.; Min, A. De; Proterozoic dyke Swarms from S. Francisco craton (Brazil): Petrology, geochemistry and Sr-Isotopes. 3^o. Congr. Bras. De Geoq. International Symposium on mafic dyques. P60-65.
- Bellieni G; Piccirillo, E.M.; Petrini, R.; Girardi, V. A. ; Menezes Leal, A. B.; Teixeira, W.; Bastos Leal, L.R.; De Min, A. - 1995 - Petrological and Sr-Nd evidence bearing on Early Proterozoic magmatic events of the sub continental mantle: S. Francisco craton (Uauá, NE - Brazil). *Contr. Mineral. Petrol.* 122:252-261.
- Ben Othman, D.; Fourcade, S. e Allègre, C.J, 1984a - Recycling processes in granite-granodiorite complex genesis: the Querigut case studied by Nd-Sr isotope systematics. *Earth and Planetary Science Letters*, 69: 290-300.
- Ben Othman, D.; Polvé, M. and Allègre, C.J.; 1984b - Nd-Sr isotopic composition of granulites and constraints on the evolution of the lower continental crust. *Nature*. v307, p510-515.
- Besang, C. Eberle, W.G.; Lahner, L.; Lens, H.; Mollat, H.; Müller, P e Paulsen, S. - 1977 - Radiometrische altersbestimmungen an gesteinern aus Minas Gerais und Espírito Santo / Brasilien. *Geologisches Jahrbuch* 24, 149-179.
- Bizzi, L.A. - 1993 - Mesozoic alkaline vulcanism and mantle evolution of the southwestern S. Francisco craton, Brazil, Tese de doutorado, Univ. de Cape Town, South Africa, 240p.
- Brito Neva, B.B de - 1975 - Regionalização geotectônica do pré-cambriano nordestino. Tese de doutorado, IG-USP (SP), 198p.
- Brito Neves, B.B. - 1978 - Estudo geocronológico da Faixa Costeira pré Cambriana do Nordeste. Relatório referente ao termo de concessão 22 220 884/75. CNPq.
- Brito Neves, B.B. et. al. - 1979 - *Revista Bras. Geoc.* 9(1): 71-85,
- Brito Neves, B.B.; Cordani, U.G.; Torquato, J.R.F. - 1980 - Evolução geocronológica do pré-cambriano do Est. Da Bahia. *Geol. e Recursos Minerais do Est. Da Bahia, Textos Básicos, SME / CPM*, v3, 101p.
- Brito Neves, B.B.. - 1983 - O mapa geológico nordeste oriental do Brasil. Escala 1/1000.000. Tese de livre docência. IG-USP, SP, 177pg.
- Brito Neves, B.B. e Cordani, U.G. - 1991 - Tectonic evolution of South America during the Late Proterozoic. *Precambrian Research*. 53 p23-40
- Caby, R.; Bertrand, J.M.L. and Black, R. - 1981 - Pan-African closure and continental collision in Hoggar-Iforas segment, central Sahara. In: Kröner (Editor), *Precambrian Plate Tectonics*. Elsevier, Amsterdam, p407-434.
- Campos Neto, M. - 1984 - Observações estruturais e estratigráficas no Cinturão D. Feliciano em Sta. Catarina. Relatório FAPESP, S. Paulo.
- Campos Neto, M.C.; Figueiredo, M.C.H.; Janasi, V.A.; Basei, M.A.S.; Fryer, B.J. - 1988 - The São José do Rio Pardo Mangeritic-granitic suite, southeastern Brazil. *Geochimica Brasiliensis*, 2(2): 185-189.

- Campos Neto, M.C - 1991 - A porção ocidental da Faixa Alto Rio Grande - Ensaio de evolução tectônica. Tese de Doutorado. IG-USP, 210p.
- Campos Neto, M.C e Figueiredo, M.C.H. - 1995 - The Rio Doce Orogeny, Southeastern Brazil. *J. of South American Earth Sciences*, vol 8, No.2, p.143-162.
- Carlson, R.W and Lugmair, G.W, (1981), Time and duration of lunar highlands crust formation. *Earth Planetary Science Letters*, 52: 227-238
- Carneiro, M. A. - 1992 - O complexo metamórfico Bonfim Setentrional, (Quadril. Ferrífero, Minas Gerais): Litosestratigrafia e evolução geológica de um segmento de crosta continental do arqueano. Tese de doutoramento. IG-USP, SP. 234pg.
- Carvalho, Heitor de; Tassinari, C.C.G - 1992 - Idades do magmatismo granítico da região de Caraculo-Bibala (SW de Angola) e suas aplicações na correlação geológica com o Cinturão Ribeira no Sudeste do Brasil. *Rev. Bras. de Geoc.*, 22(1). 73-81.
- Cavalcante, J.C.; Cunha, H.C.S; Chieregati, L.A.; Kaefer, L.Q.; Rocha, J.M.; Daitx, E.C.; Ramalho, R. - 1979 - Projeto Sapucaí. Relatório final, MME/DNPM, Série Geologia 4, Seção Geológica Básica 2, 299p.
- Cingolani, C.; Varela, R.; Dalla Salda, L.; Bossi, J.; Campal, N.; Ferrando, L.; Pineyro, D. e Schipilov, A. - 1997 - Rb-Sr geochronology from the Rio de La Plata craton of Uruguay. *South American Symposium on Isotope Geology. Extended Abstracts. Campos de Jordão. São Paulo.*
- Comin-Chiaromonti, P.; Cundari, A.; Piccirillo, E.M.; Gomes, C.B; Castorina, F.; Censi, P.; Min, A. de; Marzoli, A.; Speziale, S.; Velasques, V.F. - 1997 - Potassic and sodic igneous rocks from eastern Paraguay: Their origin from lithospheric mantle and genetic relationships with the associated Paraná flood tholeiites. *Journal of Petrology* (in press).
- Condie, K. C. - 1990. Growth and accretion of continental crust: inferences based on Laurentia. *Chem. Geol.*, 83: 183-194.
- Condie, K. C. - 1997 - Episodic age distributions in the crust: Significance for earth history. *South - American Symposium on Isotope Geology, June 15-18, Campos de Jordão, SP. p. 1-2.*
- Cordani, U.G. - 1968 - Esboço da geocronologia pré-cambriana da América do Sul. *An. Acad. Bras. Ci., (RJ)*, 40(supl.): 47-51.
- Cordani, U. G.; Delhal, J.; Ledent, D. - 1973 - Orogênese superposées dans le Pré-Cambrian du Brésil, sud oriental, Estats de Rio de Janeiro et de Minas Gerais. *R. Bras. de Geociências. São Paulo*, 3 (1):1-22.
- Cordani, U.G. and Iyer, S.S., - 1978 - Geochronological investigation on the Precambrian Granulitic Terrain of Bahia - Brazil. *Precambrian Res.*, 9: 255-274.
- Cordani, U.G; Tassinari, C.C.G; Teixeira, W.; Basei, M.A.S. and Kawashita K. - 1979 - Evolução tectônica de Amazônia com base nos dados geocronológicos. *Actas do 2 Congr. Geol. Chileno, Arica, Chile*, 4: 137 - 148.
- Cordani, U.G.; Teixeira, W.; Siga Jr.; - 1980 - Geocronologia do Quadr. Ferrífero. SP.IG-USP. Projeto RADAMBRASIL. Trabalho apresentado na semana da geologia / SICEG, Ouro Preto.
- Cordani, U.G. e Brito Neves, B.B de - 1982 - The geologic evolution of South America during the Archaean and Early Proterozoic. *Rev. Bras. de Geoc.*, S. Paulo, V12 (1-3): 78-88.
- Cordani, U. G.; Marinho, M.M.; Sato, K. (1984) - The geolog. evol. of ancient gresnt. terrane of Central - S. Bahia- Brazil. *Proceeding of International Sy. on Precambrian Cr. Evol. - Geol. Socl. China*, vol3.p213
- Cordani, U.G.; Sato,K; Marinho, M.M. (1985) - The geologic evolution of ancient granite greenstone terrane of Central-Southern BA. *Precambrian Research. V.27*, p187-213.
- Cordani, U.G.; Teixeira, W.; Tassinari, C.C.G.; Sato, K. (1988). *The Growth of the Brazilian shield. Episodes - vol. 11 no.3*, p163-167.
- Cordani, U.G.; Kawashita, K.; Teixeira, W.; Tassinari, C.C.G e Sato, K. - (1990) - Archean terranes in South America. *Third International Archean Sy., Terth/ Austria. Extend abstract*, p25.
- Cordani, G.U; Iyer, S.S.; Taylor P.N; Kawashita K; Sato K; and McReath, I. (1992). Pb-Pb, Rb-Sr and K-Ar systematics of the Lagoa Real Uranium province (South-Central Bahia, Brazil) and The Espinhaço Cycle (Ca 1.5 - 1.0 Ga.). *Journal of South American Earth Sciences*, Vol. 5 N° 1, pp 33-46.
- Cordani, U.G.; Sato, K. e Nutman Allen (1995). Single zircon SHRIMP determinations from Archean tonalitic rocks near Uauá, Bahia, Brazil. *Sessão Regular da Academia Brasileira de Ciências. Inst. Astronômico Geofísico da USP. Junho de 1995.*

- Cordani, U. G.; SATO, K. e Teixeira, W. - 1996 - The Early Geologic History of the South America Continent. Simpósio do Arqueano. Brasília.
- Cordani, U.G.; Sato, K.; Coutinho, J.M.U.; Nutman, A. - 1997 - Geochronological interpretation in areas with complex geological evolution. The case of Piripá, Central-Southern Bahia, Brazil - Simpósio Sul Americano de Geologia Isotópica (SSAGI), Junho de 1997, Campos de Jordão, SP.
- Cordani, U.G. e Sigolo, J.B. - 1997 - Composição e Estrutura Interna de Marte. In: Marte - Novas Descobertas. Organizadores - Oswaldo Massambani e Marta S. M. Mantovani. Inst. Astronômico e Geofísico - USP. Diagrama Texto. p121 - 138.
- Corey, M.C e Chatterjee, A.K., (1990), Characteristics of REEs and other trace elements in response to successive and superimposed metassomatism within a portion of the south Mountain Batholith, Nova Scotia, Canada. *Chem. Geol.* 85: 265-285.
- Correia, C. T.; Tassinari, C.C.G.; Lambert, D.D.; Kinny, P. e Girard. V.A.V. - 1997 - U-Pb (SHRIMP), Sm-Nd and Re-Os systematics of the Cana Brava, Niquelândia and Barro alto layered intrusions in central Brazil, and constrains on the tectonic evolution. South - American Symposium on Isotope Geology. Extend abstracts, June 15-18, p88-90
- Correia, C.T.; Girard, V.A.V.; Lambert, D.D.; Kinny, P.D. e Reeves S.J. - 1996 - 2Ga U-Pb (SHRIMP) and Re-Os ages for the Niquelândia basic-ultrabasic layered intrusion, Central Goiás, Brazil. XXXIX Congr. Bras. Geol., Salvador-Bahia, V-6, p187-189
- Correia, J.A.; Correia Filho; Sicelwski, G.; Neto, C.; Cavallon, L.A.; Cerqueira, N.L.S.; Nogueira, V.L. - 1979 - Geologia das regiões centro-oeste e oeste de Mato Grosso do Sul. Projeto Bodoquena, Série Geologia n° 6 - DNPM - Brasília.
- Costa, J.L - 1977 - Projeto Gurupi. Relatório final de etapa Belém, DNPM-CPRM, V8.
- Dall'Agnol, R; Bettencourt J.S.; Jorge João X.S.; Medeiros,H.; Costi,H.T.; Macambira, M.J.B - 1987 - Granitogenesis in the Northern Brazilian Region, a review. *Rev. Bras. de Geoc.* 17 (4); 382-404.
- Dall'Agnol, P. e Macambira, M.J.B - 1992 - Titanita, biot. granitos do baixo Rio Uapês, Província Rio Negro, Amazonas. Parte I: geologia, petrografia e geocronologia. *Rev. Bras. Geoc.* V.22, No1, p3-14.
- Dantas, E.L.; Van Schmus, W.R.; Hackspacher, P.C.; Brito Neves, B.B. - 1996 - Crustal Nd isotopic evolution na differentiation during Archean na Paleoproterozoic of the Caldas Brandão Massif, Northeast Brazil. XXXIX Congr. Bras. Geol., V6, p.495-498
- Dantas, E.L. - 1997 - Geocronologia U-Pb e Sm-Nd de terrenos arqueanos e paleoproterozóicos do maciço Caldas Brandão, NE do Brasil. Tese de doutoramento. Rio Claro - UNESP. 228pg.
- Delhal, J.; Ledent, D. and Cordani, U.G. - 1969 - Ages U/Pb, Rb/Sr et K/Ar de formations métamorphiques et granitiques duSud-Est du Brésil (etats de Rio de Janeiro et de Minas Gerais). *Ann. Géol. Belg.*, 92, p. 271-283.
- DePaolo, D.J - 1981 - A neodymium and strontium isotopic study of the Mesozoic calc-alkaline granitic batholiths of the Sierra Nevada and Peninsular Ranges, California. *J. of Geoph. Res.*, v86, noB11, p10470-10488.
- DePaolo D.J. - 1988 - Neodymium isotope geochemistry. An introduction. Springer - Verlag.
- DePaolo, D.J.; Linn, A.M. and Schubert, G., 1991 - The continental age distribution: methods of determing mantle separtation ages from Sm-Nd isotopic data and application to the southwestern United States. *J. Geophys. Res.*, 96: 2071-2088.
- Drago, V.A. ; Pinto, A. C; Pinto, A. C.; Montalvão, R.M.G.; Santos, E.B.; Simões, M.A. ; Oliveira, F.C.; Bezerra, P.E.L.; Prado, P.; Fernandes, C.ªC.; Tassinari, C.C.G. - 1981 - Geologia - In: Projeto RADAMBRASIL - Folha SD 22 Goiás.
- Dias Neto, C.M.; Tassinari, C.C.G. e Egydio Silva, M. - 1995 - Idades Rb-Sr das rochas da região de Banana- SP. *Boletim do IG-USP, Série Cient.*,26, p.59-68
- Dussin, T.M. - 1994 - Associations volcano-plutoniques de L'Espinhaço meridional (SE - Brasil). Tese de doutaramento. Université d'Orleans, França. pg177.
- Fairchild, T.R. et. al. - 1978 - Microfossil in the eopaleozoic Jacadigo group at Urucum, M. Grosso, Southern Brazil. *Bol. Inst. de Geoc.*, S. Paulo, 9:74-79,.
- Faure, G, (1988) - Principles of Isotope Geology. (2nd ed.) New York, John Wiley & Sons. 589.
- Ferreira Filho, C. - 1996 - Fracionamento magmático do complexo máfico-ultramáfico de Niquelândia, GO. Implicações para a prospeção de platinóides. XXXIX Congr. Bras. de Geol. - SBG - Salvador, BA, V6, p183-185.
- Fetter, A. H.; Santos, T.J.S.; Nogueira Neto, J.A. e Van Schmus, R.W. - 1995 - Geocronologia U/Pb em zircão e Sm/Nd em rocha total do Estado do Ceará. Resultados iniciais. XVI Simp. Geol. do nordeste - Recife. p418-421.

- Fetter, A.; Van Schmus, W.R.; Santos, T.S. dos; Arthaud, M. e Nogueira Neto, J. - 1997 - Geologic history and framework of Ceará State: NW Borborema Province, NE Brazil. South - American Symposium on Isotope Geology. Extend Abstracts, Campos do Jordão - p112-114
- Figueiredo, M.C.H. e Teixeira, W. - 1996 - The Mantiqueira Metamorphic Complex, Eastern Minas Gerais State: Preliminary geochronological and Geochemical Results. An. Acad. Bras. Ci. 68 (2), p.223-246.
- Fonseca, A.C. - 1986 - Geocronologia das rochas graníticas e suas encaixantes na cidade de Rio de Janeiro. Tese de mestrado. IG/USP, 281pg.
- Fragoso César, A. R.S. - 1991 - Tectônica de placa no Ciclo Brasileiro: As orogenias dos Cinturões D. Feliciano e Ribeira no R.G. Sul. Tese de doutoramento. IG-USP, SP. 367pg.
- Fonseca, A. C. - 1994 - Esboço geocronológico da reigão do Cabo Frio, Estado de Rio de Janeiro. Tese de doutoramento, IG / USP: 186pg.
- Fuck, R.A.; Brito Neves, B.B.; Cordani, U.G. e Kawashita, K. - 1989 - Geocronologia Rb-Sr no Complexo Barro Alto, Goiás: evidência de metamorfismo de alto grau e colisão continental há 1300Ma no Brasil Central. Geochim. Brasil., 3(2): 125-140
- Fuck, R.A. - 1993 - Resumo expand., 4º. Congr. Bras. Geol. P.246-249, Brasília.
- Fuck, R.A.; Pimentel, M.M.; Silva.L.J.H.D. - 1994 - Compartimentação tectônica da porção oriental da Província Tocantins. In: Congr. Bras. Geol., 38. Boletim de resumos expand. Balneário de Camboriú, SBG1:215-216.
- Fuji, M.Y - 1989 - REE Geochemistry and Sm/Nd geocronology of the Cana Brava Complex. Brazil. Master Thesis. Kobe University. Department of Earth Science.
- Fyfe, W.S., 1978. The evolution of earth's crust: modern plate tectonics to ancient hot spot tectonics? Chemical Geology, v. 23, No.2, p89-114.
- Gasparini, P. e Mantovani, M.S.M. - 1979 - Geochemistry of charnockites from São Paulo Sate, Brazil. Earth and Planetary Science Letters, 42. 311-320.
- Gibs, A. K. and Olsewski, W.J.Jr - 1982 - Zircon U-Pb ages of Guyana greenstone - gneiss terrane. Precambrian Res., 17:199-214
- Gibbs, A.K. e Barron C.K. - 1983 - The Guyana Shield reviewed. Episodes, (2); 7-14.
- Goldstein, S.L.; O'Nions, R.K.; Hamilton, P.J. - 1984 - A Sm - Nd study of atmospherica dusts and particulates from major river systems. Earth Planet. Sci. Lett. 70, 221 - 236.
- Goldstein, S.L. and Arndt, N.T. - 1989 - The age components of a sediment. EOS - Transaction, American Geoph Union.V22A-11 1550H.
- Gorayeb, P.S. S. e Lafon, J.M. - 1996 - Resultados geocronológicos Rb-Sr como indicadores do metamorfismo granulítico de Porto Nacional. XXXIX Congr. Bras. Geol., Salvador (BA), V6, p300-302.
- Gruau, G.; Martin, H.; Leueque, B and Capdevila, R. - 1985 Rb-Sr and Sm-Nd geochronology of Lower Proterozoic granite greenstone terrains in French Guiana. South America. Precambrian Res. V30 p63-81.
- Hallinan, S. E.; Mantovani, M.S.M; Shukowsky, W.; Braggion, Jr., I. - 1993 - Estrutura do Escudo Sul-Brasileiro: Uma revisão através de dados gravimétricos e magnetométricos. Rev. Bras. Geosc., 23 (2).
- Hanson, G.N., (1978), The application of trace elements to the petrogenesis rocks granitic composition - Earth Planetary Sciences Letters, 38: 26-43.
- Hartmann, L.A., Basei, M.A. S.; Sommer, M.W - 1995 - Geochemistry of the lower Proterozoic granulite facies granitoid potassic syenite, southern Brazil.
- Hasui, Y.; Carneiro, C.D.R. e Coimbra, A. M. - 1975 - The Ribeira Folded Belt. Ver. Bras. Geoc.; 5 (4): p257-266
- Hasui, Y.; Costa, J.B.S.; Abreu, F.A.M. - 1980 - Evolução crustal da região de Colméia, GO. - XXXI Congr. Bras. de Geol. Camboriú, SC.5: 2648-2658.
- Hasui, Y. - 1980 - Datações Rb-Sr e K-Ar do centro-norte do Brasil e seu significado geológico. An. XXXI Congr. Bras. de Geol., Camboriú, SC. 5:2659-2676.
- Hasui, Y.; Tassinari, C.C.G.; Siga Jr, O. Teixeira, W.; Almeida, F.F. e Kawshita, K. - 1980 - Datações Rb-Sr e K-Ar do Centro Norte do Brasil e seu significado geológico-geotectônico. XXXI. Congr. Bras. Geol. - Camboriú, SC. V5, p2659-76.
- Hasui, Y.; Fonseca, M.J.G.; Ramalho, R - 1984 - A parte central da região de dobramentos sudeste e o maciço mediano de Guaxupé. In: Geologia do Brasil - DNPM - Texto explicativo do mapa geológico do Brasil - DNPM .

- Hawkesworth, (1984), Radiogenic Isotopes - Some Geological Applications. Rare Earth Element Geochemistry.-Amsterdan - Elsevier .
- Heibron, M.; Chrismpim, S.J.; Alves, R.P.; Simões, L.S.A. - 1982 - Geologia do Cabo dos Búzios (Estado do R. de Janeiro). Anais da Academia Brasileira de Ciências 54, 553-562.
- Heibron, M. - 1984 - Evolução metamórfico-estrutural da área entre Itutinga e Madre de Deus de Minas, MG. Dissertação de Mestrado, IG-UFRJ, Rio de Janeiro, 151p.
- Heibron, M; Gonçalves, M.L; Teixeira, T; Trouw, R.A.J; Padilha, A.V.; Kawashita, K.; - 1989- Geocronologia da região entre Lavras, São Del Rei, Lima Duarte e Caxambu (MG). An Acad. Bras. Ciênc., 61 (2): 177-200.
- Hurley, P.M, -1967 - Test of continental drift by comparison of radiometric ages. Science, Washington, 157:495-500
- Hurley, P. M. - 1968 - Absolute abundance and distribution of Rb, K, and Sr in Earth Geoch. Cosm, Acta, V32, p273-283.
- Hurley, P.M. and Rand, J.R., 1969. Pre-drift continental nuclei, v164, No.3885, p1229-1242.
- Inda, H.A. V. e Barbosa, J.F. - 1978 - Mapa Geológico da Bahia. CPM/SME/CBPM, Salvador - Bahia.
- Jacobsen, S.B. e Wasserburg, G.J.,(1984). Sm-Nd isotopic evolution of chondrite, Earth Planetary Sci. Lett. 66: 191-213.
- Janasi, V.A. - 1986 - Geologia e petrologia do maciço monzodiorítico-monzonítico de Piracaia - SP. Dissertação de mestrado, IG - USP, São Paulo, 281p.
- Janasi, V.A. & Vlach, S.R.F. - 1997 - Sr and Nd isotope systematics of the Capituva and Pedra Branca syenitic massifs (SW Minas Gerais, Brazil): Petrogenesis and interferences on Neoproterozoic lithospheric mantle reservoirs. South - American Symposium on Isotope Geology, June 15-18, Campos de Jordão, SP. p:143-145.
- Janasi, V. A.; Haddad, R.C. & Vlach, S.R.F. - 1997 - Comments on the Sm-Nd isotope systematics of calc-alkaline gneissoids from Pinhal-Ipuiúna batholith (São Paulo and Minas Gerais, Brazil). South - American Symposium on Isotope Geology, June 15-18, Campos de Jordão, SP. p147-149.
- Jardim de Sá, E.F. - 1994 - A Faixa Seridó (Província Borborema, NE do Brasil) e o seu significado geodinâmico na Cadeia Brasileira / Pan Africana - Tese de Doutorado, No.3 - Univ. de Brasília. Inst. de Geoc.
- Jost, H. e Hartmann, L.A. - A Província Mantiqueira: Setor meridional. In: Almeida, F.F.M e Hasui, Y. (eds). Pré-Cambriano do Brasil. Ed. Edgard Blücher Ltda, p345-368
- Kaul, P.F.T. - 1980 - O craton de Luis Alves. Congr. Bras. de Geol., 31, Anais ...5, p2677-2683, Camboriú.
- Kawashita, K. - 1969 - Um sensível espectrômetro de massa de fonte sólida e sua aplicação à análise de K, Rb e Sr. Tese de Mestrado. IG/USP.
- Kawashita, K. et.al - 1976 - PROJETO RADAMBRASIL. Folha Jaguaribe/Natal
- Kawashita, K.; Sato, K.; Sonoki, I. K. (1984) - Um sistema de aquisição de dados on line em um espectrômetro de massas do Centro de Pesquisas Geocronológicas. Io, encontro Nacional de espectrometria de massas. RJ.
- Kawashita, K.; Sato, K. e Sonoki, I.K. (1986) - Análises isotópicas com espectrômetro de massas TH-5 "on line" com micro Aoole e HP. Io. encontro Latino Americano de Espectrometria de Massas. Rio de Janeiro.
- Kawashita, K.; Sonoki, I.K.; Sato, K.; Sonoki, H. M. (1990) - Regressões lineares em geocronologia : isócronas, errócronas e pseudo isócronas. Boletim IG-USP. Serie Cient. v21, p53-72.
- Kawashita, K.; Sato K.; Diaz, M.e Tassinari, C.C.G., (1991), Metodologia Sm_Nd no IG-USP: Testes e resultados preliminares. 3º. Congresso Brasileiro de Geoquímica - S. Paulo - resumos - 2º volume, 442-446.
- Kawashita, K.; Mariselma, Z.; Sato, K.; Petronilho, L. e Fernandez, V. V. - 1996 - Rochas carbonáticas da Faixa Paraguai: Idades e inferências com base em ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr. XXXIX Congr. Bras. Geol., Salvador (BA), V6, p531-533.
- Kawashita, K. - 1996 - Rochas Carbonáticas Neoproterozóicas da América do Sul: idades e inferências quimioestratigráficas. Tese de Livre Docência. IG-USP, SP
- Kozuch, M.; Van Schmus, W.R.; Brito Neves, B.B. - 1997 - Ages and isotope geochemistry of two-brasiliano magmatic events in the Borborema Province of NE Brazil. South-American Symposium on Isotope Geology. Extend Abstracts, Campos do Jordão. p157-159.
- Ledent, D. and Pasteels, P. - 1968 - Determinations de l'âge de roches post-tectoniques du sud-est du Brésil. Ann. Soc. Géol, Belg., 91, p.305-309.

- Liew, T.C e MC Culloch, M.T - 1985 - Genesis of granitoid batholiths of Peninsular Malaysia and implications for models of crustal evolution: evidence from a Nd-Sr isotopic and U-Pb zircon study. *Geoch. Cosmoch. Acta*, v49, 587-600.
- Litherland, M e Bloomfield, K. - 1981 - The proterozoic history of Eastern Bolívia. *Precambrian Research*. 15: 157-179.
- Litwinski, N. - 1985 - Evolução tectono-termal da região Nordeste de Minas Gerais e Sul da Bahia. Tese de doutoramento. IG/USP. 233 pg.
- Lugmair, G.W; Scheirim, N.B.; Marti, K., (1975a). Sm-Nd age of apollo 17 basalt 75075: evidence for early differentiation of lunar exterior. *Proc. Lunar Planet Sci. Conf*, 6th, 1419-1429.
- Lugmair G. W.; Sheinim, N.B.; Marti, K., (1975b). Search for extinct ^{146}Sm : The isotopic abundance of ^{142}Nd in the Juvinas meteorite. *Earth Planetary Science Letters*. 27: 79-84.
- Macambira, M.J.B.; Lafon, J.M.; DallÁgnol, R.; Costi, H.T.; Jorge João, X.S. - 1990 - Geocronologia da Granitogênese da província amazônia Central Brasileira, Uma revisão. *Rev. Bras. de Geoc.* 20 (1-4) p. 258 - 266
- Macambira, M.J.B e Lafon J.M - 1995 - Geocronologia da Província Mineral de Carajás: síntese dos dados e novos desafios. *Bol. do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências da Terra*. V.7, P263-288.
- Macedo, M.HF.; Jardim de Sá, E. F.; Sato, K.; Kawashita, K. (1990) - Dados isotópicos preliminares de Nd e Sr na região do Seridó (RN-PB) e suas tect.. 36o. *Congr. Bras. de Geol.* p305-306.
- Machado Filho, L.; Ribeiro, M.W.; Gonzales, S.R.; Schemimi, C.A.; Santo Neto, A.; Palmeira, R.C.B.; Pires, J.L.; Teixeira, W. e Castro, H.E. - 1983 - Projeto RADAMBRASIL, Folha Rio de Janeiro/Vitória (SF-23/24), Levantamento de Recursos Naturais. V32, p29-304.
- Machado, N.; Noce, C.M.; Oliveira, O. A. B.; Ladeira - 1989 - Evolução geológica do Quadrilátero Ferrífero no Arqueano e Proterozóico Inferior com base em geocronologia U-Pb, *Simp. Geol. Minas Gerais*, 1-5.
- Machado, N.; Lindenmayer, Z.; Krogh, T.E and Lindenmayer, D. - 1991 - U-Pb geochronology of Archean magmatism and basement reactivation in the Carajás area, Amazon Shield, Brazil - *Precambrian Research*, 49, 329-354.
- Machado, N.; Noce, C.M; and Carneiro, M.A . - 1992 - U-Pb constraints on a major Late Archean event in the Southern S. Francisco craton, Brazilian shield. *Joint Annu meet.*, Nova Scotia, 17:A70 (abstracts).
- Machado, N. e Carneiro, M.A . - 1992 - A major Archean tectono thermal event in the S. Francisco shield, Brazil: U/Pb evidence from Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. *Can. J. Earth. Sci.*, 29 (11): 2341-2346
- Machado, N.; Valladares, C.; Heibron, M.; Valeriano, C. - 1996 - U-Pb geochronology of central Ribeira belt (Brazil) and implications for the evolution of the Brazilian Orogeny. *Precambrian Research*, 79, 347-361.
- Machado, R. - 1997 - Litogeoquímica e tectônica dos granitóides Neoproterozóicos do Cinturão Paraíba do Sul no Estado do Rio de Janeiro. Tese de Livre Docência. IG/USP. 215pg.
- Machiavelli, A. -1991- Os granitóides deformados da região de Pien (PR): Um provável arco magmático do Proterozóico Superior. Dissertação de Mestrado. Inst. de Geociências. USP, 89pg.
- Machiavelli, A; Basei, M.A .S. e Siga Jr., O . - 1991 - Geocquímica e geocronologia dos granitóides deformados da região de Pien (PR). Provável arco magmático do Proterozóico Superior. *Congr. Bras. Geol.* 3, Atas, SP, 1, p249-253
- Mantovani, M.S.M. - 1985 - Caracterização isotópica do mamatismo da bacia do Paraná. Sua correlação com a crosta continental subjacente e com a abertura do Atlântico Sul. Tese de Livre Docência - IAG-USP.
- Mantovani, M.S.M; Hawksworth, C.J.; Basei, M.A . S - 1987 - Nd e Pb isotope studies bearing on the crustal evolution of southeastern Brazil. *Ver. Bras. Geoc.*, 17(3): 263-268.
- Marini, O. J.; Dardene, M.A. e Danni, J.C.M. - 1984 - Província Tocantins: setores central e sudeste. In: Almeida, F.F.M, de e Hasui. Y. eds. *O Pré-Cambriano do Brasil*. São Paulo. Ed. Blücherm p.205-264.
- Marinho, M.M.; Lopes, G.A de c.; Soares, J.V.; Cruz, M.J.M. and Silva, E.F.A. da., (1980), Projeto Anagé - Caldeirão. Relatório Final, CBPM, Salvador, V. 1.

- Marinho, M.M., (1991), La sequence Volcano Sedimentaire de Contendas-Mirante et la Bordure Occidentale du Bloc de Jequié (Craton du S. Francisco, Brésil): un exemple de transition archeen-proterozoique. Unpublished Doct. Thesis. Univ. Clermont - Ferrand, France.
- Marinho, M.M.; Vidal, P.; Alibert, C.; Barbosa, J.S.F. and Sabaté, P. - 1994 - Geochronology of the Jequié-Itabuna granulitic belt and of Contendas-Mirante Volcano-Sedimentary belt. Boletim IG-USP. Publ. Especial No. 14, pg73-96.
- Marinho, M.M.; Sabaté, P. and Barbosa, J.S.F. - 1994 (b) - The Contendas-Mirante Volcano Sedimentary belt. Boletim IG-USP. Publ. Especial No.17, p73-96
- Marini, O. J.; Fuck, R. A. ; Dardene, M.A. e Danni, J.C.M. - 1984 - Província Tocantins. In: O Pré-cambriano do Brasil. Coordenadores: Fernando F.M. de Almeida e Yociteru Hasui. Editora Edgard Blücher Ltda, p 205-264.
- Martin, H. - 1987 - Petrogenesis of archaean trondhjemites, tonalites, and granodiorites from eastern Finland: major and trace element Geochemistry. Jour. Petrol. 28:921-953.
- Martin, H.; Sabaté, P.; Peucat, J.J; Cunha, J.C. - 1993 - Os processos de geração da crosta continental antiga: exemplo do Maciço Arqueano de Sete Voltas (BA). Anais do Simp. do Cr. S. Francisco. Salvador, p43-47.
- Martin, H; Peucat, J.J; Sabaté, P. e Cunha, J.C. - 1996 - Crustal evolution in the Early Archaean of South America: example of the Sete Voltas massif, Bahia State, Brazil. Dados inéditos.
- Mascarenhas, J. F.; Cordani, U.G.C. e Sato, K.; (1984) - Mapa Geocronológico do Estado da Bahia - Resumo. XXXIII Congr. Bras. de Geol. Rio de Janeiro. p130.
- Mascarenhas, J.F. e Garcia, T.W., (1989), Mapa Geocronológico do Estado da Bahia, 1/1.000.000. Texto explicativo, S.G.M-SME, Salvador - Bahia.
- McCulloch, M.T.; Wasserburg G.J. - 1978 - Sm-Nd and Rb-Sr chronology of continental crust formation. Science 200 : p1003-1011.
- Michard, A.; Gurriet, P.; Soundant, M. and Albarede, F. (1985). Nd isotopes in French Phanerozoic shales: external vs. internal aspects of crustal evolution. Geochim. Cosmochim. Acta, 49: 601-610.
- Millisenda, C.C.; Liew, T.C.; Hofmann, A.W. and Köhler, H. - 1994 - Nd isotopic mapping of the Sri Lanka basement: update and additional constraints from Sr isotopes. Precambrian Research, v.66, p95-110.
- Montalvão, R.M. G. e Tassinari, C.C.G - 1983 -Comentários preliminares sobre o geocronologia das rochas em torno do Greenstone Belt do Cupixi-Amapá. Relatório Interno (CPGeo, IG.-USP). Projeto RADAMBRASIL, F. CUPIXI.
- Montalvão, R. M. G. de - 1985 - Evolução Geotectônica dos terrenos granitóide - greestone belts de Crixás, Guarinos, Pilar de Goiás - Hidrolina (Goiás). Tese de doutorado. Inst. de Geoc. - USP. 372 p.
- Montalvão. R.M.G.; Tassinari, C.C.G.; Teixeira, W.; Vasconi A.V. - 1988 - Caracterização geocronológica Rb-Sr dos terrenos granodioríticos e trondhjemíticos da região de Rio Maria, Sul da Serra dos Carajás. Anais de XXXV Congr. Bras. de Geol., Belém, Pará. V.3, p1478-1487.
- Moorbath, S. e Taylor, P.N, (1981) Isotopic evidence for continental growth in the precambrian plate tectonics. Amsterdã - Elsevier - 491-525
- Moraes, N.M.P.; Iyer, S.S.; Sato, K. (1989) - Determination on Rare Earth Elements in geolog. sample, by isotope dilution mass spectrometry. 13o. International Geochemical Exploration Symp. RJ/Brazil.
- Moura, C.A.V e Gaudett, H.E. - 1993 - Zircon ages of the basement orthogneisses of the Araguaia belt, north-central Brazil. Congr. Bras. de Geol. 4, Brasília, SBGq, p232-235.
- Moura, C. A. V e Gaudette, H., E. - 1994 - Uma discussão sobre a origem dos ortogneisses do embasamento do Cinturão Araguaia com base nos isótopos de Sr e Nd. IV Simpósio de Geologia da Amazônia, SBG, Belém. pg 223-225.
- Nakamura, N.; Tatsumoto M.; Nunes, P.D.; Unrush, D.M.; Schw, A.P.; Wildeman, T.R. , (1976). 4by old clast in Boulder 7, Apollo 17: a comprehensive chronological study by U-Pb, Rb-Sr and Sm-Nd methods. Proc. Lunar Planet Sci., Conf. 7th, 2: 2309-2333.
- Nakamura, N.; Misawa, K.; (1989) Determination of picogram quantities of Rare-Earth Elements in Meteoritic Materials by Direct-Loading Thermal Ionization Mass Spectrometry. Analytical Chemistry, 61, No.7, .755-762.
- Naumann, M.P.; Hartman, L.A. ; Kappe, J.C. e Chemale Jr., F - 1984 - Sequências supracrustais, gnaisses graníticos e granitos intrusivos da região de Ibaré - Palma, RS. Geologia, aspectos estratigráficos e considerações geotectônicas. Congr. Bras. Geoc., 33, v5, p2417-2425, Rio de Janeiro.

- Nelson, B. K. and DePaolo, D. J. - 1985 - Rapid production of continental crust 1.7 to 1.9 b.y. ago: Nd isotopic evidence from the basement of the North American mid-continent. *Geol. Soc. Am. Bul.*, v.96, p746-754.
- Noce, C.M. - 1992 - Technical report for research activities on the Phd thesis project. FAPESP / Instituto de Geociências, USP, S. Paulo, Brasil, 30p
- Noce, C.M. - 1995 - Geocronologia dos eventos magmáticos, sedimentares e metamórficos na região do Quadrilátero Ferrífero, MG. Tese de doutoramento, IG-USP.
- Nunes, A. B. - 1973 - Geologia - Projeto RADAMBRASIL, Folha SB23. Teresina e parte da Folha SB24 - Jaguaribe.
- Nutman, A.P. e Cordani, U.G., (1992), SHRIMP U-Pb Zircon Geochronology of Early Archaean gneisses, S. Francisco Craton, Brazil. International Geological Correlation Programme - project 280 - Salvador, Bahia.
- Nutman, A. P. Cordani, U.G.; Sabaté, P. - 1994 - SHRIMP U-Pb ages of detrital zircons from the early Proterozoic Contendas-Mirante supracrustal belt, S. Francisco Craton, Bahia, Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, Vol. 7, No. 2, p109-114
- Olszewski W.J. and Gaudette, H.E. - 1989 Isotopic age results from the shield areas of Western Brasil. *EOS - Transaction, American Geoph Union*. V41A.
- Oliveira, M.A.F.; Kawashita, K.; Kihara, Y.; Delhal, J. - 1986 - Novos dados geocronológicos para rochas charnockíticas da Associação Guaxupé, Complexo Varginha. *Rev. Bras. Geoc.*, 13(3): 301-305.
- Padilha, A.V.; Vasconcelos, R.M. e Gomes, R.A.A.D. - 1991 - Evolução Geológica. In: texto explicativo Barbacena, folha SF23XC-III (Viana H.S., org). Programa de Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil, escala 1:1000 000, Brasília, DNPM, Cap. 6: 111-133.
- Patchett, P.J - 1992 - Isotopic studies of Proterozoic crustal growth and evolution. In: *Proterozoic Crustal Evolution*. Editor - K.C. Condie; Elsevier. p. 481-508.
- Peucat, J.J.; Vidal P.; Bernard-Griffiths; and Condie, K.C - 1988 - Sr, Nd and Pb isotopic systematics in the Archaean low - to high grade transition zone of southern India: syn accretion vs. post accretion granulites. *J. Geol.*, 97, 537-550.
- Picanço, J. L. - 1994 - Aplicação das sistemáticas Sm/Nd e Rb/Sr no Maciço Itatins (SP). Dissertação de mestrado. IG - USP, 76pg.
- Picazzo, Enos - 1997 - Marte no Universo . In: *Marte - Novas Descobertas. Diagrama & Texto / Inst. Astr. e Geofísico - USP*. Organizadores: Massambini, O. e Mantovani, M.S.M., p. 9-39.
- Pimentel, M.M. e Chamley, N., (1991), Intracrustal REE fractionation and implication for Sm-Nd model age calculations in late stage granitic rocks.: An example from central Brazil. *Chem. Geol.* 186: 123-138.
- Pimentel, M.M. e Fuck, R.A. - 1992 - Neoproterozoic crustal accretion in central Brasil. *Geology*, V.20, p375-379.
- Pimentel, M.M. - 1992 - Reajuste do sistema isotópico Sm-Nd durante o Neoproterozóico em gnaisses do Oeste de Goiás. *Rev. Bras. de Geoc.* V22(3); p262-268.
- Pimentel, M.M.; Heaman, L.; Fuck, R.A. - 1992 - Idade do meta-riolito da seqüência Maratá, Grupo Araxá, Goiás: Estudo geocronológico pelos métodos U-Pb em zircão, Rb-Sr e Sm-Nd. *An. Acad. Bras. Ci.* 64 (1), p19-28.
- Pimentel, M.M.; Machado, N.; Lobato, L.; - 1994 - Geocronologia U-Pb de rochas graníticas e gnáissicas da região de Lagoa Real, Bahia, e implicações para a idade da mineralização de Urânio. *Congr. Bras. Geoc. Comboriú*, p389-391
- Pimentel, M.M. e Machado, N. - 1994 - Geocronologia em terrenos granito - gresstone de Rio Maria-Pará, 38°. *Congr. Bras. Geol.*, - Balneário de Comboriú-SC, p390-391
- Pimentel, M.M.; Fuck, R.A.; Del' Rey Silva, L.J.H - 1996 - Dados Rb-Sr e Sm-Nd da região de Jussara - Goiás - Mossâmedes (GO), e o limite entre terrenos antigos de Goiás e o arco magmático de Goiás. *Rev. Bras. Geoc.* 26(2):61-70.
- Pimentel, M.M, Fuck, R.A.; Botelho, N.F. - 1997 - Granites and tectonic evolution of the Neoproterozoic Brasília belt, Central Brazil. *International Symposium on Granites and Associated Mineralizations. Extend Abstracts.* p228-230.
- Pimentel, M.M. & Junges, S. - 1997 - Nd isotopic characteristics of metasediments of the Neoproterozoic Mara Rosa Arc, Goiás, Central Brazil. *South - American Symposium on Isotope Geology*, June 15-18, Campos de Jordão, SP. p.237-239

- Pinese, J.P.P, Teixeira, W. Piccirillo, E.M.; Quemener, J.J.G; Bellieni, G. - 1995 - The Precambrian lavas mafics dykes, Southern S.Francisco Craton, Brazil; preliminary geochemical and geochronological results. Physics and chemistry of dykes, Baer e Heimann (eds) Baikema, Hotterdam.
- Pires, F.R.M.; Barbosa, M.I.M. - 1993 - O limite Meridional do Craton S. Francisco e o posicionamento de granitos colisionais. Anais de II Simpos. do Cr. S. Francisco, Salvador, p33-38
- Ragatky, D. e Tassinari, C.C.G. - 1994 - Caracterização geoquímica e geocronológica dos granitoides da Suíte Imbiriçu, SE do Est. de S. Paulo. 38º. Congr. Bras. Geol.- Balneário de Camoboriú, p373-375.
- Ragatky, D.; Tupinambá, M. e Tassinari, C.C.G. - 1997 - Sm/Nd and Rb/Sr studies from a garnet bearing peraluminous granite (Nazaré Paulista) from the Ribeira belt, southeastern Brazil. South- American Symposium on Isotope Geology, Campos de Jordão, June 15-18. p247-249
- Ragatky, D. - 1997 - Contribuição à geoquímica e geocronologia do Domínio São Roque e da Nappe de Empurrão Socorro Guaxupe ms região de Igaratá e Piracaia, SP. Tese de doutoramento - IG - USP 118pg.
- Reis Neto, J.M. - 1994 - Faixa Iaiacoca: registro de uma colisão entre dois blocos continentais no neoproterozóico. Tese de mestrado - S.Paulo p253, IG-USP.
- Reis Neto, J.M - 1980 - Geocronologia dos granitos da região Centro Oeste. Seminários Gerais. Inst. de Geociências - USP. Separata No.106.
- Reis Neto, J.M. - 1994 - Faixa Itaiacoca. Registro de uma colisão entre dois blocos continentais no Neoproterozóico. Tese de doutoramento, IG-USP, S. Paulo, 253 p.
- Reymer, A. and Schubert, G., - 1984 - Phanerozoic addition rates to the continental crust and crustal growth. Tectonics, v.3, No.1, p63-77.
- Rodrigues.M.F.B - 1976 - Rochas Basálticas do Rio Grande do Norte e Paraíba. Tese de mestrado. IG-USP, 62pg.
- Rollinson, H.R. - 1993 - Using Geochemical Data: Evolution, Presentation, Interpretation. Longman Scientific & Technical. p215-343.
- Rudnick, R.L. - 1995 - Making continental crust. Nature - vol. 378. p571-578.
- Sabaté P.; Marinho M.M; Vidal, P. and Vachette, M.C. - 1990 - The 2.0Ga peraluminoso magmatism of Jacobina - Contendas-Mirante belts (Bahia, Brazil): Geologic and isotopic constraints on the sources. Chemical Geol., 83, 325-338.
- Safronov, V.S. - 1972 - Accumulation of the Planets. In: On the origem of Solar System. (H.Reeves ed.), 89-113, Centre nationale de Recherches, Scientifiques, Paris.
- Santos, F.J. dos; Nobrega Coutinho, M.G. da; Ataíde Costa, M.P. de; Ramalho, R. - 1984 - A região de dobramentos Nordeste e a Bacia de Parnaíba, incluindo Cr. S. Luis e bacias marginais. Geologia do Brasil - DNPM - Eds.: Schobbenhaus et. al. 1984, p131-189
- Santos, M.V. dos; Tassinari, C.C.G.; Souza Filho, E.E. de; Teixeira, W.; Ribeiro, A.C.O.; Payolla, B.L. e Vasconi, A.V.- 1988 - Litoestratigrafia das rochas Pré-Cambrianas na Bacia do Médio Xingú - Altamira - PA, Relatório Interno.
- Santos, C.A. dos, e Aquino Angelim, L.A. de - 1990 - Programa de levantamentos geológicos básicos do Brasil - DNPM - Riacho do Caboclo, Folha SC24V-A-VI.
- Santos Pinto, M.; Peucat, I.J.; Martin, H.; Sabaté, P.; - 1984 - A geração dos granitos do Bloco do Gavião: Geocronologia e Química isotópica . 38º. Congr. Bras. Geol., Balneário de Camboriú - SC, p393-394.
- Sato, K. - 1986 - Síntese geocronológica do Est. da Bahia e evolução crustal, com base no diagrama de evolução do Sr e razões iniciais 87Sr/86Sr. Master Thesis.(unpublished). Inst. de Geoc. - USP, 214 pg.
- Sato, K; Geyh, M.A.; Kawashita, K. (1993). Controle e aquisição de conjugada de dados de espectrômetro beta (-) para radio carbono e trítio do IG-USP. - I Workshop de informática do IG-USP. Boletim IG-USP. publicação especial nº. 16, p41-44.
- Sato, K. - 1994 - Crustal evolution of the São Francisco craton, Brazil, from Sm-Nd model ages. International symposium on the physics and chemistry of the upper mantle, SP, Brazil, Ext. abstracts. p118-120.
- Sato, K - 1994 - Evolução crustal do craton de S. Francisco, com base em idades modelo Sm-Nd. Sessão Regular da Academia Brasileira de Ciências. Inst. Astronômico e Geofísico da USP. SP.
- Sato, K; Tassinari, C.C.G., Kawashita, K. e Petronilho - 1995 - O método geocronológico Sm -Nd no IG-USP e suas aplicações. An. Acad. Bras. Ci v67(3) p313-336.

- Sato, K. - 1996 - Idades dos principais eventos de diferenciação manto-crosta do Craton Amazônico, com base em idade modelo Sm-Nd. V Simpósio de Geologia da Amazônia - Belém / Pa. SBG - Núcleo Norte, p388-390.
- Sato, K, Cordani, U.G. e Teixeira, W. (1996). Principais eventos de acreção manto-crosta continental do Craton de S. Francisco, com base em idade modelo Sm-Nd. XXXIX Congresso Brasileiro de Geologia, Salvador/Bahia. v6,p525-527.
- Sato, K. e Campos Neto, M.C. - 1996 - Idade dos principais eventos de acreção manto-crosta continental no Sudeste Brasileiro, baseado em idade modelo Sm-Nd. XXXIX Congresso Brasileiro de Geologia, Salvador/Bahia. v6, p528-530.
- Schobbenhaus Filho, C.; Ribeiro, C. L.; Oliva, A. e Takanohashi, J.T. - 1975 - Texto Explicativo. Folha Tocantins (SC-22). Carta ao Milionésimo, DNPM, Brasília.
- Schobbenhaus, C.; Almeida Campos, D. de; Derze, G. R.; Asmus H.E. - 1984 - Geologia do Brasil - Texto Explicativo do Mapa Geológico do Brasil e Área Oceânica Adjacente incluindo Depósitos Minerais. DNPM.
- Schobbenhaus, C.; Hoppe, A.; Baumann, A. e Lork, A. - 1994 - Idade U-Pb do vulcanismo Rio Remédios, Chapada Diamantina, Bahia. 38º. Congr. Bras. Geol. - Balneário de Camboriú, SC.
- Sengör, A.M.; Natal, B. A. and Burtman, V.S. - 1993 - Evolution of the Altiid tectonic collage and Paleozoic crustal growth in Eurasia. Nature, v364, p299-307.
- Siga Jr., O. - Geologia da Folha SE24. PROJETO RADAMBRASIL, Rio Doce. Relatório Interno, CPGeo - IG - USP
- Siga Jr., O. - 1986 - Reavaliação dos dados Geocronológicos de rochas da área Cupixi. Projeto Itapuru - Território Federal de Amapá. Projeto RADAMBRASIL. Relatório interno.
- Siga Jr., O - 1986 - A evolução geológica da porção nordeste de Minas Gerais, com base em interpretações geocronológicas. Tese de Mestrado. IG/USP. 140pg.
- Siga Jr., O. - 1988 - Caracterização geocronológica em parte do setor centro oriental do Craton Amazônico. Projeto Carajás. Núcleo Marabá. Relatório Interno.
- Siga Jr. O. - 1995 - Domínios tectônicos do Sudeste do Paraná e Noroeste de Santa Catarina: geocronologia e evolução crustal. Tese de doutorado. IG - USP. 216pg.
- Silva, J.M.R.; Lima, M.I.C.; Veronese, V.F.; Ribeiro Jr., R.N.; Rocha, R.M. e Siga Jr., O - 1987 - Folha SE-24 RioDoce. Levantamento de recursos naturais, geologia. IBGE. Rio de Janeiro 34, 1-172
- Soares, A.C.; Noce, C.M.; Vidal, O.; Monteiro, R.L.B. and Leonardos, O.H. - 1992 - Toward a new tectonic model for the Late Proterozoic Araçuaí (SE Brazil) - West Congolian (SW Africa) belt. Jour. of South Amer. E. Sci. V6, n1/2, p 33-47.
- Soliani Jr, E. - Os dados geocronológicos do Escudo Sul Rio Grandense e suas aplicações de ordem geotectônica. Tese de doutorado, 239p, IG-USP, S. Paulo.
- Söllner, F., Lammerer, B. and Weber-Diefenbach, K. - 1991 - Die Krustenentwicklung in der küsternregion nördlich von Rio de Janeiro/ Brasilien. Münchner Geologische Hefte 4, 1-100.
- Souza Martins, V.T. - 1997 - Granitos Paleoproterozóicos da porção meridional do Cr. S. Francisco: estudos isotópicos de Sr e Nd. Relatório FAPESP, proc. No. 95/6721-1 / CPGeo IG-USP
- Stähle, H.J.; Raith, M; Hoernes, S; Delfs, R., (1987), Element mobility during incipient granulite formation at Kabbaldurga, Southern India; Journ. Petrol., v. 28: 803-834
- Tassinari, C.C.G., Teixeira, W. - 1976 - Geocronologia da parte oriental da Folha SC19 - Rio Branco. Projeto RADAMBRASIL - Relatório interno.
- Tassinari, C.C.G. - 1980 - Comentários Preliminares sobre a geocronologia da Folha SD 21 - Cuiabá. Projeto RADAMBRASIL 1982 V.26.
- Tassinari, C.C.G. - 1980b - Estudo Geocronológico da Folha SC.22, Tocantins, Goiânia, Go. (relatório interno para P.RADAMBRASIL, F. SC22 - TOCANTINS).
- Tassinari, C.C.G; Montalvão, R.M - 1980 - Estudo geocronológico do greenstone belt - Crixás. Anais do XXXI Congr. Bras. de Geol.- Baneário de Camboriú, SC, V5, p2752-2759.
- Tassinari, C.C.G. - 1981 - Evolução geotectônica da Província Rio Negro - Juruena na região Amazônica. Tese de mestrado. Inst. de Geociências - USP
- Tassinari, C.C.G. - 1981b - Comentários geocronológicos sobre as rochas da Folha SF21. Rio Apa. Projeto RADAMBRASIL. Relatório interno.
- Tassinari, C.C.G.; Siga Jr. O; Teixeira, W. - 1981 - Panorama geocronológico do centro - oeste brasileiro: soluções, problemáticas e sugestões. Ata do I Simp. Geol. Centro-Oeste. Soc. Brs. de Geol. - Goiânia: 93-114

- Tassinari, C.C.G. - 1981- Complexo Goiano - CPGeo - IG-USP, relatório interno. Projeto RADAMBRASIL, Folha SD22, Goiás, V25, p42-46.
- Tassinari, C.C.G. - 1982 - Comentários geocronológicos em rochas Pré-Cambrianas da Folha SC23. CPGeo - IG - USP, relatório interno. Projeto RADAMBRASIL, Folha SC23-Rio S. Francisco.
- Tassinari, C.C.G. - 1983 - Estudos geocronológicos das rochas à Folha ao Milionésimo SE22, Goiânia. CPGeo IG-USP, relatório interno. PROJETO RADAMBRASIL SE22, V31, GOIÂNIA.
- Tassinari, C.C.G. - 1984 - A porção ocidental do Craton Amazônico: evidências isotópicas de acreção continental no Prot. Médio. Simp. Amaz., 2, Manaus, Anais, DNPM, MME, p439-446
- Tassinari, C. C. G. - 1988 - As idades das rochas e dos eventos metamórficos da porção Sudeste do Estado de São Paulo e sua evolução crustal. Tese de doutoramento. IG/USP, 257pg.
- Tassinari, C.C.G. e Silva, M.E. - 1990 - Evolução crustal da faixa de dobramentos Ribeira e maciço de Joinville no Est. de S. Paulo. Relatório de Pesquisa. FAPESP, proc. No. 89/1204-8.
- Tassinari C.C.G.; Cordani, U.G.; Nutman, A.P.; Van Schmus, W.R.; Bettencourt, J.S.; Taylor, P.N. - 1996 - Geochronological systematics on Basement Rocks from the Rio Negro - Juruena Province (Amazonian craton), and Tectonic Implications. *International Geology Review*, V. 38, n 2, p. 161-175
- Tassinari, C., C., G. e Sato K. -1996 - Idade de formação de crosta continental na parte Sudeste do Estado de São Paulo, com base em dados Sm-Nd. XXXIX Congresso Brasileiro de Geologia, Salvador/Bahia. c6, p489-491
- Tassinari, C.C.G. - 1997 - O Mapa Geocronológico do Cráton Amazônico no Brasil: Revisão dos dados isotópicos. Tese de Livre - Docência - Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo.
- Teixeira, W.; Tassinari, C.C.G. - 1977 - Estudos Geocronológicos da Folha SA 20 Manaus. Relatório Interno, PROJETO RADAMBRASIL.
- Teixeira, W.; Tassinari, C.C.G; Siga Jr., O. - 1978 - Geologia - Folha Fortaleza - CPGeo - IG-USP, relatório interno. PROJETO RADAMBRASIL, Folha SA24, Fortaleza.
- Teixeira, W. - 1981 - Geologia - Folha Jaguaribe / Natal. CPGeo - IG - USP, relatório interno. Projeto RADAMBRASIL Folha SB24/SB25, V23.
- Teixeira, W. - 1982 - Geochronology of the southern part of the S. Francisco Craton. *Ver. Bras. Geoc.*, SP, 12 (1/3) p268-277.
- Teixeira, W. - 1983 - Geologia da Folhas SF23/24 Rio de Janeiro/ Vitória. CPGeo - IG - USP, relatório interno. Projeto RADAMBRASIL, Folha SF23/24, V32, Rio de Janeiro / Vitória.
- Teixeira, W. - 1985 - A evolução geotectônica da porção meridional do Cráton do S. Francisco, com base em interpretações geocronológicas. Tese de doutoramento - IG-USP, São Paulo, 207p.
- Teixeira, W.; Jordt Evangelista, H.; Kawashita, K. e Taylor, P.N - 1987 - Complexo granulítico de Acaiaca, M.G: idade, petrogênese e implicações tectônicas. 4º Simp. Geol. Minas Gerais, Anais, SBG-Núcleo-MG, Belo Horizonte, pp.58-71.
- Teixeira, W.; Cordani, U.G.; Kawashita, K.; Taylor, P.N.; Van Schmus, R.W. - 1987 - Archean and Early Proterozoic crustal evolution in the southern part of S. Francisco Craton. *International Symp. On granites and associated mineralizations*, Salvador, BA, Extend abstracts, SGM, p37-40.
- Teixeira, W.; Tassinari, C.C.G., Cordani, U.G. and Kawashita K. - 1989 - A review of the geochronology of the Amazonian Craton: Tectonic implications. *Precambrian Res.*, 42 p213-227.
- Teixeira, W.; Akimoto, H.; Siga Jr., O.; Sato, K. - 1989 - A evolução geocronológica dos terrenos graníticos-gnaissicos a Sul da F. Canastra - SO, MG. 5º Simp. de Geol. Minas Gerais/ 1º Simp. de Geol. - Brasília (10) p243-246, SBG MG.
- Teixeira, W.; Dossin, I.A.; Dossin, T.M.; Salvador, E.D.; Siga Jr., O.; Sato, K. - 1990 - Interpretação do contexto geotectônico do embasamento na borda leste do Sistema Espinhaço, região de Guanhões e Gouveia, (MG), com base numa interpretação do seu conjunto geocronológico U/Pb, Rb/Sr e K/Ar. *Congr. Bras. de Geoc.*, 36, Natal, Anais... Natal, SBG. v6, p2711-2722.
- Teixeira, W.; Dossin, T.M.; Salvador, E.D.; Siga Jr., O.; Sato, K. - 1990 - Interpretação do contexto geotec. do embasamento da b. leste do sistema Espinhaço, região de Guanhões e Gouveia - MG com base numa interpretação do seu conjunto geocronológico U-Pb, Rb-Sr e K-Ar. 36º Congr. Bras. de Geol. - Natal/ RN. p309.
- Teixeira, W.; Cordani, U. G.; Nutman, A.P. e SATO, K. - 1996 - Polyphase Crustal Evolution in the Late Archean: The case of the Campo Belo Metamorphic Complex, Minas Gerais, Brazil. *Simpósio do Arqueano, Brasília.*

- Teixeira, W.; Carneiro, M.A.; Noce, C.M.; Machado, N. and Sato, K. - 1996 Pb, Sr and Nd isotope constraints on the Archean evolution of gneiss- granitoid complex in the Southern S.Francisco Craton, Brazil. *Precambrian Res.* v78, p151-164.
- Teixeira, W.; Carneiro, M.; Noce, C.M.; Machado, N.; Sato, K.; and Taylor, P.N -1996 - Pb, Sr and Nd isotope constraints on the Archean evolution of gneissic granitoid complexes in the southern S. Francisco Craton, Brazil. - *Precambrian Research*.
- Teixeira, W.; Cordani, U. G.; Nutman, A.P. e Sato, K. - 1996 - Polyphase Crustal Evolution in the Late Archean: The case of the Campo Belo Metamorphic Complex, Minas Gerais, Brazil. *Simpósio do Arqueano, Brasília*, p63-64.
- Trouw, R. e Pankhurst, R. - 1993 - Idades radiométricas ao Sul do cráton de S. Francisco: região da folha Barbacena, Minas Gerais. *Anais do Simpósio do Cr. S. Francisco - Salvador*, p260-262.
- Turpin, L.; Maruejo, P. e Cuney, M. - 1988 - U-Pb, Rb-Sr e Sm-Nd- chronology of basement, hydrothermal albitites and uranium mineralization, Lagoa Real, South Bahia, Brazil. *Contributions to Mineralogy and Petrology* 98(2), p139-147
- Valladres, C - 1996 - Evolução geológica do complexo Paraíba do Sul, no segmento central da Faixa Ribeira, com base em estudos de geoquímica e geocronologia U-Pb. Tese de doutoramento. IG/USP, 147pg.
- Valldares, C.; Heibron, M.; Machado, N. e Valeriano, C. - 1997 - Provenance of Central Ribeira Belt metasediments using $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ ages on zircon by laser-ablation. *South American Symposium on Isotope Geology. Extended Abstracts*, June 15-18, Campos de Jordão. SP. p.323-325.
- Van Schumus, W.R.; Brito Neves B.B.; Hackspacher, P. and Babinski, M. - 1995 - U/Pb and Sm/Nd geochronologic studies of the eastern Borborema Province, Northeastern Brazil: Initial conclusions. *Jour. South Amer. Earth Sci.* V.8, p267-288.
- Van Schumus, W, R.; Dantas E.; Fetter A. ; Brito Neves, B.B.; Hackspacher, P.C.; Babinski, M. - 1996 - Neoproterozoic age for Seridó Group, NE Borborema Province, Brazil. *XXXIX Congr. Bras. Geol., SBG, V6*, p152-155.
- Vasconcellos, A.C.B.C.; - 1988 - O Grupo Andrelândia na região a norte de Ouro Fino, MG. *Dissertação de Mestrado, IG-USP, São Paulo*, 199p.
- Veizer, J. and Jansen, S.L., - 1979 - Basement and sedimentary recycling and continental evolution. *Journal of Geology*. v87, 341-370.
- Veizer, J. - 1989 - Strontium isotopes in seawater through time. *Ann. Rev. Earth Planet. Sci.*, 17, 141-167.
- Vignol, L.M - 1987 - Etudes geochemiques des granulites du Bresil et de la zone d'Ivree: Les elements (K, Rb, Sr, Sm, Nd) et le isotopes radiogeniques (Sr, Nd). *Diplome d'etudes approfondies de geochemie. Université Paris VII, Inst. de Physique du Globe de Paris*.
- Vlach, S.R.F. - 1985 - Geologia, petrografia e geocronologia das partes meridional e oriental do Complexo Morungaba, SP. *Dissertação de Mestrado, IG-USP, São Paulo*, 253p.
- Vlach, S.R.F. - 1993 - Geologia e petrologia dos granitóides de Marungaba, SP. Tese de doutoramento. *Inst. de Geociências-USP (SP)*.
- Wasserburg, G.J.; Jacobsen, S.B.; DePaolo, D. J.; McCulloch, M.T.; Wen, T., (1981), Precise determination of Sm-Nd ratios, Sm and Nd isotopic abundances in Standard solutions. - *Geoch. Cosmoch. Acta.* 45: 2311-2323.
- Wernick, E.; Fiori, A.P.; Bettencourt, J.S.; Choudhuri, A. - 1981 - A tectônica rígida do fim do Ciclo Brasileiro e sua implicação na estruturação da borda sul e sudeste do Cráton do S. Francisco: tentativa de um modelo preliminar. In: *Simpósio do Cráton do S. Francisco e Suas Faixas Marginais, Salvador, Bahia, 1978*, p164-168.
- White, W. M. and Hofmann A.W. - 1982 - Sr and Nd isotope geochemistry of oceanic basalts and mantle evolution. *Nature*, 296, 821-825
- Wilson, N., -1987 -, Combined Sm-Nd, Pb/Pb and Rb/Sr geochronology and isotope geochemistry in polymetamorphic Precambrian terrains, examples from Bahia, Brazil and Channel Island, U.K. - *Unpublished Master Thesis, Oxford. U.K.*
- Wilson, N; Moorbath, S.T.; Taylor, P.N and Barbosa, J.S.F. - 1988 - Archean and early Proterozoic crustal evolution in the S. Francisco craton, Bahia, Brazil, *Chemical Geology.*, V70 (1-2), p146
- Zaine, M.F. e Fairchild, T.R. - 1987 - Novas considerações sobre os fósseis da Formação Tamengo, Grupo Corumbá, SW do Brasil. In: *Congr. Bras. de Paleontologia*, 10, RJ, 1985. *Anais SBG* p.797-807, RJ.
- Zindler, A. and Hart, S. - 1986 - Chemical Geodynamics. *Ann. Rev. Earth Planet. Sci.*, 14:493-571

APÊNDICES

APÊNDICE 1

NOTA EXPLICATIVA DAS TABELAS DE DADOS Sm e Nd, CHAMADAS NO CAP. 5:

- Coluna 1: **SPS/ lit** - Nº de laboratório (SPS) e litologias utilizadas nos trabalhos originais (ver apêndice 2). As litologias simplificadas e utilizadas **neste trabalho** encontram-se na coluna 4 (ver a legenda na tabela abaixo).
- Coluna 2: **coord. 1º m' / gº m'** Coordenadas geográficas aproximadas com erro até 5 minutos. O número desta coluna, por ex., 5 45/52 5 significa 5º 45' (lat.) / 52º 5' (long).
- Coluna 3: **N.campo/ região** - No de campo / e região aproximada
- Coluna 4: litologias utilizadas neste trabalho (ver tabela baixo)
- Coluna 5: **ident** - Identificação das amostras chamadas nos textos e nos diagramas.
- Colunas 6, 7 e 8: **T_{CHUR}, T_{DM2}, T_{DM(Ga)}** - idades modelo Sm-Nd . T_{CHUR} - representa idade modelo relativo ao manto condritico; T_{DM} - representa idade modelo Sm-Nd relativo ao manto empobrecido "depleted mantle" com evolução isotópica de Nd no tempo geológico em estágio único baseado na equação 6 e 7b (pg. 20); e T_{DM2} - idade modelo Sm-Nd relativo ao manto empobrecido com evolução em dois estágios (equação 13, pg. 25). Obs. Os sobrescritos ^{#1} e ^{#2} = representam razões ¹⁴⁷Sm/¹⁴⁴Nd respectivamente 0,10 e 0,11 (valores estimados) para o estágio primário (saída do manto até a refusão crustal, ver fig. 4.5).
- Colunas 9 e 10: **¹⁴⁷Sm/¹⁴⁴Nd e ¹⁴³Nd/¹⁴⁴Nd**: razão ¹⁴⁷Sm/¹⁴⁴Nd=0.6049[Sm(ppm) / Nd(ppm)] e ¹⁴³Nd/¹⁴⁴Nd= razão isotópica de Nd com erro fornecido em 2σ. A razão ¹⁴³Nd/¹⁴⁴Nd foi normalizada com o valor ¹⁴⁶Nd/¹⁴⁴Nd = 0.7219.
- Colunas 11 e 12: **Sm (ppm) e Nd (ppm)** - Concentrações de Sm e Nd obtidos pela técnica de diluição isotópica.
- Coluna 13: **f** - representa o grau de fracionamento na razão ¹⁴⁷Sm/¹⁴⁴Nd da rocha crustal em relação ao manto CHUR - $f_{Sm/Nd} = [^{147}Sm/^{144}Nd - 1] / 0.1967$.
- Colunas 14 e 15: **ε_{Nd} (t=0) e ε_{Nd}(t)** : corresponde a variação na razão ¹⁴³Nd/¹⁴⁴Nd da amostra em relação ao CHUR multiplicado por um fator 10000 onde ε_{Nd} (t=0) corresponde o valor de ε_{Nd} medido hoje e ε_{Nd}(t=t_{método}) é o valor calculado relativo ao tempo t (formação da rocha) relacionado na coluna t_{método}

$$\epsilon_{Nd}(t) = [(^{143}Nd/^{144}Nd)_{amostra}(t) - ^{143}Nd/^{144}Nd_{CHUR}(t)] / [^{144}Nd / ^{144}Nd]_{CHUR} 10000$$
- Coluna 16: **t_{método} e RI_(fonte)** - T_{método} corresponde as idades de formação das rochas por métodos Rb/Sr, U-Pb, Pb-Pb e K-Ar. RI_(fonte) é a razão inicial ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr obtida em diagrama isocrônico Rb-Sr; _(fonte) - referência bibliográfica.
- Coluna 16: **ε_{Sr} (t)** - = $[(^{87}Sr/^{86}Sr)_{RI-amostra} - 1] / [(^{87}Sr/^{86}Sr)_{CHUR}(t)] 10000$ onde t é a idade isocrônica Rb-Sr e RI = a razão inicial; ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr_{CHUR}(t)= 0.7045-0.0816(e^{λt} - 1) → (Faure 1988).
- Coluna 17: **ref.** - Referências bibliográficas para os dados Sm-Nd. Todas as idades modelos foram recalculadas neste trabalho segundo modelo de DePaolo 1981 (equações 6 e 7b citadas no capítulo 3 deste trabalho).

LITOLOGIAS SIMPLIFICADAS E UTILIZADAS NESTE TRABALHO

siglas	litologias	siglas	litologias
GTD	GRANITOIDE	MSE	METASSEDIMENTO
GNL	GRANULITO	MSQ	METASSEDIMENTO QUÍMICO
BAS	BÁSICA	Mxx	MINERAIS onde xx → af = anfibólio,
UBA	ULTRABÁSICA		bi = biotita, pl = plagioclásio, pi =
VAC	VULCÂNICA ÁCIDA		piroxênio, gd = granada, al = alanita,
			es = esfeno, mi = microclíneo.

APÊNDICE 2

LEGENDA DAS LITOLOGIAS ENCONTRADAS EM TRABALHOS ORIGINAIS

LEGENDA DAS LITOLGIAS (ROCHA TOTAL)				MINERAIS
anf=anfíbólito	gns=gnaísse	mdlr=metadolerito	rio=riólito	bi = biótita
and=andesito	gnl= granulito	mgrt=metagranito	rdc=riodacito	pl = plagioclásio
atx=anátexito	gtd=granitóide	m_gab=metagabro	rmaf=rocha máfica	gd = granada
a_gns=augen gnaísse	gtd_x = gtd (xenólito)	mig_m=migm-mesos.	svul=subvulcânica	pi = piroxênio
ant /ano=anortosito	grt=granito	mig_p=migm.paleos.	sil=silito	anf = anfíbólio
bas=basalto	gns_f=gnaísse félsico	mko=metakomatiito	tol=tolcito	all = allanita
bas.n=basalto norítico	gns_m=gnaísse-migm.	m_rio=metariólito	ton=tonalito	
cal =calcáreo	gns_g=gnaísse_granit.	mse=metasedimento	ton.gn=tonalito-gnaís.	
res.c= residuo(carbon)	gns_t=gnaísse tonal.	mton=metatonalito	trj=trondjhemito	
cal.si=calci-silic.	gnl-f=granulito félsico	mtx=metatexito	umaf=ultramáfica	
char=charnoquito	gnl_m=granulito máf.	mvu / mvul=metavulc.	vca=vulc.calc.alcal.	
chgn=charno-gnaísse	gtd/p=granitóide peral.	mon= monzonito	vul = vulcânica	
chert=chert	hgrt=hipert.granito	oanf=ortoanfíbólito	vul.fe-vulc.félsica	
dac=dacito	kim = kimberlito	ogns=ortognaísse	xis = xisto	
dia=diabásio	kpe=komotiito perid.	pgns=paragnaísse		
dio=diorito	lep = leptinito	per=peridotito		
end=enderbito	mig= migmatito	peg=pegmatito		
fil=filito	mba=metabásica	qmz=quart.monzon.		
gab=gabro	m.dia=metadiabásio	sho=shoshonito		
gnd = granodiorito	m.dio=metadiorito	sie = sienito		

COMPOSIÇÕES ISOTÓPICAS / ABUNDÂNCIAS / PESOS ATÔMICOS

ABUNDÂNCIAS:

$$S = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n \rightarrow S = \sum R_i \quad \text{onde } R_i \text{ são razões isotópicas}$$

$$A_i = R_i / S \quad \text{onde } A_i \text{ são abundâncias relativas}$$

PESO ATÔMICO:

$$P = A_1M_1 + A_2M_2 + \dots + A_nM_n \rightarrow P = \sum A_iM_i \quad \text{onde } M_i \text{ são massas exatas}$$

MASSAS e RAZÕES ISOTÓPICAS PARA O ELEMENTO Sm:

MASSAS (m)	MASSAS EXATAS	BCR - 1 / BULK EARTH		SPIKE / CPGeo		
		raz. isotópicas $^{m}\text{Sm}/^{147}\text{Sm}$	abundâncias	raz. isotópicas*	abundâncias.	
		Wasserburg				
144	143.91201	0.20504	0.030747	0.06518	.000783	
147	146.91491	1.00000	0.149957	1.00000	.012087	
148	147.91483	0.74970	0.112423	2.30164	.031625	
149	148.91719	0.92160	0.138200	75.3635	.910855	
150	149.91729	0.49213	0.073798	1.75148	.021168	
152	151.91974	1.78308	0.267385	1.35639	.016395	
154	153.92222	1.51704	0.227491	0.58615	.007086	
		P. ATÔMICO=150.3656		P. ATÔMICO=148.963		

* = média de 8 determinações.

MASSAS e RAZÕES ISOTÓPICAS PARA O ELEMENTO Sm:

MASSAS (m)	MASSAS EXATAS	BCR - 1 / BULK EARTH		SPIKE / CPGeo		
		raz. isot. * $^{m}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$	abundâncias	raz. isot. ** $^{m}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$	abundâncias.	
		Wasserburg				
142	141.90773	1.141826	0.271685	0.82374	.005524	
143	142.90982	0.512638	0.121977	0.44477	.002982	
144	143.91010	1.000000	0.237939	1.00000	.006706	
145	144.91258	0.348419	0.082902	0.42137	.002826	
146	145.91313	0.721900	0.171767	0.91589	.006141	
148	147.91690	0.241572	0.057481	0.61181	.004103	
150	149.92090	0.236428	0.056251	144.902	.971718	
		P. Atômico=144.2397		P. Atômico =149.7684		

* = Normalizadas com $^{146}\text{Nd}/^{144}\text{Nd} = 0.7219$; ** = média de 5 determinações.

Para padrão La-Jolla a razão $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd} = 0,511858$ e P. atômico = 144.2399

AQUISIÇÃO DE DADOS NO MODO DINÂMICO / ESTÁTICO

CONFIGURAÇÕES DOS COLETORES E DAS MASSAS

COLETORES	MASSAS						GANHOS AMPLIF.
	BASE						
L2	143.5	140	141	142	143	145	G1
L1	142.5	141	142	143	144	146	G2
AX	141.5	142	143	144	145	147	G3
H1	142.5	143	144	145	146	148	G4
H2	144.5	145	146	147	148	150	G5
ORDEM DE JUMP	J ₁	J ₂	J ₃	J ₄	J ₅	J ₆	

MEDIDAS NO MODO ESTÁTICO/DINÂMICO COMBINADO
 CONHECENDO-SE A RAZÃO DE NORMALIZAÇÃO $^{146}\text{Nd}/^{144}\text{Nd} = 0,7219$:

$$\frac{(^{144}\text{Nd}/^{145}\text{Nd})_{J4} \text{ G3 / G4}}{(^{145}\text{Nd}/^{146}\text{Nd})_{J5} \text{ G3/G4}} = \frac{(^{144}\text{Nd}/^{145}\text{Nd})_N}{(^{145}\text{Nd}/^{146}\text{Nd})_N}$$

$$\frac{(^{144}\text{Nd}/^{145}\text{Nd})_N}{(^{145}\text{Nd}/^{146}\text{Nd})_N} = \frac{(^{144}\text{Nd}/^{146}\text{Nd}/^{145}\text{Nd}/^{146}\text{Nd})_N}{(^{145}\text{Nd}/^{146}\text{Nd})_N}$$

$$(^{145}\text{Nd}/^{146}\text{Nd})_N = \left[\frac{(^{145}\text{Nd}/^{146}\text{Nd})_{J5} (^{144}\text{Nd}/^{146}\text{Nd})_N}{(^{144}\text{Nd}/^{145}\text{Nd})_{J4}} \right]^{1/2}$$

$$\frac{(^{143}\text{Nd}/^{145}\text{Nd})_{J4} \text{ G2/G4}}{(^{144}\text{Nd}/^{146}\text{Nd})_{J5} \text{ G2/G4}} = \frac{(^{143}\text{Nd}/^{145}\text{Nd})_N}{(^{144}\text{Nd}/^{146}\text{Nd})_N}$$

$$\frac{(^{143}\text{Nd}/^{145}\text{Nd})_N}{(^{144}\text{Nd}/^{146}\text{Nd})_N} = \frac{(^{143}\text{Nd}/^{146}\text{Nd}/^{145}\text{Nd}/^{146}\text{Nd})_N}{(^{144}\text{Nd}/^{146}\text{Nd})_N}$$

$$\frac{(^{143}\text{Nd}/^{145}\text{Nd})_N}{(^{144}\text{Nd}/^{146}\text{Nd})_N} = \frac{(^{143}\text{Nd}/^{146}\text{Nd}/^{145}\text{Nd}/^{146}\text{Nd})_N}{(^{144}\text{Nd}/^{146}\text{Nd})_N}$$

$$\frac{^{143}\text{Nd}}{^{146}\text{Nd}} = \frac{(^{143}\text{Nd}/^{145}\text{Nd})_{J4} (^{145}\text{Nd}/^{146}\text{Nd})_N \cdot 0.7219}{(^{144}\text{Nd}/^{146}\text{Nd})_{J5}}$$

$$\frac{^{143}\text{Nd}}{^{146}\text{Nd}} = \frac{(^{143}\text{Nd}/^{145}\text{Nd})_{J4} (^{145}\text{Nd}/^{146}\text{Nd})_N \cdot 0.7219}{(^{144}\text{Nd}/^{146}\text{Nd})_{J5}}$$

TÉCNICA DE DILUIÇÃO ISOTÓPICA

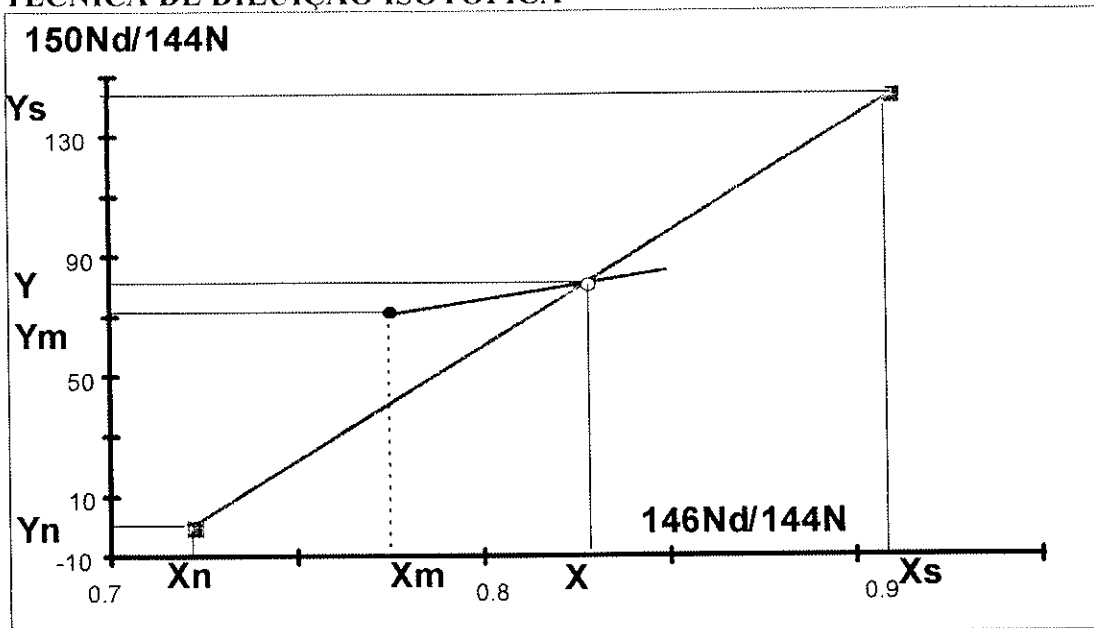


Fig. DIAGRAMA DE DILUIÇÃO ISOTÓPICA. $X_n = (^{146}\text{Nd}/^{144}\text{Nd})_{\text{nat.}} = 0.7219$; $Y_n = (^{150}\text{Nd}/^{144}\text{Nd})_{\text{nat.}} = 0.236428$; $X_s = (^{146}\text{Nd}/^{144}\text{Nd})_{\text{spike}} = 0.91$; $Y_s = (^{150}\text{Nd}/^{144}\text{Nd})_{\text{spike}} = 144.2$; s = spike; n = natural; m = medida (razão)

Discriminação de Massa:

$$Y = Y_m (1 + 6\delta) ; X = X_m (1 + 2\delta)$$

$$\delta = (1/2) \{ (X/X_m) - 1 \}$$

$$(Y - Y_m) / (X - X_m) = 3 Y_m / X_m = C$$

$$Y = Y_m + C(X - X_m)$$

$$(Y - Y_n) / (X - X_n) = (Y_s - Y_n) / (X_s - X_n) = D$$

$$Y = Y_n + D(X - X_n)$$

$$X = (Y_m - Y_n - C X_m + D X_n) / (D - C)$$

$$(^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd})_{\text{MN}} = (^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd})_m (1 - \delta)$$

$$(^{142}\text{Nd}/^{144}\text{Nd})_{\text{MN}} = (^{142}\text{Nd}/^{144}\text{Nd})_m (1 - 2\delta)$$

$$(^{145}\text{Nd}/^{144}\text{Nd})_{\text{MN}} = (^{145}\text{Nd}/^{144}\text{Nd})_m (1 + \delta)$$

$$(^{146}\text{Nd}/^{144}\text{Nd})_{\text{MN}} = (^{146}\text{Nd}/^{144}\text{Nd})_m (1 + 2\delta)$$

$$(^{148}\text{Nd}/^{144}\text{Nd})_{\text{MN}} = (^{148}\text{Nd}/^{144}\text{Nd})_m (1 + 4\delta)$$

$$(^{150}\text{Nd}/^{144}\text{Nd})_{\text{MN}} = (^{150}\text{Nd}/^{144}\text{Nd})_m (1 + 6\delta)$$

Onde o índice _{MN} representa a razão isotópica da Mistura de amostra + spike Normalizada e m = razão medida no espectômetro.

$$^{144}\text{Nd}_s / ^{144}\text{Nd}_N = (Y - Y_n) / (Y_s - Y)$$

$$^{144}\text{Nd}_s / ^{144}\text{Nd}_N = \frac{(^{150}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}_{MN} - ^{150}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}_n)}{(^{150}\text{Nd}/^{144}\text{Nd})_s - (^{150}\text{Nd}/^{144}\text{Nd})_{MN}}$$

$$^{150}\text{Nd}_s / ^{150}\text{Nd}_N = \frac{(^{144}\text{Nd}/^{150}\text{Nd}_{MN} - ^{144}\text{Nd}/^{150}\text{Nd}_n)}{(^{144}\text{Nd}/^{150}\text{Nd})_s - (^{144}\text{Nd}/^{150}\text{Nd})_{MN}}$$

$$\frac{^{143}\text{Nd}_n}{^{144}\text{Nd}_n} = \frac{^{143}\text{Nd}_{MN} - ^{143}\text{Nd}_s}{^{144}\text{Nd}_{MN} - ^{144}\text{Nd}_s} = \frac{(^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd})_{MN} - (^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd})_s}{1 - ^{144}\text{Nd}_s / ^{144}\text{Nd}_{MN}}$$

$$\frac{^{143}\text{Nd}_n}{^{144}\text{Nd}_n} = \frac{^{143}\text{Nd}_{MN}}{^{144}\text{Nd}_{MN}} + \frac{^{144}\text{Nd}_s}{^{144}\text{Nd}_n} \left(\frac{^{143}\text{Nd}_{MN}}{^{144}\text{Nd}_{MN}} - \frac{^{143}\text{Nd}_s}{^{144}\text{Nd}_s} \right)$$

$$\frac{^{145}\text{Nd}_n}{^{144}\text{Nd}_n} = \frac{^{145}\text{Nd}_{MN}}{^{144}\text{Nd}_{MN}} + \frac{^{144}\text{Nd}_s}{^{144}\text{Nd}_n} \left(\frac{^{145}\text{Nd}_{MN}}{^{144}\text{Nd}_{MN}} - \frac{^{145}\text{Nd}_s}{^{144}\text{Nd}_s} \right)$$

$$\frac{^{142}\text{Nd}_n}{^{144}\text{Nd}_n} = \frac{^{142}\text{Nd}_{MN}}{^{144}\text{Nd}_{MN}} + \frac{^{144}\text{Nd}_s}{^{144}\text{Nd}_n} \left(\frac{^{142}\text{Nd}_{MN}}{^{144}\text{Nd}_{MN}} - \frac{^{142}\text{Nd}_s}{^{144}\text{Nd}_s} \right)$$

$$\frac{^{148}\text{Nd}_n}{^{144}\text{Nd}_n} = \frac{^{148}\text{Nd}_{MN}}{^{144}\text{Nd}_{MN}} + \frac{^{144}\text{Nd}_s}{^{144}\text{Nd}_n} \left(\frac{^{148}\text{Nd}_{MN}}{^{144}\text{Nd}_{MN}} - \frac{^{148}\text{Nd}_s}{^{144}\text{Nd}_s} \right)$$

Obs.: as razões isotópicas do Nd natural e do spike - vide a tabela.

CORREÇÃO DE FRACIAMENTO ISOTÓPICO

- LINEAR
- POTÊNCIA
- EXPONENCIAL

LINEAR:

$$R_{ij} = R_{m,ij} [1 + \delta_{uv} \Delta M_{ij}]$$
$$\delta_{uv} = [(R_{N(uv)} / R_{m(uv)}) - 1] / \Delta M_{uv}$$

onde M= massa; $\Delta M_{uv} = M_u - M_v$;
índice m = medido e N = normalizada
 $R_{m(uv)} = (M_u/M_v)_m$; $R_{N(uv)} = (M_u/M_v)_N$.

exemplo: $\delta_{146,144} = \{ [(^{146}\text{Nd}/^{144}\text{Nd})_m / 0.7219] - 1 \} / (146-144)$
 $= \{ [0.7219 / 0.72401] - 1 \} / (2) = -0.0014572$
 $R_{143/144} = R_{m143/144} [1 + \delta_{146,144}(143-144)]$
 $= 0.51110 [1.0014572] = .511845$

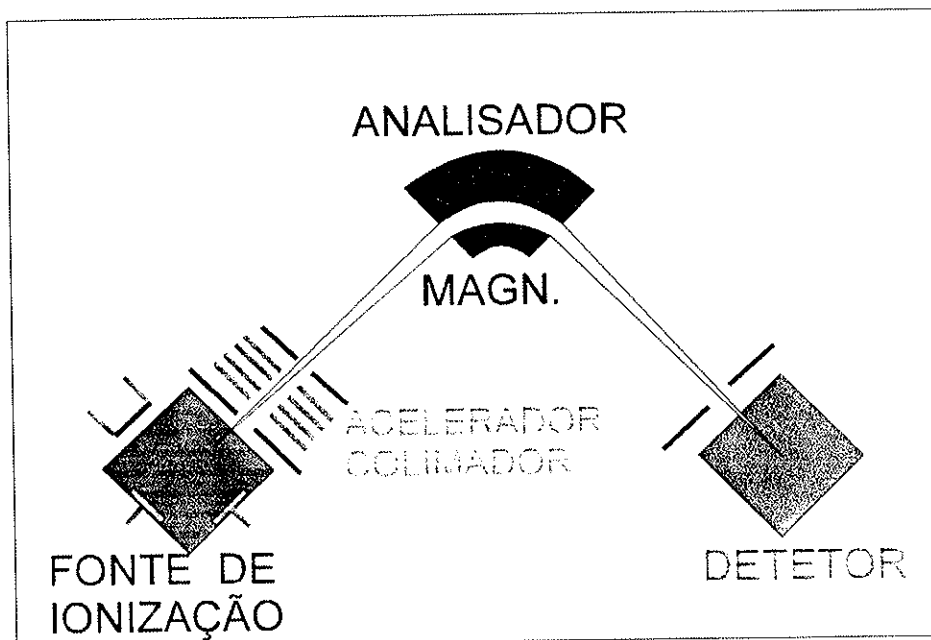
POTÊNCIA:

$$R_{ij} = R_{ij} [1 + \delta_{uv}]^{\Delta M_{ij}}$$
$$\delta_{uv} = [(R_{N(uv)} / R_{m(uv)})^P - 1] \text{ onde } P = 1 / \Delta M_{uv}$$

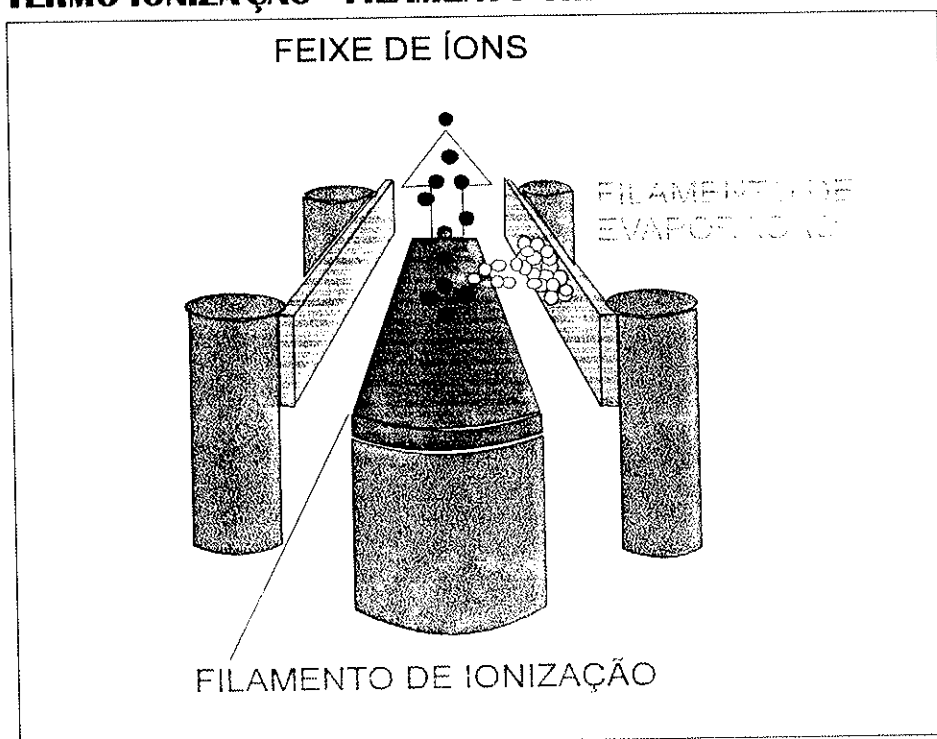
exemplo: $\delta_{146,144} = [0.7219 / (^{146}\text{Nd}/^{144}\text{Nd})_m]^{(1/2)} - 1$
 $\delta_{146,144} = [0.7219 / 0.72401]^{(1/2)} - 1 = -0.0014582$
 $R_{143/144} = 0.51110 [1 - 0.0014582]^{(143-144)} = 0.511846$

EXPONENCIAL : VER WASSERBURG ET. AL 1981
GEOCH. C. ACTA V. 45, P2311 - 2311

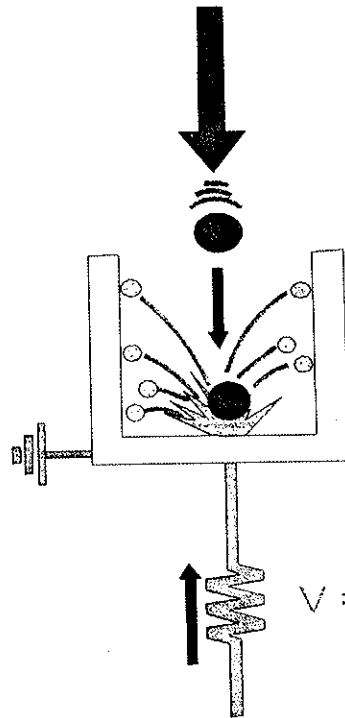
DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DE UM ESPECTRÔMETRO DE MASSA



TERMO-IONIZAÇÃO - FILAMENTO TRIPLO

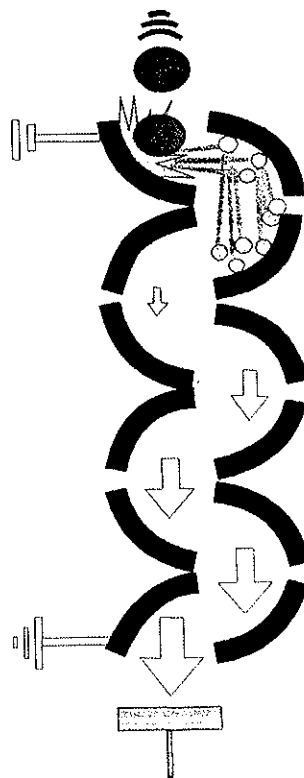


SISTEMA DE DETECÇÃO DE FEIXES DE ÍONS



$$V = RI \quad (I \sim 10E-11A)$$

DETETOR DE COPO DE FARADAY



DINODOS

MULTIPLICADOR DE ELETRON

DOAÇÃO SEÇÃO

Pós-Graduação

Data: 17 / 06 / 98