

# Estudo preliminar de integração do Pré-Cambriano com os eventos tectônicos das bacias sedimentares brasileiras (Republicação)

*Preliminary integration study of Precambrian with tectonic events in brazilian sedimentary basins (Republication)*

Umberto G. Cordani | Benjamim B. Brito Neves | Reinhard A. Fuck | Roberto Porto | Antonio Thomaz Filho | Francisco M. Bezerra da Cunha

## resumo

Os sucessivos e diferentes episódios da evolução vertical cratogênica, que amoldam as feições tectônicas do embasamento, foram correlacionados com a origem, evolução geológica, estrutura e forma das bacias sedimentares brasileiras. O estudo envolveu investigações petrológicas e geocronológicas sistemáticas das rochas do embasamento testemunhado em poços exploratórios, além das informações geofísicas disponíveis. Análises tectônicas específicas foram realizadas no embasamento adjacente às bordas das bacias. Dentro deste contexto, procurou-se identificar antigos rifts intercratônicos, as mais proeminentes suturas tectônicas com evolução policíclica e os principais contatos entre as províncias tectônicas pré-cambrianas já conhecidas. Inferiu-se a extensão destas feições por sob as bacias sedimentares e buscou-se a sua comprovação através das rochas testemunhadas do embasamento e de dados estruturais das bacias. Verificou-se que muitas das descontinuidades identificadas no embasamento têm forte influência na história deposicional das bacias sedimentares, comprovando a existência da herança tectônica. O assunto foi abordado em escala de reconhecimento, com a utilização de mapas na escala 1:1.000.000, ou menores, tendo em vista envolver uma temática complexa e multidisciplinar.

## abstract

*The various successive episodes of vertical cratogenic evolution modelling the geotectonic features of the basement were correlated with the internal structure, shape, origin and geologic evolution of the sedimentary basin. A systematic petrologic and geochronological investigation of all available drill core samples was carried out, and the pertinent geophysical data regarding basement structure were taken into consideration. Specific geotectonic analyses, were carried out along the borders of the sedimentary basins, within the adjacent basement. The main boundaries between Precambrian tectonic provinces, the main tectonic sutures with polycyclic evolution, and the ancient intracratonic rifts were identified wherever possible. Their extensions under the sedimentary basins were inferred, corroboration being sought from structural information and data obtained from the drill core samples. It was found that many of the identified basement discontinuities had a direct influence on the depositional history of each of the sedimentary basins, demonstrating the distinct tectonic inheritance. The subject was treated on a reconnaissance scale, 1:1.000.000 or smaller, owing to its complexity.*

## introdução e metodologia

Em vista da importância crescente que vem sendo atribuída às “heranças tectônicas” no desenvolvimento estrutural das bacias sedimentares, a Petrobras, através do seu Centro de Pesquisas, resolveu realizar, durante o ano de 1982, um projeto de pesquisa específico e integrado, com a participação de especialistas externos.

Os objetivos principais foram a caracterização dos grandes traços geotectônicos do Pré-Cambriano na América do Sul e a verificação de sua influência no condicionamento tectônico das estruturas posteriores do Fanerozóico, que tiveram papel de relevância na evolução sedimentar das bacias brasileiras, e de interesse para a prospecção petrolífera. Desta forma, foram reunidas e reinterpretadas as informações existentes sobre a estruturação tectônica do embasamento, principalmente próximo às bordas das bacias sedimentares. Buscaram-se também os dados pertinentes ao seu embasamento, diretamente através das amostras disponíveis (petrologia e geocronologia) e indiretamente por meio dos dados geofísicos e de interpretações de sub-superfície.

A maior fonte de dados foi a Petrobras, através tanto de relatórios internos dos poços perfurados quanto daqueles de sínteses regionais. Bibliografia complementar foi fornecida pelos especialistas externos. As amostras dos testemunhos que atingiram o embasamento, em todas as bacias brasileiras, foram reunidas e ordenadas em litoteca, tendo sido laminadas sistematicamente para estudos petrográficos. Algumas dezenas destas amostras foram selecionadas para determinações geocronológicas, pelos métodos Rb/Sr e K/Ar, executadas nos laboratórios da Universidade de São Paulo (USP) e da Krüeger Enterprises, Inc. (EUA), encontrando-se muitas ainda em fase de processamento.

As informações foram reunidas numa central de dados, no Centro de Pesquisas e Desenvolvimento Leopoldo A. Miguez de Mello (Cenpes), da Petrobras, onde foram efetuadas inúmeras reuniões, durante 1982, em que os diversos aspectos foram analisados e discutidos em conjunto, com especialistas da própria Companhia (geólogos do Departamento de Exploração (Depex) e Cenpes) ou de entidades externas (Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais (CPRM), Observatório Nacional, etc.). Foram realizados também quatro seminários, com discussões e exposições sobre os resultados do andamento do projeto, a saber:

Março	Cenpes – Apresentação do projeto Idéias e hipóteses de trabalho para interessados diversos da Petrobras e de entidades externas.
Agosto	Depex – Apresentação do projeto e dos resultados preliminares para o Diretor Carlos Walter Marinho Campos e o Superintendente do Depex, geólogo Raul Mosmann.
Agosto	Cenpes – Debate informal, a respeito do andamento do projeto, com interessados diversos e com o consultor Prof. Dr. William R. Muehlberger, da Universidade do Texas, Austin, EUA.
Dezembro	Petrobras, Manaus – Debate informal com os técnicos da Companhia, de Manaus e Belém, sobre os resultados do projeto, com ênfase na Bacia do Amazonas.

As idéias básicas do projeto foram desenvolvidas, procurando caracterizar a situação de cada uma das bacias (ou sub-bacias) sedimentares, em relação às províncias tectônicas, estruturais e geocronológicas da Plataforma Brasileira. Em seguida, foi analisado especificamente cada um dos principais acidentes tectônicos existentes nas proximidades dos limites das áreas sedimentares, principalmente aqueles cuja tendência direcional se manifestava para o interior das bacias, vistos como sítios potencialmente suscetíveis de reativações posteriores.

Os dados petrológicos e geocronológicos do embasamento das bacias sedimentares, obtidos por meio de amostras de testemunhos, foram utilizados para correlações (em litologia e idade) com as províncias tectônicas dos escudos. Foram utilizados, quando possível, dados geofísicos (gravimetria e/ou magnetometria) para o posicionamento dos acidentes tectônicos principais e, em particular, dos limites entre as províncias do embasamento em subsuperfície. Neste aspecto, cabe assinalar que tais dados, obtidos pela Petrobras, em muitos casos, faziam-se disponíveis nas áreas das bacias sedimentares.

A falta destes dados, entretanto, nas regiões externas às bacias, impossibilitou a correlação das suas “assinaturas” gravimétricas ou magnetométricas com as das províncias tectônicas pré-cambrianas.

As informações reunidas de todos estes campos diferentes da geologia e da geofísica foram integradas de modo a permitir uma interpretação da evolução tectônica das bacias sedimentares. Desta forma, foram apontadas as possíveis linhas antigas de fraqueza estrutural, inerentes à própria crosta, que poderiam ter sido reativadas em épocas mais recentes, durante episódios maiores de tensão ou de compressão generalizada.

Os conceitos aqui enunciados a respeito das correlações efetuadas, bem como as idéias emitidas sobre a evolução estrutural das bacias sedimentares brasileiras, devem ser encarados como fruto de reflexões sobre as informações disponíveis, e representam a posição presente dos autores.

Estes têm plena consciência de que o assunto foi apenas abordado numa escala de reconhecimento, devido à exigüidade de tempo para o manuseio de um grande volume de dados, provenientes não só dos relatórios da Petrobras como da bibliografia especializada, envolvendo uma temática complexa e multidisciplinar. O estudo abrangeu todo o território nacional, tendo-se geralmente utilizado mapas na escala de 1:1.000.000, ou menores. Por outro lado, alguns dados já disponíveis não puderam ser convenientemente utilizados e outros dados novos (perfurações, investigações geofísicas, determinações geocronológicas, etc.) deverão ser coligidos nos próximos anos, com a finalidade de aprimorar os resultados deste trabalho.

Nos capítulos seguintes, ao lado das idéias algo especulativas sobre o caráter do embasamento de cada uma das bacias sedimentares, e a respeito da dinâmica de sua evolução, serão fornecidas sugestões para obtenção de dados adicionais significativos para a comprovação dessas idéias. Eventualmente, serão também efetuadas recomendações específicas para a prospecção de estruturas que influenciaram a arquitetura das bacias e que podem ter propiciado o desenvolvimento de áreas potencialmente favoráveis à acumulação de hidrocarbonetos.

## distribuição geográfica das bacias sedimentares no Gondwana Ocidental

O condicionamento tectônico estabelecido pelas estruturas do embasamento teve grande importância na

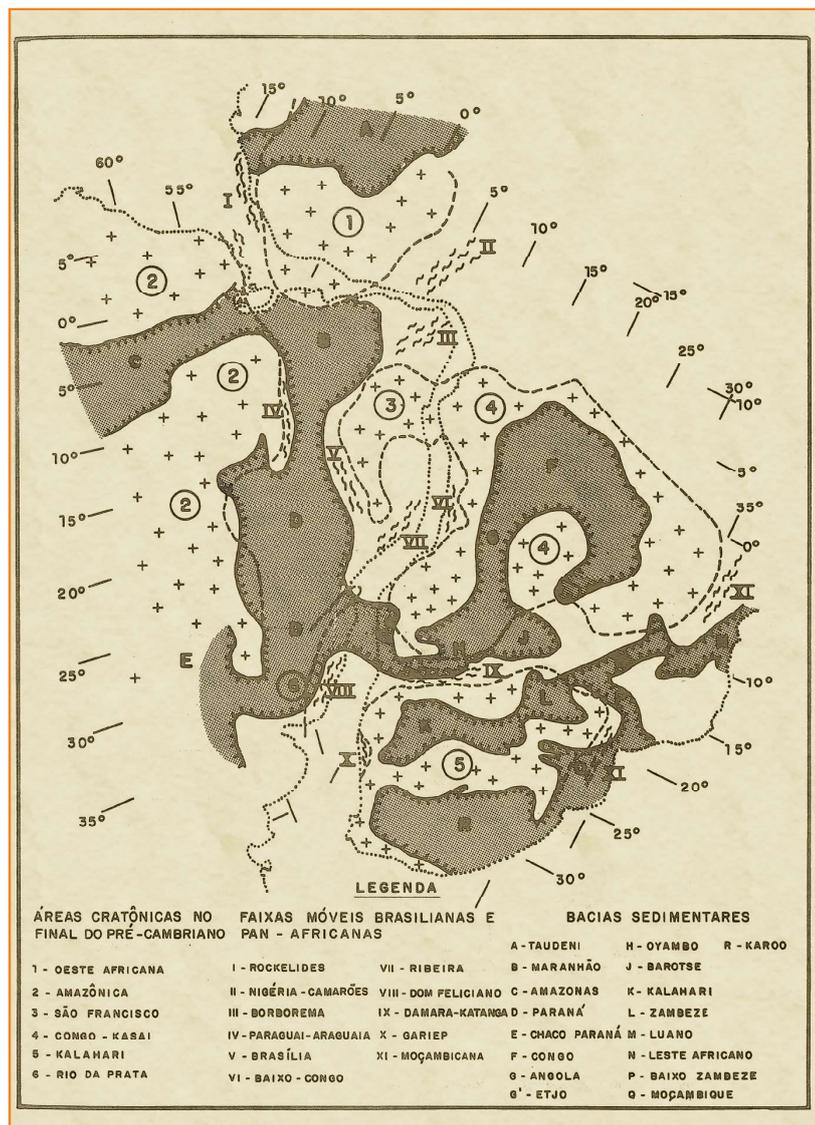


Figura 1  
Distribuição geográfica das sinclises paleozóicas no Gondwana Ocidental.

Figure 1  
Geographical distribution of Paleozoic synclines in Western Gondwana.

origem das bacias sedimentares brasileiras. Existe uma relação entre a posição geográfica das grandes sinclises do Paleozóico, na parte ocidental do então continente do Gondwana, e as estruturas resultantes do desenvolvimento das Faixas Móveis Brasilianas/Pan-Africanas, do Pré-Cambriano Superior ao Eopaleozóico (fig. 1).

Verifica-se que, no continente africano, as sinclises de maior expressão territorial implantaram-se sobre regiões cratônicas, como é o caso das Bacias do Congo e de Angola sobre o Cráton do Congo-Kasai; as Bacias do Kalahari, do Zambeze e do Karoo sobre o Cráton do Kalahari; e a Bacia do Taudeni sobre o Cráton do Oeste Africano. Na América do Sul, ocorre o mesmo no caso da Bacia do Amazonas, implantada

sobre províncias estruturais antigas, no Cráton Amazônico, sem conexão aparente com as estruturas do Proterozóico Superior.

No entanto, as duas sinéclises, do Paraná e do Maranhão, implantaram-se diretamente sobre áreas formadas ou reativadas durante o Proterozóico Superior. Estas sinéclises, interligadas na reconstrução paleogeográfica (fig. 1), formavam uma enorme área com mais de 2 milhões de km<sup>2</sup>, coberta por sedimentação paleozóica. Do lado africano, as bacias paleozóicas relativamente menores do Etjo (em continuidade física aparente com a Bacia do Paraná, na reconstrução pré-deriva, fig. 1), Oyambo, Barotse, Luano, Baixo Zambeze, Leste Africano e Moçambique, também estão situadas sobre regiões de forte estruturação pan-africana (Cinturões do Damara-Katanga-Moçambique).

A herança estrutural do final do Pré-Cambriano permaneceu marcada até épocas mais recentes, visto que a própria separação entre os continentes africano e sul-americano, no Mesocenozóico, ocorreu ao longo de regiões marcadas pela Orogênese Brasileira/Pan-Africana, em quase toda a extensão das costas atlânticas dos dois continentes. Apenas em duas regiões (com cerca de 500km de extensão), que, no Brasil, correspondem a partes dos litorais do Pará, Maranhão e Bahia, a separação continental deu-se ao longo de regiões crustais antigas, com mais de 2.000 Ma (Crátons de São Luís-Oeste Africano e do São Francisco-Congo/Kasai). Em consequência, a maioria das bacias marginais atlânticas possui embasamento formado e/ou regenerado no Proterozóico Superior. É interessante notar, além disso, que na margem Atlântica, desde o extremo norte até a altura da Bahia, a linha de costa representa uma quebra estrutural maior, truncando completamente as estruturas anteriores. Daí para o sul, ela acompanha as estruturas brasileiras, virtualmente paralelas ao litoral.

## Bacia do Paraná

A Bacia do Paraná é tipicamente intraplataformal, localizada sobre litosfera rígida, de tipo continental. O seu desenvolvimento teve início antes do Devoniano. Possui forma ovalada irregular e cobre área de dimensões consideráveis, da ordem de 1,5 milhões de km<sup>2</sup>. Corresponde perfeitamente a uma "sinéclise", segundo a nomenclatura soviética, ou a uma "bacia cratônica", na classificação de Bally e Snelson (1980).

Em termos resumidos, a bacia compreende uma sequência sedimentar elástica continental e marinha (devoniana), seguida por outra sequência marinha e continental do Paleozóico Superior (de ambiente glacial no seu início e flúvio-lacustre no seu término). Por sua vez, estes sedimentos são cobertos por uma terceira sequência sedimentar continental, de ambiente semi-árido, à qual se encontram associados extensos derrames de lava basáltica toleítica (de idade juro-cretácica), que configuram a maior manifestação de vulcanismo básico continental conhecida. O conjunto todo apresenta espessuras da ordem de alguns quilômetros, atingindo pouco mais de 5.000m no eixo deposicional da bacia, que acompanha o rio Paraná.

## natureza do embasamento

A Bacia do Paraná situa-se na parte sudeste da Plataforma Brasileira (fig. 1), em área profundamente afetada pelos episódios tectonomagmáticos do Ciclo Brasileiro. As feições crustais maiores, observadas nas vizinhanças dos limites da bacia (fig. 2), apresentam exposições que podem ser analisadas ao longo de cerca de 4/5 do perímetro da bacia. Apenas na parte sul-ocidental não se conhecem exposições do embasamento, em vista da sua ligação em subsuperfície com a Bacia do Chaco, por baixo da cobertura mesocenozóica do Chaco/Pampa (fig. 3).

Rodeando a bacia em sua extremidade noroeste, num amplo arco com a concavidade voltada para ela, aparecem os metassedimentos do "Geossinclíneo Paraguai" (como foi definido por Almeida, 1966). Estas rochas caracterizam uma faixa de dobramentos, formada no final do Pré-Cambriano às margens do Cráton Amazônico, com polaridade orogênica visível. Nessa faixa, tanto dobramentos como metamorfismo aumentam em intensidade para sul/sudeste, em direção ao eixo da bacia, onde devem encontrar-se as zonas internas da unidade geotectônica assim caracterizada.

A parte meridional da faixa de dobramentos – região do rio Apa (fig. 2) – que parece uma extensão do Cráton Amazônico, tangencia o limite oeste da bacia. O mesmo parece ocorrer ainda mais para o sul, na região paraguaia do rio Tebicuary, ainda mal conhecida e sem qualquer estudo geocronológico.

Ao norte, o "Geossinclíneo Paraguai" é interrompido nas proximidades de Piranhas (GO) por grandes falhamentos que constituem a continuação do Lineamento Transbrasileiro e que controlam os depósitos

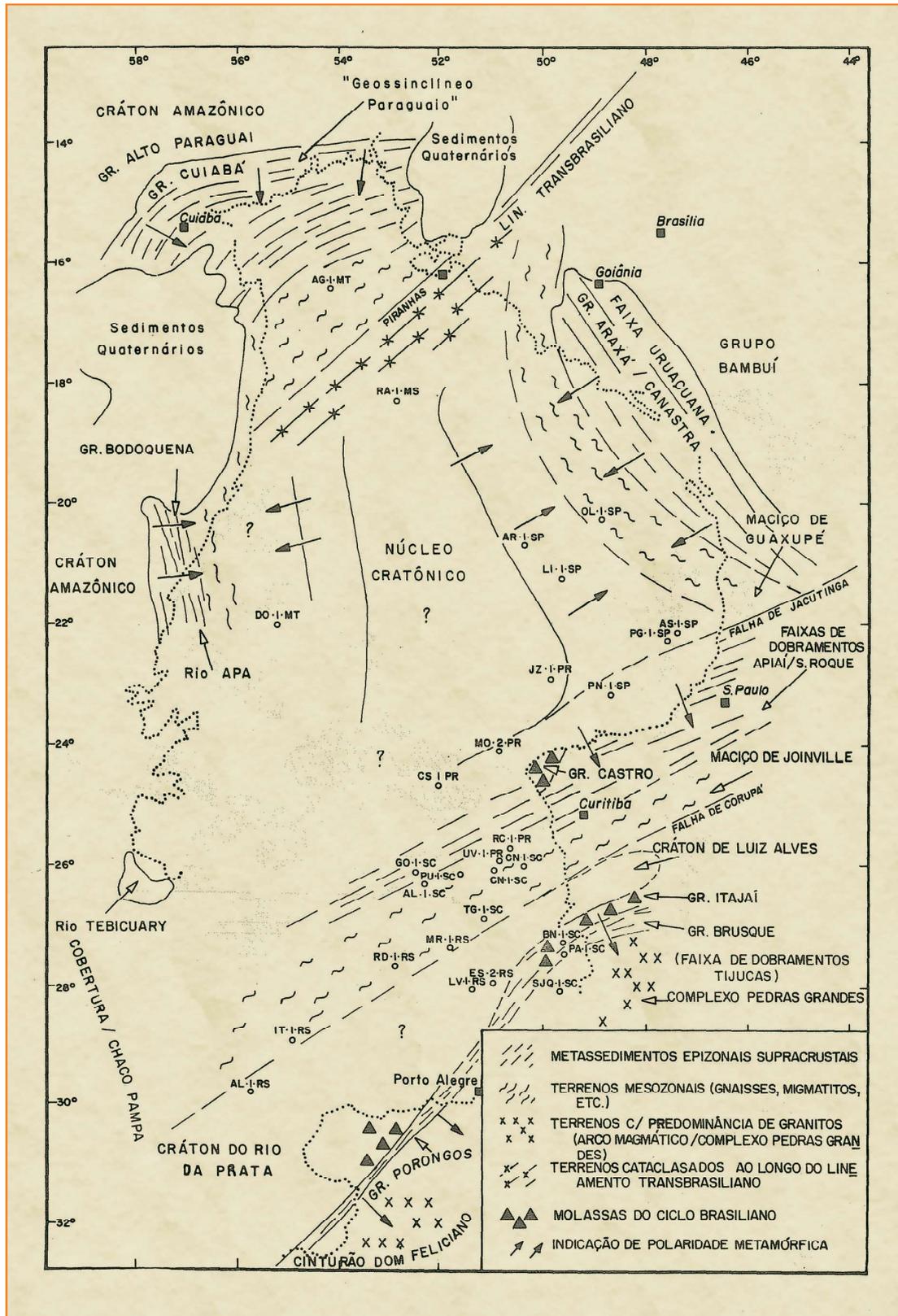


Figura 2  
Mapa geológico-geotectônico esquemático do embasamento da Bacia do Paraná.

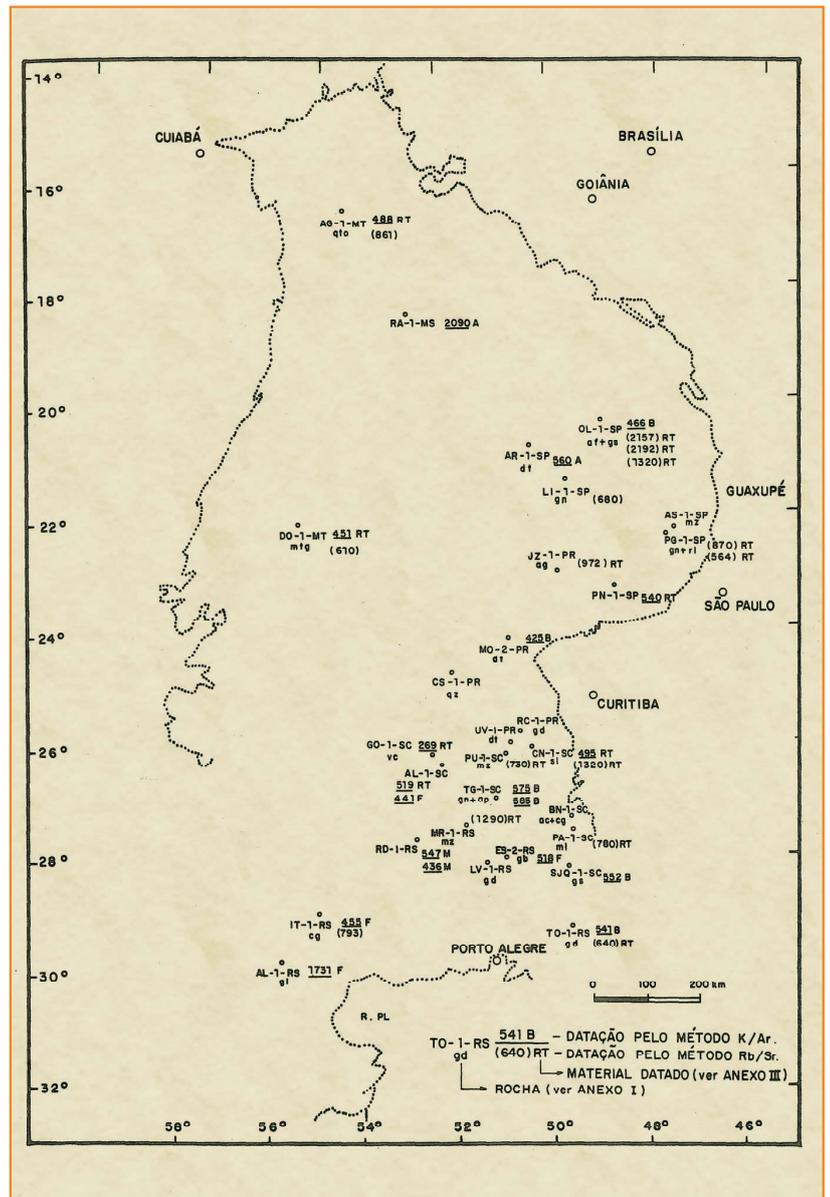
Figure 2  
Schematic geological-geotectonic map of the Paraná Basin basement.



as seguintes tectonozonas: faixas de dobramentos com metassedimentos epimesozonais Apiaí-São Roque, entre Mogi Mirim (SP) e Lapa (PR) (região do Arco de Ponta Grossa); fragmento cratônico de Luiz Alves (SC), extensão provável do Cráton do Rio da Prata; Cinturão Dom Feliciano, incluindo a Faixa de Dobramentos Tijucas (Grupos Brusque e Porongos) e terrenos granítico-gnáissicos do litoral sul de Santa Catarina e Rio Grande do Sul; e Cráton do Rio da Prata, entre Cachoeira do Sul e Bagé, no Rio Grande do Sul (região do Arco do Rio Grande).

Pelo exposto, verifica-se que a Bacia do Paraná está circundada por terrenos altamente estruturados, quase sempre faixas metassedimentares do Proterozóico Superior: o Geossinclíneo Paraguaio e os sistemas Ribeira/Dom Feliciano, do Ciclo Brasileiro, respectivamente a noroeste e a sudeste; e os metassedimentos do Grupo Araxá e rochas relacionadas ao Ciclo Uruçuano, a nordeste. As áreas de exposição do embasamento a oeste, nos rios Apa e Tebicuary, talvez estejam ligadas a uma extensão da Província Tectônica Rondoniana do Cráton Amazônico. Portanto, rochas cratônicas mais antigas, do Proterozóico Inferior, e até mesmo do Arqueano, são encontradas somente no Cráton do Rio da Prata e na sua extensão nordeste, a área cratônica de Luiz Alves. Desta forma, a partir da disposição geométrica das unidades geotectônicas mencionadas, tal como são observadas às bordas da Bacia do Paraná, algumas inferências podem ser admitidas em relação à área coberta pelos sedimentos:

- a extremidade norte-ocidental, a NW do prolongamento do Lineamento Transbrasiliiano, deve apresentar as zonas mais internas (com metamorfismo crescente) do Geossinclíneo Paraguaio;
- o embasamento nordeste, por exemplo, nas áreas de Olímpia-SP ou Uberlândia-MG, deve representar as zonas mais internas da Faixa Uruçuana, cujas direções estruturais são subparalelas às bordas da bacia;
- o Maciço de Guaxupé deve prolongar-se por baixo dos sedimentos da bacia, em sua parte ocidental, numa extensão indeterminada;
- as faixas metassedimentares Apiaí-São Roque também devem prolongar-se por baixo dos sedimentos da bacia, porém, ao contrário das unidades descritas anteriormente, a vergência metamórfica parece indicar uma área cratônica em direção a NW. Além disso, a existência



**Figura 4**  
Localização dos poços que atingiram o embasamento, com informações petrográficas e/ou geocronológicas, da Bacia do Paraná.

de seqüências pós-orogênicas e o baixo grau de metamorfismo da Faixa Apiaí indicariam a proximidade da borda do suposto cráton, de natureza, dimensões e idade desconhecidas;

- é provável que haja continuidade entre o fragmento cratônico de Luiz Alves e o Cráton do Rio da Prata; da mesma forma, deve haver continuidade entre os Grupos meta-vulcanosedimentares Brusque e Porongos, e entre os terrenos graníticos/gnáissicos dos litorais de Santa Catarina e Rio Grande do Sul (Complexo Pedras Grandes/Dom Feliciano). O conjunto

**Figure 4**  
Location of wells that reached the basement, with Paraná Basin petrographic and/or geo-chronological information.

Poço	Prof. (m)	Rocha	Mineralogia (Anexo II)	Estrutura (Anexos II e IV)	Observações (Anexos II e V)
2-AG-1-MT	1 945	quartzito	qz, se, cl, ca, he	xist. S1/S2	f. xisto verde
2-AL-1-RS	2 037,5	granulito	pl, hy, qz, kf	bandamento	f. granulito
1-AS-1-SP	1 334	qz monzonito	pl, kf, qz	fenocristais kf	bi cloritizada
1-BN-1-SC	932,5	conglomerado			Grupo Itajaí
1-BN-1-SC	1 101	arcósio	pl, kf, qz		Grupo Itajaí
2-CS-1-PR	4 211,5	qz veio			
2-DO-1-MT	4 141,5	metagrauvaca	qz, pl, se, ca, cl, ep	xist. S1	f. xisto verde
1-ES-2-RS	2 422,1	gabro	pl, cpx, hb		alt. hidrotermal
2-IT-1-RS	2 519	conglomerado			vários fragmentos de rochas graníticas
1-JZ-1-PR	2 684	argilito	qz, min. argilosos		qz em fraturas
2-LI-1-SP	3 459	granito	qz, kf, pl, bi	milonitização	bi cloritizada
2-LV-1-RS	2 362,5	granodiorito	qz, pl, kf, hb, bi	fenocristais kf	
1-MO-2-PR	1 991,5	qz diorito	pl, hb, bi, qz, kf	fenocristais kf, pl	
2-MR-1-RS	2 589,5	qz monzonito	pl, kf, hb, qz	fenocristais kf	bi cloritizada
2-OL-1-SP	2 564,5	anfíbolito	pl, hb, bi	foliação	alt. profunda
2-OL-1-SP	2 567	anfíbolito	pl, hb, bi, qz	bandamento	alt. profunda
2-OL-1-SP	2 567,7	anfíbolito	pl, hb, bi, qz	foliação	alt. profunda
2-OL-1-SP	2 567,8	gnaisse	pl, qz, bi, ep	bandamento	alt. profunda
1-PA-1-SC	1 015,5	milonito	qz, cl, ca, se, ep	foliação	gnaisse? granito?
1-PG-1-SP	1 227,5	granito	qz, kf, pl, bi	fenocristais kf, pl	pl, bi alt.
1-PG-1-SP	1 229	riolito	qz, kf, pl	(dique?)	
1-PU-1-SC	2 324,5	qz monzonito	pl, kf, qz, bi	fenocristais kf	bi cloritizada
1-RC-1-PR	1 999	granodiorito	qz, pl, kf, bi	fenocristais kf	pl, bi alt.
1-SJQ-1-SC	1 816,5	gnaisse	qz, pl, kf, bi, gra	foliação	pl, bi alt.
2-TG-1-SC	2 422	granito	qz, kf, pl, bi	fenocristais kf	
2-TG-1-SC	2 431	aplito	qz, kf, pl, bi		pl, bi alt.
2-TO-1-RS	990,2	granodiorito	qz, pl, kf, hb, bi	fenocristais kf	pl, bi alt.
2-UV-1-PR	2 162,65	qz diorito	pl, hb, kf, qz	fenocristais kf	cloritização

Tabela 1 – Síntese petrográfica de amostras do embasamento da Bacia do Paraná.

Table 1 – Petrographic Synthesis of Paraná Basin basement samples.

dessas unidades geotectônicas permite inferir um arco magmático do Ciclo Brasileiro, cujas zonas internas estariam situadas ao longo da plataforma continental, em Santa Catarina e Rio Grande do Sul.

Das grandes bacias cratônicas brasileiras, a do Paraná é a que dispõe, atualmente, de melhor controle direto em relação ao seu embasamento. Cerca de trinta amostras foram disponíveis para estudos petrográficos (tabela 1 e fig. 4), enquanto vinte datações K-Ar (tabela 2) e quinze datações Rb-Sr (tabela 3) foram obtidas tanto em testemunhos colhidos pela Petrobras como pela Paulipetro. As evidências resultantes foram positivas em relação à interpretação sobre a natureza do embasamento, como aventada nos parágrafos anteriores.

No extremo setentrional da bacia, apenas um poço alcançou o embasamento (AG-1-MT), tendo

obtida uma amostra metassedimentar, correlacionável ao Grupo Cuiabá, com idades aparentes K-Ar e Rb-Sr brasileiras. Padrão similar é encontrado na metagrauvaca do poço DO-1-MT, na região ocidental da bacia.

Idade pré-brasiliana, da ordem de 2.100 Ma, foi obtida pelo método K-Ar no anfíbolito da rocha granítica do poço RA-1-MS, perfurado pela Paulipetro. Como se trata de mineral excelente para reter argônio e não há micas co-genéticas para serem datadas, é possível apenas garantir a idade antiga, pré-brasiliana, da rocha em questão, nada podendo ser afirmado quanto a um possível rejuvenescimento. Desta forma, a região poderia pertencer à área antiga e rejuvenescida (fig. 2), ou à extensão do fragmento cratônico previsto na mesma figura, que deve ocorrer mais ao sul (ou ainda, à extensão do embasamento do Maciço Central de Goiás, situado ao norte da bacia).

Poço	Prof. (m)	Rocha	Material	N.º Lab.	% K	Ar <sup>40</sup> rad., cc STP/g	% Ar <sup>40</sup> atm	Idade (m.a.)
AG-1-MT	1 945,0	quartzito	RT	4 909	4,539	9,8707 E-05	3,31	488 ± 10
AL-1-RS	2 037,5	granulito	feldspato	4 911	2,064	2,3276 E-04	2,1	1 731 ± 41
AL-1-SC	3 879,0	metagabro	RT	4 794	1,628	33,37 E-06	5,8	519 ± 16
"	"	"	feldspato	4 793	1,312	17,06 E-06	52,5	441 ± 21
AR-1-SP	3 602,7	diorito	anfíbólio	4 761	0,390	9,95 E-06	18,0	560 ± 16
CN-1-SC	1 775,7	siltito	RT	1 659	1,2177	26,96 E-06	11,68	495 ± 25
DO-1-MT	4 141,5	metagrauvaca	RT	1 660	1,8095	36,1 E-06	12,45	451 ± 14
ES-2-RS	2 422,1	gabro	feldspato	4 815	3,3753	78,69 E-06	47,5	518 ± 25
GO-1-SC	4 109,3	vulcânica andesítica	RT	4 927	2,218	24,95 E-06	8,0	269 ± 9
IT-1-RS	2 519,0	granodiorito	feldspato	4 910	0,539	1,0815 E-05	41,15	455 ± 19
MO-2-PR	1 991,5	quartzo diorito	biotita	1 646	5,756	107,4 E-06	11,54	425 ± 15
OL-1-SP	2 567,8	gnaiss	biotita	1 647	4,148	85,82 E-06	7,4	466 ± 23
PN-1-SP	1 683,0	riolito	RT	4 604	6,47	1,58 E-04	3,7	540 ± 17
RA-1-MS	3 452,2	granito	anfíbólio		0,799	122,0 E-06	1,8	2 090 ± 30
RD-1-RS	3 420,3	gnaiss	muscovita	4 775	7,531	187,0 E-06	4,4	547 ± 7
"	"	"	"	4 758	7,531	144,2 E-06	10,45	436 ± 6
SJQ-1-SC	1 816,5	gnaiss	biotita	4 879	2,291	57,46 E-06	6,54	552 ± 16
TG-1-SC	2 422,0	granito	biotita	1 654	6,335	166,9 E-06	6,05	575 ± 10
"	2 422,0	granito	"		7,161	(0,3504 PPM)		585 ± 20 (USA)
TO-1-RS	990,2	granodiorito	biotita	1 653	6,367	156,3 E-06	4,37	541 ± 27

Tabela 2 – Datações K/Ar em amostras do embasamento da Bacia do Paraná.

Table 2 – K-Ar Dating of Paraná Basin basement samples.

Poço	Prof. (m)	Rocha	Material	N.º Lab.	Rb (ppm)	Sr (ppm)	Rb <sup>87</sup> /Sr <sup>86</sup>	Sr <sup>87</sup> /Sr <sup>86</sup>	Idade conv. (m.a.*)
AG-1-MT	1 945,0	quartzito	RT	–	188,4	187,4	2,97	0,7409	861 ± 59
CN-1-SC	1 775,7	siltito	RT	MIT-7316	73,56	275,8	0,76	0,7196	1 320
DO-1-MT	4 141,5	metagrauvaca	RT	MIT-7310	97,78	97,29	2,86	0,7305	610
IT-1-RS	2 519,0	granodiorito	RT	–	96,6	208,4	1,34	0,7202	793 ± 117
JZ-1-PR	2 684,0	argilito	RT	–	79,4	58,5	3,95	0,7599	972 ± 69
LI-1-SP	3 459,0	granito	RT	MIT-7308	119,7	381,1	0,89	0,7139	680
MR-1-RS	2 589,5	quartzo monzonito	RT	MIT-7306	144,5	587,1	0,701	0,7177	1 290
OL-1-SP	2 567,0	anfíbólito	RT	–	73,4	280,0	0,76	0,7286	2 157 ± 216
"	2 567,7	anfíbólito	RT	–	42,7	168,5	0,74	0,7282	2 192 ± 219
"	2 567,8	gnaiss	RT	MIT-7303	74,43	227,1	0,93	0,7229	1 320
PA-1-SC	1 015,5	granito milonitizado	RT	MIT-7314	83,69	56,84	4,203	0,753	780
PG-1-SP	1 227,5	granito	RT	MIT-7304	149,6	449,6	0,95	0,7170	870
"	1 229,0	riolito	RT	–	234,3	58,8	11,64	0,7985	564 ± 21
PU-1-SC	2 324,5	quartzo monzonito	RT	MIT-7311	122,2	391,4	0,89	0,7145	730
TO-1-RS	990,2	granodiorito	RT	MIT-7302	201,8	186,1	3,09	0,7337	640

\* R.I. = 0,705  
 $\lambda = 1,42 \times 10^{-11} \text{ anos}^{-1}$

Tabela 3 – Datações Rb/Sr em amostras do embasamento da Bacia do Paraná.

Table 3 – Rb-Sr dating of Paraná Basin basement samples.

Os dados disponíveis para a parte oriental da bacia são bem mais numerosos. Os pontos analíticos das determinações Rb-Sr, de amostras de poços, foram lançados em diagrama isocrônico, no qual se traçaram duas isócronas de referência de 800 e de 550 Ma (fig. 5). Das amostras que ocorrem na região setentrional (São Paulo e norte do Paraná), aquelas do poço PG-1-SP ajustam-se às isócronas brasileiras, bem como o granito milonitizado do poço LI-1-SP. Tais datações, aliadas às análises K-Ar das amostras AR-1-SP, PN-1-SP, MO-2-PR e OL-1-SP (tabela 2), demonstram a existência generalizada, e de grande importância, dos fenômenos tectonomagmáticos brasileiros na estruturação regional.

Além da biotita extraída do gnaiss de do poço OL-1-SP, cuja idade K-Ar se verificou brasileira, três amostras do mesmo poço foram analisadas pelo método Rb-Sr em rocha total, e os seus pontos analíticos situaram-se bem acima das isócronas brasileiras (fig. 5). Embora não seja possível atribuir uma época de formação, as rochas são seguramente pré-brasileiras,

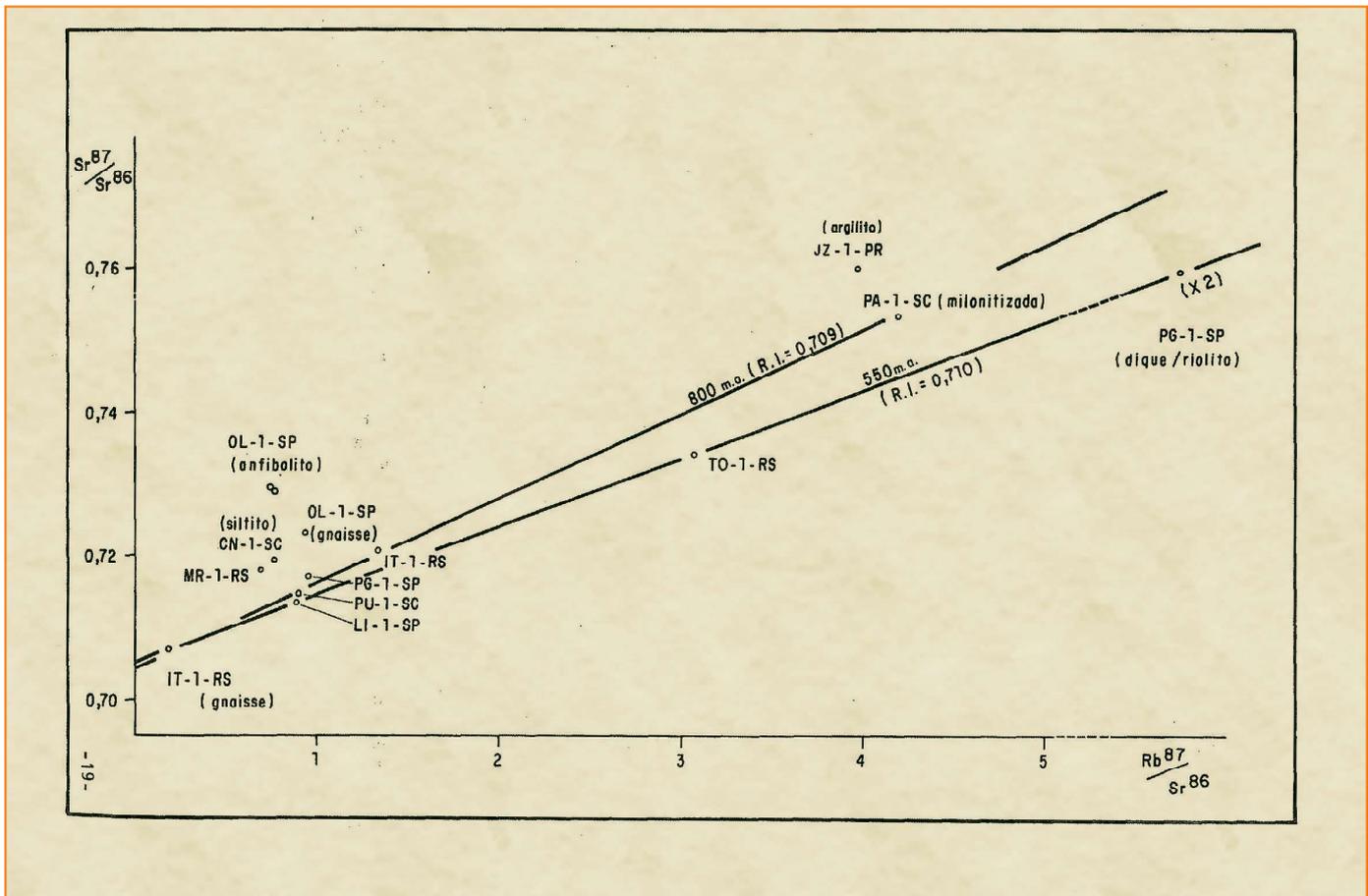
podendo ser tentativamente associadas às zonas internas da Faixa Móvel Uruçuana, como esboçado em esquema (fig. 2).

O diorito alcançado pela Paulipetro no poço AR-1-SP, sem metamorfismo evidente, com idade K-Ar em anfibólio de 560 Ma, pode configurar uma época de magmatismo pós-tectônico. Por sua vez, a rocha granítica intensamente cataclada e alterada do poço LI-1-SP, que indicou uma idade Rb-Sr de 680 Ma, não apresentou dados analíticos suficientemente seguros para definir o limite do núcleo cratônico do centro da bacia aqui proposto.

A presença dos sedimentos sem qualquer metamorfismo no poço JZ-1-TR evidencia indiretamente a existência de região estável por baixo dos sedimentos da parte norte da Bacia do Paraná. O argilito, datado pelo método Rb-Sr (fig. 5), evidenciou idade aparente pré-brasileira, da ordem de 900-1.000 Ma, devendo tratar-se de sequência de cobertura do Pré-Cambriano Superior, em região tectonicamente estável.

Figura 5  
Diagrama isocrônico - rochas do embasamento da Bacia do Paraná - borda Sul-Oriental.

Figure 5  
Isochronic diagram - Paraná Basin basement rocks - South-eastern boundary.



Na região meridional da bacia, o controle das zonas tectônicas do embasamento é mais completo, e a interpretação pode ser mais coerente. Na área estudada, o Cráton do Rio da Prata estende-se por baixo da bacia, ligando as exposições existentes na parte ocidental do Escudo Sul-Riograndense às que- las da região de Luiz Alves (SC). A datação K-Ar, obtida no plagioclásio do granulito AL-1-RS (1.730 Ma), demonstra a extensão da região antiga, por baixo dos sedimentos. A própria caracterização do hiperstênio granulito, correlacionável com os que existem na área de Bagé (RS), já oferece subsídios para confirmar esta extensão da região cratônica.

Duas outras amostras situam-se aparentemente sobre esta extensão da região cratônica: uma delas (ES-2-RS) é um gabro, não metamórfico, de idade brasileira; a outra (LV-1-RS) é um granodiorito tipo epizonal. É possível que ambas sejam intrusivas cratogênicas, em vista do padrão geocronológico do Cráton Luiz Alves, na sua área de exposição, com rochas do Proterozóico Inferior e mais antigas.

Para sudeste, os poços TO-1-RS, SJQ-1-SC e PA-1-SC revelaram amostras compatíveis com o Cinturão Dom Feliciano: uma rocha granítica, um granada-gnaiss e uma rocha de composição granítica cataclada, todas elas com idades aparentes brasileiras. Além disso, no poço BN-1-SC, aparecem rochas sedimentares (arcósios, siltitos, conglomerados), correlacionáveis com o Grupo Itajaí, que ocorre nas vizinhanças, mais a nordeste.

Na borda setentrional do Cráton do Rio da Prata, uma zona tectônica o separa dos terrenos mesozonais brasileiros (Maciço de Joinville) adjacentes às Faixas Apiaí/São Roque, que incluem numerosos núcleos de rochas pré-brasileiras rejuvenescidas. Dessa área, como era esperado, todas as determinações K-Ar efetuadas se verificaram brasileiras (TG-1-SC, RD-1-RS, AL-1-SC e IT-1-RS – tabela 2). As amostras de rochas graníticas/gnáissicas dos poços IT-1-RS e PU-1-SC, datadas pelo método Rb-Sr em rocha total, apresentaram idades aparentes brasileiras (fig. 5), enquanto o quartzo monzonito do poço MR-1-RS revelou idade aparente pré-brasileira, como é comum em núcleos antigos e rejuvenescidos.

Finalmente, as amostras de siltitos e arenitos do poço CN-1-SC são registros de seqüências molássicas vulcano-sedimentares como as de Castro, Camarinha, Guaratubinha, Campo Alegre, etc., de idade cambro-ordoviciana. A idade K-Ar do siltito CN-1-SC (495 Ma) confirma este posicionamento no tempo. O ponto analítico da mesma amostra, no diagrama isocrônico

(fig. 5), situa-se bem acima das isócronas de referência traçadas, indicando possuir uma razão inicial Sr87/Sr86 muito elevada, da ordem de 0,716, que seria compatível com uma idade calculada de 500 Ma.

## principais discontinuidades geotectônicas e estruturais

Como já foi visto, são muito heterogêneos os elementos geotectônicos encobertos pelos sedimentos da Bacia do Paraná, fato que certamente propiciou comportamento diferenciado no processo regional de subsidência, ao longo do Fanerozóico.

Estruturas brasileiras influenciaram nitidamente a forma atual da bacia, cabendo lembrar (fig. 3):

- Arco da Canastra e Flexura de Goiânia, que se alinham com a Faixa Uruçuana;
- Arco de Assunção, que corresponde ao ramo sul do “Geossinclíneo Paraguai” e borda sul-oriental do Cráton Amazônico. Essa área é marcada por falhas inversas antigas que, pelo comportamento do arco, na certa foram reativadas gravitacionalmente do Siluriano ao Mesozóico;
- Arco de Puna e Arcos Pampianos, que coincidem com partes do Cinturão Protóidico (Serras Pampianas); e
- Arco Martin Garcia, longitudinal à borda sul da Plataforma Sul-Americana e paralelo às estruturas do Cráton do Rio da Prata.

As principais estruturas lineagênicas reconhecidas no embasamento que margeia a bacia, e que a adentram, com conseqüências ainda não quantificadas, incluem (fig. 3):

- Sistemas de Falhas do Centro-Leste de Mato Grosso, provavelmente associado ao lineamento Transbrasileiro; a região apresenta uma sucessão de blocos falhados (*horsts* e *grabens*); há ramos de falha com direção submeridiana, N60E, E-We N30W. O lineamento condiciona a Molassa de Piranhas;
- Sistema de Falhas Lavras-São Sebastião do Paraíso, que constitui o limite norte do Maciço Guaxupé;
- Sistema de Falhas Jacutinga-Inconfidentes, que constitui o limite sul do Maciço de Guaxupé e controla as Molassas de Eleutério e Pouso

Alegre; Falha Jundiuvira-Itu (limite sul do Bloco de Jundiá);

- Lineamentos de Guapiara (Fatura), do rio Piquiri e sistema de falhas associadas, marcadas por alinhamentos magnéticos (Guapiara, São Jerônimo-Curiúva, Rio Alonzo, Piquiri e Iguaçu);
- Sistema de Falhas Cubatão-Juquiá-Curitiba-União da Vitória, que constitui o limite sul das supracrustais da Faixa Apiaí;
- Lineamento Corupá, condicionador de depósitos molássicos e vulcânicos na área de Corupá-Campo Alegre;
- Falhas rio Itajaí-Lajes, limite sul da área cratônica de Luiz Alves, que controlam as Molassas de Itajaí; Sistema de Falhas NNE do Escudo Sul-Riograndense (Dorsal de Canguçu), que constitui a borda oeste do Cinturão Dom Feliciano; inclui as rochas graníticas do Complexo Pedras Grandes; e
- O Arco do Rio Grande tem seu eixo perpendicular às estruturas brasileiras. No lado uruguaio, há evidências de falhas NW cortando o flanco do arco. Comportamento semelhante pode ser verificado no Arco de Ponta Grossa (Lineamento Guapiara, sistema de diques mesozóicos) e no Sinclinal de Torres.

## observações sobre a geologia regional

O alinhamento marginal ao Arco de Assunção se mostra conspicuo, do Devoniano (Formação Furnas) ao Permiano (Formação Serra Alta). O alinhamento final NNE do atual eixo da bacia só foi delineado a partir da Formação Serra Alta. As declividades observadas nesse local de sedimentação sugerem falhamentos.

Os Alinhamentos Tietê, Guapiara e Rio Piquiri são estruturas ativas ao longo de todo o processo deposicional pré-lava (anterior ao Eocretáceo), ora abrigando depocentro, ora subdividindo sítios deposicionais.

Ao longo da borda nordeste da bacia (Flexura de Goiânia), sempre persistiram declividades moderadas e regulares, ao se considerarem as isópacas das diferentes unidades e a espessura geral do pacote pré-lava (anterior ao Eocretáceo).

Da mesma forma, ao longo do Cráton Luiz Alves e do Maciço Joinville, sempre ocorreram profundidades moderadas em plataformas pouco subsidentes (Northfleet *et al.*, 1969).

No tempo da Formação Rio Bonito (permiano), o conjunto de Alinhamentos Assunção (N-S) e Guapiara (NW) comandou ostensivamente os sítios deposicionais.

## recomendações de pesquisa

- Estudar as principais discontinuidades estruturais e geotectônicas do exterior para o interior da bacia; pesquisar as diferenças no processo de subsidência pelo reexame dos diferentes mapas estratigráficos disponíveis (isolíticos, percentuais, faciológicos, etc.);
- Rastrear, com métodos geofísicos, os grandes lineamentos transversais e longitudinais à bacia (Canguçu, Cubatão-União da Vitória, etc.);
- Mapear em subsuperfície – com ajuda de testemunhos e métodos indiretos – os depósitos eopaleozóicos (Bacias de Eleutério, Castro, Itajaí, Bom Jardim, Camaquã, etc.); investigar os processos rupturais e magmáticos ligados a essas bacias e verificar a possibilidade de serem zonas de rifteamento precursoras da própria Bacia do Paraná; e
- Complementar o estudo geocronológico/petrográfico do embasamento da Bacia do Paraná, com amostras de calha, onde e quando possível.

## Bacia do Maranhão

Como a Bacia do Paraná, a do Maranhão também corresponde a uma sinéclise, ou a uma bacia cratônica localizada sobre litosfera rígida do tipo continental. Cobre área de forma aproximadamente poligonal, com dimensões da ordem de 600.000km<sup>2</sup> e embasamento Pré-Siluriano.

A evolução sedimentar da bacia inicia-se com uma sequência clástica marinha do Paleozóico Inferior (do Siluriano ao Carbonífero Inferior), seguida por uma sequência clástica predominantemente continental (do Carbonífero Inferior ao Triássico). Magma basáltico invadiu a coluna sedimentar, formando principalmente corpos intrusivos (soleiras e diques), desde o Jurássico-Triássico (na parte ocidental da bacia) até o Cretáceo Inferior (na parte oriental). O conjunto todo apresenta espessura da ordem de muitas centenas de metros, aumentando em direção ao centro da bacia, onde atinge cerca de 3.000 metros.

## natureza do embasamento

A Bacia do Maranhão está localizada na parte nordeste da Plataforma Brasileira, sobre embasamento formado, ou profundamente afetado, durante os episódios tectonomagmáticos do Ciclo Brasileiro. As feições crustais identificadas nas bordas da bacia (fig. 6) resultaram da observação das exposições do embasamento investigadas ao longo de parte do seu perímetro. Cerca de 30% dos limites da bacia estão mascarados por sedimentações mesocenozóicas, como em toda a borda NW (limite com a Bacia de Mexiana-Limoeiro), ao longo da borda setentrional (limite com as Bacias de Barreirinhas e de São Luís) e na borda sul, na área de ocorrência da Formação Uruçuia.

Alguns afloramentos esparsos, nas vizinhanças de São Luís (MA), de Bragança (PA) e ao longo do rio Gurupi, permitem reconstruir a situação paleotectônica do embasamento setentrional da Bacia do Maranhão. Caracteriza-se aí uma área cratônica ao longo da costa (Cráton de São Luís), separada de uma faixa móvel brasileira ao sul (Gurupi), cujos trends estruturais NW-SE dirigem-se para o interior da bacia. Embora as exposições sejam restritas, pela posição do Cráton de São Luís pode-se inferir que o metamorfismo da faixa móvel brasileira seja crescente de norte para sul, com as zonas internas da unidade ocorrendo, por baixo dos sedimentos, na área dos cursos médio e alto do rio Gurupi.

A Faixa Móvel Araguaia-Tocantins bordejia a bacia em toda a sua parte ocidental. Trata-se de uma unidade do Proterozóico Superior, com deformações intensas entre 1.000 e 500 Ma, as últimas relativas ao Ciclo Brasileiro. O zoneamento metamórfico (Grupo Tocantins epizonal e Grupo Estrondo mesozonal) aponta claramente a sua polaridade metamórfica, com as zonas internas, no lado oriental, voltadas para o centro da bacia. Por causa das coberturas sedimentares modernas, não se conhece a articulação desta faixa com a do Gurupi, podendo tratar-se de unidades orogênicas simétricas do final do Pré-Cambriano, situadas em dois lados do mesmo núcleo cratônico.

No canto sul-ocidental da bacia, próximo a Monte do Carmo, em Goiás, aparecem rochas de médio e alto grau de metamorfismo (inclusive os granulitos de Porto Nacional) que tudo indica representam a infra-estrutura da Faixa Móvel Brasileira Araguaia-Tocantins. Esta área termina junto do Lineamento Transbrasiliano, acidente tectônico de primeira grandeza, evidentemente ativo durante a orogênese

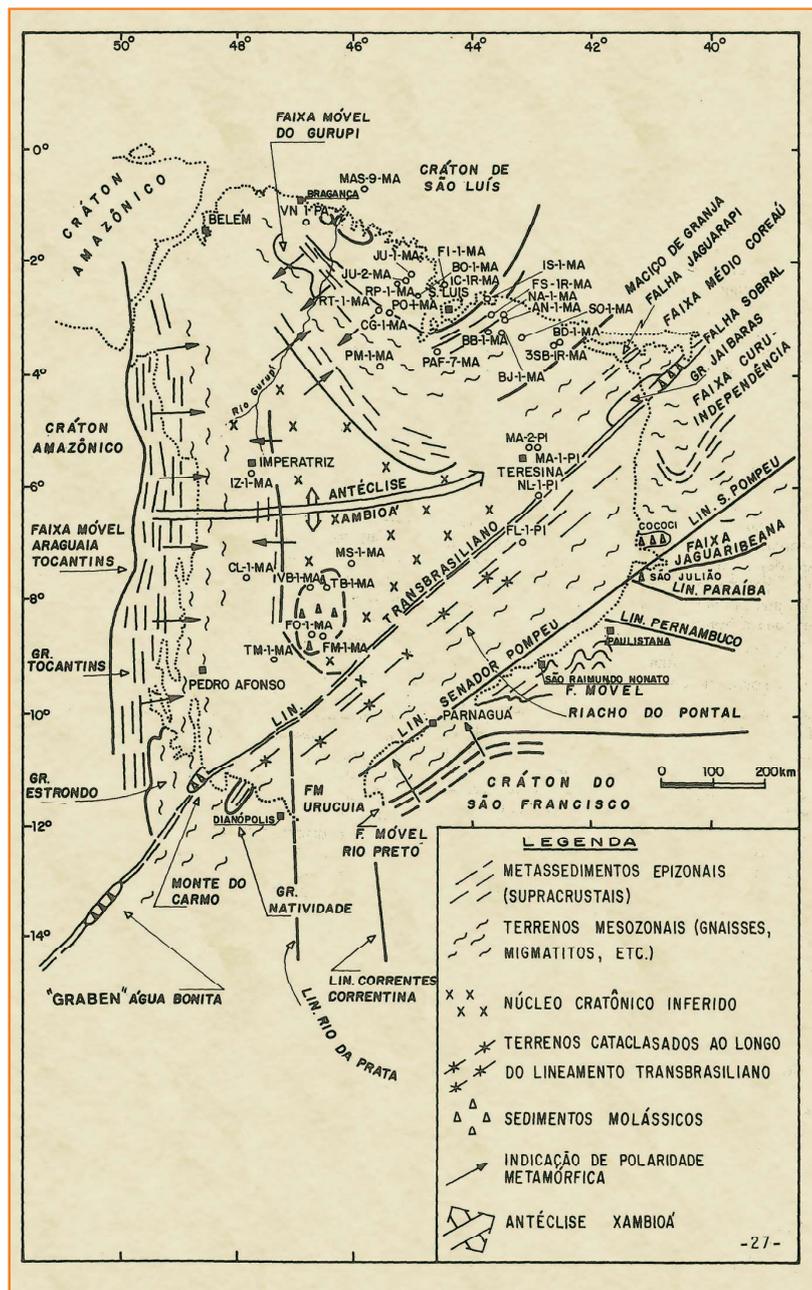


Figura 6

Mapa geológico-geotectônico esquemático do embasamento da Bacia do Maranhão.

Figure 6

Schematic geological-geotectonic map of the Maranhão Basin basement.

brasileira. Cabe assinalar aqui a existência do *Graben* de Água Bonita, com sedimentação eopaleozóica, e das molassas de Monte do Carmo, que ocorrem na extensão SW do lineamento (fig. 6).

Daí para leste, até Dianópolis, lugar em que a borda da bacia desaparece por baixo dos sedimentos mesozóicos da Formação Uruçuia, ocorre uma região de intensa deformação cataclástica, com os principais falhamentos de direção NE-SW. As poucas datações

existentes apontam para uma idade brasileira do evento deformativo, e para uma idade anterior, talvez do Proterozóico Inferior, ou mesmo do Arqueano, para a formação da província crustal. Nessa área aparecem também os metassedimentos (quartzitos, calcários metamórficos e xistos) do Grupo Natividade, considerados do Proterozóico Médio (Fuck e Marini, 1981).

No canto sudeste, região de Parnaguá (PI), os sedimentos da bacia situam-se sobre gnaisses e migmatitos que pertencem à infra-estrutura da Faixa de Dobramentos do Rio Preto. Esta faixa, cuja evolução ocorreu no Proterozóico Superior (1.000 a 500 Ma), possui direções NE-SW, subparalelas à borda da bacia, e situa-se à margem do Cráton do São Francisco, que aparece mais para o sul. Mais para nordeste, as rochas gnáissicas e migmatíticas seguem até São Raimundo Nonato (PI), onde têm início os metassedimentos da Faixa Riacho do Pontal, principalmente xistos e gnaisses considerados formados ou regenerados no Ciclo Brasileiro. Estas rochas, cortadas por numerosas intrusões graníticas de 500-600 Ma, estendem-se até o Lineamento Pernambuco, que se aproxima da bacia na altura de Paulistana (PE). Neste segmento sudeste, as direções estruturais do embasamento permanecem subparalelas à borda da bacia, e a disposição das tectonozonas parece indicar, uma vez mais, as zonas internas da unidade orogênica voltadas para o interior da bacia sedimentar.

Toda a borda leste da bacia, entre o Lineamento Pernambuco e a costa atlântica, encontra-se adjacente à Província Estrutural da Borborema, cuja estruturação principal foi formada no Ciclo Brasileiro. As direções estruturais da Província da Borborema, geralmente orientadas no sentido NE-SW, são transversais à borda da bacia, e parece inquestionável que as extensões prováveis destas estruturas lineares se projetem por baixo dos sedimentos da bacia. De norte para sul, as seguintes zonas tectônicas são descritas:

- a) Maciço de Granja, incluindo terrenos mesozonais (xistos, gnaisses, granitos, e uma sequência vulcano-sedimentar de tipo molassóide), limitado a sudeste pelo Sistema de Falhas de Jaguarapi;
- b) Faixa Móvel Médio Coreaú, com metamorfitos epizonais, vulcano-sedimentares, e várias exposições do substrato pré-proterozóico. Na borda sudeste desta faixa situa-se a Bacia molássica de Jaibaras, ao longo do Lineamento Transbrasiliiano (Falha Sobral);

c) Faixa Metassedimentar Rio Curu-Independência, associada a fragmentos crustais antigos retrabalhados na orogênese brasileira (Maciços de Santa Quitéria e de Tróia, entre outros); e

d) Faixa Metassedimentar Jaguaribeana, que inclui xistos e gnaisses supostamente brasileiros, também associados a núcleos mais antigos, de dimensões variáveis, retrabalhados no Ciclo Brasileiro.

Pelo exposto nos parágrafos anteriores, verifica-se que a Bacia do Maranhão, tal como a sua congênera do Paraná, dispõe-se sobre embasamento fortemente estruturado, formado ou retrabalhado no Ciclo Brasileiro. As estruturas das Faixas Móveis Brasileiras Araguaia-Tocantins (na parte W) e Rio Preto-Riacho do Pontal (na parte SE) são subparalelas às bordas da bacia, e em ambos os casos as zonas internas destas unidades situam-se para o interior da área sedimentar. Nas bordas NE, NW e S, ao contrário, as direções estruturais são diagonais às bordas da bacia, devendo ser esperada a continuação das províncias tectônicas ao longo dos respectivos *trends*.

Em especial, parece ter importância fundamental, na delimitação das províncias do embasamento, o Lineamento Transbrasiliiano, que adentra a bacia em Monte do Carmo, com direção NE, saindo na borda nordeste, onde é representado pela Falha de Sobral. Admite-se aqui uma situação geotectônica em que o Lineamento Transbrasiliiano, ativo por volta de 500-600 Ma, trunca e modifica estruturas anteriores (N-S ou NW-SE) formadas pouco antes no mesmo ciclo geotectônico (700-800 Ma?), ou num ciclo imediatamente anterior (1.000-1.200 Ma?). Admite-se também que exista continuidade estrutural entre as rochas tectonizadas do Gurupi e aquelas que envolvem o maciço de Granja, as quais constituiriam uma mesma faixa móvel em volta do Cráton de São Luís, que, por sua vez, representa extensão do Cráton do Oeste Africano.

Tendo em vista as polaridades metamórficas observadas nas Faixas Gurupi e Araguaia-Tocantins, em ambos os casos voltadas para o interior da bacia, é viável a existência, entre elas, de uma região de rochas mesozonais, em parte correlacionáveis aos metassedimentos Estrondo/Gurupi, e em parte formadas anteriormente e rejuvenescidas no Ciclo Brasileiro. Não pode ser excluída, entretanto, a possibilidade da existência de um núcleo cratônico, de posição intermediária às faixas móveis brasileiras e adjacente ao Lineamento Transbrasiliiano (fig. 6).

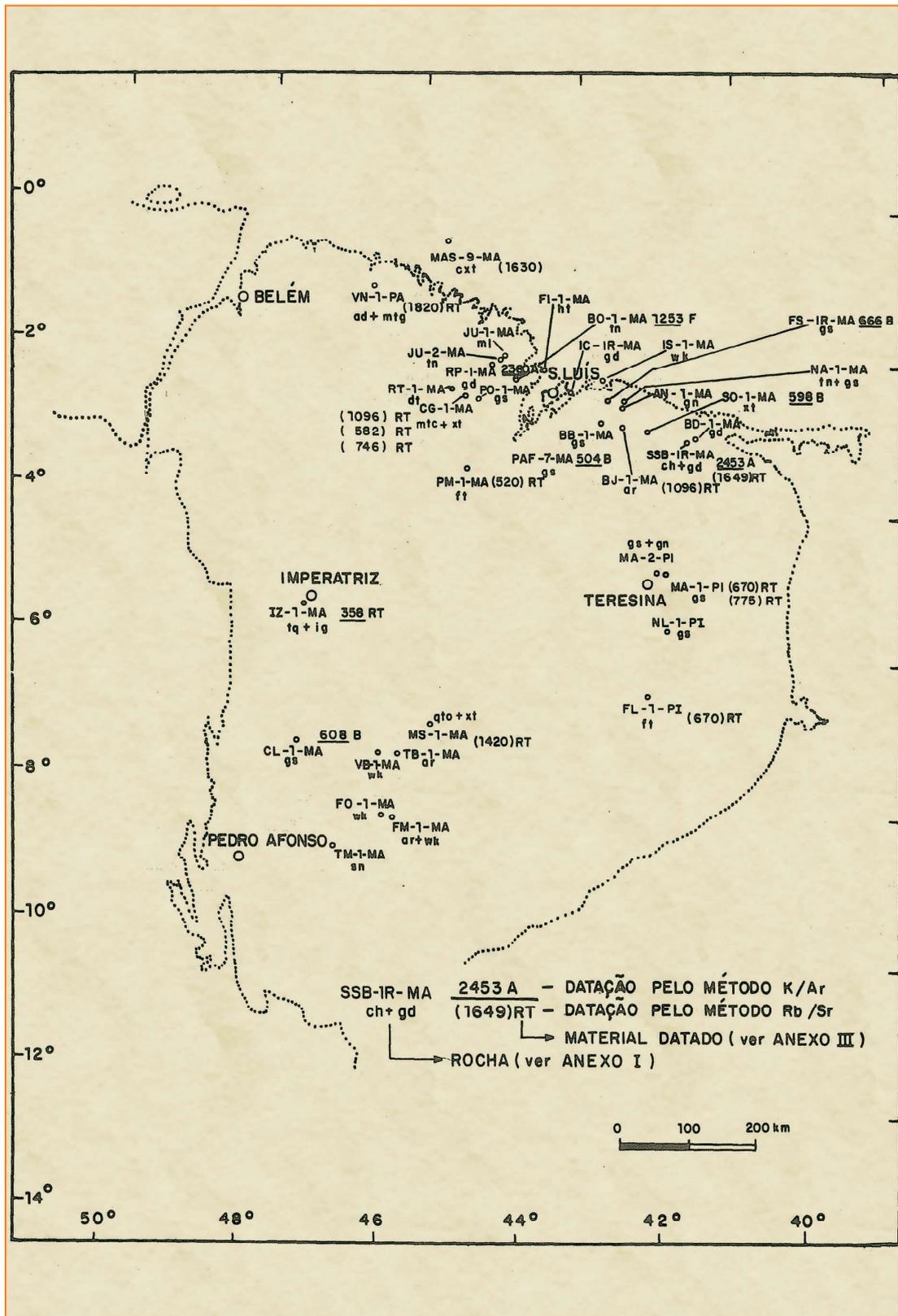


Figura 7  
Localização dos poços que atingiram o embasamento, com informações petrográficas e/ou geocronológicas, das Bacias do Maranhão, São Luís e Barreirinhas.

Figure 7  
Location of wells reaching the basement with petrographic and/or geo-chronological information in the Maranhão, São Luís and Barreirinhas Basins.

Poço	Prof. (m)	Rocha	Mineralogia (Anexo II)	Estrutura (Anexos II e IV)	Observações (Anexos II e V)
1-CL-1-MA	1 167,6	gnaisse	qz, kf, pl, bi, ep	foliação	f. anfibolito
1-FL-1-PI	2 382	filito	qz, se, cl, ep, op	foliação	cataclase e recristalização de minerais matriz argilosa
1-FM-1-MA	1 731,95	arenito lítico	qz, kf, mu	grânulos de quartzito, folhelho, arenito, ígnea	matriz argilosa
1-FM-1-MA	1 749	arenito	qz, kf, cau	grãos de chert, quartzito, ígnea	matriz argilosa
1-FM-1-MA	1 821,4	wacke lítico	qz, kf, pl, cl	grãos de andesito, quartzito	matriz argilosa cimento calc.
1-FO-1-MA	1 644,6	wacke lítico	qz, kf, pl, cl, mu	grãos de quartzito, folhelho, granito	matriz argilosa
2-IZ-1-MA	2 150,2	qz traquito	kf, qz, op	texturas de desvitrificação (esferulitos, shards)	alt.
2-IZ-1-MA	2 161(A)	ignimbrito	qz, kf, op, ca	texturas de desvitrificação glass shards, esferulitos	alt.
2-IZ-1-MA	2 161(B)	arenito	qz, kf, cau, mu		(seq. molássica)
1-MA-1-PI	2 176,9	gnaisse	qz, pl, kf, cl, ca, mu	foliação	alteração
1-MA-2-PI	2 029	granito	qz, kf, pl, cl, mu		alteração
2-NL-1-PI	2 214,7	gnaisse	qz, se, ca, op, cl, act	milonitização	gnaisse milonitizado
9-PAF-7-MA	1 359,7	gnaisse	qz, pl, mu, bi	bandamento	f. anfibolito
2-PM-1-MA	2 163	filito	qz, op, se, bi	xist. S1 crenulação S2	f. xisto verde matriz argilosa
1-TB-1-MA	2 108,7	arenito	qz, kf, pl, cau		
1-TM-1-MA	1 686,6	sienito	kf, ca, il, ep, op, qz	milonitização	
2-VB-1-MA	1 944,6	wacke lítico	qz, kf, pl	grãos de quartzito	matriz argilosa cimento calc.
1-MS-1-MA	2 528	qtzito/xisto			

Tabela 4 – Síntese petrográfica das rochas do embasamento da Bacia do Maranhão.

Table 4 – Petrographic Synthesis of Maranhão Basin basement rocks.

Poço	Prof. (m)	Rocha	Material	N.º Lab.	% K	Ar <sup>40</sup> rad., cc STP/g	% Ar <sup>40</sup> atm	Idade (m.a.)
CL-1-MA	1 167,6	gnaisse	biotita	—	—	—	—	608 ± 21
IZ-1-MA	2 150,2	qz traquito	RT	1 530	5,165	8,12 E-05	3 17	358 ± 19
PAF-7-MA	1 359,7	gnaisse	biotita	619	6,81	15,72 E-05	1,5	504 ± 15

Tabela 5 – Datações K/Ar em amostras do embasamento da Bacia do Maranhão.

Table 5 – K-Ar dating of Maranhão Basin basement samples.

Poço	Prof. (m)	Rocha	Material	N.º Lab.	Rb (ppm)	Sr (ppm)	Rb <sup>87</sup> /Sr <sup>86</sup>	Sr <sup>87</sup> /Sr <sup>86</sup>	Idade conv. (m.a. *)
FL-1-PI	2 382,0	filonito	RT	MIT-7300	130,8	78,41	13,25	0,8333	670
MA-1-PI	2 176,9	gnaisse	RT	MIT-7298	161,6	46,16	10,22	0,8039	670
MA-1-PI	2 176,9	gnaisse	RT	6370	163,0	81,0	5,86	0,7698	775 ± 34
MS-1-MA	2 528	xisto	RT	MIT-7296	22,29	42,94	1,481	0,7351	1 420
PM-1-MA	2 163	filito	RT	MIT-7295	57,89	53,66	3,075	0,7284	520

\* R.I = 0,705  
 $\lambda = 1,42 \times 10^{-11}$  anos<sup>-1</sup>

Tabela 6 – Datações Rb/Sr em amostras do embasamento da Bacia do Maranhão.

Table 6 – Rb-Sr dating of Maranhão Basin basement samples.

Nos quatorze poços que atingiram o embasamento da Bacia do Maranhão (fig. 7), foram amostradas rochas nas quais se realizaram análises petrográficas (tabela 4) e geocronológicas (tabelas 5 e 6). Em quatro destes poços (FM-1-MA, FO-1-MA, TB-1-MA e VB-1-MA), foram recuperadas amostras de rochas sedimentares pré-devonianas que devem corresponder às molassas terminais do Ciclo Brasileiro, como no caso de Jaibaras. Nos demais, em que foram recuperadas rochas cristalinas, os estudos efetuados revelaram um quadro coerente com a interpretação aventada neste trabalho.

O filito do poço PM-1-MA, que pode ser considerado como correlacionável aos metassedimentos do Grupo Gurupi, evidenciou idade aparente Rb-Sr da ordem de 500 Ma, e a biotita do gnaiss do poço PAF-7-MA, situado na faixa móvel a sul do Cráton de São Luís, revelou idade K-Ar similar. Ambos os dados se referem ao resfriamento regional subsequente ao Ciclo Brasileiro.

Duas amostras gnáissicas do poço MA-1-PI foram datadas pelo método Rb-Sr e evidenciaram idades da ordem de 650 Ma (fig. 8), podendo ser relacionadas com os episódios sintectônicos da Orogênese Brasileira (na infra-estrutura da faixa móvel). Por outro lado, duas outras amostras; dos poços NL-1-PI e FL-1-PI, revelaram-se intensamente afetadas por cataclase e milonitização, o que se coaduna perfeitamente com a posição dos poços no prolongamento da Falha de

Sobral (Lineamento Transbrasiliano) para o interior da bacia. A datação Rb-Sr do filonito do poço FL-1-PI permite associar a rocha precursora do filonito à fase sintectônica do Ciclo Brasileiro (figs. 6 e 8).

Na parte central da bacia, apenas o poço MS-1-MA, dos que atingiram o embasamento, recuperou uma rocha cristalina, identificada como quartzito micáceo. Somente uma datação Rb-Sr foi obtida nessa rocha, verificando-se idade aparente de 1.420 Ma. Infelizmente, não há datações K-Ar disponíveis na mesma amostra e, desta forma, permanece a dúvida entre duas alternativas possíveis: a região faria parte de um fragmento cratônico (do Proterozóico Médio), ou então de núcleo pré-brasiliano rejuvenescido, no interior de uma faixa móvel do Proterozóico Superior.

Na parte ocidental, o poço CL-1-MA atingiu embasamento gnáissico, e a datação K-Ar obtida na biotita da amostra colhida se verificou brasileira (608 Ma). O dado é similar aos obtidos nas rochas gnáissicas do Grupo Estrondo, na região norte de Goiás. Por sua vez, o poço IZ-1-MA revelou, em seu embasamento, rochas alteradas, descritas como sedimentos (arenitos) e vulcânicas (ignimbritos) não metamórficos. Uma datação K-Ar em RT foi tentada em rocha vulcânica, e o resultado, próximo a 360 Ma, apenas evidencia uma perda de argônio, de material seguramente pré-devoniano. Deve tratar-se de uma sequência do tipo molássico, do final do Pré-Cambriano ou Eopaleozóico.

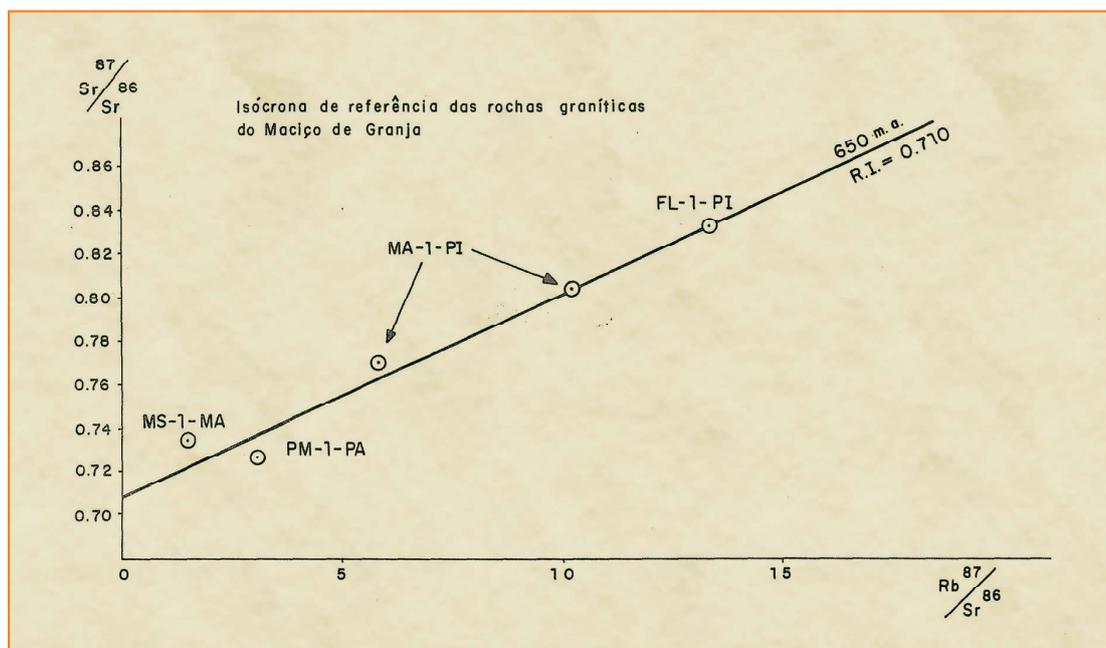


Figura 8  
Diagrama isocrônico - rochas do embasamento da Bacia do Maranhão.

Figure 8  
Isochronic diagram - Maranhão Basin basement rocks.

## principais descontinuidades geotectônicas e estruturais

Conforme visto no item anterior, há várias descontinuidades no embasamento que podem ter influenciado a evolução tectossedimentar da Bacia do Maranhão. Limites de unidades geotectônicas, falhas policíclicas e outras estruturas são responsáveis pela forma poligonal da bacia e certamente foram importantes no seu processo evolutivo. Dentre as principais descontinuidades lineagênicas, vale assinalar (figs. 6 e 14):

- Lineamento Transbrasiliano (Falhas de Sobral e Jaguarapi), que controla as Bacias molássicas de Jaibas, Jaguarapi, Monte do Carmo e Água Bonita;
- Lineamento do rio Grajaú, marcando a borda leste do Cráton São Luís;
- Lineamento do rio Parnaíba;
- Lineamento Senador Pompeu, que controla a Bacia molássica de Cococi;
- Lineamento Paraíba, que controla a Bacia de Yara e a Falha de Malta-Tatajuba, que controla a molassa de São Julião;
- Lineamento Pernambuco – Falha Paulistana-Floresta;
- Lineamento Correntes-Correntina e Rio da Prata (Formação Urucuia); e
- Lineamento Tocantins-Araguaia.

## observações sobre a geologia regional

- Os Lineamentos Tocantins-Araguaia e Transbrasiliano influenciaram a sedimentação paleozóica, até pelo menos o Carbonífero. A intensidade desses processos variou, não havendo persistência sistemática das áreas-fonte e depocentros (Carozzi *et al.*, 1975). Em geral, essas movimentações comandaram os índices de elasticidade;
- Os lineamentos Paraíba e Pernambuco parecem ter tido uma influência maior na morfologia final da bacia. A participação da zona limitada pelos dois lineamentos, no entanto, fica mais clara em vários esquemas paleogeográficos e, ainda, nos esquemas paleoestruturais. A tendência foi de movimentos descensionais, desde

o Proterozóico até o Cretáceo Inferior. Em razão disto, no Paleozóico, a zona influenciou a forma e a sedimentação da bacia;

- A Antéclise de Xambioá teria sido uma área passiva entre duas áreas subsidentes. Coincide em parte com o possível núcleo cratônico inferido no substrato da área central da bacia;
- O Maciço de Granja, a leste do Cráton de São Luís, comportou-se diferencialmente ao longo do Paleozóico, ora como fonte de sedimentação (mais raro), ora como veículo de comunicação com bacias setentrionais (na África);
- Durante o Mesozóico (pós-Albiano), o Maciço de Granja alinhou-se com o Cráton de São Luís na arquitetura de um alto importante, o Alto de São Vicente Ferrer-Urbano Santos-Guamá, que se estende preferencialmente ao longo de rochas antigas (Eoproterozóicas ou mais antigas);
- Já a partir do Eoensiano, verifica-se a contribuição do Sistema Correntes-Correntina no processo de conexão da Bacia do Maranhão com as províncias sedimentares meridionais (Formação Urucuia);
- Nas condições ótimas de suprimento da bacia, verificou-se carga centrípeta:
  - do oeste → Antéclise Xambioá e Lineamento Tocantins-Araguaia;
  - do norte → Cráton de São Luís;
  - do sudeste → Lineamento Senador Pompeu; e
  - do nordeste → Faixa Rio Curu-Independência;
- As condições ótimas de conexão se verificaram através de:
  - Maciço de Granja e áreas brasileiras adjacentes;
  - *Graben* de Urucuia; e
  - região sul de Belém (*Graben* Limoeiro), com vocação descensional mais sintomática;
- Os principais depocentros constatados ocorrem:
  - ao longo do lineamento Transbrasiliano (Tanguá-Gilbuês; Aguiar, 1971);
  - no contorno do núcleo cratônico de São Luís, ao longo das prováveis estruturas brasileiras

sotopostas, estendendo-se de Gurupi ao Médio Coreaú (Tianguá-Araticum; Aguiar, 1971);

- entre os Lineamentos Paraíba e Pernambuco, a sul do paralelo de Floriano (poço FL-1-PI), onde aparece marcante tendência de abatimento na projeção da zona transversal;

j) Durante o Cambro-Ordoviciano, os Falhamentos de Sobral e Jaguarapi, que integram o Lineamento Transbrasiliano, propiciaram a formação de antifossas molássicas (Jaibaras e Jaguarapi) com espessuras de milhares de metros. Essa movimentação tardia do Ciclo Brasileiro certamente tem repercussão a ser quantificada nos depósitos da própria bacia.

Após o Ordoviciano (Formação Aprazível do Grupo Jaibaras), constatam-se movimentos transcorrentes nessa sutura, concorrendo para a formação de cataclastos e outros tectonitos paleozóicos.

Mais ao sul, no feixe de Falhas do Lineamento Paraíba, o comportamento é idêntico e deve ser pesquisado, pois se observa a presença das Fossas "molássicas" de Yara, São Julião e Cococi;

k) Atividade ígnea mesozóica.

A primeira manifestação consiste em basaltos e diabásios, do Triássico ao Jurássico, ao longo da estrutura N-S na borda oeste da bacia.

A segunda manifestação, ocupando estruturas NE-SW e E-W, predomina ao norte da projeção da Antéclise de Xambioá e ao longo do Lineamento Transbrasiliano. É marcada pela presença de basaltos e diabásios, além de *plugs* e *stocks* gabróicos, constituídos ao tempo do estabelecimento do Arco de São Vicente Ferrer e dos tafrogeossinclíneos costeiros (Barreirinhas, São Luís).

A terceira manifestação é representada por complexos alcalino-ultramáficos em estruturas circulares e *pipes* perturbando sedimentos a partir do Andar Alagoas, como, por exemplo, o *pipe* de Redondão, controlado pelo Lineamento Correntes-Correntina;

l) Os ciclos geomorfológicos mesocenozóicos (Sul-Americano, Velhas e Paraguaçu) se acham presentes na evolução do relevo e na forma atual da bacia (Caldasso e Hama, 1978). Em todos eles

pode ser observado comando direto ou indireto de estruturas tais como a Antéclise de Xambioá e os lineamentos de Tocantins-Araguaia, Transbrasiliano, Correntes-Correntina, etc. Os cursos dos rios Grajaú e Parnaíba, entre outros, são reflexos dessa influência.

## recomendações de pesquisa

a) Estudar, com apoio em dados geofísicos e lito-estratigráficos existentes, a real importância das descontinuidades geotectônicas e estruturais. Há dados suficientes para avaliar e quantificar, em termos absolutos, a subsidência ao longo dos lineamentos Transbrasiliano, Grajaú e Parnaíba, pelo menos;

b) Estabelecer um programa geofísico para a borda leste da bacia, ao longo do Lineamento Transbrasiliano, visando analisar os tipos e amplitudes das estruturas presentes e associá-las às zonas exumadas das fossas controladas por esse lineamento;

c) Tentar mapear em subsuperfície os sedimentos molássicos (Jaguarapi, Jaibaras, Monte Carmo, Cococi, São Julião) e processos de ruptura associados no interior da bacia. Identificar e investigar processos de *rift* (magmatismo, abatimento, sedimentação sintectônica) que possam ser precursores da origem e evolução da sinéclise;

d) Completar o estudo do embasamento da bacia, através do estudo petrográfico-geocronológico de todas as amostras disponíveis de calha e testemunho. Associar este estudo aos realizados em amostras da periferia da bacia;

e) Levantar perfis completos da Formação Serra Grande por toda a borda leste. Correlacionar os perfis dos dois lados do lineamento Transbrasiliano;

f) Aprimorar o estudo geocronológico do magmatismo basáltico da bacia; e

g) Estudar a sedimentação cenozóica na bacia, concentrada no flanco sudeste, entre os lineamentos Transbrasiliano e Senador Pompeu.

## Bacia do Amazonas

A Bacia do Amazonas é complexa e não constitui uma unidade geotectônica coerente. Na verdade, é formada por três sub-bacias, formalmente identificadas como Bacias do Baixo, Médio e Alto Amazonas. Cabe assinalar que a Sub-Bacia do Alto Amazonas se articula com a Bacia do Acre, de significação tectônica diferente, enquanto a Sub-Bacia do Baixo Amazonas se articula com a Bacia de Mexiana-Limoeiro, formada com a abertura e o desenvolvimento do Atlântico Equatorial.

As Bacias do Baixo, Médio e Alto Amazonas são contíguas e, apesar de serem separadas por altos estruturais bem definidos, apresentam evolução sedimentar e tectônica relativamente similar.

As Bacias do Baixo e Médio Amazonas parecem representar bacias cratônicas típicas, localizadas sobre litosfera rígida, e com as características de sinéclise, como as do Paraná e do Maranhão. A forma alongada e relativamente estreita, bem como o caráter descontínuo (na verdade, trata-se de duas unidades contíguas e interligadas) conferem ao caso da Bacia do Amazonas uma situação especial. Por outro lado, a Bacia do Alto Amazonas parece apresentar características próprias híbridas, comportando-se como sinéclise durante todo o Paleozóico, tal como a Bacia do Médio Amazonas, mas apresentando feições estruturais muito especiais, compressivas, em parte como as da vizinha Bacia do Acre.

As três Sub-Bacias do Amazonas apresentam-se justapostas, formando um conjunto alongado na direção aproximada WSW-ENE, com extensão da ordem de 2.000km. Os seus eixos deposicionais situam-se em continuação, nos respectivos prolongamentos, acompanhando o atual eixo de simetria da bacia, em grande parte representado pela calha do rio Amazonas, a jusante da confluência com o rio Madeira.

No seu conjunto, a área de litosfera continental pré-cambriana coberta por sedimentos da Bacia do Amazonas, em seus vários compartimentos, suplanta 1 milhão de km<sup>2</sup>.

Em sua evolução sedimentar, oferece, de início, um espesso pacote sedimentar clástico marinho (Siluriano e Devoniano). No Permo-Carbonífero, a sedimentação apresenta caráter continental, e aparece, nas três sub-bacias, uma manifestação vulcânica de grande porte, de natureza basáltica, que invade, sob a forma principal de diques e soleiras, todas as sequências sedimentares descritas. O conjunto todo apresenta espessuras da ordem de alguns quilômetros, chegando

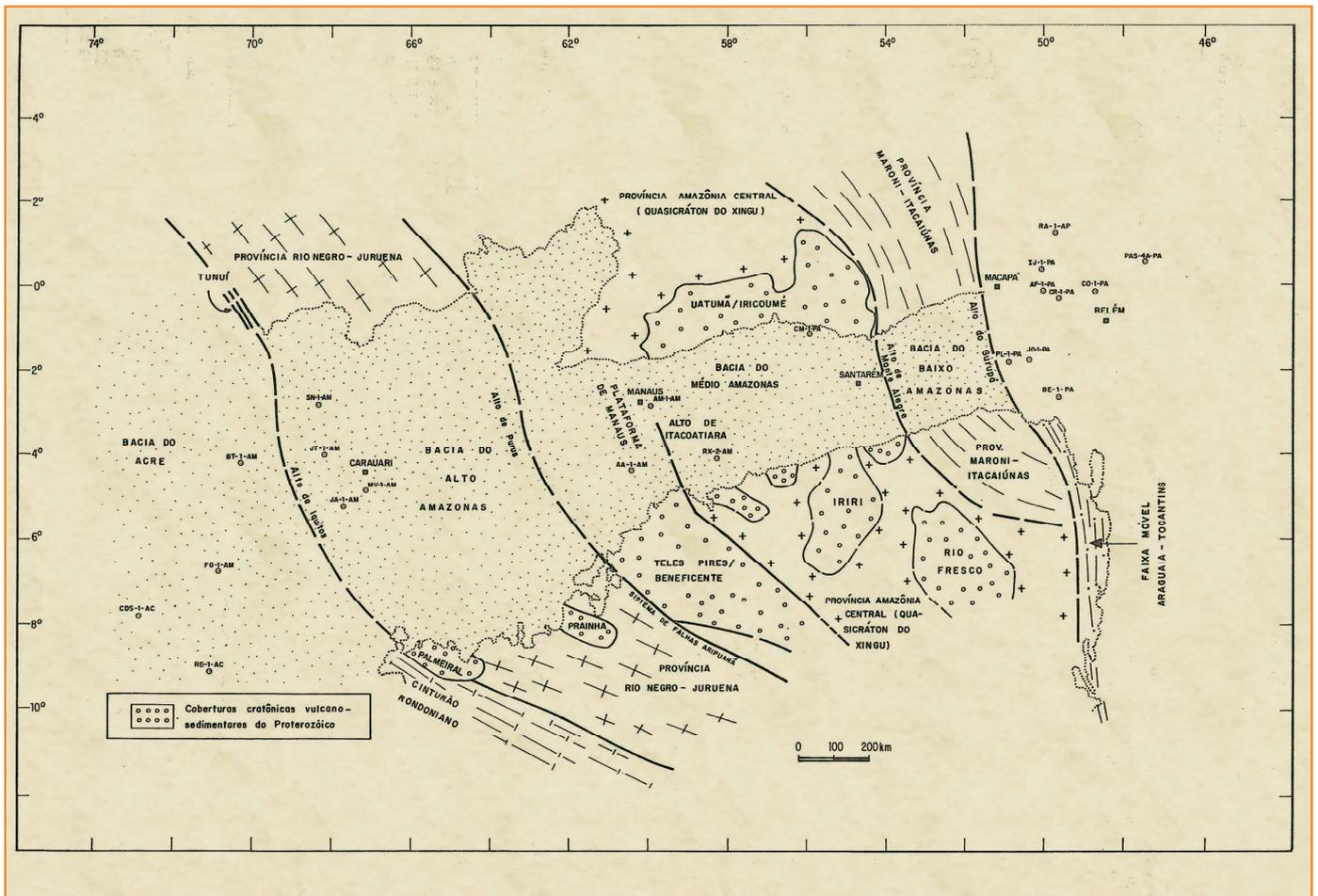
a pouco mais de 3km no Alto Amazonas, mas alcançando 5,5 a 6km ao longo do eixo deposicional das Bacias do Médio e Baixo Amazonas.

### natureza do embasamento

A Bacia do Amazonas foge às estruturas do final do Pré-Cambriano (fig. 1), tendo sido implantada sobre o Cráton Amazônico, de idade e evolução pré-brasiliana. O conhecimento dos terrenos pré-cambrianos, na Amazônia, está muito longe daquele disponível para as áreas que circundam as Bacias do Paraná e do Maranhão. As províncias tectônicas são apenas reconhecidas e os seus limites, em grande parte, são inferidos, faltando os estudos pormenorizados (principalmente de petrologia e geologia estrutural) que seriam necessários para identificar as diferentes tectozonas e permitir uma confiança maior na interpretação geotectônica.

Segue-se aqui, para efeitos comparativos, o esquema proposto por Cordani *et al.* (1979), modificado por Cordani e Brito Neves (1982), baseado nos dados geocronológicos obtidos nos últimos anos, em associação aos mapeamentos realizados pelo Projeto Radam. Foram identificadas as províncias crustais que formam o embasamento a norte e a sul da Bacia do Amazonas (fig. 9). O esquema adotado admite uma completa correlação entre as unidades existentes dos dois lados da bacia sedimentar. No entanto, é necessário lembrar que distâncias da ordem de centenas de quilômetros separam as regiões comparadas (até 800km no Alto Amazonas!), dificultando os elementos de correlação.

Apesar das limitações apontadas, é inegável a convergência de evidências em favor do modelo proposto, considerando os dados disponíveis de petrografia, estrutura e geocronologia. É notória também a correspondência existente entre a compartimentação da bacia sedimentar em três sub-bacias com identidade própria, e as províncias tectônicas caracterizadas no embasamento. Desta forma, o embasamento da Bacia do Baixo Amazonas corresponde ao prolongamento da Faixa Móvel Maroni-Itacaiúnas, do Proterozóico Inferior; o embasamento da Bacia do Médio Amazonas corresponde à extensão da Província Amazônia Central (Quasicráton do Xingu, de Cordani e Brito Neves, 1982); e o embasamento da Bacia do Alto Amazonas corresponde ao prolongamento da Faixa Móvel Rio Negro-Juruena, do Proterozóico Médio. Além disso, parece evidente que o embasamento da Bacia do Acre corresponde à extensão da Província Rondoniana, do



Proterozóico Médio a Superior, cuja continuidade no lado norte do rio Amazonas (Solimões) permanece oculta, em grande parte, pela sedimentação mesozóica, em território colombiano.

Neste contexto, pode-se aduzir o embasamento da Bacia do Baixo Amazonas constituído pelas rochas da Faixa Móvel Maroni-Itacaiúnas fortemente estruturadas, com direções WNW-ESE, e correspondendo a sequências metavulcânicas e metassedimentares intercaladas, deformadas e introduzidas por rochas granitóides do Ciclo Transamazônico (1.800-2.100 Ma), Podem ocorrer também núcleos de dimensões diversas com rochas granulíticas, tal como ocorre nas Guianas e no Território do Amapá.

Por sua vez, no embasamento da Bacia do Médio Amazonas (Província Amazônia Central), devem ser esperadas regiões com rochas graníticas, pouco ou não orientadas, ao lado de regiões em que aparecem sequências vulcano-sedimentares pouco ou não deformadas, tal como ocorre nas áreas das Formações

Uatumã, Iriri, Rio Fresco, Teles Pires-Beneficente, etc. Tanto para as rochas graníticas como para as sequências vulcano-sedimentares, as idades são do Proterozóico Inferior a Médio (1.800-1.400 Ma), aparecendo também, em áreas isoladas, datações indicando afloramentos de crosta continental antiga, até do Arqueano. Ao contrário da Faixa Móvel Maroni-Itacaiúnas, ativa no Proterozóico Inferior, a Província Amazônia Central já apresentava tendência cratônica nessa época, sendo anorogênicas todas as manifestações magmáticas mencionadas.

O embasamento da Bacia do Alto Amazonas está implantado sobre a Faixa Móvel Rio Negro-Juruena, devendo ser esperadas rochas predominantemente graníticas *lato sensu* (granitos, monzonitos, granodioritos, tonalitos, etc.), formadas durante a evolução de um arco magmático entre 1.750 e 1.500 Ma, Além disso, ainda na faixa, em regiões de dimensões variáveis, aparecem sequências vulcano-sedimentares de caráter tectônico subsequente, como as das

Figura 9  
Mapa geológico-geotectônico esquemático do embasamento da Bacia do Amazonas.

Figure 9  
Schematic geological-geotectonic map of the Amazon Basin basement.

Formações Prainha, Dardanelos, etc., com idades da ordem de 1.500-1.600 Ma, devendo ser esperadas situações similares por baixo dos sedimentos paleozóicos.

Neste esquema, aos limites entre as províncias tectônicas corresponderiam os altos estruturais que separam as sub-bacias sedimentares. Com efeito, os Altos de Monte Alegre, Purus e Iquitos parecem corresponder ao prolongamento dos acidentes tectônicos principais que separam, entre si, as províncias crustais do embasamento (fig. 9). Sua direção geral submeridiana, com trechos orientados NNW-SSE, corresponde aproximadamente às reconstruções de subsuperfície elaboradas em diversas oportunidades pelos técnicos da Petrobras. A maior divergência seria aquela relativa ao Alto de Purus, cujo posicionamento, por sinal pouco controlado, tem sido colocado, por vezes, com direção NE-SW.

Em resumo, as principais congruências de estruturas do embasamento pré-cambriano com acidentes tectônicos identificados no interior da Bacia do Amazonas são (fig. 9):

- o Alto de Iquitos coincide com o limite oriental do Cinturamento Rondoniano;
- o Alto de Purus coincide com o Sistema de Falhas Aripuanã, que materializa o limite oriental da Faixa Rio Negro-Juruena;
- o Alto de Itacoatiara parece corresponder ao limite leste do Quasicráton Beneficente, sobre o Quasicráton do Xingu; e
- o Alto de Monte Alegre se situa nas imediações do limite entre o Quasicráton do Xingu e o Sistema Maroni-Itacaiúnas. Além disso, vale registrar que a Bacia do Tacutu está implantada sobre o ramo guianense do Sistema Maroni-Itacaiúnas.

Poço	Prof. (m)	Rocha	Mineralogia (Anexo II)	Estrutura (Anexos II e IV)	Observações (Anexos II e V)
2-JA-1-AM	1 791,25	granito	qz, kf, pl, bi, mu	fenocristais kf	mu tardia
2-JT-1-AM	1 657,6	granófiro	qz, pl, kf, bi, cl	cataclase	bi alt.
1-MV-1-AM	2 356	metadacito	qz, pl, bi, hb, ep, ca	text. blastopórfira	f. anfibolito
2-SN-1-AM	356,7	granito	qz, kf, pl, bi, mu, flu		bi alt.

Tabela 7 – Síntese petrográfica das rochas do embasamento da sub-Bacia alto Amazonas.

Table 7 – Petrographic Synthesis of Upper Amazon sub-Basin basement rocks.

Poço	Prof. (m)	Rocha	Mineralogia (Anexo II)	Estrutura (Anexos II e IV)	Observações (Anexos II e V)
AM-1-AM	2 235,0	riolito			
AA-1-AM	—	granito			
1-CM-1-PA	1 017,03	jacupiranguito	cpx, op, ap, bi, anf, fd	laminação ígnea	
	1 017,27				
1-CM-1-PA	1 017,03	sienito	kf, ab, cpx		corta jacupiranguito
	1 017,27				
1-CM-1-PA	1 017,5	piroxenito	cpx, op, ap, bi	laminação ígnea	filiação alcalina (jacupiranguito)
1-CM-1-PA	1 065	jacupiranguito	cpx, op, ap, anf, flu	laminação ígnea	
1-CM-2-PA	985,2	carbonatito (?)	do, cl, ap, esf, ser	brechada	do pseudomórfica, ol, cpx, anf
1-RX-2-AM	2 312,3	granito	qz, kf, pl, bi		bi alt.

Tabela 8 – Síntese petrográfica das rochas do embasamento da sub-Bacia medio Amazonas.

Table 8 – Petrographic Synthesis of Middle Amazon sub-Basin basement rocks.

Poço	Prof. (m)	Rocha	Material	N.º Lab.	% K	Ar <sup>40</sup> rad., cc STP/g	% Ar <sup>40</sup> atm	Idade (m.a.)
AA-1-AM	—	granito	RT	1 373	1,961	26,080 E-05	5,87	1 922 ± 65
AM-1-AM	2 235,0	riolito	RT	1 387	3,281	19,320 E-05	1,66	1 091 ± 42
CM-1-PA	1 065,0	piroxenito	RT	432	0,0480	0,8737 E-06	85,09	409 ± 78
CM-1-PA	1 065,0	piroxenito	RT	4 799	0,0232	0,6264 E-06	97,43	609 ± 187
CM-1-PA	1 065,0	piroxenito	RT	—	—	—	—	450 ± 45
JA-1-PA	1 791,2	granito	feldspato	1 385	10,786	70,080 E-05	0,75	1 175 ± 45
JT-1-AM	1 657,7	granófiro	RT	1 370	0,486	4,54 E-05	12,26	1 524 ± 57
MV-1-AM	2 356,0	metadacito	RT	—	—	—	—	1 292 ± 27
RX-2-AM	2 312,3	granito	biotita	—	4,825	(1,093 ppm)	—	1 860 ± 61 (EUA)

Tabela 9 – Datações K/Ar em amostras do embasamento das sub-bacias alto e médio Amazonas.

Table 9 – K-Ar dating of basement samples from the Upper and Middle Amazon sub-Basins.

Poço	Prof. (m)	Rocha	Material	N.º Lab.	Rb (ppm)	Sr (ppm)	Rb <sup>87</sup> /Sr <sup>86</sup>	Sr <sup>87</sup> /Sr <sup>86</sup>	Idade conv. (m.a.*)
JA-1-AM	1 791,2	granito	RT	MIT-7290	334,9	62,09	15,87	1,0541	1 520
JT-1-AM	1 657,7	granófiro	RT	MIT-7291	23,16	110,2	0,5989	0,7192	1 620
RX-2-AM	2 312,3	granito	RT	—	178,3	264,6	1,96	0,7535	1 722 ± 90
SN-1-AM	356,7	granito	RT	—	797,0	39,8	61,62	1,3492	732 ± 22

\* R.I. = 0,705  
 $\lambda = 1,42 \times 10^{-11} \text{ anos}^{-1}$

Tabela 10 – Datações Rb/Sr em amostras do embasamento das sub-bacias alto e médio Amazonas.

Table 10 – Rb-Sr dating of basement samples from the Upper and Middle Amazon sub-Basins.

Dados petrográficos (tabelas 7 e 8) e geocronológicos (tabelas 9 e 10) foram obtidos em amostras do embasamento coletadas em poços perfurados pela Petrobras. Os dados são muito escassos. Não há qualquer controle direto a respeito da Sub-Bacia do Baixo Amazonas, e apenas quatro poços perfurados em cada uma das Sub-Bacias do Médio e Alto Amazonas forneceram amostras adequadas para os estudos petrográficos e geocronológicos (fig. 10).

De maneira geral, os dados coligidos corroboram as correlações formuladas acima e endossam o esquema proposto. Assim, na Bacia do Médio Amazonas, foram alcançados dois granitos (AA-1-AM e RX-2-AM), cujas idades mínimas, segundo as datações K-Ar, são da ordem de 1.800-1.900 Ma, típicas da Província Amazônica Central. Uma terceira amostra coletada (AM-1-AM) é descrita como vulcânica ácida (riolito), devendo corresponder a uma extensão em

subsuperfície do “Grupo” Uatumã. Sua idade, obtida em rocha total pelo método K-Ar, da ordem de 1.100 Ma, é comum para os vulcanitos desse grupo, afetados por perdas importantes de argônio (no evento K’udku).

Finalmente, ainda na Bacia do Médio Amazonas, um conjunto de amostras alcalinas (jacupiranguitos, piroxenitos, sienitos e ultramáficas carbonatizadas) foi alcançado no embasamento dos poços CM-1-PA e CM-2-PA. Três amostras de piroxenitos foram datadas pelo método K-Ar: seus dados analíticos são pobres por causa do baixo conteúdo de potássio das amostras, mas os dados são grosseiramente concordantes, com valor médio da ordem de 450±100 Ma, (tabela 9). Tais resultados não encontram analogia no embasamento vizinho, podendo ser atribuídos a um fenômeno magmático importante, de natureza anorogênica, que afetou a região próxima do eixo da

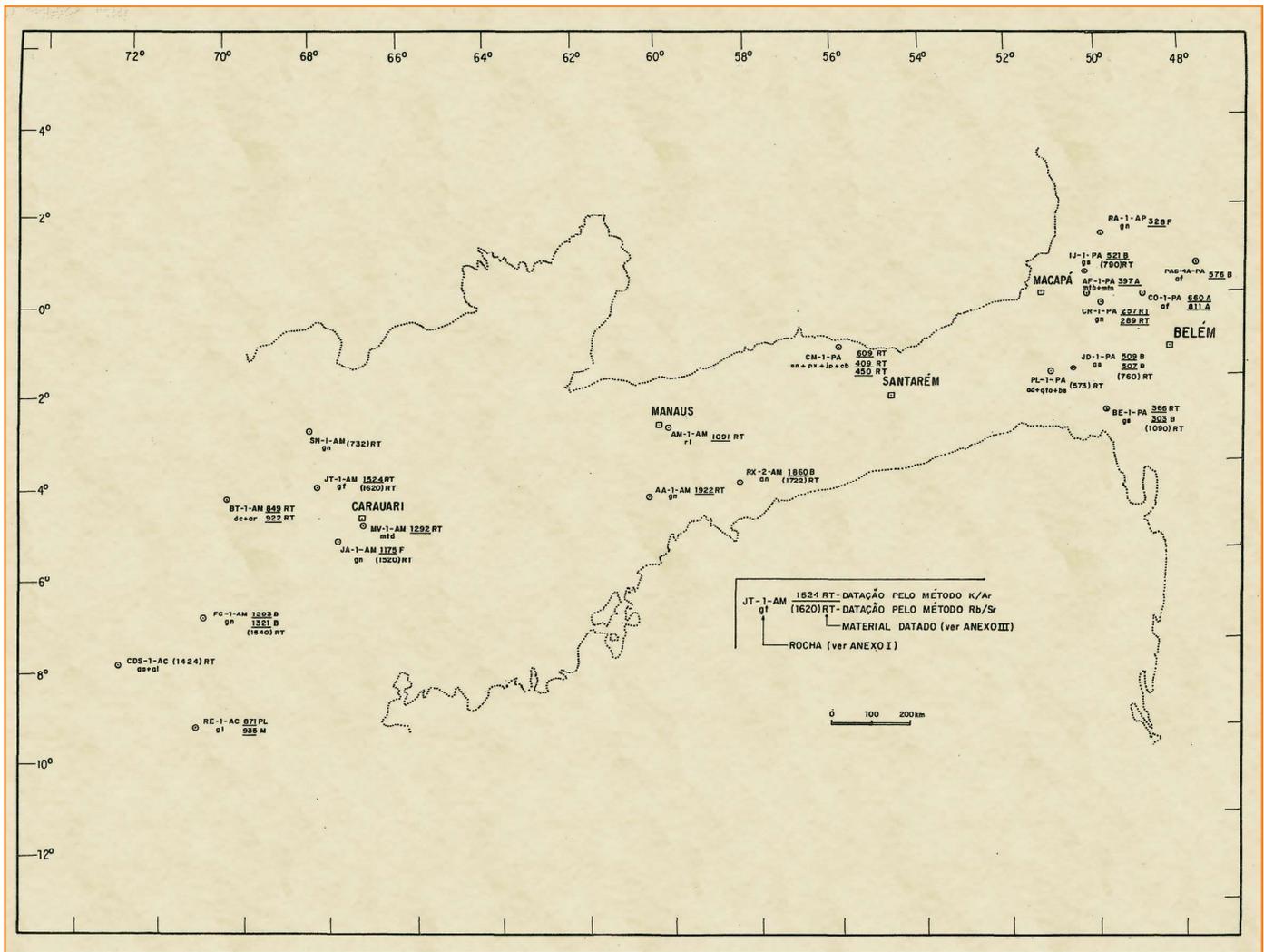


Figura 10

Localização dos poços que atingiram o embasamento, com informações petrográficas e/ou geocronológicas, das Bacias do Acre, Amazonas e Mexiana-Limoeiro.

Figure 10

Location of wells reaching the basement and petrographic and/or geo-chronological information in the Acre, Amazon and Mexiana-Limoeiro Basins.

bacia, no Paleozóico Inferior, possivelmente associada à abertura do rift iniciador da bacia.

No Alto Amazonas, dois poços (JA-1-AM e JT-1-AM) forneceram amostras de rochas graníticas (um granito *stricto sensu* e um granófiro), com datações Rb-Sr compatíveis com os eventos do Arco Magmático Rio Negro-Juruena (1.520-1.620 Ma). Uma terceira amostra (SN-1-AM) revelou um granito, provavelmente anorogênico, com cerca de 730 Ma (tabela 10); analiticamente, o dado é de boa qualidade e indica a formação de granitos no fim do Pré-Cambriano, no oeste amazônico. Finalmente, a amostra do poço MV-1-AM forneceu uma metavulcânica, metamorfoseada em fácies anfífolito, e com idade K-Ar em rocha total da ordem de 1.300 Ma (tabela 9). Tratando-se de rocha feldspática, sujeita a

consideráveis perdas de argônio, o dado representa uma idade mínima.

## principais discontinuidades geotectônicas e estruturais

A ocorrência de falhas ou fraturas policíclicas, com dimensões desde dezenas até milhares de quilômetros de extensão, é uma característica das velhas plataformas reativadas. Estas estruturas, ditas lineagênicas, mostram diferentes tipos de agrupamentos (em paralelo e em série) e atuação multiforme, prolongando-se por períodos de tempo superiores a 1.000 Ma.

Elas constituem meios preferenciais dos eventos e fenômenos de “reativação”, que caracterizam longos estágios paraplateformais. E desses, há registros flagrantes na região da Bacia do Amazonas:

- movimentos diferenciais de blocos, condicionando bacias de sedimentação e fontes supridoras intracratônicas;
- dobramento descontínuo e reticulado das coberturas vulcano-sedimentares proterozóicas;
- magmatismo fissural, subvulcânico (incluindo granitos cratogênicos), explosivo, extrusivo; *traps* de diferente natureza (ácido, básico, intermediário e alcalino) e de diferentes proveniências crustais e subcrustais;
- cataclase e eventos termodinâmicos associados, inclusive rejuvenescimento isotópico (K-Ar principalmente);
- influência decisiva na elaboração do relevo e na implantação da rede hidrográfica; e
- herança tectônica considerável para todos os eventos geológicos ou afins (sedimentares, tectônicos, magmáticos), que sucedem o período de reativações, inclusive em longos períodos ortoplateformais, como no Cenozóico.

Esses processos lineagênicos e todos os seus resultados diretos e indiretos têm no Cráton Amazônico – embasamento e cobertura – exemplos concretos, reiteradamente registrados em trabalhos de levantamentos regionais (por exemplo: Projeto RADAM; Andrade e Cunha, 1971).

Em termos de tempo geológico e processos geodinâmicos, essas estruturas são bastante diversas. Suas ações e reações podem estar relacionadas a atividades orogênicas caracterizadas pelos Ciclos: Transamazônico (2.100-1.800 Ma), Rio Negro-Juruena (1.750-1.500 Ma), Uruçuano (1.400-100 Ma), Brasileiro (750-450 Ma), Caledoniano (Paleozóico Inferior), Herciniano (Paleozóico Superior), Andino (Mesoceno-zóico) – e a várias “reativações” e processos afins, como K’mudku (1.100-900 Ma) e Wealdeniano (220-100 Ma).

As discontinuidades presentes no substrato da Bacia do Amazonas (geotectônicas, rupturais) impuseram certamente condições de subsidência diferentes nos diversos segmentos, quaisquer que tenham sido os processos desencadeadores da formação da bacia. Também, para um substrato heterogêneo e com muitas discontinuidades, devem ser esperadas reações bem diferentes dos

vários compartimentos aos processos tectônicos (Caledoniano, Herciniano, Andino, Wealdeniano) sobrepostos no Fanerozóico.

Os principais sistemas lineagênicos identificados na escala de reconhecimento (projeto RADAM; Petrobras; Mapa Geológico do Brasil, 1982) perfilam direções NE-SW e NW-SE. Eles serão discriminados a seguir, face à repercussão no arcabouço estrutural e na sedimentação da Bacia do Amazonas (fig. 11).

### principais sistemas lineagênicos “nordeste”

#### a) Alto Amazonas

- Serra do Cachorro – Cachimbo-Jatapu-Urupi-Pitanga (Purus)
- Cidade Velha, Alalau, Arco de Rio Branco (*horst*)
- Tacutu, Catrimani-Taiano, Apiaú
- Puruê-Marié, Imeri, Seis Lagos, Uruçuzeiro.

#### b) Médio Amazonas

- Médio Tapajós (entre as localidades de Antiga Aripuanã e Aveiro)
- Alto Parauari
- Lineamento Abacaxis (entre as localidades de Alto Madeira e Alenquer)
- Jari-Falsino, incluindo os segmentos rio Madeira, Barreirinhas, Jangada, Lucas Borges e trechos do Médio Amazonas (Obidos-Parintins).

### principais sistemas lineagênicos “noroeste”

#### a) Alto Amazonas (Faixa Móvel Rio Negro-Juruena)

- Jacamim
- Aripuanã
- Jiparaná
- Serra Traíra.

#### b) Médio Amazonas (Quasicráton do Xingu)

- Sistema Resplendor-Curuá (N40W)
- Paru do Oeste (N 15-30 W)
- Trombetas (N 30-35 W)
- Pitinga (N 45 W)
- Jamari, Ouro Preto-Jatapu (N 40-50 W)
- Camanaú-Urubu, Crepori-Preto da Eva (N 40 W)
- Guopira, Rio Negro, Baependi, Manacapuru, Jamari (N 40-50 W).

#### c) Baixo Amazonas e Mexiana (Faixa Móvel Maroni-Itacaiúnas)

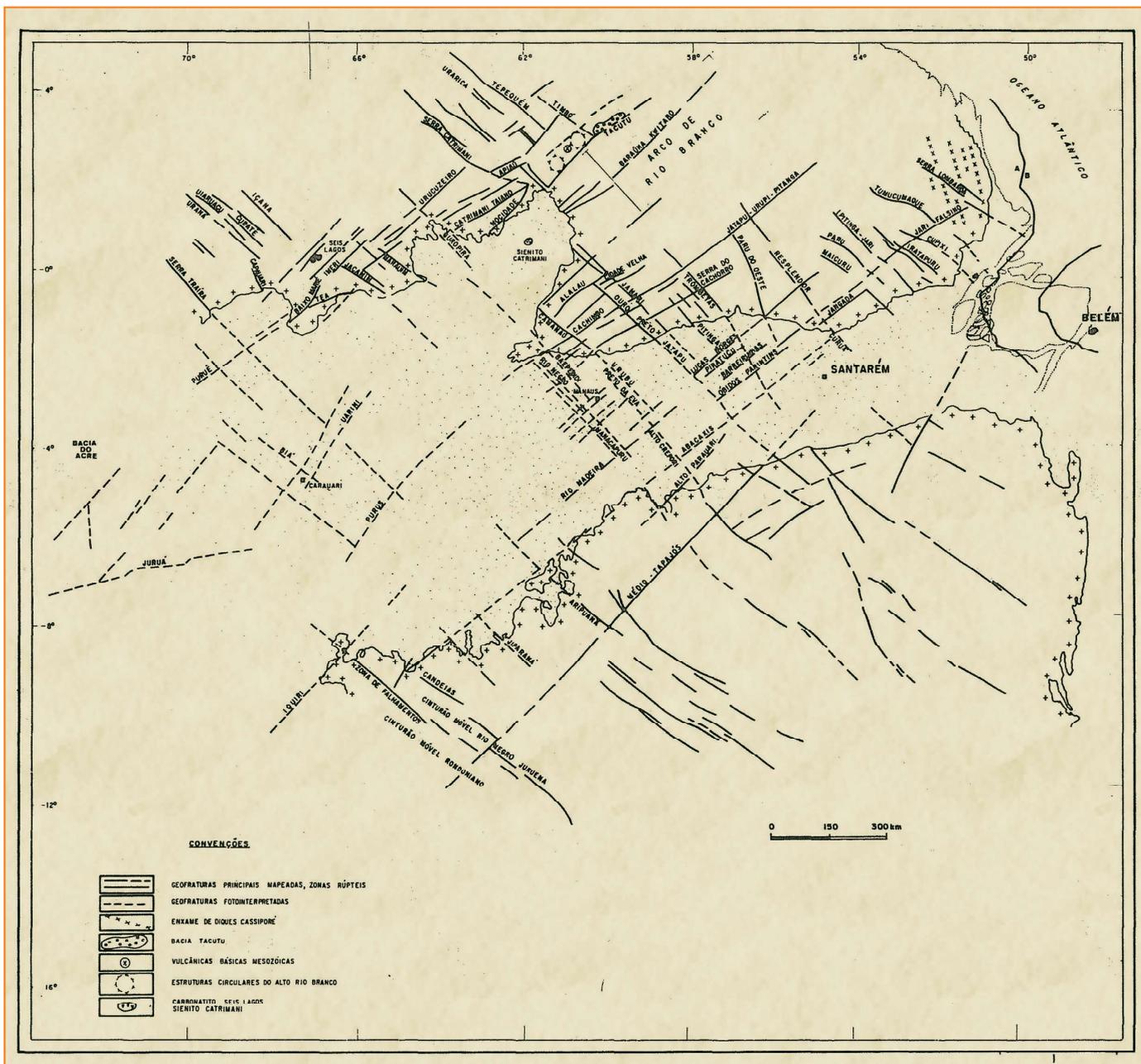


Figura 11 – Principais estruturas lineagênicas do embasamento do Cráton Amazônico e feições associadas.

Figure 11 – Main lineagenic structures of the Amazon Craton basement and associated features.

- Alinhamento Cassiporé (N 5-10 W) -220 Ma
- Serra Lombarda (N 45 W) (gnaisse Tumucumaque)
- Zona Rúptil Tumucumaque-Paru, compreendendo os segmentos: Cupixi, Iratapuru, Ipitinga-Jari, Paru e Maicuru.

### observações sobre a geologia regional

- A melhor fixação de sedimentos silurianos e devonianos se desenvolveu preferencialmente sobre o Quasicráton do Xingu (Bacia do Médio

Amazonas) e se estendeu sobre a Faixa Móvel Maroni-Itacaiúnas (Bacia do Baixo Amazonas);

- É pouco pronunciada a sedimentação siluriana e devoniana sobre a Faixa Móvel Rio Negro-Juruena, indicando ter sido área relativamente alta, quando daquela sedimentação, ou, pelo menos, uma zona com tendência a mobilização constante (não fixação de sedimentos);
- Até o Carbonífero, há evidências de movimentações ao longo da descontinuidade entre a Faixa Móvel Rio Negro-Juruena e o Quasicráton do Xingu (ANDRADE & CUNHA, 1971). Aparentemente, durante o Permiano, houve diminuição na intensidade dessas movimentações (ANDRADE & CUNHA, 1971).

## recomendações de pesquisa

- Reavaliar os dados geológicos (paleogeográficos, estruturais, litofaciológicos) e geofísicos disponíveis, confrontando-os com as principais descontinuidades geotectônicas, geocronológicas e litoestruturais do embasamento, nos diferentes estágios de evolução do assoreamento da bacia;
- Rastrear as grandes descontinuidades geotectônicas de fora para dentro da bacia, visando a verificar a sua repercussão no padrão litoestratigráfico e estrutural, com a utilização de métodos geofísicos complementares; reavaliar os programas geofísicos já existentes em alguns desses lineamentos (p. ex.: Abacaxis);
- Estudar os sistemas lineagênicos discutidos (na bacia e fora dela):
  - reavaliar os sistemas cartografados, em escala de reconhecimento, tendo por objetivo a sua classificação qualificativa e a determinação da natureza dos movimentos;
  - refinar a interpretação de imagens (radar, satélite, convencional). É interessante notar que a escassez de registros de lineamentos N-S e E-W pode ter apenas razões metodológicas;
  - estudar no campo (coleta de amostras, análise estrutural preliminar) e no laboratório (petrografia e microtectônica) as zonas de ruptura mais notórias; verificar tipos e fases

de movimentos, no Pré-Cambriano e Faneozóico, e tipos de padrão de interferência entre elas;

- estudar, em detalhe, as zonas rúpteis ao norte e ao sul da bacia, visando a verificar a viabilidade de rotação entre as Províncias Rio Branco e Tapajós; e
  - qualificar e quantificar as congruências entre as zonas rúpteis fora da bacia e o presente quadro hidrofisiográfico da Bacia do Amazonas; comparar os estudos morfoestruturais dos diferentes setores da bacia com a malha confirmada de lineamentos do seu embasamento;
- Analisar as diversas descontinuidades litoestruturais conjugadas com os mapas geofísicos (gravimetria, paleomagnetismo, sísmica do embasamento) e os mapas de evolução paleogeográfica; e
  - Realizar estudos petrográficos e geocronológicos das amostras (calha e testemunho) das coberturas Pré-Trombetas, tendo por objetivo testar a possibilidade de existência de uma fase *rift* eopaleozóica, à semelhança do que é observado nas demais sinéclises. Procurar integrar estes dados de subsuperfície ao conhecimento em nível regional das áreas de escudo, no tocante à litoestratigrafia das coberturas dobradas pré-silurianas.

## Bacia do Acre

Na classificação de BALLY & SNELSON (1980), a Bacia do Acre representa uma bacia perissutural (*fore-deep*), localizada sobre litosfera rígida, mas associada com a formação de uma megassutura compressional (no caso, o Cinturão Andino). Aparece justaposta à Sub-Bacia do Alto Amazonas, com a qual manteve continuidade durante grande parte da sua evolução sedimentar.

Em território brasileiro, a bacia cobre cerca de 150 000 km<sup>2</sup>, e seu eixo deposicional, de direção submeridiana, situa-se próximo ao limite Brasil/Peru. Sua evolução estrutural é similar a das Bacias pericratônicas da Venezuela, Colômbia, Equador, Peru, Bolívia, Paraguai e Argentina, em que a subsidência

ativa foi condicionada pelo Sistema de Dobramentos Andino. Estas áreas são justamente as regiões continentais de maior potencial petrolífero, de onde provém grande parte das reservas sul-americanas conhecidas (Venezuela, Equador, Peru).

Pelos dados disponíveis, a Bacia do Acre apresenta as mesmas formações do Paleozóico que aparecem no Alto Amazonas (do Siluriano ao Carbonífero), com espessuras geralmente menores. No Mesozóico, a bacia individualiza-se, por força da influência da Zona Tectônica Andina, com a deposição de alguns milhares de metros de sedimentos nas recém-formadas calhas com subsidência ativa, nas proximidades da fronteira peruana. Nesses locais, a profundidade do embasamento é estimada em cerca de 6 000 metros.

## natureza do embasamento

Em consonância com as justificativas apresentadas no capítulo anterior, o embasamento da Bacia do Acre corresponderia a uma extensão do Cinturão Móvel Rondoniano (fig. 9), desenvolvido entre 1 450 e 1 100 Ma (Ciclo Uruçuano), com direções estruturais NW-SE, na borda sul-ocidental da região cratonizada com o término dos eventos tectono-magmáticos do Arco Rio Negro-Juruena. A delimitação entre estas duas unidades maiores é tectônica, segundo uma

grande zona de falhamentos que se projeta sob os sedimentos da bacia (fig. 11).

No Cinturão Rondoniano, rochas gnáissicas e migmatíticas, com granitos associados, constituem os terrenos predominantes. Aparecem também rochas supracrustais associadas, como os metamorfitos Comemoração e os quartzitos Aguapeí, bem como núcleos de granulitos, do Proterozóico Inferior, rejuvenescidos nos eventos do Rondoniano. Finalmente, sequências vulcano-sedimentares como as de Palmeiral e Pacaás Novos, sem deformação importante e sem metamorfismo, de caráter tectônico subsequente, e idades da ordem de 1 100-1 200 Ma, aparecem sobrepostas aos terrenos metamórficos do cinturão. Tais litologias devem ser esperadas pelo menos no embasamento oriental da Bacia do Acre, sendo possível a correlação dos metamorfitos rondonianos com os que ocorrem nas vizinhanças do rio Traíra (Formação Tunuí), perto do limite Brasil/Colômbia.

Em apenas quatro amostras disponíveis do embasamento, foram realizados estudos petrográficos (tabela XI) e levantados os dados geocronológicos existentes (tabelas XII e XIII). Os resultados obtidos são coerentes com a interpretação formulada de continuidade da Faixa Móvel Rondoniana, por toda a extensão ocidental da Amazônia.

A única amostra de natureza granítica é aquela relativa ao poço FG-1-AM, e seus resultados Rb-Sr e

Poço	Prof. (m)	Rocha	Mineralogia (Anexo II)	Estrutura (Anexos II e IV)	Observações (Anexos II e V)
2-BT-1-AM	1 205,9	dacito pórfiro	qz, pl	cavidades c/clorita	cataclase bi cloritizada
2-BT-1-AM	1 236	dacito pórfiro	qz, pl, cl	cavidades c/clorita	
2-BT-1-AM	1 283,3	dacito pórfiro	qz, pl, bi, cl		
2-BT-1-AM	1 388,3	dacito pórfiro	qz, pl, cl	cavidade c/clorita	
2-BT-1-AM	1 416	arenito feldspato	qz, pl, kf, cl	leitos de material carbonoso	
2-BT-1-AM	1 463,6	dacito pórfiro	qz, pl	veio qz	granulito (anfibolitizado)
2-CDS-1-AC	2 638,6	gnaisse	pl, hb, bi, qz	foliação	
2-CDS-1-AC	2 653	granulito	pl, hb, bi, qz, hy, cpx	bandamento	f. granulito (anfibolitizado)
2-FG-1-AM	2 025,5	granito	qz, kf, pl, bi	fenocristais kf	bi alt.
2-RE-1-AC	715,3	granulito	pl, qz, hy, cpx, gr	foliação	f. granulito (anfibolitizado)

Tabela 11 – Síntese petrográfica das rochas do embasamento da Bacia do Acre.

Table 11 – Petrographic Synthesis of Acre Basin basement rocks.

Poço	Prof. (m)	Rocha	Material	N.º Lab.	% K	Ar <sup>40</sup> rad., cc STP/g	% Ar <sup>40</sup> atm	Idade (m.a.)
BT-1-AM	1 205,9	dacito pórfiro	RT	1 384	0,273	1,30 E-05	57,86	922 ± 60
BT-1-AM	1 388,3	dacito pórfiro	RT	4 753	2,1918	92,17 E-06	4,21	849 ± 25
FG-1-AM	2 025,0	granito	biotita	—	—	—	—	1 293 ± 18
FG-1-AM	2 025,5	granito	biotita	1 442	1,964	14,970 E-05	5,39	1 321 ± 50
RE-1-AC	715,0	granulito	plagioclásio	—	—	—	—	871 ± 10
RE-1-AC	715,3	granulito	muscovita	1 372	3,458	16,680 E-05	1,21	935 ± 39

Tabela 12 – Datações K/Ar em amostras do embasamento da Bacia do Acre.

Table 12 – K-Ar dating of Acre Basin basement samples.

Poço	Prof. (m)	Rocha	Material	N.º Lab.	Rb (ppm)	Sr (ppm)	Rb <sup>87</sup> /Sr <sup>86</sup>	Sr <sup>87</sup> /Sr <sup>86</sup>	Idade conv. (m.a. *)
CDS-1-AC	2 638,3	gnaisse	RT	—	146,9	59,0	7,31	0,8544	1 424 ± 47
FG-1-AM	2 025,3	granito	RT	MIT-7288	172,4	109,0	4,63	0,8083	1 540

\* R.I. = 0,705  
 $\lambda = 1,42 \times 10^{-11} \text{ anos}^{-1}$

Tabela 13 – Datações Rb/Sr em amostras do embasamento da Bacia do Acre.

Table 13 – Rb-Sr dating of Acre Basin basement samples.

K-Ar são compatíveis com o esquema de evolução proposto. A idade aparente Rb-Sr, se calculada com uma razão inicial Sr<sup>87</sup>/Sr<sup>86</sup> da ordem de 0,710-0,715, usual em muitas rochas graníticas rondonianas, seria da ordem de 1 540 Ma, compatível com a fase sintectônica do cinturão. Dois resultados K-Ar, obtidos na biotita da mesma rocha, indicam idades de resfriamento da ordem de 1 300 Ma.

A amostra BT-1-AM é de natureza vulcânica (dacito pórfiro), e foi datada em rocha total, através de duas determinações K-Ar concordantes, dentro do erro experimental, com valor médio próximo de 890 Ma. Considerando aqui também a possibilidade de perdas de argônio em virtude de o material ser pouco retentivo, a idade mínima obtida sugere a existência de uma sequência vulcano-sedimentar subsequente, como a de Palmeiral.

Duas amostras (CDS-1-AC e RE-1-AC) representaram rochas de alto grau de metamorfismo ( fácies granulito), e as datações obtidas coadunam-se com núcleos de rochas antigas, policíclicas, no interior da Faixa Rondoniana, rejuvenescidas isotopicamente. Isto é indicado tanto pelas datações K-Ar nos

minerais separados da amostra RE-1-AC (resultados por volta de 900 Ma), como na única datação Rb-Sr em rocha total da amostra CDS-1-AC, um granulito anfibolitizado, que apresentou idade aparente de 1 420 Ma.

## provincia costeira e margem continental: Atlântico Equatorial

### Plataforma do Amapá

#### natureza do embasamento

A Plataforma do Amapá se dispõe sobre a borda leste do Cráton Amazônico, mais precisamente em

paralelo às estruturas da Faixa Móvel Maroni-Itacaiúnas, do Proterozóico Inferior. É interessante registrar a congruência entre a extensão da zona cratônica e a Plataforma do Amapá, o que se repete mais ao sul, na Plataforma do Pará-Ilha de Santana (fig. 12) e em vários trechos da plataforma continental.

## principais descontinuidades geotectônicas e estruturais

Não são conhecidas descontinuidades estruturais e geotectônicas importantes do embasamento antigo que tenham projeção para a Plataforma do Amapá. As linhas estruturais (NW-NNW) do embasamento da Faixa Maroni-Itacaiúnas e os cataclasitos da Serra Lombarda formam ângulo pequeno com a direção geral da plataforma. As linhas de fraqueza do embasamento, entretanto, se projetam para além dela, em demanda da Fossa de Mexiana (fig. 12).

É importante registrar a presença de idades Rb-Sr e K-Ar da ordem de 300-500 Ma em rochas graníticas e gnáissicas (tabelas XIV, XV e XVI), ao longo de lineamentos N-NW, na Fossa de Mexiana, tangenciais à costa do Amapá. As litologias e suas idades podem dizer respeito a uma ligação prévia Tocantins-Rockelides (Oeste da África) de direção NS-NNW, a partir da qual se teria iniciado o processo de evolução da margem continental amapaense. Nessas condições, o enxame de diques de Cassiporé (Permo-Triássico) estaria, até certo ponto, condicionado a estruturas preexistentes, pan-africanas tardias.

## recomendações de pesquisa

- a) Efetuar estudos estruturais, petrológicos e geocronológicos das supracrustais do Oiapoque; comparar os resultados com os das Faixas Rockelides, Tocantins e Maroni-Itacaiúnas;
- b) Integrar os dados geológicos e geocronológicos do Oiapoque, Mexiana (subsuperfície) e Baixo Tocantins, para avaliar a importância desta estruturação no desenvolvimento da margem continental; e
- c) Realizar estudos petrográficos e geocronológicos de amostras de subsuperfície do embasamento da bacia (testemunho ou calha) para ampliar os conhecimentos das litologias com idades na faixa 300-600 Ma.

## Bacia de Mexiana-Limoeiro

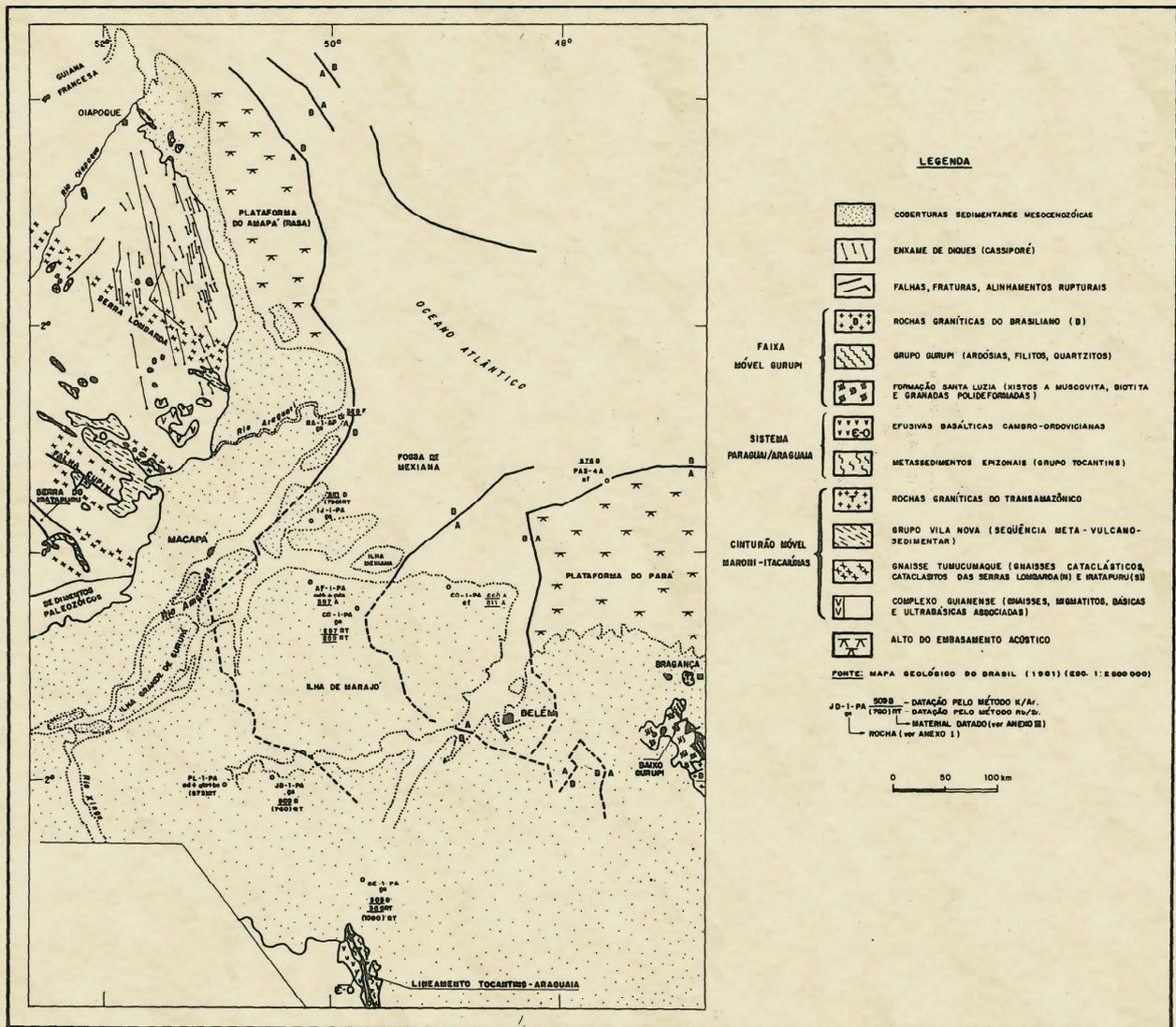
### natureza do embasamento

O Sistema Aulacogênico Mexiana-Limoeiro achase disposto frontalmente à zona de junção do Cráton Amazônico com o Sistema de Dobramentos Tocantins-Araguaia (Rockelides/Gurupi?). Na região, o Cráton consiste em estruturas do embasamento (Complexo Guianês, gnaisses, migmatitos, granodioritos, cataclasitos) e do Sistema Maroni-Itacaiúnas (quartzitos, xistos, formações ferríferas e manganésíferas) (fig. 12).

Para leste, o conhecimento do embasamento é reduzido, tanto em superfície quanto em subsuperfície. Ainda assim, pode-se observar a disposição geológica do Aulacógeno Mexiana-Limoeiro como frontal ao Cráton de São Luís (Oeste Africano) com os metassedimentos da Faixa Gurupi, no Maranhão, com trend estrutural NW-SE (fig. 12).

O embasamento da bacia foi amostrado em nove poços localizados na Fossa de Mexiana. As amostras coletadas foram submetidas a estudos petrográficos (tabela XIV) e geocronológicos (tabelas XV e XVI).

Apenas o poço PL-1-PA, situado sobre o *Horst* de Guarupá, que separa as Bacias do Amazonas e Mexiana-Limoeiro, alcançou metamorfitos de baixo grau (ardósias e quartzitos) de idade brasileira (Faixa Móvel Araguaia-Tocantins). As demais perfurações recuperaram rochas metamórficas de fácies anfibolito e granitos (tabela XIV e figs. 10 e 12). Constatam-se gnaisses hornblêndicos e biotíticos, gnaisses com silimanita, anfibolitos, metagabros e metanoritos. A julgar por algumas determinações isotópicas K-Ar e Rb-Sr, como no caso do anfibolito do poço CO-1-PA e dos gnaisses dos poços BE-1-PA, IJ-1-PA e JD-1-PA, trata-se provavelmente de material mais antigo que o Brasileiro, talvez integrante da Faixa Móvel Maroni-Itacaiúnas (Transamazônico). As idades K-Ar mostram, entretanto, que a região foi afetada por evento tectono-termal do final do Ciclo Brasileiro (гнаisses dos poços IJ-1-PA, JD-1-PA e anfibolito do poço PAS4-A). Por outro lado, o metanorito do poço AF-1-PA, o gnaisse do poço BE-1-PA e os granitos dos poços CR-1-PA e RA-1-PA mostram idades K-Ar entre 300 e 400 Ma. Isto parece indicar a participação do embasamento da Fossa de Mexiana em evento tectono-termal do Paleozóico (Herciniano?), podendo ser reflexo da evolução da Faixa dos Mauritanides, no Oeste Africano.



### principais descontinuidades geotectônicas e estruturais

O Sistema Mexiana-Limoeiro se dispõe de forma transversal aos distintos domínios geotectônicos e geocronológicos, com destaque tanto para os Crátons Amazônico e São Luís quanto para as Faixas Móveis Brasilianas Tocantins e Gurupi. As descontinuidades geotectônicas observadas em escala regional são ainda pobremente conhecidas, de forma direta, no substrato da bacia.

Do ponto de vista estrutural, muitas das descontinuidades registradas nas unidades geotectônicas vizinhas podem ser projetadas para o substrato da bacia.

Advindas do Cráton Amazônico, especificamente da sua Faixa Maroni-Itacaiúnas, cabe destacar (fig. 12):

- a) Serra do Iratapuru (*horst*), estrutura do embasamento cuja projeção coincide com o *horst* de Gurupá;

Figura 12

Mapa geológico-geotectônico esquemático do embasamento das plataformas do Amapá e Pará.

Figure 12

Schematic geological-geotectonic map of the basements of the Amapá and Pará platforms.

Poço	Prof. (m)	Rocha	Mineralogia (Anexo II)	Estrutura (Anexos II e IV)	Observações (Anexos II e V)
1-AF-1-PA	2 691,9	metagabro	pl, cpx, hb, bi	mosaicos envolvendo relíquias granulares	f. anfibolito
1-AF-1-PA	2 777,6	metanorito	pl, hy, hb, bi	mosaicos envolvendo relíquias granulares	f. anfibolito
2-BE-1-PA	643,3	gnaisse	qz, pl, kf, bi	foliação/cataclase	f. anfibolito
2-CO-1-PA	1 466,8	anfibolito	hb, pl, bi	foliação	f. anfibolito, pl, hb, bi alt.
2-CO-1-PA	1 475,9	anfibolito	pl, hb, bi, qz	foliação	f. anfibolito, pl, hb, bi alt.
2-IJ-1-PA	1 962,8	gnaisse	qz, pl, hb, bi	bandamento	f. anfibolito
2-IJ-1-PA	2 017,8	gnaisse	qz, pl, hb, bi	bandamento	f. anfibolito
2-JD-1-PA	1 291,4	gnaisse	qz, pl, bi, mu, sil	foliação	f. anfibolito
2-PL-1-PA	?	basalto	pl, cpx, op, se, sa		ol alt.?
2-PL-1-PA	947	quartzito	qz, mu, bi	foliação	f. xisto verde
2-PL-1-PA	979(A)	quartzito	qz, cl	foliação	f. xisto verde
2-PL-1-PA	979(B)	quartzito	qz, se, cl	clivagem	f. xisto verde
1-PAS-4A-PA	2 100,4	anfibolito	pl, hb, bi, ca	foliação, ca em fraturas	f. anfibolito

Tabela 14 – Síntese petrográfica das rochas do embasamento da Bacia Mexiana-Limoeiro.

Table 14 – Petrographic Synthesis of Mexiana-Limoeiro Basin basement rocks.

Poço	Prof. (m)	Rocha	Material	N.º Lab.	% K	Ar <sup>40</sup> rad., cc STP/g	% Ar <sup>40</sup> atm	Idade (m.a.)
AF-1-PA	2 777,6	metanorito	anfíbólio	1 582	0,530	0,925 E-05	41,45	397 ± 31
BE-1-PA	643,3	gnaisse	biotita	—	4,641	(0,1088 ppm)		303 ± 11 (EUA)
BE-1-PA	643,3	gnaisse	RT	1 456	3,682	5,23 E-05	3,57	366 ± 16
CO-1-PA	1 475,9	anfibolito	anfíbólio	1 380	0,830	2,641 E-05	36,23	660 ± 38
CO-1-PA	1 475,9	anfibolito	anfíbólio	650	0,510	2,061 E-05	9,22	811 ± 20
CR-1-PA	4 012,0	granito	RT	1 528	1,054	1,158 E-05	31,05	257 ± 18
CR-1-PA	4 012,0	granito	RT	1 529	1,054	1,131 E-05	49,87	289 ± 24
IJ-1-PA	1 962,8	gnaisse	biotita	1 376	7,579	18,140 E-05	10,73	521 ± 25
JD-1-PA	1 291,4	gnaisse	biotita	649	8,130	18,91 E-05	2,70	509 ± 15
JD-1-PA	1 291,4	gnaisse	biotita	1 377	7,629	17,71 E-05	12,87	507 ± 25
PAS-4A-PA	2 100,4	anfibolito	biotita	2 079	1,202	3,23 E-05	8,52	576 ± 9
RA-1-PA	1 453,0	granito	feldspato	1 386	11,242	16,080 E-05	16,92	328 ± 17

Tabela 15 – Datações K/Ar em amostras do embasamento da Bacia Mexiana-Limoeiro.

Table 15 – K-Ar dating of Mexiana-Limoeiro Basin basement samples.

Poço	Prof. (m)	Rocha	Material	N.º Lab.	Rb (ppm)	Sr (ppm)	Rb <sup>87</sup> /Sr <sup>86</sup>	Sr <sup>87</sup> /Sr <sup>86</sup>	Idade conv. (m.a. *)
BE-1-PA	643,3	gnaisse	RT	6 368	146,7	144,5	2,95	0,7510	1 090 ± 60
IJ-1-PA	1 962,8	gnaisse	RT	MIT-7289	108,1	232,0	1,327	0,7203	790
JD-1-PA	1 291,4	gnaisse	RT	MIT-7292	104,7	135,2	2,207	0,7294	760
PL-1-PA	979,7	ardósia	RT	6 369	200,6	115,2	5,06	0,7463	573 ± 35

\* R.I. = 0,705  
 $\lambda = 1,42 \times 10^{-11} \text{ anos}^{-1}$

Tabela 16 – Datações Rb/Sr em amostras do embasamento da Bacia Mexiana-Limoeiro.

Table 16 – Rb-Sr dating of Mexiana-Limoeiro Basin basement samples.

- b) Falha do Cupixi e cataclastos (“gnaisse Tumucumaque”) associados;
- c) Zona Rúptil (cataclasto) da Serra Lombarda; e
- d) Falhas delineantes dos *schist belts* da Faixa Maroni Itacaiúnas.

Na parte sul, merece destaque o Lineamento Tocantins-Araguaia, caracterizado por falhas policíclicas, lineamento magnético e alinhamento de ígneas básicas. Sua projeção para norte coincide com a zona ocidental lideira do sistema sedimentar cretácico.

Na parte leste, as informações sobre o embasamento são muito escassas. Os Sistemas de Falhas do Baixo Gurupi (NW-SE) (figs. 12 e 13) são muito importantes, mas não se pode ainda inferir participação dessas falhas na tectônica da bacia.

### recomendações de pesquisa

- a) Integrar os dados geológicos e geocronológicos do Oiapoque, Mexiana (subsúrfície), Baixo Tocantins e Gurupi. Avaliar as diversas hipóteses de estruturação dessas unidades, com relação ao desenvolvimento tectono-estratigráfico da bacia;
- b) Efetuar o zoneamento gravimétrico da zona do embasamento frontal às Falhas Iratapuru, Cupixi, Tumucumaque e Lombarda, e avaliar a herança tectônica dessas linhas de sutura no arcabouço estrutural e evolução da bacia; e
- c) Complementar o conhecimento geocronológico e petrográfico do embasamento da bacia, utilizando inclusive amostras de calha.

## bacias da Plataforma do Pará-Ilha de Santana e São Luis-Viseu-Bragança

### natureza do embasamento

A Plataforma do Pará-Ilha de Santana, que constitui um alto do embasamento acústico, se dispõe paralelamente às estruturas do Cráton de São Luís, representado por um complexo gnáissico-migmatítico do Arqueano ao Proterozóico Inferior. O limite oeste deste alto do embasamento acústico (meridiano de Belém)

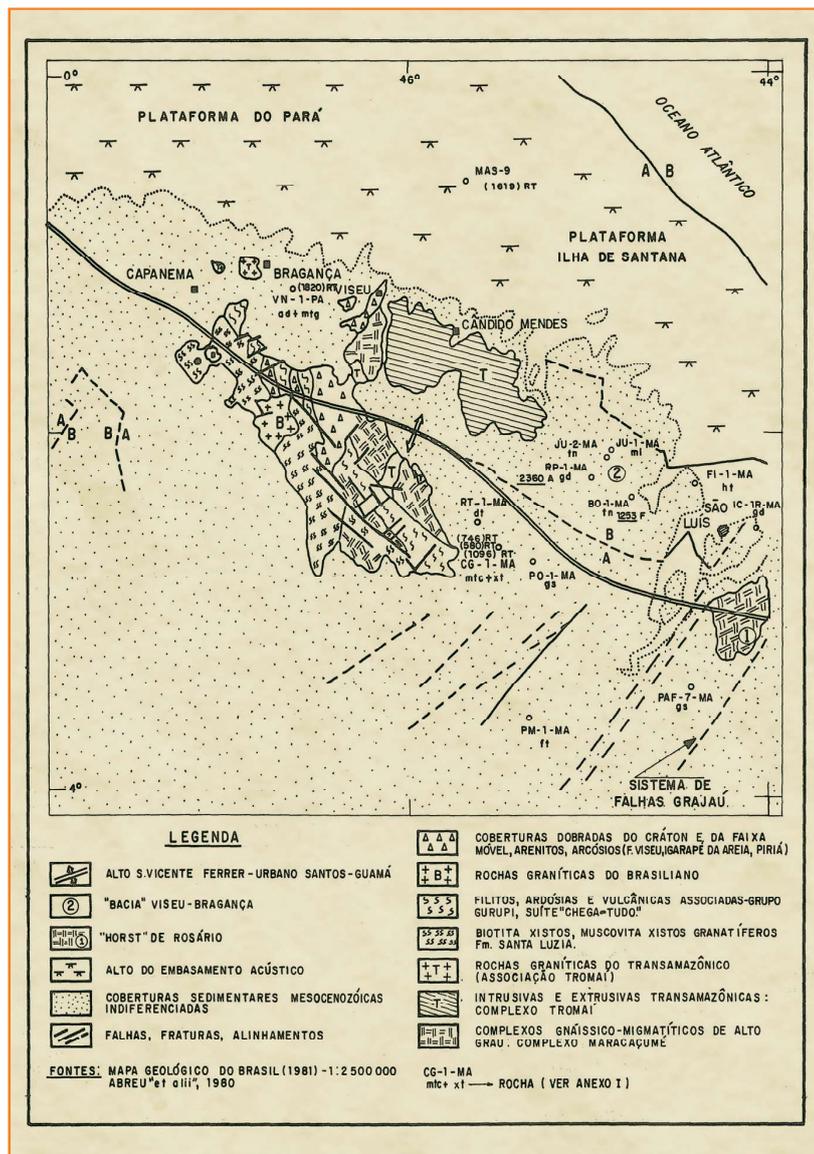


Figura 13

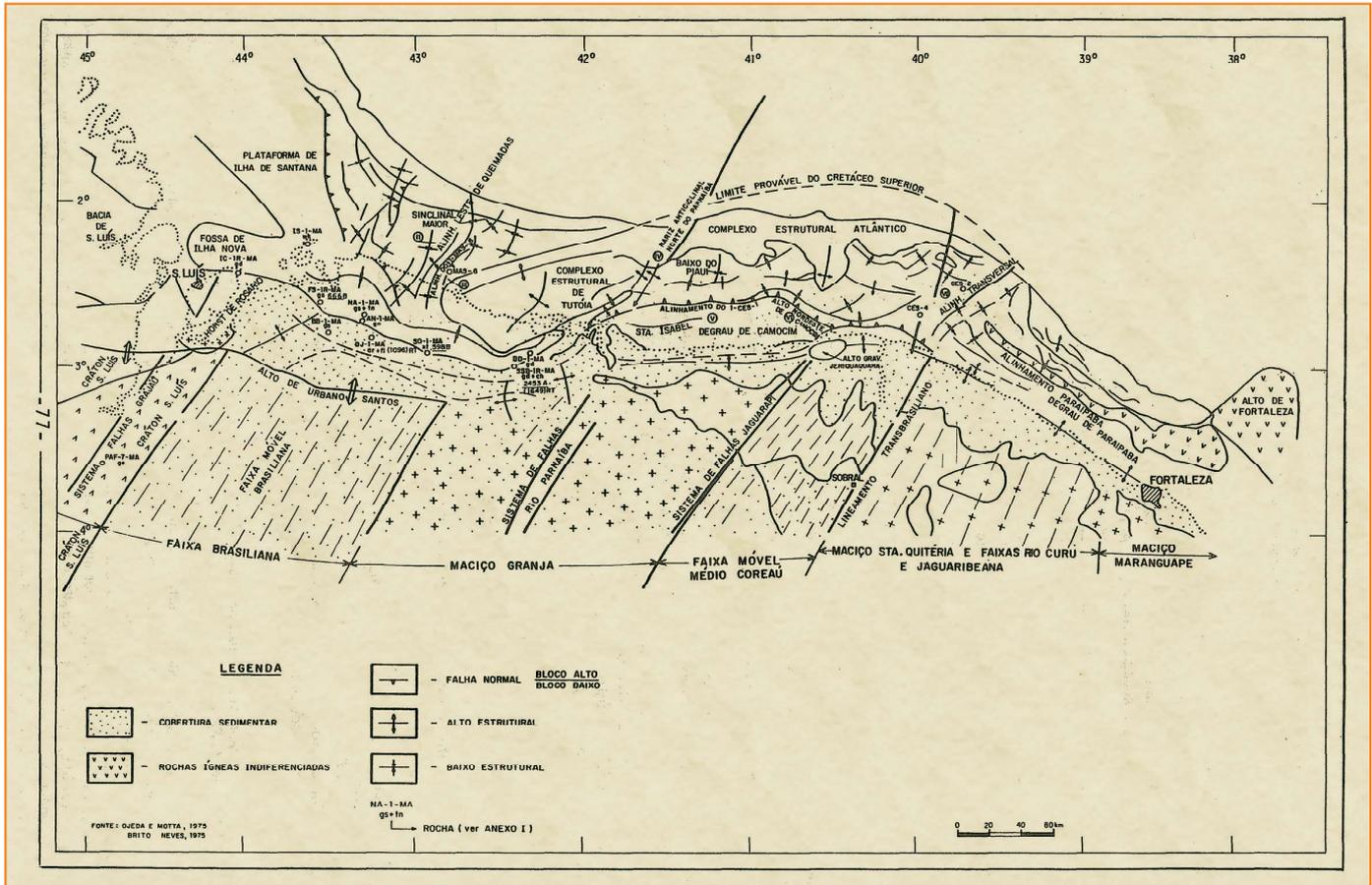
Mapa geológico-geotectônico esquemático do embasamento da Bacia São Luis-Bragança.

Figure 13

Schematic geological-geotectonic map of the São Luis-Bragança basin basement.

não tem estruturas pré-cambrianas conhecidas às quais se possa referir (fig. 12). O limite leste da plataforma está marcado pelo início da zona de regeneração brasileira, a leste de São Luís (figs. 13 e 14). Essa delimitação se acha balizando uma descontinuidade estrutural antiga do embasamento, reativada no Mesozóico: a Falha do Rio Grajaú (CUNHA & CARNEIRO, 1972).

No interior da zona cratônica, o ramo principal do Alto São Vicente Ferrer e a chamada Fossa São Luis-Viseu-Bragança se orientam segundo a mesma direção NW. A área de exposição do embasamento (Alto de São Vicente Ferrer) é marcada por falhamentos NW, que demarcam a borda sul do Cráton de São Luís. As



**Figura 14**  
Mapa geológico-geotectônico do embasamento das Bacias de Barreirinhas-Piauí-Ceará.

**Figure 14**  
Geological-geotectonic map of the basement of the Barreirinhas-Piauí-Ceará basins.

falhas que delimitam a fossa supramencionada guardam marcante paralelismo com o sistema de falhas pré-cambrianas que cortam as unidades Maracaçumé, Santa Luzia e Gurupi. A borda norte do Graben São Luís-Bragança está marcada pela presença de intrusivas granitóides da associação anorogênica de Tromai (Transamazônico).

O nível de conhecimento do embasamento da região é ainda insatisfatório, sobretudo pela presença de extensas coberturas mesocenozóicas, que muito dificultam o seu estudo.

Nas amostras dos nove poços que atingiram o embasamento da Bacia de São Luís-Viséu-Bragança foram realizadas análises petrográficas (tabela XVII) e geocronológicas (tabelas XVIII e XIX). Oito desses poços, localizados sobre a área cratônica de São Luís, recuperaram gnaisses, granodioritos, tonalitos, dioritos e hornblenditos típicos desse contexto geológico. O tonalito do poço BO-1-MA forneceu idade K-Ar ao redor de 1 250 Ma em feldspato potássico, provavelmente afetado por perda de argônio; e a hornblenda

do granodiorito do poço RP-1-MA indicou idade K-Ar mínima de 2360 Ma. Além disso, foram alcançados metamorfitos de baixo grau nos poços MAS-9 (calcixisto) e VN-1-PA (ardósia, metagrauvaca) com idades Rb-Sr indicativas do Ciclo Transamazônico.

O poço CG-1-MA recuperou metaconglomerados e xistos verdes, com idades Rb-Sr mostrando a influência brasileira, e que, aparentemente, fazem parte da Faixa Gurupi.

### principais discontinuidades geotectônicas e estruturais

As discontinuidades geotectônicas conhecidas do embasamento, a leste e oeste, correspondem aos próprios limites do domínio sedimentar em análise.

A borda sul do Cráton de São Luís e seu limite com os metassedimentos de Gurupi são marcados por um conjunto de falhamentos longitudinais. A extensão lateral dessas falhas não é conhecida.

Os altos interiores (São Vicente Ferrer e Cândido Mendes) e a Fossa Bragança-São Luís, como foi

Poço	Prof. (m)	Rocha	Mineralogia (Anexo II)	Estrutura (Anexos II e IV)	Observações (Anexos II e V)
1-BO-1-MA	3 360	tonalito	pl, qz, cl, ep, ca	fratura c/cl, ep, ca	f. anfibolito
2-CG-1-MA	1 683	metaconglomerado	qz, pl, ca, ep, bi, cl, mu	seixos de quartzito, diorito, granodiorito	f. xisto verde
2-CG-1-MA	1 685	metaconglomerado	qz, ca, cl, se, bi, ep, ab	seixos de quartzito, chert, metassilito, quartzito	f. xisto verde
2-CG-1-MA	1 719,8	xisto verde	pl, cpx, qz, se, ep, ab, cl	reliquias pl, cpx	(meta-andesito?)
2-FI-1-MA	1 078,7	hornblendito	hb	xistosidade	f. xisto verde
1-JU-1-MA	1 396,35	milonito	qz, pl, kf, cl, ep, bi	foliação	f. anfibolito
1-JU-2-MA	2 010,5	tonalito	qz, pl, cl, ep, se	milonitização	granodiorito(?)
1-MAS-9	2 161(A)	calcixisto	mu, qz, ca, bi	xist. S1/S2, crenulação	alt. pronunciada
1-MAS-9	2 161(B)	calcixisto	mu, qz, ca, bi	xistosidade, cataclase	f. xisto verde
1-MAS-9	2 161(C)	calcixisto	qz, ca, mu, bi	xistosidade, cataclase	f. xisto verde
1-MAS-9	2 161,5	calcixisto	mu, bi, ca, qz, ep	xistosidade	f. xisto verde
1-MAS-9	2 163,5	calcixisto	qz, mu, ca, bi	xistosidade, microfalhas	f. xisto verde
1-MAS-9	2 165,5	calcixisto	qz, mu, ca, bi	xist. S1/S2, crenulação	f. xisto verde
1-MAS-9	2 168,5	calcixisto	qz, mu, ca, bi	xistosidade	f. xisto verde
1-MAS-9	2 169,5	calcixisto	qz, mu, ca, bi	xistosidade, cataclase	f. xisto verde
1-PO-1-MA	1 064	gnaisse	qz, pl, bi, gra, si	foliação	f. anfibolito
1-RP-1-MA	2 232,5	granodiorito	qz, kf, pl, hb, bi	foliação	pl, hb, bi alteradas
1-RT-1-MA	2 236,5	diorito(?)	pl, cl, op, ca, ep		alt. pronunciada
2-VN-1-PA	2 067,3	ardósia	qz, se, cl, ep, mc	acamamento rítmico	f. xisto verde
2-VN-1-PA	2 048,25	metagrauvaca	qz, pl, ab, mu, cl, ep	xistosidade	f. xisto verde

Tabela 17 – Síntese petrográfica das rochas do embasamento das bacias sedimentares da costa do Pará-Maranhão.

Table 17 – Petrographic Synthesis of basement rocks from sedimentary basins off the coast of Pará-Maranhão.

Poço	Prof. (m)	Rocha	Material	N.º Lab.	% K	Ar <sup>40</sup> rad., cc STP/g	% Ar <sup>40</sup> atm	Idade (m.a.)
BO-1-MA	3 360,0	tonalito	K-feldspato	—	0,587	(0,07451 ppm)	—	1 253 ± 47 (EUA)
RP-1-MA	2 232,5	granodiorito	anfíbólio	699	0,599	12,66 E.05	4,0	2 360 ± 300

Tabela 18 – Datações K/Ar em amostras do embasamento da Bacia de São Luís.

Table 18 – K-Ar dating of São Luís Basin basement samples.

mencionado, acompanham a direção das estruturas do embasamento. O Alto São Vicente Ferrer representa, em grande parte, a manifestação epirogenética positiva do núcleo cratônico de São Luís.

### recomendações de pesquisa

a) Intensificar os estudos geológicos, com ênfase na petrologia e geocronologia nas poucas frações expostas do embasamento e em todo tipo de testemunhagem disponível;

O isolamento dessas pequenas áreas de exposição de rochas pré-cambrianas tem causa tectônica. A correlação para norte (Rockelides), sudoeste (Tocantins) e/ou sudeste (Médio Core-aú) carece de muitos subsídios ainda;

b) Estudar as coberturas dobradas de plataforma (Formações Piriá, Igarapé da Areia, Sequência Pré-Cretácica de São Luís, etc.), com vistas à correlação das Bacias de Jaibas-Jaguarapi-Monte do Carmo com as coberturas do Cráton Oeste

Poço	Prof. (m)	Rocha	Material	N.º Lab.	Rb (ppm)	Sr (ppm)	Rb <sup>87</sup> /Sr <sup>86</sup>	Sr <sup>87</sup> /Sr <sup>86</sup>	Idade conv. (m.a. *)
CG-1-MA	1 683,0	metaconglomerado	RT	—	?	?	1,51	0,7282	1 096 ± 104
“	1 685,0	matriz do metaconglomerado	RT	6 371	65,5	107,4	1,77	0,7196	580 ± 91
“	“	porfinoclasto do metaconglomerado	RT	—	47,0	171,7	0,80	0,7135	746 ± 192
MAS-9-MA	2 168,5	calcixisto	RT	6 372	85,3	93,8	2,65	0,7666	1 619 ± 82
VN-1-PA	2 067,3	ardósia	RT	MIT-7293	155,6	273,7	1,624	0,7483	1 820

\* R.I. = 0,705  
 $\lambda = 1,42 \times 10^{-11} \text{ anos}^{-1}$

Tabela 19 – Datações Rb/Sr em amostras do embasamento das bacias sedimentares da costa do Pará-Maranhão.

Table 19 – Rb-Sr dating of basement samples from sedimentary basins off the coast of Pará-Maranhão.

Africano, objetivando a identificação de *paleo-rifts* e estruturas afins; e

- c) Acompanhar, de NW para SE (para o interior das bacias sedimentares), com apoio geofísico, as zonas cataclásticas que encaixam a Suíte “Chega-Tudo” (proterozóico Médio) na Faixa Gurupi.

## bacias de Barreirinhas-Piauí-Ceará

### natureza do embasamento

O cortejo de sedimentação da margem continental entre São Luís e Fortaleza apresenta uma série de feições geológico-estruturais que permitem tratá-lo em separado, considerando inclusive o embasamento sotoposto.

Em primeiro lugar, deve ser ressaltada a pequena proporção de áreas emersas (parte de Barreirinhas), dificultando assim que se estabeleça o relacionamento com o substrato pré-cambriano em diversos campos.

A faixa sedimentar se dispõe na margem do Cráton de São Luís, acobertando vários segmentos litoestruturais distintos da Província Borborema, como o Maciço de Granja, a Faixa Médio Coreaú, o Maciço de Santa Quitéria, as Faixas Rio Curu-Independência e Jaguaribeana, além de altos interiores menores (fig. 14).

Quase sempre a disposição das linhas estruturais do embasamento é diagonal à linha de costa. Há seções em que essas linhas estruturais coincidem e se ajustam às principais feições estruturais regionais conhecidas na bacia costeira, podendo-se apontar, sem generalizar, trechos onde há sugestivos exemplos de interdependência tectônica.

Do ponto de vista estrutural, o conjunto de bacias mostra seções alternadas e distintas, com estruturação NE-SW e E-W. As primeiras são mais estreitas e bem definidas, sendo claras as injunções do arcabouço do embasamento (fig. 14).

O embasamento da Bacia de Barreirinhas, alcançado em dez poços, consiste em uma associação de rochas gnáissicas e graníticas (granito, granodiorito, tonalito) (tabela XX). São encontrados também xistos e filitos (SO-1-MA, BJ-1-MA) e o poço IS-1-MA perfurou arenitos feldspáticos e líticos, supostos de idade pré-devoniana.

São escassas as datações disponíveis para a área (tabelas XXI e XXII). As biotitas do gnaiss do poço FS-1R-MA e do xisto do poço SO-1-MA indicaram idades K-Ar correspondentes ao Ciclo Brasileiro. A determinação Rb-Sr convencional do filito do poço BJ-1-MA indica a possibilidade de idade mais antiga, ao redor de 1.000 Ma. Já o granodiorito e o possível charnoquito do poço SSB-1R-MA indicam um núcleo mais antigo no interior das estruturas brasileiras (Maciço de Granja), a julgar pelas determinações K-Ar de 2450 Ma e Rb-Sr de 1 650 Ma. Assim, os dados de subsuperfície ratificam e reforçam o conhecimento geocronológico do Maciço de Granja como fragmento crustal eoproterozóico e arqueano, remobilizado (aquecido) no Ciclo Brasileiro. A articulação das faixas móveis brasileiras, a leste e oeste desse maciço, como a do Gurupi, permanece como problema em aberto.

### principais descontinuidades geotectônicas e estruturais

A zona imediatamente à margem da Geofratura do Rio Grajaú corresponde a uma área intensamente regenerada no Ciclo Brasileiro, do ponto de vista estrutural e petrológico.

Poço	Prof. (m)	Rocha	Mineralogia (Anexo II)	Estrutura (Anexos II e IV)	Observações (Anexos II e V)
2-AN-1-MA	1 172	granito	qz, kf, pl, bi, mu		mu tardia, pl, bi alt.
2-BB-1-MA	471	gnaisse	pl, qz, bi, gra, ca	foliação/veios ca	f. anfibolito
1-BD-1-MA	2 431,5	granodiorito	qz, pl, kf, bi	cataclase	alt. pronunciada
2-BJ-1-MA	703	arenito	qz, kf, cl, pi, do	microfraturas c/do	cimento dolomítico
2-BJ-1-MA	704	filito	qz, se, cl, bi	xistosidade	f. xisto verde
1-FS-1R-MA	1 855,6	gnaisse	qz, pl, bi, se, cl, ep, ca	foliação transposta p/xistosidade	f. xisto verde superimposta a f. anfibolito
2-IC-1R-MA	287,5	granodiorito	qz, pl, kf, hb, cl, cp	cataclase, fraturas c/clorita	pl, hb alt.
2-IS-1-MA	1 008	wacke feld	qz, kf, pl, cl, mu		pseudomatrix argilosa
2-IS-1-MA	1 747	wacke lítico	qz, kf, pl, mu	microfratura c/qz, ca	pseudomatrix argilosa
1-NA-1-MA	2 227	tonalito	pl, qz, kf, bi, mu	ca em fraturas	mu tardia
1-NA-1-MA	2 242	gnaisse	pl, qz, bi, gra, ca	ca em fraturas cataclase	pl alt.
2-SO-1-MA	1 814,8	xisto	qz, pl, ca, mu, bi, cl	xist. S1 transposta por S2	(metatufo?) f. xisto verde
2-SO-1-MA	1 815,6	xisto	qz, ab, ca, mu, bi, cl	xist. S1 transposta por S2	f. xisto verde
2-SSB-1R-MA	531	granodiorito	qz, pl, kf, cl	fenocristais kf	hb(?) alt.
2-SSB-1R-MA	536,4	chamoquito(?)	kf, pl, qz, hb, opx(?)	cataclase fraturas c/cl	chamoquito(?) anfibolitizado

Tabela 20 – Síntese petrográfica das rochas do embasamento da Bacia de Barreirinhas.

Table 20 – Petrographic Synthesis of Barreirinhas Basin basement rocks.

Poço	Prof. (m)	Rocha	Material	N.º Lab.	% K	Ar <sup>40</sup> rad., cc STP/g	% Ar <sup>40</sup> atm	Idade (m.a.)
FS-1R-MA	1 855,6	gnaisse	biotita	698	5,52	17,26 E-05	2,7	666 ± 20
SO-1-MA	1 814,8	xisto	biotita	615	6,68	18,75 E-05	3,9	598 ± 18
SSB-1R-MA	536,4	chamoquito(?)	anfíbólio	–	–	–	–	2 453 ± 84 (EUA)

Tabela 21 – Datações K/Ar em amostras do embasamento da Bacia de Barreirinhas.

Table 21 – K-Ar dating of Barreirinhas Basin basement samples.

Poço	Prof. (m)	Rocha	Material	N.º Lab.	Rb (ppm)	Sr (ppm)	Rb <sup>87</sup> /Sr <sup>86</sup>	Sr <sup>87</sup> /Sr <sup>86</sup>	Idade conv. (m.a.*)
BJ-1-MA	704,0	filito	RT	–	92,0	176,3	1,51	0,7287	1 096 ± 104
SSB-1R-MA	531,0	granodiorito	RT	–	93,6	214,0	1,27	0,7351	1 649 ± 129

\* R.I. = 0,705  
 $\lambda = 1,42 \times 10^{-11} \text{ anos}^{-1}$

Tabela 22 – Datações Rb/Sr em amostras do embasamento da Bacia de Barreirinhas.

Table 22 – Rb-Sr dating of Barreirinhas Basin basement samples.

De oeste para leste, passa-se estruturalmente do homoclinal (e pequenas espessuras sedimentares) da Plataforma da Ilha de Santana, para as estruturas NNE-SSW de vários alinhamentos (Queimada-Espigão,

Queimadas, 1-MAS-6), outros falhamentos do “sinclinal maior” e conjuntos litossomáticos de milhares de metros.

Mesmo que outras causas possam ser apontadas para esta estruturação, é importante assinalar a

sua congruência com o padrão do substrato, tanto no lado brasileiro quanto no africano (República do Benim, Daomeídes?).

O Maciço de Granja, como entidade quasiplataformal brasileira, corresponde, no Mesozóico, a áreas do “Complexo Estrutural de Tutóia” e do “Degrau de Camocim”. Em ambos os casos, o reconhecimento da influência de estruturas do embasamento no arcabouço da bacia remonta a OJEDA & MOTTA (1975), com base em dados da estruturação sedimentar.

O Maciço de Granja mostra um conjunto efetivo de geofaturas NE-SW, algumas das quais parecem repercutir na cobertura sedimentar cretácica, como a do rio Parnaíba (CUNHA & CARNEIRO, 1972), que se alinha nitidamente com o Alto Ilhas Canárias e o Anticlíneo Norte do Parnaíba. No entanto, grande número de falhamentos e alinhamentos (altos sinfonnes) paralelos à linha de costa mostram independência e sobreposição em relação às estruturas do embasamento.

O Lineamento de Jaguarapi, que delimita o Maciço de Granja, delimita também o chamado “Degrau de Camocim”. Não há incisuras estruturais notáveis, conhecidas na plataforma continental, que possam ser relacionadas diretamente a essa geofatura.

Deve-se destacar o Alto Gravimétrico de Jeriquaquara e a mudança gradativa das estruturas da bacia, da direção E-W (a oeste) para NE-SW (a leste), a partir da Zona de Falha de Jaguarapi, dentro do trecho co-linear do sistema de dobramentos do Médio Coreá (fig. 14).

O trecho correspondente a grande parte da Faixa do Médio Coreá, e à Geofatura de Sobral (parte do Lineamento Transbrasiliano) que a limita, representa área de importantes modificações estruturais na bacia. Os altos estruturais (1-CES-4, 1-CES-2, alinhamento transversal) e as zonas sinformais e falhas associadas se alinham a NE-SW, guardando harmonia com as inúmeras geofaturas da Faixa Médio Coreá, entre Sobral (mais importante) e Martinópolis. O mapa estrutural sísmico de OJEDA & MOTTA (1975) mostra claramente o padrão distinto ali existente, traduzindo a herança tectônica do embasamento.

A leste do Lineamento Transbrasiliano, não se reconhece presentemente herança tectônica do embasamento. O Degrau de Paraipaba, o Alinhamento Paraipaba (ígneas) e a bacia marginal pós-albiana se orientam paralelamente à linha de costa. É flagrante a disposição ortogonal às estruturas do embasamento, sejam elas faixas de dobramentos, sejam maciços (Faixas Rio Curu-Independência, Jaguaribana, Maciço Santa Quitéria).

O Maciço gnáissico-migmatítico de Maranguape funcionou no Brasileiro como um alto tectônico. Na plataforma continental aparece, com a mesma direção, o chamado Alto de Fortaleza, interpretado como formado de corpos ígneos intrusivos. É possível que haja uma correlação estreita entre esses “altos” de diferentes tempos e situações geológicas, a ser esclarecida no futuro. Há possibilidade, também, de que o alto intrabacinal seja uma aglutinação especial de eventos ígneos mesocenozóicos (alcalinas?) ligados às zonas de fraturas oceânicas.

### recomendações de pesquisa

- a) Melhorar, através das amostras coletadas em poços (calha e testemunho), o conhecimento petrológico e geocronológico do embasamento não aflorante entre São Luís e Parnaíba;
- b) Estender o mapeamento estrutural sísmico e o mapa de Bouguer por toda a borda emersa do continente; procurar rastrear as discontinuidades estruturais (Grajaú, Parnaíba, Jaguarapi-Sobral) da zona emersa para a zona submersa, até onde possível filtrando a influência das coberturas;
- c) Pesquisar, a nível de subsuperfície, na plataforma continental, a presença de unidades eopaleozóicas (e paleozóicas), como guias das principais zonas antigas pré-cretácicas de *rift*, principalmente ao longo das linhas de Parnaíba, Jaguarapi e Sobral; e
- d) Amostrar as rochas ígneas do Alto de Fortaleza e proceder aos estudos petrográficos e geocronológicos; verificar o relacionamento com o Maciço gnáissico-migmatítico de Maranguape e/ou com as alcalinas de Mecejana-Ancori (descritas na bibliografia especializada).

## Bacia Potiguar

### natureza do embasamento

A Bacia Potiguar ocupa uma posição transversal às estruturas e unidades geotectônicas do embasamento. Nestes termos, constituem seu embasamento

o Sistema de Dobramentos Seridó (simbrasiliano) e os maciços antigos que o margeiam: o Caldas Brandão, a leste (no limite com a "sub-bacia norte" do saliente oriental), e o rio Piranhas, a oeste (fig. 15).

É possível que a bacia (parte emersa) se estenda a oeste do rio Jaguaribe (*apud* GOMES & MOTA, 1982), e, neste caso, parte da Faixa Jaguaribeana, também

em disposição transversal à bacia e à linha de costa, seria parte do seu embasamento.

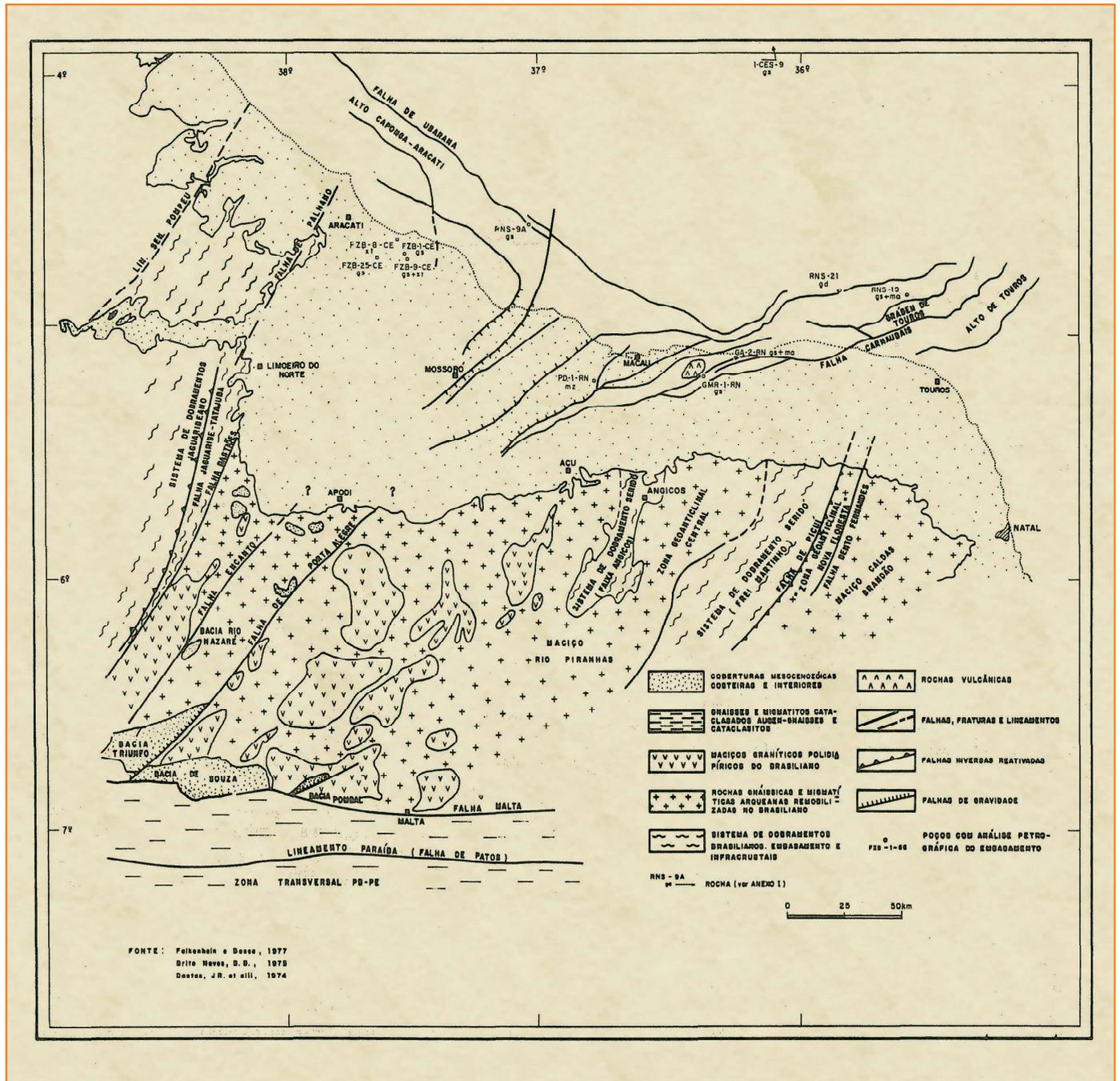
O limite oriental da sequência sedimentar principal coincide com a projeção da borda arqueada do Maciço Caldas Brandão (Falhas de Bento Fernandes e Picuí), designação que coincide com o "Alto de Touros", de diversos autores. O limite ocidental principal é

Figura 15

Mapa geológico-geotectônico esquemático do embasamento da Bacia Potiguar.

Figure 15

Schematic geological-geotectonic map of the Potiguar Basin basement.



balizado pela Falha de Alto Santo-Limoeiro do Norte (Falha de Palhano). Em ambos os casos, trata-se de estruturas reativadas do embasamento.

A influência das estruturas do embasamento no arcabouço estrutural da Bacia Potiguar é obscurecida pela proporção reduzida da sua área emersa.

Dos inúmeros poços que alcançaram o substrato da Bacia Potiguar, são disponíveis dados petrográficos de onze (tabela XXIII). Entre as amostras estudadas dominam metamorfitos de fácies anfibolito (gnaisses, xistos e mármores), tendo os poços PD-1-RN e RNS-21 alcançado rochas plutônicas. A discriminação dessas rochas, segundo as várias entidades geotectônicas reconhecidas no embasamento, a sul da bacia, é dificultada, no presente, pela ausência de determinações geocronológicas. A associação de gnaisses e mármores observada nos poços GA-2-RN e RNS-19, entretanto, lembra os tipos litológicos da Formação Jucurutu, podendo corresponder à projeção das Faixas Angicos e Seridó para o interior da bacia. Nos metamorfitos dos poços FZB (Fazenda Belém) foram recuperados xistos e rochas gnáissicas (estas, ricas em epidoto e carbonato), que podem corresponder ao prolongamento da Faixa Jaguaribeana. Há necessidade de um melhor suporte geocronológico para se configurar tal esquematização em subsuperfície.

### principais descontinuidades geotectônicas e estruturais

As principais descontinuidades do embasamento que podem ter influenciado a cobertura sedimentar são as seguintes (fig. 15):

- Falhas de João Câmara-Picuí e Bento Fernandes (NNE), que definem a Zona Geanticlinal de Nova Floresta, na borda do Maciço Caldas Brandão;
- Faixa metassedimentar do sistema Seridó (NNE), a que se associam as Falhas de Santa Izabel (NNE), Oiticica (NNE) e Pedra Preta (NNW), definidas por LIMA *et alii*, 1981, no Projeto Scheelita do Seridó;
- Zona Geanticlinal Central (NNE) e borda do Maciço Rio Piranhas. Algumas importantes falhas NW (Recanto Trapiá e Saco do Tigre) não parecem atingir o substrato da bacia;
- Sinforme metassedimentar de Angicos - NNE e falha Riacho do Prato;
- Zona polidiapírica Pombal-Patu e Sistema de Falhas Caraúbas-Porta Alegre-Encanto (*horst* oriental);

- *Graben* de Triunfo-Rio Nazaré-Apodi (ramo abortado de provável junção tríplice);
- Falhas de Encanto e Pereiro-Alto Santo-Limoeiro do Norte (Rio Jaguaribe) e o *Horst* de São Miguel; e
- Lineamento de Senador Pompeu (Rio Choró).

### observações sobre a geologia regional

As faixas metassedimentares do Seridó e Angico não mostram evidências importantes da sua presença no substrato da bacia. No caso da primeira, o mapa tentativo do embasamento (FALKENHEIN & Bosco, 1977) e informações dos mapas de isópacas (FORTES, 1982) mostram influência muito pouco acentuada e discutível.

A segmentação estrutural do Maciço do Rio Piranhas parece ter sido mais efetiva no arcabouço da bacia. A zona interfalhas de "Triunfo-Apodi" mostra interessante encaixe com o *graben* central (Quixaba-Carnaubais): a Falha de Porta Alegre foi mapeada até a borda da bacia, e a Falha de Encanto pode ser claramente observada no campo e nas imagens de satélite. Dessa forma, as zonas graníticas do leste (Pombal-Patu) e oeste (São Miguel) do maciço correspondem a blocos altos do embasamento e da cobertura sedimentar (naturalmente por reativação).

A presença dos sedimentos cretácicos da "Sub-Bacia de Triunfo" (parte da "Bacia" do Rio do Peixe) e a de restos sedimentares na "Bacia" do Rio Nazaré são bastante sugestivas de uma extensão bem mais para sudoeste do *graben* central. Vindo a ser comprovada esta correlação, a concepção de uma junção tríplice, com centro entre Areia Branca e Macau, passa a ser bastante atraente.

O esquema de fraturamentos fotointerpretados por FORTES (1982), com máximos nos azimutes 72 e 338, não está presente nos mapas geológicos do embasamento.

### recomendações de pesquisa

- Elaborar perfis gravimétricos paralelos à borda sul da bacia para refinar a natureza e a efetividade dos movimentos das principais descontinuidades acima discriminadas;
- Estudar a lito- e bioestratigrafia dos sedimentos das "Bacias" de Triunfo e Rio Nazaré, e ensaiar a comparação com as Sequências Pré-Jandaíra da Bacia Potiguar e da seção mesozóica das "Bacias" do Araripe e Rio do Peixe;

Poço	Prof. (m)	Rocha	Mineralogia (Anexo II)	Estrutura (Anexos II e IV)	Observações (Anexos II e V)
1-CES-9	1 784,3	gnaisse	qz, kf, pl, bi	foliação	(metagranito?) f. anfibolito
3-FZB-8-CE	484	xisto	qz, pl, mu, bi, gra	xistosidade	alt. pronunciada f. anfibolito
3-FZB-8-CE	485,3	xisto	qz, pl, mu, bi, gra	xist. S1, S2 crenulação	alt. pronunciada f. anfibolito
3-FZB-8-CE	490	xisto	qz, pl, mu, bi, gra	xist. S1, S2 crenulação	alt. pronunciada f. anfibolito
3-FZB-9-CE	450,2	gnaisse	qz, pl, kf, bi, mu	cataclase bandamento	alt. f. anfibolito
3-FZB-9-CE	453,3	xisto feld	qz, bi, pl, ep, mu	cataclase xistosidade	alt. f. anfibolito
3-FZB-9-CE	455,3	gnaisse	qz, pl, bi, ep, mu	foliação	f. anfibolito
3-FZB-25-CE	311,1	gnaisse	kf, bi, ca	foliação, cataclase, fraturas c/ca	metassienito f. anfibolito
3-FZB-25-CE	313,1	gnaisse	kf, bi, ab, ca	foliação, cataclase, fraturas c/ca	metassienito f. anfibolito
9-FZB-1-CE	437	gnaisse	qz, pl, mu, bi, gra	cataclase, foliação	pl. gra alt.
9-FZB-1-CE	440,5	gnaisse	qz, pl, bi, ep, tu	foliação	f. anfibolito
9-FZB-1-CE	444,5	gnaisse	pl, bi, qz, ca	foliação, cataclase, fraturas c/qz, ca	f. anfibolito
9-FZB-1-CE	445	gnaisse	qz, pl, bi, ep, mu	foliação, fraturas c/ca, cl	f. anfibolito
9-GA-2-RN	761,5	gnaisse	qz, kf, pl, bi, ca	bandamento	f. anfibolito
9-GA-2-RN	762,5	mármore	ca, tre, pl, qz	cataclase	f. anfibolito
9-GA-2-RN	763,5	gnaisse	qz, kf, pl, ca, bi, pi	foliação	pl, bi alt.
9-GA-2-RN	766	gnaisse	qz, kf, pl, bi	bandamento	f. anfibolito
1-GMR-1-RN	915	gnaisse	qz, kf, pl, bi, hb	bandamento	pl, bi alt. f. anfibolito
1-GMR-1-RN	919	gnaisse	qz, pl, kf, hb	bandamento	pl, hb, alt. f. anfibolito
1-PD-1-RN	1 741,5	monzonito	pl, kf, cl, op		bi? cloritizada
1-RNS-9A	2 021	gnaisse	qz, pl, kf, bi, hb, ep	foliação	f. anfibolito
1-RNS-19	2 050,2	gnaisse	pl, kf, qz, hb, cl	bandamento	f. anfibolito
1-RNS-19	2 055,8	gnaisse	kf, pl, qz, hb, bi	cataclase, foliação	f. anfibolito
1-RNS-19	2 056,3	mármore imp.	ca, pl, kf, bi, ep	foliação	f. anfibolito
1-RNS-19	2 058,3	mármore imp.	ca, pl, kf, bi, ep, cpx	foliação	f. anfibolito
1-RNS-21	1 890,2	granodiorito	qz, pl, kf, bi		pl, bi alt.

Tabela 23 – Síntese petrográfica das rochas do embasamento da Bacia Potiguar.

Table 23 – Petrographic Synthesis of Potiguar Basin basement rocks.

- c) Realizar estudos gravimétricos e magneto-métricos do embasamento nas áreas entre as Bacias do Araripe, Rio do Peixe e Potiguar. A associação destes estudos com os propostos no item anterior pode conduzir a uma interpretação mais consentânea com a evolução geológica regional;
- d) Estudar a proposição de uma junção triplíce na área de Areia Branca e Macau, com ramo abordado estendendo-se até o Lineamento Paraíba, para o qual são necessários estudos geológicos e geofísicos dirigidos;
- e) Efetuar o estudo analítico estrutural das Falhas de Porta Alegre e Encanto, e suas relações com o *graben* central da Bacia Potiguar; e
- f) Prosseguir o estudo petrográfico e geocronológico das rochas do embasamento, testemunhadas durante a exploração da bacia. A coleta de amostras de superfície deste embasamento,

em geral, tem apresentado diversos problemas no processamento para determinação geocronológica.

## “bacias” do saliente oriental nordestino (PE-PB-RN)

### natureza do embasamento

A franja sedimentar costeira de Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte fica situada entre os Altos Tectônicos de Maragogi-Barreiros, ao sul, e Touros, ao norte, dispondo-se sempre diagonalmente às estruturas do embasamento (figs. 15, 16 e 17).

Na sua maior extensão, o embasamento é composto por estruturas pré-brasilianas, retrabalhadas no Brasiliano, dos Maciços Pernambuco-Alagoas, ao sul, e Caldas Brandão-São José do Campestre, ao norte. Uma estreita faixa de metassedimentos, ditos brasileiros, do Sistema Pajeú-Paraíba, separa os dois maciços.

Por toda essa região, além das posições essencialmente diagonais à linha de costa dos traços de foliação e das discontinuidades entre unidades geotectônicas, é necessário salientar que grande número de fraturas policíclicas têm idêntica disposição, e também importante papel na história geológica da faixa sedimentar e na sua subdivisão como um todo.

### principais discontinuidades geotectônicas e estruturais

As principais discontinuidades do embasamento dessas bacias são de natureza disjuntiva. São falhas antigas, retomadas ao longo do processo complexo de deriva dos continentes, durante a qual essa porção do nordeste – dita retardatária – desempenhou importante papel.

Nominalmente, de sul para o norte, cabe destacar (figs. 15, 16 e 17):

- Alto Maragogi-Barreiros, que coincide com o eixo do Maciço Pernambuco-Alagoas, zona que separa, no continente, a franja sedimentar da

Bacia Sergipe-Alagoas daquela de Pernambuco, projetando-se na plataforma continental;

- Lineamento Pernambuco (E-W);
- Falhas de Itaquitinga;
- Sistema de Falhas Limoeiro-Goiana;
- Falha Camutanga, que se prolonga até o alto do sul de João Pessoa (Mumbaba);
- Falhas Itabaiana-Pilar (E-NE);
- Falha de Miriri;
- Falha de Mamanguape (E-NE a NE), que corresponde ao Lineamento Paraíba da plataforma continental (Mapa Geológico do Brasil – escala 1:2.500.000);
- Falhas de Pipirituba, Curimataú, Cacerendo e Potengi, de direção NE, que segmentam quase que em frações iguais o maciço de Caldas Brandão-São José do Campestre (e a franja sedimentar); e
- o “Alto de Touros”, projeção das Falhas de Bento Fernandes, que separam a Zona Geanticlinal de Nova Floresta da Faixa Metassedimentar do Seridó (Sistema de Dobramento Seridó).

É necessário acrescentar que várias outras falhas são reconhecidas, na área, sem conexão observável com aquelas do embasamento, de onde vem a conclusão preliminar de uma idade cretácica para as mesmas. Estas falhas mais recentes podem eventualmente coincidir com estruturas do embasamento, mas, em geral, são discordantes e até mesmo ortogonais àquelas estruturas.

### observações sobre a geologia regional

Em que pese o nível insatisfatório do conhecimento estrutural e estratigráfico dessa faixa pericratônica, há dados para subdividi-la em três distintos setores, por razões estruturais e estratigráficas:

- “Sub-Bacia Sul de Recife” – ao sul do Lineamento Pernambuco, até o Alto Maragogi-Barreiros, pelo menos;
- “Sub-Bacia Central-Recife-João Pessoa” – entre o lineamento Pernambuco e a Falha Mamanguape (Lineamento Paraíba). Essa “sub-bacia” admite maiores sub-divisões; e
- “Sub-Bacia Norte (PB-RN)” – entre a Falha de Mamanguape e o “Alto de Touros”, no Rio Grande do Norte.

Algumas diferenças notáveis de evolução geológica e caracterização fisiográfica entre essas

“sub-bacias” têm sido detectadas. A sua separação é um caráter tectônico herdado das estruturas do embasamento.

Numa análise de mais detalhe, esta primeira divisão pode apresentar várias subdivisões. Uma distribuição de blocos altos e baixos diagonais à linha de costa (ENE) é conhecida por toda a faixa, através de estudos geofísicos (OJEDA, 1976; RAND, 1976) e outras observações de campo.

Características preliminares das sub-bacias:

- A “Sub-Bacia Sul de Recife” acha-se delimitada por nítido cordão de falhas NNE, paralelo à costa, acompanhado de conglomerados cretácicos sintetônicos (Conglomerado do Cabo). Por outro lado, a “sub-bacia” pode ser subdividida em diversos blocos semiparalelos (Piedade, Gaibu, Suape, Serinhaém, Coroa Grande), comprovados pela gravimetria e magnetometria (RAND, 1976). As falhas que condicionam esses blocos e a que delimita a sub-bacia mostram independência das estruturas do embasamento (teriam sido originadas no Cretáceo). Os blocos estruturais mostram movimentação tectônica independente e própria, até no Recente, acarretando padrões fisiográficos distintos.

A presença de um complexo vulcânico-plutônico (Grupo Pernambuco) e de uma sequência sedimentar cretácica incompleta (e mal conhecida) são observações complementares dessa caracterização.

Na parte submersa, no Platô de Pernambuco, é conhecida a continuidade dos eventos ígneos, bem como da zona tectônica de seu limite ao norte. A “sub-bacia” ao norte do Lineamento Pernambuco é melhor desenvolvida (ou seria melhor conhecida?), do ponto de vista litoestratigráfico, com um pacote contínuo de sedimentos do Santoniano ao Paleoceno.

O conhecimento estrutural é ainda elementar, mas ratifica as observações de movimentação de blocos distintos, condicionados pelas descontinuidades do embasamento. O limite ocidental da sub-bacia é reconhecidamente de erosão, e não se conhecem eventos ígneos na parte emersa da bacia.

O Grupo Barreiras mostra efeitos nítidos de acionamento tardio das linhas de falhas antigas do embasamento, e dificulta o estudo litoestratigráfico, formando extenso capeamento.

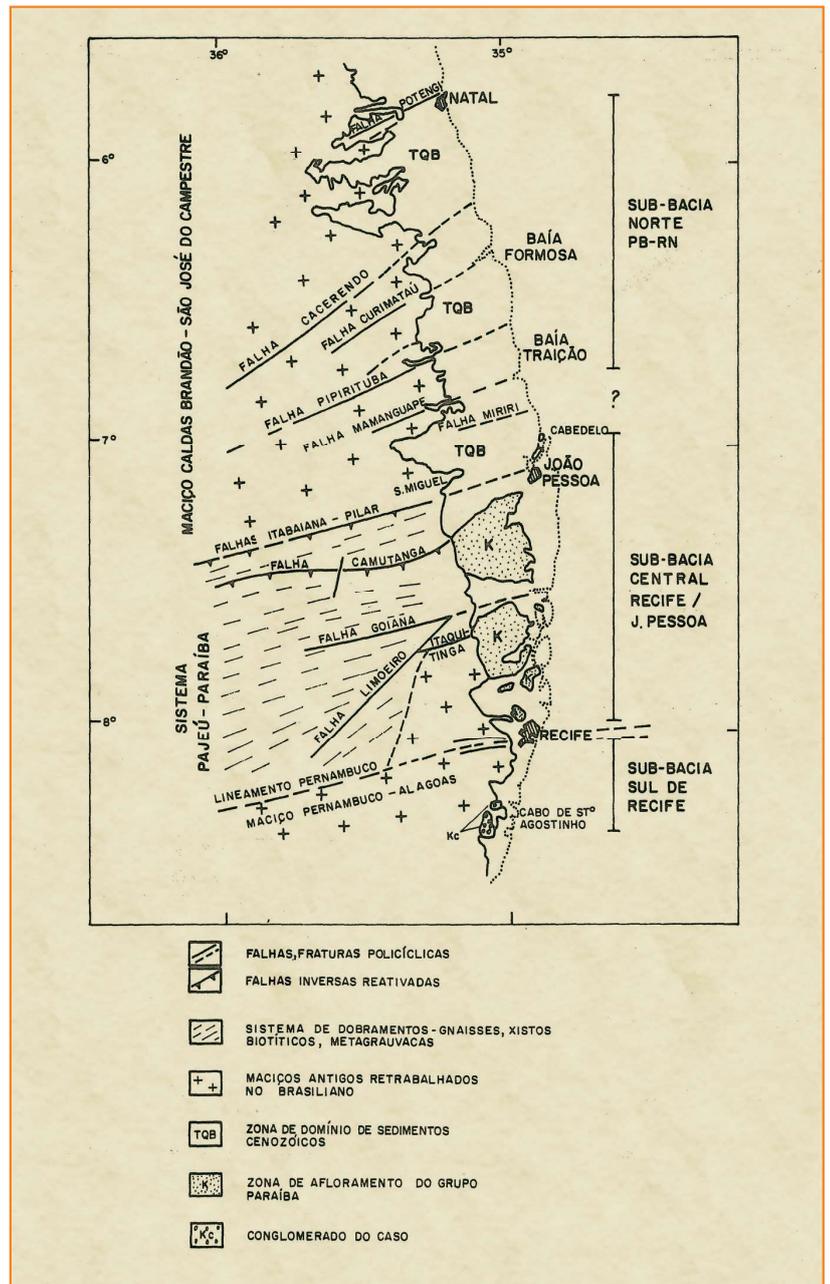


Figura 16  
Esquema da estruturação das “Bacias” sedimentares do Saliente Oriental Nordestino.

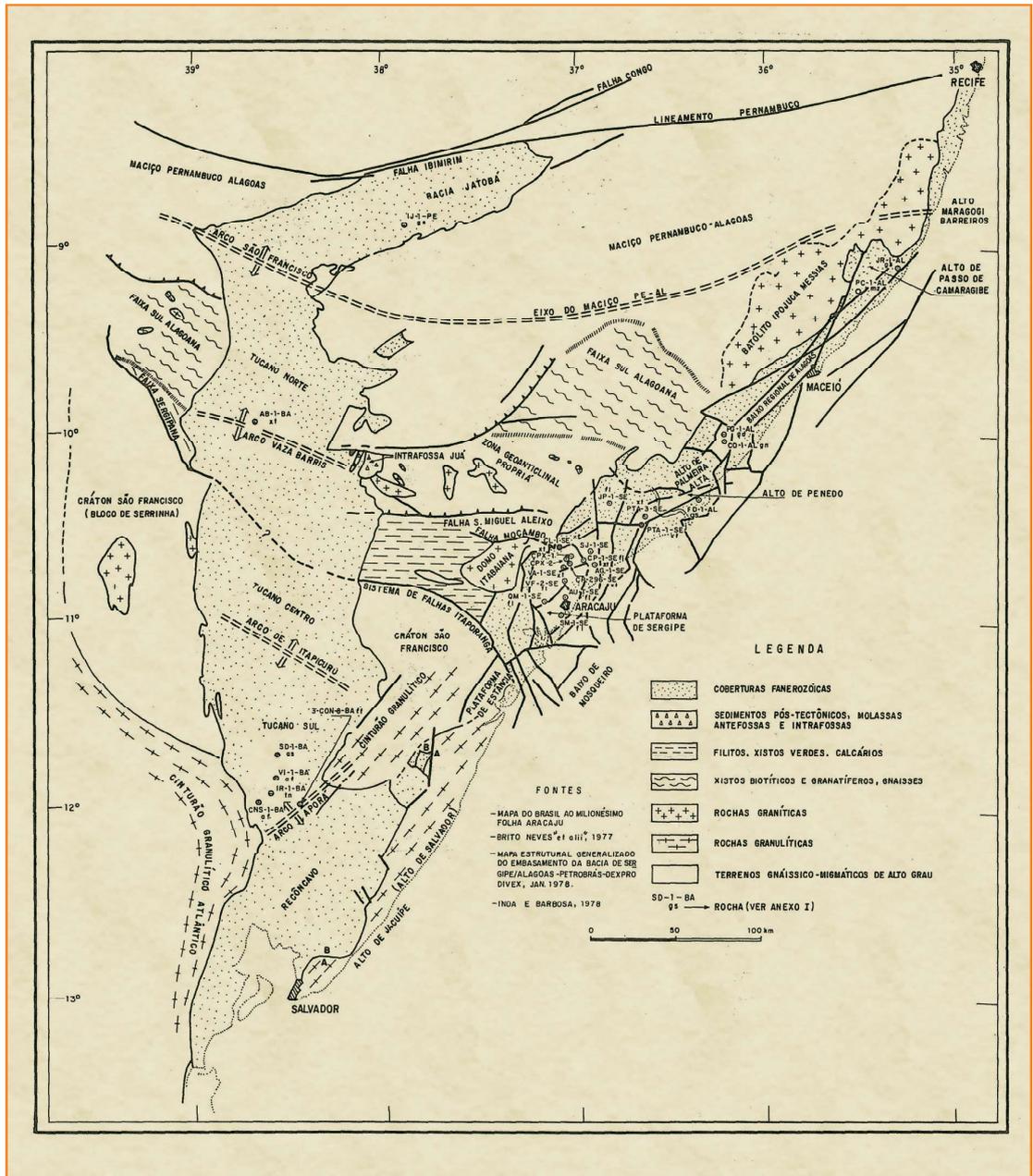
Figure 16  
Schematic structure of the sedimentary “Basins” of the Saliente Oriental Nordestino.

A possibilidade da existência de unidades litoestratigráficas anteriores ao Santoniano não está afastada, pois o conhecimento em subsuperfície ainda é precário.

De estudos geofísicos, são conhecidas evidências de movimento de blocos paralelos à linha de costa. Tais soerguimentos podem ser responsáveis pela pequena seção mesozóica (da ordem de 350 m) do poço de Itamaracá (Alto de Itamaracá).

Figura 17  
Mapa geológico-geotectônico esquemático do embasamento da Bacia de Sergipe-Alagoas.

Figure 17  
Schematic geological-geotectonic map of the Sergipe-Alagoas Basin basement.



- A "Sub-Bacia Norte (PB-RN)" se destaca pela intensa segmentação tectônica, pelo capeamento extensivo (Grupo Barreiras e coberturas arenosas quaternárias, de origem controversa) e pela seção litoestratigráfica pobremente definida. Na verdade, essa faixa intermediária entre a Bacia Potiguar e a "Sub-Bacia Recife-João Pessoa" apresenta dados esparsos de subsuperfície, com ocorrência de calcários e arenitos pouco

espessos. A integração desse conhecimento (e relações com as Bacias Potiguar e "Recife-João Pessoa") ainda está por ser efetuada.

### recomendações de pesquisa

Em geral, o nível de conhecimento litobiocronoestratigráfico das três sub-bacias é exploratório, devido à falta de integração dos poucos dados

de subsuperfície e aos extensos capeamentos terciário-quadernários.

A ausência de dados de subsuperfície (existem, mas dispersos e não integrados) impõe muitas reservas ao quadro litoestratigráfico divulgado dessas bacias. Do ponto de vista de identificação e classificação litoestratigráfica, há muitos senões, e o estudo das seções mais completas e espessas deve fatalmente revolucionar o conhecimento atual. Há inúmeros poços para exploração de água subterrânea por toda a bacia, alguns atingindo o embasamento. Estes poços deveriam ser reexaminados e correlacionados.

Além disso, sugere-se:

- efetuar o estudo estrutural das três sub-bacias, levando em consideração o conhecimento das discontinuidades do embasamento, incluindo prospectos gravimétricos e sísmicos, bem como as características morfoestruturais das sub-bacias e de cada um dos seus compartimentos interfalhas transversais;
- estender o mapeamento gravimétrico por toda a área do embasamento adjacente à franja sedimentar; e
- estudar a silicificação da região de Pedras de Fogo-També e avaliar a possibilidade de correlação com eventos ígneos mesozóicos.

## província costeira e margem continental: Atlântico Central e Austral

### Bacia de Sergipe-Alagoas

#### natureza do embasamento

A Bacia de Sergipe-Alagoas acha-se disposta ortogonalmente ao sistema de dobramentos sergipano (Faixas Sergipana e Sul-Alagoana) e à parte sul do além-país deste sistema brasileiro, o Maciço Pernambuco-Alagoas (fig. 17).

O limite norte, na porção emersa da bacia, é marcado pelo Alto Maragogi-Barreiros, que constitui a zona axial arqueada do Maciço Pernambuco-Alagoas.

O chamado Lineamento de Maceió, expressão do assoalho da plataforma continental, em geral considerado como limite Norte dessa bacia, não tem repercussão geológica conhecida. Dados geofísicos (RAND *et alii*, 1980), no entanto, indicaram a continuidade desse lineamento na crosta continental emersa.

O limite sul da bacia corresponde ao Sistema de Falhas (pré-cambrianas reativadas) de Itaporanga d'Ajuda, que coincide com o limite estipulado tradicionalmente para o Cráton do São Francisco. A expressão da zona cratônica é marcada pela chamada "Plataforma de Estância" (zona emersa) e "Alto de Jacuípe" (Plataforma continental).

#### principais discontinuidades geotectônicas e estruturais

As subdivisões convencionais da bacia (Sergipe, Alagoas) correspondem a discontinuidades do substrato pré-cambriano, realçadas no Mesoceno-zóico.

O "Baixo Regional de Alagoas" ou "*Graben* de Alagoas" mostra um padrão estrutural distinto e se acha alojado no Batólito Ipojuca-Messias, que teve uma evolução policíclica e consumação polidiapírica no Ciclo Brasileiro.

O "Alto de Palmeira Alta" expressa uma reativação da Zona Geanticlinal de Propriá, ou zona axial de divergência estrutural entre as Faixas Sergipana e Sul-Alagoana.

A parte sergipana da bacia tem igualmente um padrão estrutural próprio e distinto, achando-se localizada sobre os metassedimentos brasileiros da Faixa Sergipana propriamente dita (Grupos Vaza-Barris e Miaba).

A subdivisão natural da bacia, como um todo, obedece a arranjos geotectônicos preexistentes, todos eles recrudescidos no Juro-Cretáceo e, provavelmente, desde o Paleozóico Superior. A porção alagoana da bacia tem sido a mais dissecada nos ciclos erosivos Fanerozóicos, o que pode retratar uma tendência maior ao soerguimento (compensação isostática). A ausência do Grupo Sergipe e a dissecação da supra-estrutura do Complexo Macururé são testemunhos dessa tendência.

No lado sergipano, há preservação excepcional das seqüências de deriva continental e, ainda hoje, formas supra-estruturais do embasamento (Domo de Itabaiana, Janela de Simão Dias) comandam o quadro morfológico. A presença do Grupo Estância e das molassas da Formação Palmares sobre o Cráton do São Francisco mostra que o grau de preservação da supra-estrutura é crescente para o sul, em direção ao cráton.

A subdivisão primária, em face da geotectônica do embasamento, permanece válida se considerado o arcabouço estrutural final da bacia.

Na porção alagoana predominam estruturas (falhas, *grabens*, altos) mais regulares e longilíneas, obedecendo principalmente à direção NE (Falha de Propriá e lineações do Batólito Ipojuca-Messias): Baixo Regional de Alagoas, Anticlinal do Francês, Alto Passo do Camaragibe, etc. Estruturas nas direções NS e NW são visualmente em número secundário.

Na porção sergipana da bacia, as rochas do embasamento estão longe de um comportamento isotrópico. Xistos, quartzitos e calcários foliados são os litotipos dominantes, segmentados por várias zonas de cisalhamento. A trama estrutural da Bacia de Sergipe (altos, baixos, falhas) é também mais complexa, com alinhamentos NW-NNW, NE e E-W, em grande parte seguindo direções não congruentes com aquelas conhecidas do embasamento. Assim, várias e importantes estruturas regionais, à luz do conhecimento atual, são de geração no Cretáceo e aparentemente independentes de fraturas preexistentes, como, por exemplo, os Altos Pacatuba, Ponta dos Mangues, Penedo e os baixos adjacentes.

O estudo petrográfico das amostras do embasamento, colhidas em perfurações da Petrobras, confirma a estruturação acima descrita. O substrato da porção alagoana da bacia consiste em rochas gnáissicas e plutônicas ácidas (tabela XXIV), que constituem o prolongamento da Zona Geanticlinal de Propriá, da Faixa Sul-Alagoana e do Batólito Ipojuca-Messias.

Na porção sergipana da bacia foram recuperados litotipos característicos da Faixa Sergipana. Em dezesseis dos dezessete poços estudados, foram encontrados filitos, metagrauvas, xistos e calcixistos, com paragêneses típicas da fácies xisto verde que, em conjunto, constituem a réplica exata das rochas da Faixa Sergipana, expostas mais a oeste. Somente no poço SJ-1-SE foi observada uma rocha plutônica ácida (gnaisse tonalítico?) em avançado estágio de decomposição mineralógica, do que resultou uma paragênese superimposta de fácies xisto verde.

Ao lado das descontinuidades geotectônicas já mencionadas, algumas grandes descontinuidades rupturais do embasamento atingem diagonalmente a bacia:

- Sistema de Falhas de S. Miguel Aleixo-Mocambo. Trata-se de zona com sistema de falhas inversas paralelas, a qual envolve uma importante banda plano-paralela de metassedimentos

crenulados (entre São Miguel Aleixo e Ribeirópolis) e cataclados. Nesta zona rúptil, parece residir a descontinuidade estrutural (lito-estratigráfica e geocronológica) entre os Grupos Macururé e Vaza-Barris, somente sustentada em escalas de reconhecimento. A projeção para leste do conjunto de falhas deve ser esperada no embasamento dos campos de Siririzinho e Carmópolis;

- Série descontínua de falhas inversas que interceptam o Grupo Macururé por toda a zona ao norte de S. Miguel Aleixo; e
- Sistema de Falhas de Itaporanga d'Ajuda, já mencionado, delimitando o Baixo Mosqueiro da Plataforma de Estância, no sul da bacia.

### recomendações de pesquisa

- Realizar estudos petrográficos, estruturais, estratigráficos dos Complexos Macururé (Faixa Sul-Alagoana) e Vaza-Barris/Miaba (Faixa Sergipana). Os mapas geológicos dessas áreas deixam muitas questões em aberto. O conhecimento, a nível de detalhe, desses contextos mostrou-se importante, desde a estruturação primária da bacia até a eventualidade de formação e acumulação de petróleo (como em Carmópolis);
- Estudar a origem e evolução do Domo de Itaiana e da Janela de Simão Dias, como estruturas sobrepostas ao sistema de dobramentos, e quanto à sua repercussão na evolução da bacia, desde o Paleozóico;
- Reavaliar os dados geológicos das unidades litoestratigráficas, a nível de sequência cratônica, levando em conta a heterogeneidade do embasamento, a natureza petrográfica e a estruturação;
- Confrontar, a nível de detalhe, as descontinuidades geotectônicas do embasamento e os mapas estruturais das Bacias de Sergipe-Alagoas e Tucano; e
- Efetuar estudos geofísicos das descontinuidades propostas, para avaliar a efetividade real de seus movimentos dentro das bacias e fora delas. A região intermediária entre as Bacias de Sergipe-Alagoas e Tucano oferece condições excepcionais de análise e avaliação das descontinuidades

Poço	Prof. (m)	Rocha	Mineralogia (Anexo II)	Estrutura (Anexos II e IV)	Observações (Anexos II e V)
1-CO-1-AL	1 769,3	granito monz.	qz, pl, kf, bi, mu		pl, bi alt.
1-FD-1-AL	3 136,2	gnaisse	qz, pl, bi, gra	foliação	pl, bi alt. f. anfibolito
2-JR-1-AL	2 051,5	gnaisse	qz, pl, kf, bi	foliação	f. anfibolito
2-JR-1-AL	2 053,5	gnaisse	pl, kf, qz, hb, bi, ep		f. anfibolito
1-PC-1-AL	2 321,7	qz monzonito	pl, kf, qz, hb, bi		
1-PG-1-AL	1 260	granodiorito	qz, pl, kf, bi, cl, mu	foliação	pl, bi alt.
1-AG-1-SE	1 833/ 1 835	xisto	qz, bi, pl, gra, cl, mu, est	xistosidade	f. xisto verde (reliquia f. anfibolito)
1-AU-1-SE	1 464,5/ 1 466	filito	cl, se, ca, qz, ab, kf	xistosidade	f. xisto verde
1-AU-1-SE	1 466/ 1 467,5	filito	cl, se, qz, ab, ca	xistosidade	metagrauvaca f. xisto verde
1-CL-1-SE	372/ 376	xisto	qz, ab, mu, bi, gra, cl	xistosidade	metagrauvaca? f. xisto verde
1-CP-1-SE	2 053	filito	qz, mu, bi, gra, cl	xist. S1, S2 cren.	f. xisto verde
7-CP-296-SE	495,05	xisto	qz, ab, ca, mu, cl	xist. S1, S2 cren.	f. xisto verde
7-CP-296-SE	496,2	xisto	qz, ab, ca, mu, cl	xist. S1, S2 cren.	f. xisto verde
7-CP-296-SE	496,3	xisto	qz, ab, ca, cl, mu	xist. S1, S2 cren.	f. xisto verde
7-CP-296-SE	496,7	xisto	qz, ab, ca, mu, cl	xist. S1, S2 cren.	f. xisto verde
7-CP-296-SE	574,15	xisto	qz, ab, ca, mu, cl	xist. S1, S2 cren.	f. xisto verde
7-CP-296-SE	574,25	calcixisto	qz, ca, ab, mu, cl	xist. S1, S2 cren.	f. xisto verde
7-CP-296-SE	574,4	calcixisto	qz, ca, ab, mu, cl	xist. S1, S2 cren.	f. xisto verde
7-CP-296-SE	574,95	calcixisto	qz, ca, ab, mu, cl	xist. S1, S2 cren.	f. xisto verde
7-CP-296-SE	576,5	calcixisto	qz, ca, ab, mu, cl	xist. S1, S2 cren. clivagem S3	f. xisto verde
CPX-1-SE	796,5	qz xisto	qz, pl, mu, gra, bi	xist.	f. xisto verde
CPX-2-SE	773	xisto	cl, mu, qz, bi, gra	xist.	f. xisto verde
CPX-2-SE	778	xisto	mu, qz, bi, gra, cl	xist.	f. xisto verde
CPX-2-SE	783	xisto	mu, qz, bi, gra, cl	xist.	f. xisto verde
1-JP-1-SE	459,2	filito	se, qz, pl, kf, ca	xist.	metagrauvaca f. xisto verde
PTA-1-SE	2 655,4	xisto	mu, qz, bi, gra, cl	xist.	f. xisto verde
PTA-3-SE	1 719,4	xisto	mu, qz, bi, gra, cl	xist.	f. xisto verde
1-QM-1-SE	2 726/ 2 731	filito	cl, se, qz, ca, pl, kf	xist.	metagrauvaca f. xisto verde
2-SJ-1-SE	1 982,6	gnaisse?	qz, pl, bi, cl, ep, gra, ca, act	foliação	metatatonalito? f. xisto verde
1-SM-1-SE	2 376/ 2 378	filito	cl, se, qz, ca	xistosidade veios ca	f. xisto verde
1-SM-1-SE	2 407/ 2 410	filito	se, cl, qz, ca, op	veios ca xistosidade	f. xisto verde
VA-1-SE	376/ 381	xisto	se, cl, qz, ca, ab	xist. S1/S2 crenulação	f. xisto verde
VF-1-SE	868/ 871	metagrauvaca	qz, pl, kf, se, cl, ab, ca	xistosidade	f. xisto verde
VF-2-SE	898/ 900	filito	se, cl, qz, ca	filões ca xistosidade	f. xisto verde
VN-1-SE	1 464/ 1 467	metagrauvaca	qz, ab, ca, se, cl, pl	xistosidade	f. xisto verde

Tabela 24 – Síntese petrográfica das rochas do embasamento da Bacia Sergipe-Alagoas.

Table 24 – Petrographic Synthesis of Sergipe-Alagoas Basin basement rocks.

(geotectônicas, rupturais) do embasamento, bem como do papel destas feições na estruturação das bacias sedimentares adjacentes.

## bacias de Bahia-Sul e Espírito Santo

### natureza do embasamento

O cortejo de bacias sedimentares denominado Bahia Sul-Espírito Santo se estende sobre a parte norte da Província Mantiqueira (Cinturão Ribeira e Faixa Araçuai) e o extremo sudeste do Cráton do São Francisco (fig. 18).

Do oeste (cráton) para leste (plataforma continental) há um zoneamento tecto-metamórfico reconhecido por vários pesquisadores, ainda que de fronteiras de

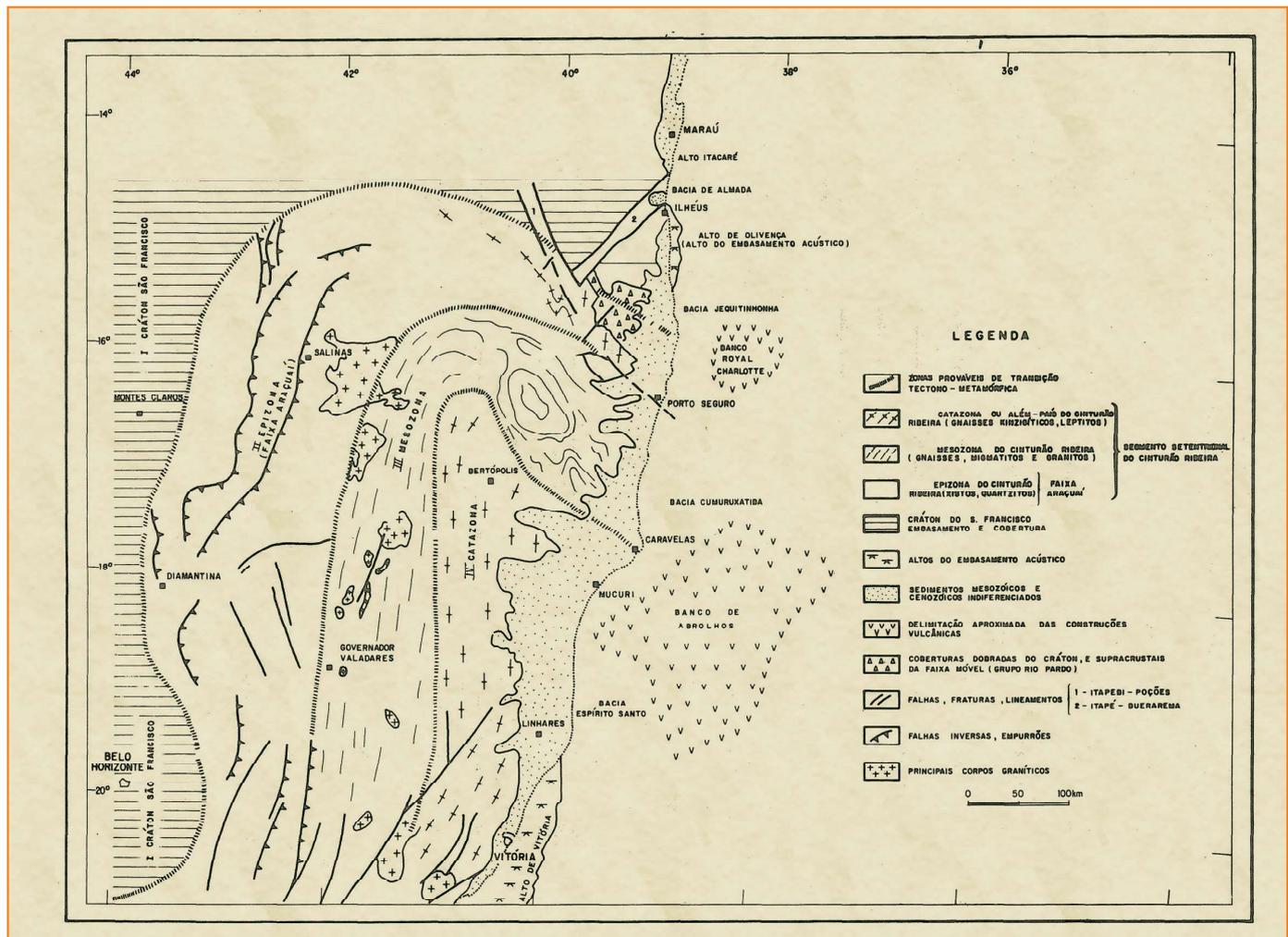
difícil demarcação. A oeste, bordejando o Cráton do São Francisco, estão os metassedimentos (quartzitos, xistos) epizonais da Faixa Araçuai, com vergência conspícua para seu antepaís, e marcada por várias falhas inversas e de empurrão. Mais para o norte, no alto curso do rio Jequitinhonha, essas estruturas encurvam-se de NNW para E-W e para SE, formando um arco de concavidade voltada para o sul, de forma que as linhas estruturais adentram a plataforma continental cruzando diagonalmente a linha de costa.

A parte central da Província Mantiqueira (Governador Valadares, Bertópolis) apresenta características mesozonais: gnaisses, migmatitos e granitos são rochas dominantes, com vestígios de litologias granulíticas.

A parte mais oriental (internides? além-país?), longitudinal à linha de costa, destaca-se pelos gnaisses

**Figura 18**  
Mapa geológico-geotectônico esquemático do embasamento das bacias de Bahia-Sul e Espírito-Santo.

**Figure 18**  
Schematic geological-geotectonic map of the basement of the Bahia-Sul and Espírito Santo Basins.



catazonais a granada, migmatitos, charnoquitos, etc. Essa faixa costeira apresenta exemplos notórios de transposição e de mecânica de interferência de estilos tectônicos na área entre Mucuri e Porto Seguro, com a grande vergadura das estruturas da mesozona do Cinturão Ribeira.

Tanto na zona intermediária como na zona oriental, há uma frequência muito grande de rochas pré-brasilianas total ou parcialmente regeneradas. Esses fenômenos são evidenciados inclusive pelos métodos isotópicos. A zona oriental tem sido reconhecida ora como zona mais interna do Cinturão Ribeira, ora como um bloco exótico, com características de além-país tectônico desse desenvolvimento brasileiro.

Toda a região sofreu processos sucessivos de soerguimentos epirogenéticos mesozóicos. Os vestígios da presença de rochas supracrustais decrescem de oeste para leste, e isso prejudica em muito a interpretação da evolução pré-cambriana.

A porção do Cráton do São Francisco, no segmento mais setentrional da área em questão, é composta por granulitos ácidos, básicos e intermediários (de origem sedimentar e magmática), orientados NNE-SSW, compondo o que já se chamou de Cinturão Granulítico Atlântico (ou de Itabuna, fig. 17). São rochas arqueanas retrabalhadas no Ciclo Transamazônico, durante o qual constituíram um cinturão móvel prototípico.

### principais descontinuidades geotectônicas e estruturais

No contexto regional, foram já mencionados como principais descontinuidades:

- os limites longitudinais entre as três zonas tectono-metamórficas, de oeste para leste. São limites inferidos, e de gênese ainda discutível, especialmente aquele entre as rochas mesozonais e a porção mais oriental da província;
- o confronto entre as estruturas do arco da Faixa Araçuaí e a estruturação NS, NNE das demais zonas supramencionadas;
- a zona do limite entre o Cráton de São Francisco (no norte) e o Sistema Araçuaí, que está materializada nos diferentes tectono-grupos do Grupo Rio Pardo. A deformação e o metamorfismo crescem do norte (área estável) para o sul (faixa móvel brasileira).

A organização geotectônica descrita, em conjunto com outros acidentes estruturais do Pré-Cambriano, parece ter pesado sobremaneira na distribuição e

estruturação dos diversos sítios sedimentares dessa parcela da margem continental:

- o Alto de Salvador (“Alto de Jacuípe”, fig. 17), grande parte da Bacia do Recôncavo Sul e a Falha de Maragogipe se acham estruturados longitudinalmente ao Cinturão Granulítico Atlântico;
- os Altos de Itacaré e Olivença estão praticamente definidos pelo Sistema de Falhamentos NE-SW de Itabuna. Essas falhas, em parte longitudinais ao Cinturão Granulítico, constituem parte do amplo Sistema Cisalhante Itapé-Buerarema. A “Bacia” do Rio Almada foi condicionada por reativação desses falhamentos;
- o Lineamento de Itapebi, que apresentou eventos de reativação nos Ciclos Espinhaço e Brasileiro; o mapeamento gravimétrico mostra a projeção desse lineamento (ativo no Mesozóico) de forma concreta, no interior da Bacia de Cumuruxatiba. Este fato encoraja a realização de futuras pesquisas nos demais lineamentos do embasamento que interceptam a franja sedimentar mesocenozóica;
- é interessante constatar uma vez mais a ocorrência de altos do embasamento acústico da plataforma continental, como os de Jacuípe (fig. 17), Itacaré, Olivença e Vitória (mais ao sul), sobre rochas catazonais arqueanas;
- as Bacias de Jequitinhonha e Cumuruxatiba se dispõem transversalmente às estruturas brasileiras. Esta característica é muito importante, podendo ter condicionado movimentos verticais heterogêneos (por reativação), durante e após os ciclos tecto-sedimentares mesocenozóicos. Em terrenos regenerados pelo brasileiro, há vários exemplos de crescimento do índice de elasticidade da litosfera. A despeito dos processos halocinéticos e vulcânicos posteriores, a estruturação primária dessas bacias deve ser revista nesse sentido. O mapa de Bouguer mostra concretamente a influência dos lineamentos pré-cambrianos na evolução das bacias em questão; e
- a Bacia do Espírito Santo se dispõe longitudinalmente à zona catazonal do Cinturão Ribeira. Em princípio, as falhas principais que condicionam a bacia se distribuem paralelamente à linha de costa. A estruturação, em realidade, se ajusta

aos traços de foliação e fraturamento desse segmento do Cinturão Ribeira, os quais, a partir do paralelo 22°S, se encurvam de NE-SW para N-S. As descontinuidades longitudinais (foliação metamórfica, Sistemas de Fraturas Além-Paraíba e Mantiqueira, (fig. 19) devem ter sido reativadas, favorecendo a tectônica de *rift* do Mesozóico.

### recomendações de pesquisa

Várias pesquisas podem ser sugeridas sobre as descontinuidades geotectônicas e estruturais discutidas, com o objetivo de melhor definir sua influência na estruturação das bacias em questão. O conhecimento dessa área do Sudeste Brasileiro, em termos de Pré-Cambriano, é ainda muito precário:

- a) como nos casos das demais bacias, a partir do melhor conhecimento dessas descontinuidades, propõe-se o seu rastreamento geofísico, de continente para o oceano; e
- b) no caso da Bacia do Espírito Santo, é aconselhável aprimorar o conhecimento das fraturas transversais à estruturação regional (numa análise fotogeológica preliminar), assim como foi feito no embasamento da Bacia de Campos. O passo seguinte seria a tentativa de determinar o papel estrutural desempenhado por essas fraturas no desenvolvimento das bacias costeiras.

## Bacia de Campos

### natureza do embasamento

A Bacia de Campos situa-se entre o Alto de Vitória-Trindade e o Alto de Cabo Frio, que correspondem a altos do embasamento acústico. Sua porção emersa é recoberta pelos sedimentos cenozóicos do delta do Paraíba do Sul (fig. 19).

A definição do embasamento pré-cambriano da bacia é dificultada pela sua posição geográfico-geológica, à margem da borda sudeste da plataforma sul-americana. Esse embasamento faz parte do segmento setentrional da Faixa Móvel Ribeira (da Província Mantiqueira), de evolução final no Proterozóico Superior.

Destacam-se como embasamento rochas migmatíticas de afinidade granulítica, gnaisses diversos, gnaisses kinzigíticos (granatíferos) e facoidais, e intercalações chamoquíticas. Essas rochas, em geral retrabalhadas tectonicamente no Ciclo Brasileiro, constituem a infra-estrutura arqueada e erodida dos internides da Faixa Móvel Ribeira (Paraíbides, Atlântides). Várias intrusões graníticas, de idade brasileira, cortam as rochas mais antigas e regeneradas. Rochas alcalinas mesozóicas formam um *trend* que corta diagonalmente a direção N40-50E dos metamorfitos e cataclitos regionais.

### principais descontinuidades geotectônicas e estruturais

Do ponto de vista geotectônico, o embasamento da Bacia de Campos representa um único contexto, a porção norte do Cinturão Ribeira, ainda que de formação heterogênea: são rochas do embasamento e metamorfitos não diferenciados, meso-a catazonais, recortadas por corpos graníticos de várias gerações.

As principais descontinuidades observadas são de caráter estrutural e de ocorrência privilegiada:

- Sistema de Falhas de Empurrão Juiz de Fora-Caratinga (Serra da Mantiqueira), primariamente ligadas à vergência do cinturão para o Cráton de São Francisco (fig.19). Todas elas mostram movimentação policíclica no Brasileiro e no Mesoceno-zóico;
- Sistema de Falhas Transcorrentes de Além-Paraíba, reunindo feixes de falhas longilíneas oriundos de Taxaquara e Cubatão (SP); a movimentação policíclica desde os tempos pré-brasileiros tem sido reconhecida e comprovada com frequência em todo o sistema; e
- Sistema de alinhamentos tardios transversais N-25-30E, N-25-30W e N50W, que cortam os sistemas anteriores (SZATMARI *et alii*, 1983). Pode ser Brasileiro tardio ou mesmo ligado ao soergimento regional Mesoceno-zóico.

A ocorrência desses sistemas de falhamentos dificulta a conexão segura com as falhas da Bacia de Campos. A possibilidade de coincidências fortuitas é inegável, embora uma herança tectônica considerável seja esperada, devido aos exemplos vistos em outras bacias.

Em particular, ressalta o paralelismo das direções N30E dos grandes Sistemas da Serra da Mantiqueira e de Além-Paraíba, em relação à costa brasileira e à própria plataforma continental.

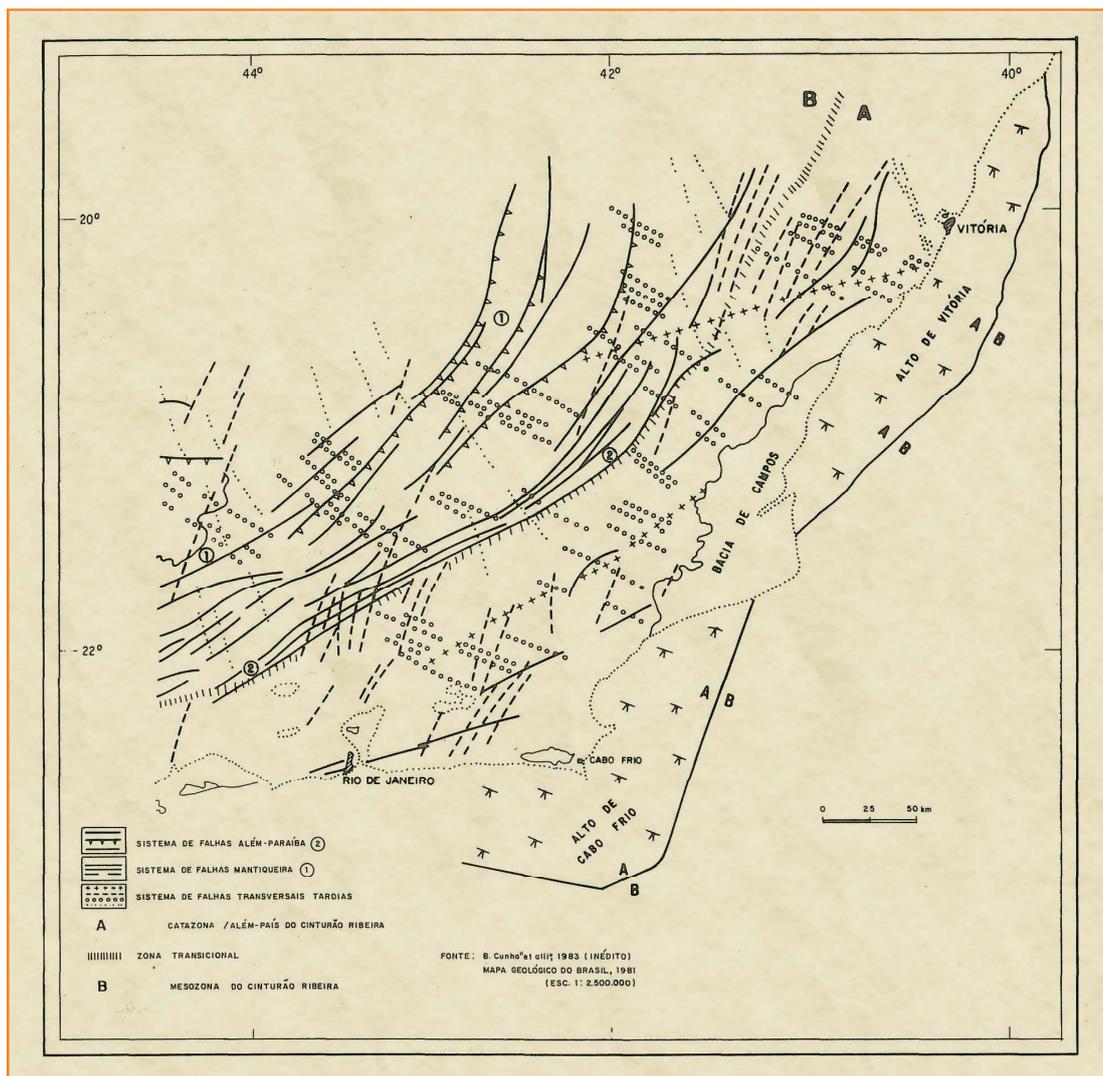


Figura 19  
Esboço geológico do embasamento da área continental adjacente à Bacia de Campos, com ênfase nos processos lineagênicos.

Figure 19  
Geological sketch of the continental shelf basement adjacent to the Campos Basin, with emphasis on the lineagenic process.

Por outro lado, os “Altos” de Cabo Frio e Vitória, bem como a fração do “embasamento raso” da Bacia de Santos, são partes de um mesmo contexto geológico-estrutural, onde a presença de rochas arqueanas é considerável. É válido, pois, esperar que a parte mais movimentada (São Tomé, Badejo) e profunda da Bacia de Campos tenha embasamento brasileiro, tal como ocorre nas Bacias de Santos e Pelotas, onde a parte rasa assenta sobre rochas arqueanas retrabalhadas e a parte profunda sobre metassedimentos brasileiros (ou rochas mais efetivamente regeneradas no Ciclo Brasileiro).

### recomendações de pesquisa

a) Efetuar a análise estrutural (história policíclica) dos sistemas de lineamentos da Serra da

Mantiqueira e Além-Paraíba; avaliar e quantificar os movimentos cenozóicos e de natureza primária;

b) Identificar no terreno os alinhamentos, só conhecidos em estudos de interpretação de imagem, realizando-se, após, a análise estrutural e da efetividade dos movimentos dos sistemas tardios transversais (NE, SW, WNW);

c) Rastrear, por métodos geofísicos, os sistemas de ruptura transversais, da zona emersa para a zona submersa, até a parte profunda da bacia;

d) Proceder ao controle geológico, estrutural e geocronológico das zonas “rasas” e “altas”,

desde Luiz Alves (SC) até Vitória (ES), no tocante à natureza do embasamento e características de sua elasticidade (comportamento gravimétrico e magnetométrico); e

- e) Coletar amostras para análise petrográfica e geocronológica do embasamento (calha ou testemunho) da parte leste do limite Pré-Aptiano.

## bacias de Santos e Pelotas

### natureza do embasamento

As Bacias de Santos e Pelotas se situam à margem leste da Província Mantiqueira, tangenciando quase que longitudinalmente os Cinturões Móveis Proterozóicos de Dom Feliciano (de Itajaí para o sul) e Ribeira, que se acham separados por uma zona geotectônica estável no Brasiliano, o chamado Cráton de Luiz Alves e o “Maciço de Joinville” (figs. 2, 20 e 21).

Mais precisamente, a Bacia de Pelotas se estende ao longo do Maciço granítico-migmatítico de Pelotas, com predomínio absoluto de determinações geocronológicas do final do Proterozóico (500-700 Ma). Esse maciço tem sido recentemente atribuído a uma evolução tipo arco magmático, do Ciclo Brasiliano. Na plataforma continental, a projeção desse contexto de granitóides polidiapíricos (“Complexo Pedras Grandes”) e migmatitos brasileiros parece delimitar, ao norte, a Bacia de Pelotas, recebendo a designação de Plataforma ou Alto de Florianópolis, elevação do substrato marcada como divisor de bacias.

Mais para leste, no substrato da parte mais profunda da bacia, devem ser esperados metassedimentos epizonais da Faixa “Rojas”, que aflora na costa do Uruguai, na direção NNE, ao norte de Punta del Este.

A Bacia de Santos justapõe-se longitudinalmente à projeção do Cinturão Dom Feliciano (Faixa Tijuca), da zona cratônica de Luiz Alves e das zonas mais internas do Cinturão Ribeira, geralmente conhecido sob a designação de “Bloco Costeiro Paulista” (fig. 21).

Os alinhamentos estruturais (magnéticos) transversais à Província Mantiqueira (e à Bacia do Paraná) não têm feições geológicas de campo que se destaquem nesta parte do Escudo Atlântico.

### principais descontinuidades geotectônicas e estruturais

Sob a Bacia de Pelotas, a mais importante descontinuidade litoestrutural (migmatitos, granitos/

metassedimentos pelíticos) e geotectônica (maciço granítico-migmatítico/faixa de dobramentos) é a Zona de Falha de Maldonado. Faltam dados, mas é possível que essa descontinuidade seja co-linear da Falha do Rio Grande (fig. 20). Assim, os dois domínios tectônicos da Bacia de Pelotas (“bacia rasa”, “bacia profunda”) podem representar uma consequência da estrutura e constituição do embasamento.

Quanto à Bacia de Santos, algumas evidências mostram que sua estruturação é marcada pelas descontinuidades do embasamento, estruturais e/ou geotectônicas.

A zona da Serra do Mar, na porção paulista, a oeste da Falha de Cubatão, corresponde ao conjunto de blocos altos *horst* estruturados ao longo das Faixas Apiaí e São Roque, com rochas graníticas associadas, resultantes da evolução brasileira.

A zona da Baixada Santista (leste de Cubatão) e a zona de embasamento raso da bacia assentam sobre o Núcleo Cratônico de Luiz Alves e rochas gnáissicas, migmatíticas e granulíticas da infra-estrutura da Faixa Ribeira. Toda essa zona mais interna, também chamada de “bloco costeiro”, apresenta freqüentes ocorrências de litotipos de alto grau e idade pré-brasiliana, remobilizados de alguma forma no Brasiliano.

Em parte, o embasamento profundo da Bacia de Santos, condicionado pela Falha Leste de Santos, deve ter por substrato metassedimentos proterozóicos da Faixa Tijuca, essencialmente filitos e micaxistos, sendo sugestivo averiguar as relações entre as Falhas do rio Itajaí-Lajes e a Falha Leste de Santos.

### recomendações de pesquisa

- a) Coletar amostras do embasamento das Bacias de Santos e Pelotas (testemunho ou calha) para estudos petrográficos e geocronológicos;
- b) Rastrear, por métodos geofísicos e análise estrutural, do continente para a plataforma continental, as zonas de descontinuidades geotectônicas e estruturais de Maldonado e das Falhas de Alto Braço e rio Itajaí-Lajes da Faixa Tijuca;
- c) Estudar as relações existentes entre a Falha do rio Itajaí-Lajes e Falha Leste de Santos;
- d) Analisar o Lineamento de Corupá;
- e) Rastrear, tanto por métodos geofísicos quanto por estudos petrográficos e estruturais,

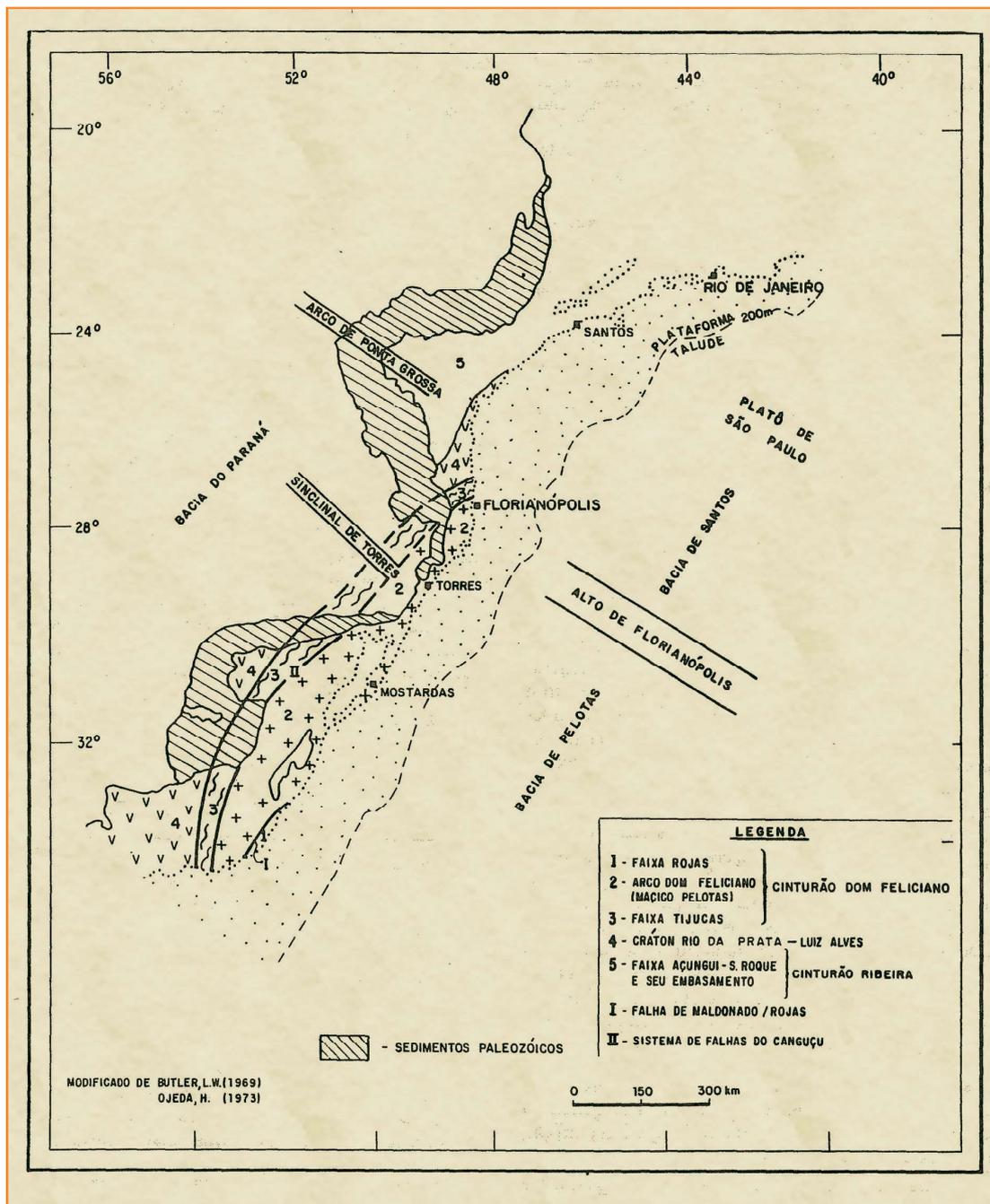


Figura 20  
Mapa geológico-geotectônico esquemático do embasamento do Sul/Sudeste do Brasil.

Figure 20  
Schematic geological-geotectonic map of the South/Southeast Brazil basement.

do continente para o oceano, os prováveis alinhamentos transversais à Província Mantiqueira, como Guapiara, Curiúva, rio Alonzo, rio Piquiri, etc.; e

- f) Efetuar um estudo geológico integrado de todos os dados petrográficos, geocronológicos

e estruturais disponíveis no “bloco costeiro” do Rio Itajaí, até Vitória do Espírito Santo. Como foi visto, este segmento crustal tem uma participação coerente no arcabouço das bacias costeiras da margem sudeste, constituindo, sistematicamente, o chamado embasamento raso.

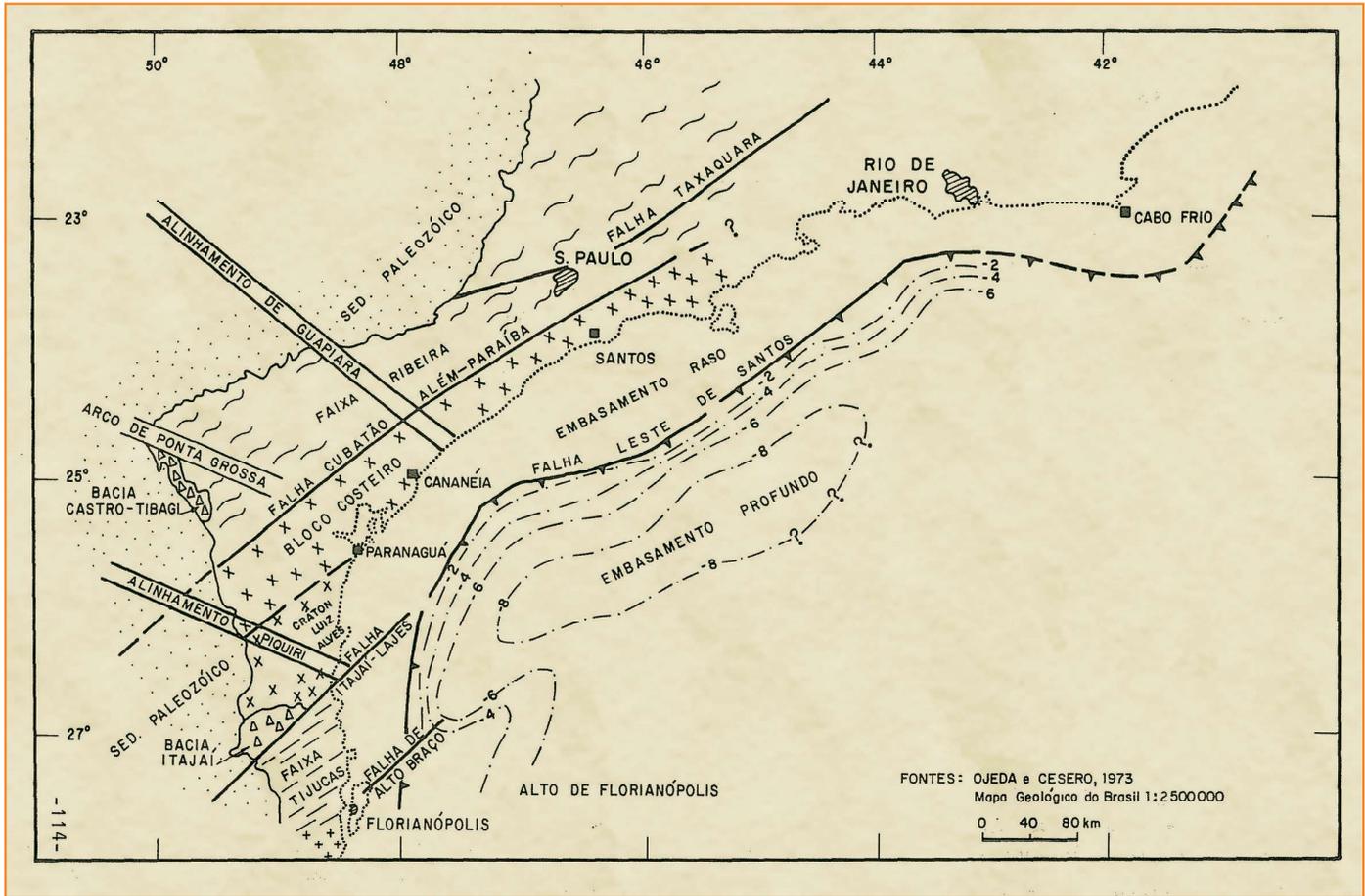


Figura 21  
Mapa geológico-geotectônico esquemático do embasamento das Bacias de Santos e Pelotas.

Figure 21  
Schematic geological-geotectonic map of the basement of the Santos and Pelotas Basins.

## bacias do interior do continente

### bacias do Recôncavo-Tucano-Jatobá

#### natureza do embasamento

O Sistema de Fossas de Tucano (Centro e Norte, principalmente) se dispõe diagonalmente sobre estruturas brasileiras da porção sudeste da Província Borborema (fig. 17). A Fossa do Recôncavo acha-se disposta seguindo estruturas pré-brasileiras (transamazônicas ou mais antigas), de direção N-NE.

A Bacia de Jatobá assenta sobre o Maciço Pernambuco-Alagoas, um biotitagnaisse amostrado no poço IJ-1-PE (tabela XXV). Apenas um poço de Tucano-Norte e Centro foi estudado petrograficamente.

O poço AB-1-BA situa-se nas vizinhanças do Arco Vaza-Barris, que separa as duas sub-bacias. Neste poço foi testemunhado xisto feldspático (provável metagrauvaca), comparável às rochas que integram a Faixa Sergipana.

Os demais poços localizam-se na Bacia do Tucano-Sul e amostraram gnaiss, anfíbolito e tonalito (tabela XXV). Essas rochas correspondem, em princípio, ao contexto geológico do Bloco de Serrinha, entidade integrante do Cráton do São Francisco. O poço 3-CON-8-BA localiza-se sobre o Arco de Aporá. A amostra estudada corresponde a um filonito, com indicações de que pode ser oriundo de rocha granulítica pertencente ao ramo NE do Cinturão Granulítico Atlântico.

#### principais discontinuidades geotectônicas e estruturais

Enquanto a Bacia do Tucano mantém alinhamento norte-sul, as principais discontinuidades que

Poço	Prof. (m)	Rocha	Mineralogia (Anexo II)	Estrutura (Anexos II e IV)	Observações (Anexos II e V)
1-AB-1-BA	1 643,4/ 1 644,5	xisto feld	qz, ab, mu, cl, ca, pl	xistosidade	metagrauvaca? f. xisto verde
1-AB-1-BA	1 667,35/ 1 670	xisto feld	qz, ab, mu, cl, ca, pl	xistosidade	metagrauvaca? f. xisto verde
1-CNS-1-BA	908,4	anfíbolito	pl, hb, cpx, cl, ca	foliação	metabásica f. anfíbolito (granulito?)
3-CON-8-BA	2 234	filonito	qz, cl, ca, ep, il?	cataclase xistosidade	
1-IJ-1-PE	720,2	gnaisse	qz, pl, kf, bi, ca	veios ca foliação	pl, bi alt. f. anfíbolito
IR-1-BA	1 549/ 1 551,5	tonalito	qz, pl, bi, hb, ca	ca em fraturas	pl, bi, hb alt.
2-SD-1-BA	2 710,8/ 2 711,4	gnaisse	qz, pl, kf, bi, mu	foliação	pl, bi alt. f. anfíbolito
1-VI-1-BA	2 852	anfíbolito	hb, cpx, pl, bi	foliação	metabásica f. anfíbolito

Tabela 25 – Síntese petrográfica das rochas do embasamento das bacias de Tucano e Jatobá.

Table 25 – Petrographic Synthesis of basement rocks from the Tucano and Jatoba Basins.

influenciaram a cobertura sedimentar se dispõem desde a direção E-W até direções WNW.

São descontinuidades litoestruturais e geotectônicas, com certo respaldo geocronológico (datações radiométricas encontram-se em processo de elaboração). Algumas descontinuidades mostram reconhecida influência na evolução das bacias, enquanto outras devem ser melhor investigadas.

As descontinuidades mais conhecidas, de norte para sul, são:

#### Lineamento Pernambuco

O Lineamento Pernambuco constitui o limite norte do Sistema Sedimentar do Jatobá (Falha de Ibimirim). Esteve ativo várias vezes no Pré-Cambriano, e no Eopaleozóico foi sede de intensa regmagênese. O rejeito gravitacional cretácico é da ordem de 3 000 m. Essa estrutura foi ativa no Cretáceo Inferior (períodos Pré- e Pós-Marizal).

Estudos de análise estrutural têm demonstrado cerca de quatro a cinco tipos de movimentos tectônicos ao longo de determinadas frações do lineamento, no Pré-Cambriano. No Paleozóico e no Cretáceo, os movimentos gravitacionais aproveitaram as antigas suturas do embasamento.

#### Maciço Pernambuco-Alagoas

O eixo do Maciço Pernambuco-Alagoas, com direção este-oeste, se estende em forma de

arco, voltando-se a convexidade para sul. Neste percurso, ele alinha o “Arco de São Francisco” e o “Alto de Maragogi-Barreiros”. O primeiro separa as Bacias de Jatobá e Tucano Norte e o segundo as Bacias de Pernambuco/Paraíba e Alagoas/Sergipe.

#### Sistema de Falhas Belo Monte-Jeremoabo-Macururé e Zona Geanticlinal de Propriá

Esse sistema condiciona a Fossa de Juá (e os *grabens* juro-cretácicos associados) e o chamado “Arco do Vaza-Barris”, que separa (estrutural e paleogeograficamente) as Bacias do Tucano-Norte e Tucano-Centro.

Para leste, a Zona Geanticlinal de Propriá condiciona uma série de altos nas bacias costeiras, no Baixo São Francisco (“Alto de Palmeira Alta”).

#### Faixa Sergipana

As estruturas da Zona Miogeossinclinal de Sergipe mostram excelente controle (WNW) da rede de drenagem do Marizal. Isto pode ser visto em mapa de escala acima de 1:250 000 e, melhor ainda, nas imagens radargráficas.

#### Falha da borda norte do Cráton do São Francisco

A falha da borda norte do Cráton de São Francisco, para leste, coincide com a Falha de

Itaporanga d'Ajuda (limite sul da bacia de Sergipe). Para oeste, não se conhecem, ainda, indicações seguras de reativação no Mesozóico, o que é possível devido aos reflexos conhecidos no relevo atual.

### Cráton de São Francisco (estruturas pré-brasilianas)

A Faixa Granulítica Atlântica se bifurca na altura do paralelo 12°S. Um ramo segue na direção NW (Itiúba, Caraíba) e o outro na direção NE (Pojuca, Entre Rios), conforme pode ser visto no mapa geológico da Bahia, escala 1:1 000 000, de INDA & BARBOSA (1978).

A Bacia do Recôncavo e os Altos de Salvador e Aporá estão alinhados segundo o ramo granulítico NE. A sedimentação do Grupo Estância mostra que este alto já era ativo no Pré-Cambriano Superior (SILVA FILHO *et alii*, 1977).

### recomendações de pesquisa

Todas as observações do item anterior são incontestáveis na escala 1:250 000. O aprimoramento e a quantificação destas influências do embasamento precisam ser melhor detalhados. As mudanças de escala e as análises dos esquemas paleogeográficos das Bacias de Tucano-Recôncavo-Jatobá podem esclarecer os tipos de relações enunciados.

Pelo grau de exposição do embasamento e pela natureza relevante da influência das estruturas do embasamento, esta é uma área-chave para este tipo de estudo. Sugere-se aprimorar a quantificação dos relacionamentos (altos do embasamento - "altos" das bacias) em termos físicos e geofísicos/geológicos. O estudo quantitativo numa área típica e clássica pode criar subsídios científicos e tecnológicos para aplicação em outras áreas.

### "bacias" do interior do nordeste

Há várias ocorrências de sedimentos Fanerozóicos no interior do Nordeste brasileiro (província Borborema). As principais, usualmente designadas de "bacias", se localizam no médio rio Jaguaribe (Iguatu, Icó, Malhada Vermelha, Bastiões, Lima Campos), alto rio Piranhas (Lavras da Mangabeira, Rio do Peixe-Pombal, Rio Nazaré), sul do Ceará e oeste de Pernambuco (Araripe-São José de Belmonte, Mirandiba, Betânia, Afogados do Ingazeiro-Custódia). Não

são bacias no sentido específico da palavra, mas sim restos de bacias ou mesmo de uma só bacia: não têm sequência estratigráfica própria e nem delimitação espacial própria (salvo algumas exceções). Mesmo abordadas em conjunto, é difícil reconstituir a história estrutural e litoestratigráfica, com o atual grau de conhecimento.

São frações de uma cobertura mais extensa, com proveniência e história peculiares, aprisionadas em falhas do embasamento, reativadas em dois períodos: logo após o Devoniano e no Jurássico-Cretáceo.

Suas conexões devem ser procuradas na história e na sequência litoestratigráfica (e respectivo estágio geotectônico) com as verdadeiras bacias, como Jatobá-Tucano-Recôncavo, Maranhão e Potiguar, de onde as sequências sedimentares cratônicas nelas contidas são originárias.

Apenas algumas margens destas bacias são verdadeiras, ou seja, são acompanhadas de conglomerados sintectônicos. A grande maioria de seus bordos retilíneos, porém, são processos combinados de erosão e afundamento lento, resultando em embutimento tardio, pós-deposicional, aproveitando antigas linhas de falhas do embasamento, tão comuns e características da Província Brasiliana da Borborema. Desse fato, serve de exemplo a "Bacia" do Araripe, cujo limite norte é o Lineamento Patos e o limite sul é uma *cuesta* de erosão consorciada ao recuo da Falha de Conceição (fig. 22). Na mesma "Bacia" se encontram restos das sequências:

- talassocrática (Formação Manari ou Tacaratu);
- *pré-rift* (Grupo Brotas);
- proto-oceânica (Grupo Araripe);

sem uma conexão histórica conhecida. Contexto semelhante, com maiores defecções, é encontrado em Mirandiba, S. José do Belmonte e Santo Ignácio/Socorro.

Em síntese, todo o condicionamento de forma, extensão e profundidade está ligado à reativação, na vertical, de antigas falhas transcorrentes presentes no embasamento. Poucas são as falhas criadas durante a sedimentação e as formações sintectônicas. Precisam ser reestudadas e analisadas num mesmo conjunto, pois, isoladamente, nenhuma delas compõe requisitos de uma bacia sedimentar, segundo as classificações convencionais de livros-texto.

Marcante na preservação de todas elas é o controle dos Lineamentos Orós, Senador Pompeu, São José de Jaguaribe, Patos, Pernambuco e outros que,

relacionados gravitacionalmente em mais de uma etapa do Fanerozóico, conservaram essas frações de pretéritas bacias (fig. 22).

Como as "bacias" mantêm restos paleozóicos e mesozóicos (jurássicos e cretácicos), a reativação principal das falhas se deu nesse período (inclusive dentro da Sinéclise do Maranhão).

Um reestudo da estrutura e da estratigrafia de todas essas bacias parece imprescindível na atual fase do conhecimento. As possíveis ligações com as Bacias do Maranhão, Potiguar e Tucano-Jatobá devem ser investigadas com apoio de estudos geofísicos e estratigráficos. Até o presente, as hipóteses formuladas não têm respaldo seguro, e a história verdadeira das bacias está comprometida.

### recomendações de pesquisa

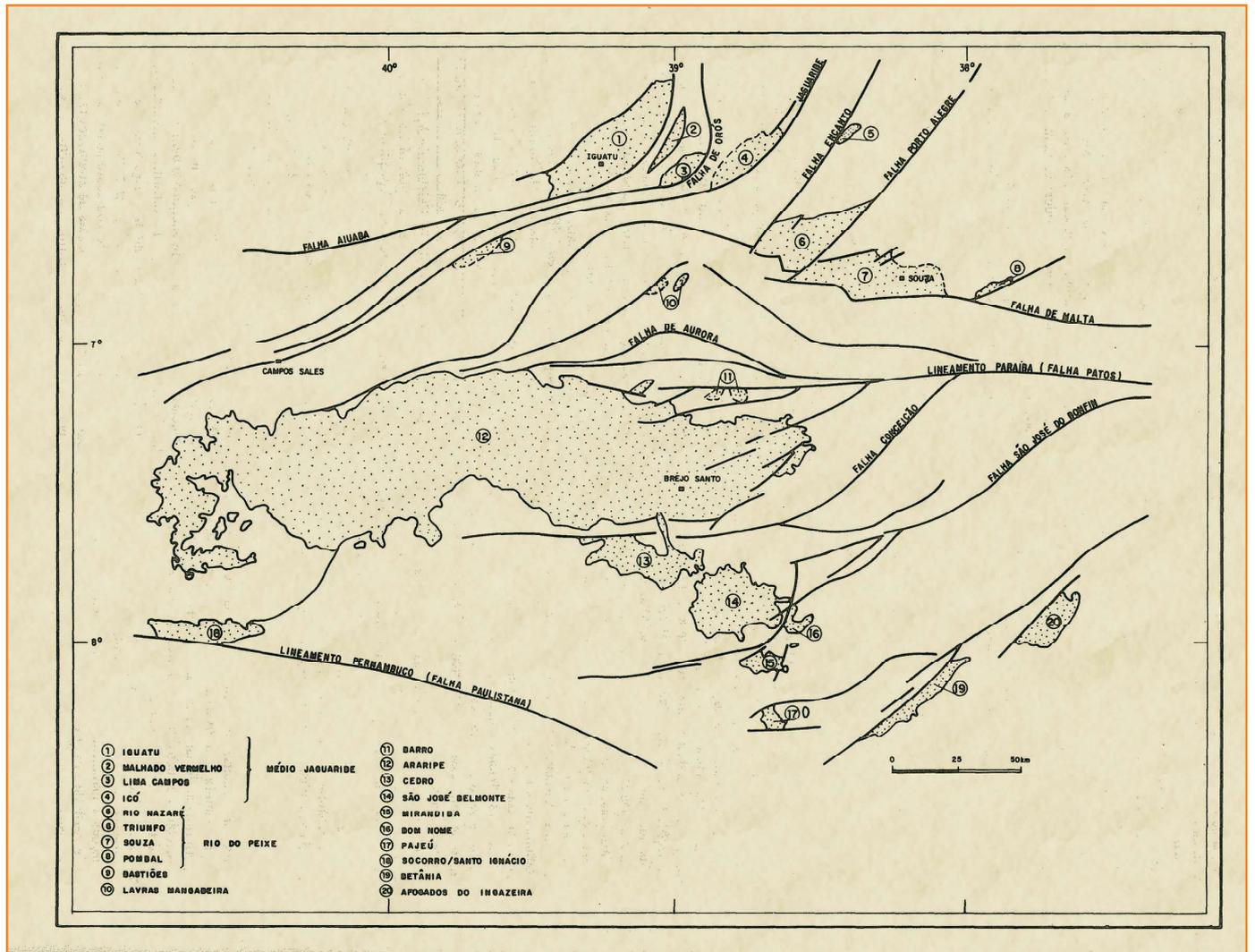
- Efetuar a análise estrutural dos sistemas de falhamentos que delimitam as diversas "bacias", com o objetivo de discriminar falhas reativadas das falhas criadas no Juro-Cretáceo e identificar os limites de erosão e os reais da sedimentação (conglomerados sintectônicos);
- Rever a biolíticoestratigrafia de todas as bacias interiores: o atual quadro divulgado é baseado em correlações à distância, não resistindo a uma análise crítica de perfis de superfície;
- Proceder ao levantamento gravimétrico e rever a estratigrafia da Bacia do Araripe. Há evidências

Figura 22

Esquema dos principais traços de falhas policíclicas da parte central do Nordeste e ocorrências sedimentares associadas (Bacias Interiores do Nordeste).

Figure 22

Schematic of the main polycyclic fault traces of the central Northeast part and associated sedimentary occurrences (Northeast Interior Basins).



de campo de intenso tectonismo ruptural, e a espessura do pacote pode extrapolar em muito as usuais referências de superfície. Estudos preliminares, com ênfase no arcabouço do embasamento, indicam pacotes de até 2 500 m de espessura, sem registro litoestratigráfico conhecido;

- d) Realizar levantamento gravimétrico nas áreas do embasamento, entre Araripe-Rio do Peixe e Rio do Peixe-Potiguar, com o objetivo de buscar subsídios de uma ligação Pré-Terciária, e de um modelo comum de evolução; e
- e) Correlacionar os segmentos de bacia, utilizando os resultados em favor de uma interpretação tectônica e paleogeográfica em conjunto.

## Bacia do Tacutu

### natureza do embasamento

A Bacia do Tacutu está implantada sobre o ramo guianense da Faixa Móvel Maroni-Itacaiúnas, formada no Ciclo Transamazônico (fig. 11).

A história geológica do substrato da bacia é muito complexa, remontando a eventos ocorridos no Arqueano e estendendo-se até o Cenozóico, com peculiar comportamento rúptil.

As rochas da faixa são de alto grau de metamorfismo fácies anfíbolito-alto a granulito (Grupos Kanaku, Bakhuys, Mucajá, etc.) - de sorte que a designação de "Cinturão Granulítico Guiana Central", de LIMA *et al.* (1981), é procedente. Predominam gnaisses aluminosos, augen gnaisses, gnaisses graníticos, granulitos ácidos, básicos e intermediários, com intercalações de quartzitos, formações ferríferas e anfíbolitos.

Primariamente, incluem rochas arqueanas remobilizadas e rearranjadas no atual *trend* NE-SW no Ciclo Transamazônico (Faixa Maroni-Itacaiúnas, fig. 9). Durante o Proterozóico Médio e Superior, a faixa já desenvolveu suas características de mobilidade, fazendo parte do "Arco do Rio Branco", zona arqueada entre os terrenos vulcano-sedimentares de norte (Surumu) e sul (Iricoumé/Uatumã) do Cráton Amazônico. Essa mobilidade esteve associada ao Sistema de Geofraturas NE-SW Catrimani-Apiaú, longitudinal à faixa, que é recortado por vários sistemas diagonais NW-SE (Ajarani, Uraricaá, Tepequém, Gurupira, etc.), provavelmente do Proterozóico Inferior.

Durante o Paleozóico, esse ramo do cinturão móvel manteve atividade ascensional, correspondendo à área-fonte dos sedimentos da Sinéclise do Amazonas.

A Bacia do Tacutu foi apontada (PORTO & SZATMARI, 1982) como ramo frustrado de uma junção tríplice, no processo de deriva continental mesozoica, no Atlântico Equatorial.

A condição de aulacógeno precisa ainda ser comprovada, embora suas rochas ígneas e o próprio cortejo de seqüências sedimentares pareçam adequar-se bem à proposta de classificação da bacia. Algumas estruturas circulares da região de Boa Vista (observadas em imagem de radar e satélite) e outras ocorrências de ígneas básicas e alcalinas nos arredores reclamam revisão (ou reavaliação) do conceito vigente. Todos esses aspectos de atividades tectono-magmáticas mesozoicas reafirmam a tendência à mobilidade da Faixa Maroni-Itacaiúnas.

É válido salientar que a sedimentação moderna do Alto Rio Branco-Formação Boa Vista e outras sobrejacentes se distribui predominantemente ao longo do chamado *Graben* de Tacutu. Isso é diagnóstico concreto de subsidência cenozoica, constituindo-se numa repetição contemporânea dos processos de formação das sinéclises do Paleozóico.

### principais discontinuidades geotectônicas e estruturais

A concepção acima exposta concorda com a classificação de PORTO & SZATMARI (1982), apontando a Bacia do Tacutu como o resultado de um aulacógeno mesozoico. As seqüências sedimentares juro-cretácicas, do Basalto Apoteri ao Arenito Tucano, mostram coerência com a trajetória usual de processos de formação de *rift* (como do Recôncavo, por exemplo).

Dá-se ênfase e atenção ao reconhecimento da herança e vocação de mobilidade da faixa pré-cambriana, antes não considerada importante.

As discontinuidades esperadas são transversais à faixa, em paralelo aos diversos sistemas lineagênicos NW-SE, acima referidos.

A tectônica epigenética mesozoica jogou com um mosaico complexo de blocos pré-cambrianos previamente cisalhados. *Horsts*, *grabens* e blocos basculados devem ser esperados, em consonância com as diferentes posições dos focos de epirogênese.

O problema que se coloca é o de buscar a continuidade das estruturas do Tacutu, e uma interpretação geotectônica mais subsidiada por dados geológicos e geofísicos.

## recomendações de pesquisa

- a) Efetuar a análise estrutural, com apoio de campo e laboratório, dos sistemas lineagênicos longitudinais e transversais ao *Graben* de Tacutu;
- b) Proceder ao levantamento geológico e geofísico, a montante e a jusante do *Graben* de Tacutu, para pesquisar as rochas ígneas (basalto, alcalinas) e restos sedimentares mesozóicos;
- c) Estudar a continuidade, para sudoeste, do Alinhamento Tacutu, que, segundo alguns geólogos, seria a zona do Rio Juruá. Entretanto, os mapas geológicos 1:1 000 000 do Projeto RADAM mostram a persistência do *trend* N 40-45 E, em demanda de tributários do alto curso do Rio Negro (Rio Marié); e
- d) Realizar estudos petrológicos e geocronológicos das ocorrências do Sienito Catrimani (Rio Catrimani), Carbonatito de Seis Lagos e Magmatismo Apoteri (fig. 11). A presença de eventos ígneos mesozóicos na porção norte do Cráton Amazônico certamente não é fortuita, e pode vir a ser interligada de forma coerente com a evolução da Bacia do Tacutu.

## conclusões e recomendações

Nos capítulos anteriores, procurou-se dar uma idéia sobre a natureza do embasamento das bacias sedimentares brasileiras, bem como identificar e caracterizar os principais lineamentos que as tangenciam, ou lhes são secantes, e que poderiam ter influenciado o seu desenvolvimento tectono-sedimentar.

Verificou-se que, na grande maioria dos casos, foi possível chegar-se a uma interpretação coerente a respeito das províncias tectônicas cobertas pela sedimentação fanerozóica; além disso, o controle petrográfico e geocronológico, quando disponível, revelou-se sempre coerente com as extensões das unidades geotectônicas maiores, caracterizadas ao longo das bordas das bacias sedimentares.

## origem e evolução das bacias sedimentares brasileiras

Um dos objetivos do projeto, apresentar e discutir hipóteses possíveis sobre a origem e a evolução tectônica das bacias sedimentares brasileiras, foi alcançado apenas parcialmente, porque muitos dados petrográficos e geocronológicos não puderam ser obtidos no pouco tempo disponível para as atividades do projeto. Muitos dados geofísicos e/ou de geologia de subsuperfície, mesmo quando existentes, também não puderam ser suficientemente avaliados. De qualquer forma, algumas idéias gerais, mesmo necessitando de comprovação posterior, podem ser enunciadas:

- todas as bacias sedimentares brasileiras, tanto as grandes sinéclises, como as bacias menores, marginais ao Atlântico, implantaram-se sobre crosta do tipo continental, constituída por mosaicos de blocos tectônicos de natureza (composição e idade) diferente, muitas vezes justapostos ao longo de acidentes tectônicos maiores;
- com a exceção importante das Bacias do Amazonas e do Acre, e de algumas bacias marginais menores (Pará, São Luís, Tucano Sul-Recôncavo), as bacias sedimentares brasileiras localizam-se sobre terrenos formados, regenerados ou reativados tectonicamente no Proterozóico Superior (Ciclo Orogênico Brasileiro);
- as sinéclises paleozóicas (Maranhão e Paraná) podem ter tido início como produto de contração da litosfera, após a expansão térmica devido à orogênese brasileira. Com grande probabilidade, a sua subsidência teria sido precedida pelo aparecimento de grandes *riffts* (e/ou aulacógenos), preenchidos por sequências vulcano-sedimentares do Cambro-Ordoviciano, em muitos casos interpretadas como "molassas" do próprio Ciclo Brasileiro (Jaibaras, S. Julião, Monte do Carmo, Piriá, Rio das Barreiras, Água Bonita, Piranhas, Pouso Alegre, Eleutério, Castro, Itajaí, Bom Jardim, Camaquã, etc.);
- as Bacias do Amazonas e do Acre, tendo sido implantadas sobre províncias tectônicas do embasamento muito mais antigas do que o Ciclo Brasileiro, devem ser explicadas de outra forma. Neste caso, é possível inferir um intumescimento da litosfera, no Cambro-Ordoviciano, acompanhado de intrusões (e extrusões?) ultramáficas

alcalinas, ao longo do eixo do rio Amazonas. A contração subsequente da litosfera, após o resfriamento, poderia ter dado início à subsidência generalizada, a partir do Siluriano;

- nova fase de subsidência das bacias maiores, no Mesocenozóico, estaria associada à contração térmica subsequente a novo aquecimento, associado a eventos tensionais intraplaca, por sua vez acompanhados de importantes intrusões e extrusões basálticas toleíticas, cujo condicionamento tectônico maior seria a própria abertura do Atlântico Norte e, em seguida, do Atlântico Sul. Essa fase poderia dar ensejo ao "estiramento" (*stretching*) da litosfera, com o conseqüente aparecimento de falhas listricas na sequência sedimentar paleozóica; e
- no caso das bacias marginais, a sua formação e evolução estão caracterizadas desde os trabalhos de BEURLEN (1967), PONTE *et alii* (1971), ESTRELLA (1972), e outros. Representa o desenvolvimento típico de uma margem continental passiva, resultante da separação entre placas continentais, incluindo estágios sucessivos de aquecimento e intumescimento, implantação de sistemas de *riffts*, separação continental com formação simultânea de crosta oceânica, resfriamento da litosfera na medida de seu afastamento em relação à dorsal médio-oceânica, e subsidência continuada, acompanhando o desenvolvimento de *grabens* e *semigrabens*, na margem continental resultante (ASMUS, 1975).

Nas idéias acima expostas, encontra-se implícito um modelo que vale tanto para as grandes sinéclises como para as bacias marginais: as subsidências principais são precedidas por estágios em que *grabens* (ou *semigrabens*), formados por *rifting*, aparecem ao longo das principais zonas de fraqueza da litosfera. Parece óbvio buscar a implantação inicial dos *grabens* precursores justamente no prolongamento dos principais acidentes tectônicos do embasamento, que seriam os sítios naturais mais suscetíveis às reativações tectônicas mais importantes. É provável, ainda, que tais estruturas, pela sua suscetibilidade congênita, sejam também os locais preferidos para os falhamentos mais novos (concomitantes ou subsequentes a episódios deposicionais) e, portanto, áreas de interesse para hidrocarbonetos, em vista da formação de eventuais *traps* estruturais. Até o momento, em todas as observações efetuadas no presente trabalho, tem sido confirmada a importância fundamental das

antigas descontinuidades do embasamento na estruturação das bacias fanerozóicas.

## sugestões para atividades futuras

Os modelos enunciados no item anterior, que se referem não só à origem das bacias sedimentares, mas também (e principalmente) à sua evolução tectônica, poderiam ser testados através de dados em parte já disponíveis na Petrobras, buscando-se possíveis associações entre as maiores descontinuidades primárias do embasamento (e seus prolongamentos por baixo das coberturas sedimentares) e vários tipos de parâmetros geofísicos e/ou de subsuperfície, tais como:

- mapas de isópacas e isóliticas de diferentes sequências sedimentares;
- reconstruções de subsuperfície (modelos de flexuras vs. falhamentos normais vs. falhas listricas);
- perfis de reflexão sísmica, buscando-se resolução nas partes mais profundas das sequências sedimentares;
- mapas magnetométricos e gravimétricos filtrados para ressaltar as feições inerentes ao embasamento; e
- mapas de contorno estrutural do embasamento, com controle de poços e medidas de refração sísmica.

Tendo-se em mente a possibilidade de comprovar (ou de refutar) as idéias e os modelos propostos, bem como a de melhor aprofundar o estudo de determinados aspectos, visando à tectônica do embasamento, além das sugestões específicas mencionadas nos capítulos anteriores, diversas sugestões genéricas e recomendações podem ser aqui aventadas, de preferência sob a égide de uma escala maior:

- Dados petrográficos e geocronológicos adicionais

Seria desejável dar continuidade à obtenção de dados petrográficos e geocronológicos nos testemunhos de subsuperfície que atingiram o embasamento e suas coberturas pré-devonianas ou pré-silurianas. Um programa de datações geocronológicas encontra-se em andamento, através do Convênio Petrobras-USP. Sugere-se também uma programação adicional, utilizando amostras de calha nos vários lugares críticos para as interpretações tectônicas. Certo destaque

deve ser dado às amostras de rochas sedimentares (pré-devonianas ou pré-silurianas), em vista de sua importância na localização de antigos grabens do Cambro-Ordoviciano, ou de seqüências de cobertura (cratônica) mais antigas, proterozóicas.

- Dados estruturais

Ficou evidente, pelo menos em alguns dos casos assinalados, a importância das reativações tectônicas, ao longo das descontinuidades do embasamento, nas condições de sedimentação das bacias sobrejacentes. Desta forma, seria aconselhável realizar estudos pormenorizados de campo, nas regiões em que tais descontinuidades se aproximam dos limites das bacias sedimentares, para caracterizar a natureza dos movimentos tectônicos e, desde que possível, as suas modificações ao longo do tempo geológico. A elaboração de mapas geológicos integrados, preferencialmente na escala de 1:1 000 000, seria útil para testar algumas das idéias sobre a evolução das bacias, como preconizadas neste trabalho.

Tais estudos, que envolveriam necessariamente análises estruturais pormenorizadas e da mecânica do fraturamento das rochas, poderiam ser conduzidos por assessores externos. Eventualmente, estes estudos seriam acoplados com atividades de estudantes de pós-graduação em algumas das Universidades Brasileiras, de comum acordo com orientadores escolhidos. Regiões-modelo, para estudos desta natureza, foram amplamente apontadas ao longo das recomendações de pesquisa nas bacias estudadas.

- Dados geofísicos

Mapas gravimétricos e aeromagnéticos regionais, em escalas de integração (1:1 000 000, ou menor), são importantes para caracterizar as "assinaturas gravimétricas" ou "assinaturas magnéticas" das províncias do embasamento. Para uma melhor interpretação, far-se-ia necessária uma filtragem especial dos dados, retirando-se as feições inerentes aos próprios sedimentos, ou às intrusões rasas a eles associadas. Além disso, principalmente na Região Amazônica, seria desejável a obtenção de dados gravimétricos e aeromagnetométricos nas províncias do embasamento, fora das regiões sedimentares, para permitir as necessárias correlações entre as províncias geotectônicas análogas.

Os parâmetros geofísicos são essenciais para interpretações a respeito da herança tectônica do embasamento, visto que, em muitos casos, representam as únicas evidências existentes para caracterizá-lo

em termos de natureza, profundidade e grau de homogeneidade. Muitos dados geofísicos, já existentes, não puderam ser analisados. Deste modo, sugere-se o processamento dos dados disponíveis, com as filtragens pertinentes para permitir a análise dos mapas geofísicos em escalas adequadas. Também recomenda-se a obtenção de dados novos em áreas carentes. Em ambos os aspectos, desde que as atividades previstas não se configurem prioritárias em termos da Petrobras, poderiam ser consultadas entidades externas eventualmente interessadas no processamento dos dados existentes, ou na obtenção de dados novos adicionais para a sua execução (ON, IAG-USP, UFBA, UFPA, UnB, etc.).

Dados geofísicos adicionais (sísmica de reflexão e de refração, fluxo térmico, radioatividade natural, etc.), sempre que existentes, devem ser levados em consideração nas interpretações. Em especial, perfis escolhidos de sísmica de reflexão poderão ser de grande utilidade no estabelecimento dos principais falhamentos regionais, como também suas possíveis associações com as maiores descontinuidades estruturais do embasamento, determinadas ou inferidas.

- Dados geocronológicos em amostras das seqüências sedimentares

Durante a evolução tectono-sedimentar das bacias maiores, ocorreram episódios de sedimentação com taxas da ordem de 10 m/Ma ou mais, correspondendo a subsidências generalizadas, causadas por reajustes isostáticos. Tais subsidências, materializadas por amplas flexuras da litosfera, acompanhadas ou não por falhamentos normais, parecem ser subseqüentes a resfriamentos da própria litosfera, após eventos térmicos regionais de fonte profunda. Fenômenos desta natureza ocorreram em todas as grandes sinéclises paleozóicas da Plataforma Brasileira.

A datação de tais eventos tectônicos pode ser importante na prospecção de petróleo, pela evidente associação que existe entre a evolução estrutural, a história térmica regional, as possibilidades de maturação da matéria orgânica existente e as possibilidades de migração dos fluidos das formações sedimentares. THOMAZ FILHO *et alii* (1976) e CORDANI *et alii* (1978) mostraram que datações Rb-Sr em amostras de rochas argilosas podem indicar as épocas em que os sistemas minerais se fecharam para migração de estrôncio, correspondentes provavelmente às épocas em que os sedimentos perderam a maior parte de seus fluidos internos. Nos trabalhos mencionados, os

dados ainda eram preliminares, sendo aqui sugeridas novas investigações em sedimentos das sequências paleozóicas brasileiras.

Por exemplo, poderiam ser obtidas isócronas amostrais – fração fina (FF), resíduo (RES) e lixiviado (LIX) - de formações argilosas das bacias sedimentares, escolhidas em vários locais em que se supõe a existência de eventos tectônicos importantes. Tais eventos estariam ligados a acidentes tectônicos específicos, ocorridos em épocas muito posteriores às respectivas sedimentações (Arco de Ponta Grossa, Arco de Purus, reativações do Lineamento Transbrasiliano, etc.).

### recomendações finais

Desde que verificada a importância das estruturas do embasamento na evolução tectônica das bacias sedimentares, e desde que implementadas algumas das sugestões aqui enunciadas, torna-se implícita a seguinte recomendação:

- manter um grupo de trabalho composto de técnicos da Petrobras, incluindo especialistas de vários campos de atividade (geologia de superfície e de subsuperfície, geofísica, geoquímica e geocronologia), para acompanhamento periódico e avaliação dos resultados complementares a serem obtidos.

Esse grupo de trabalho, que poderia valer-se da assessoria periódica de consultores externos, teria como objetivos principais:

- testar os modelos sobre a origem das bacias sedimentares, a partir das linhas de pesquisa propostas;
- definir, em termos concretos, a efetividade das discontinuidades do embasamento na evolução tectônica das bacias, verificando a relação com os eventos principais e a formação de estruturas;
- dispor, em cartografia geológica de semidetalle, continuamente aprimorada, os domínios litoestruturais de todo o embasamento das bacias emersas; e
- possibilitar a localização de trapas estruturais promissoras, fornecendo informações para que o Departamento de Exploração da Petrobras recomende poços pioneiros para avaliação da potencialidade de hidrocarbonetos.

## anexo I

### legenda das rochas

ac – arcósio  
ad – ardósia  
af – anfíbolito  
ag – argilito  
ap – aplito  
ar – arenito  
bs – basalto  
cb – carbonatito  
cg – conglomerado  
ch – chamoquito  
cxt – calcixisto  
dc – dacito  
dt – diorito  
fl – filito  
ft – filonito  
gb – gabro  
gd – granodiorito  
gf – granófiro  
gl – granulito  
gn – granito  
gs – gnaisse  
ht – homblendito  
ig – ignimbrito  
jp – jacupiranguito  
ma – mármore  
ml – milonito  
mtb – metagabro  
mtc – metaconglomerado  
mtd – metadacito  
mtg – metagrauvaca  
mtn – metanorito  
mz – monzonito  
px – piroxenito  
qto – quartzito  
qz – quartzo  
rl – riolito  
sn – sienito  
sl – silito  
tf – tufo  
tn – tonalito  
tq – traquito  
vc – vulcânica  
wk – wacke  
xt – xisto

## anexo II

### legenda dos minerais

ab – albita  
act – actinolita  
anf – anfíbolio  
ap – apatita  
bi – biotita  
ca – carbonata  
cau – caulinita  
cl – clorita  
cpx – clinopiroxênio  
do – dolomita  
ep – epidoto  
esf – esfeno  
est – estaurólita  
fd – feldspatóide  
flu – fluorita  
gra – granada  
hb – homblenda  
he – hematita  
hy – hiperstênio  
il – ilita  
kf – K-feldspato  
mc – mica  
mu – muscovita  
ol – olivina  
op – opacos  
opx – ortopiroxênio  
pi – pirita  
pl – plagioclásio  
qz – quartzo  
sa – saponita  
se – sericita  
se – serpentina  
sil – silimanita  
tre – tremolita  
tu – turmalina

## anexo III

### legenda dos materiais datados

A – anfibólio  
B – biotita  
F – feldspato  
M – muscovita  
PL – plagioclásio  
RT – rocha total

## anexo IV

### estrutura - legenda das abreviaturas

cren. – crenulação  
text. – textura  
xist. – xistosidade

## anexo V

### observações - legenda das abreviaturas

alt. – alteração (alterado)  
calc. – calcífero  
f. – fácies  
seq. – sequência

## referências bibliográficas

ABREU, F.M. de; VILLAS, R.N.N. & HASUI, Y. Esboço estratigráfico do Pré-Cambriano da Região do Gurupi, Estado do Pará e Maranhão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA. 31., Balneário de Camboriú, SC. 1980. Anais. São Paulo, Sociedade Brasileira de Geologia, 1980. v. 2. p. 647-58.

AGUIAR, G. & NAHASS, S. Mapa estrutural da Bacia do Maranhão-escala 1/1 000 000. Belém, Petrobras. RENOR. DIREX, 1969. (Relatório 371 - anexo 2).

\_\_\_\_\_. Mapa geológico geral da Bacia do Maranhão-escala 1/1 000 000. Belém, Petrobras. RENOR. DIREX, 1969. (Relatório 371).

AGUIAR, G.A.A. Revisão geológica da Bacia Paleozóica do Maranhão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA. 25., São Paulo, 1971. Anais. São Paulo, Sociedade Brasileira de Geologia, 1971. v. 3. p. 112-22.

ALEINIKOV, A.L. et alii. Dynamics of the Russian and West Siberium Platforms. In: BALLY, A.W. Dynamics of plate interiors. Washington, D.C., AGU, 1980. p. 73-80 (Geodynamics Series, 1).

ALMEIDA, F.F.M. Origem e evolução da Plataforma Brasileira. II Semana de Debates Geológicos, CAEG, Univ. Fed. Rio Grande do Sul, pp. 42-67, Debates, pp. 68-89, Porto Alegre, 1966.

\_\_\_\_\_. Origem e evolução da plataforma brasileira. Rio de Janeiro, DNPM. DGM, 1967. 36 p. (DNPM. DGM. Boletim 241).

\_\_\_\_\_. Diferenciação Tectônica da Plataforma Brasileira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 23., Salvador, 1969. Anais. São Paulo, Sociedade Brasileira de Geologia, 1969. p. 29-40.

\_\_\_\_\_. Mapa geotectônico da América do Sul. Rio de Janeiro, DNPM. UNESCO. s.d.

\_\_\_\_\_. The system of continental rifts bordering the Santos Basin. Anais Acad. Bras. Ciênc. 48: 15-26, 1976. (suplemento).

\_\_\_\_\_. Tectônica da Bacia do Paraná no Brasil. São Paulo, IPI, 1980. 18 pp. (Relatório PAULIPETRO).

AMARAL, G. Geologia Pré-Cambriana da Região Amazônica. São Paulo, USP. Inst. Geociências, 1974. 212 p. (Tese de Livre Docência).

ANDRADE, C.A.C. & CUNHA, F.M.B. Revisão geológica da Bacia paleozóica do Amazonas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 25., São Paulo. Anais. São Paulo, Sociedade Brasileira de Geologia, 1971, v.3. p. 93-112.

ARTHURSHKOV, E.V. Mechanism of continental riftogenesis. In: ILLIES, J.H. Mechanism of Graben Formation. Amsterdam, Elsevier, 1981. p. 1-15. (Developments in Geotectonics, 17).

ARTYUSKOV, A.L.; SHLESINGER, A.E. & YANSHIM, A.L. The origin of vertical crustal movements within

- lithospheric plates. In: BALLY, A.W. Dynamics of plate interiors. Washington, D.C., AGU, 1980. p. 53-72. (Geodynamics Series, 1).
- ASMUS, H.E. Controle estrutural da deposição mesozóica nas bacias da margem continental brasileira. Rev. Bras. Geoc., São Paulo, 5 (3): 160-75, set. 1975.
- ASMUS, H.E. & PORTO, R. Classificação das bacias sedimentares brasileiras segundo a tectônica de placas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 26., Belém, 1972. Anais. São Paulo, Sociedade Brasileira de Geologia, 1972. p. 57-66, 1972.
- \_\_\_\_\_. Diferença nos estágios iniciais da evolução da Margem Continental Brasileira; possíveis causas e implicações. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 31., Balneário de Camboriú, S.C., 1980. Anais. São Paulo, Sociedade Brasileira de Geologia, 1980. v. 5. p. 2700-8.
- BALLY, A.W. Basins and subsidence; a summary. In: Dynamics of plate interiors. Washington, D.C., AGU, 1980. p. 5-20. (Geodynamics Series 1).
- BALLY, A.W. & SNELSON, S. Realms of subsidence. In: CANADIAN SOCIETY OF PETROLEUM GEOLOGISTS. Facts and principles of world petroleum occurrence; a conf. held in Calgary June 26-28, 1978. Calgary, Alberta, 1980. 1003 p. (Canadian Society of Petroleum Geologists, Memoir 6).
- BEURLEN, K. A estrutura geológica do Nordeste do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 21. Curitiba, 1967. Anais do XXI Congresso. Curitiba, 1967. p. 151-8.
- BLITZKOW, D.; GASPARINI, P.; SÁ, N.C. & MANTOVANI, M.S.M. Crustal structure of Southeastern Minas Gerais, Brazil, deduced from gravity measurements. Rev. Bras. Geoc. 9: 39-43, 1979.
- BONHOMME, M.B. et alii. Radiochronological age correlation of proterozoic sediments in Brazil. Precamb. Research, 18 (1982): 103-18, 1982.
- BOTT, M.H.P. Mechanism of subsidence at passive continental margins. In: BALLEY, A.W. Dynamics of plate interiors. Washington, D.C., AGU, 1980. p. 27-36. (Geodynamics Series, 1).
- \_\_\_\_\_. Crustal doming and the mechanism of continental rifting. In: ILLIES, J.H. Mechanism of Graben Formation. Amsterdam, Elsevier, 1981. p. 1-9. (Developments in Geotectonics, 17).
- BRASIL. DNPM. Carta geológica do Brasil ao milionésimo: folha Rio São Francisco (SC-23). Brasília, 1974. 57p. 1map.
- \_\_\_\_\_. Carta geológica do Brasil ao milionésimo: folha Natal (SB-25), folha Recife (SC-25). Brasília, 1974. 41 p. 2 map.
- \_\_\_\_\_. Carta geológica do Brasil ao milionésimo: folha Jaguaribe (SB-24), folha Fortaleza (SA-24). Brasília, 1974. 95 p. 17 tab. 2 map.
- \_\_\_\_\_. Carta geológica do Brasil ao milionésimo: folha Aracaju (SC-24). Brasília, 1976. 226 p.
- \_\_\_\_\_. Carta geológica do Brasil ao milionésimo: folhas Rio de Janeiro (SF-23), Vitória (SF-24) e Iguape (SC-23). Brasília, 1979. 240 p.
- \_\_\_\_\_. Mapa geológico do Brasil e da área oceânica adjacente. Brasília, DNPM, 1981.
- \_\_\_\_\_. Projeto RADAM. Folha NA/NB, 22. Macapá; geologia, geomorfologia, solos, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1974. 1 v. (Levantamento de Recursos Naturais, 6).
- \_\_\_\_\_. Folha SA-22. Belém; geologia, geomorfologia, solos, vegetação e uso potencial. Rio de Janeiro, 1974.
- \_\_\_\_\_. Folha SB-22. Araguaia e parte da folha SC-22. Tocantins, geologia, geomorfologia, solos, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1974. 1 v. (Levantamento de Recursos Naturais, 4).
- \_\_\_\_\_. Folha SB-21. Tapajós, geomorfologia, solos, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1975. 418 p. (Levantamento de Recursos Naturais, 7).
- \_\_\_\_\_. Projeto RADAMBRASIL. Folha NA-20. Boa Vista e parte das folhas NA-21 Tumucumaque, NB-20 Roraima e NB-21; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1975. 428 p. (Levantamento dos Recursos Naturais, 8).

\_\_\_\_\_. Folha NA-21. Tumucumaque e parte da folha NB-21; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1975. 370 p. (Levantamento de Recursos Naturais, 9).

\_\_\_\_\_. Folha NA-19. Pico da Neblina; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1976. 380 p. (Levantamento dos Recursos Naturais, 11).

\_\_\_\_\_. Folha SC-19. Rio Branco, geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso do potencial da terra. Rio de Janeiro, 1976. 458 p. (Levantamento de Recursos Naturais, 12).

\_\_\_\_\_. Folha SA-21. Santarém, geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1976. 522 p. (Levantamento de Recursos Naturais, 10).

\_\_\_\_\_. Folha SA-19. Içá; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1977. 446 p. (Levantamento de Recursos Naturais, 14).

\_\_\_\_\_. Folhas SB/SC-18. Javari / Contamana; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1977. 413 p. (Levantamento de Recursos Naturais, 13).

\_\_\_\_\_. Folha SB-19. Juruá, geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso do potencial da terra. Rio de Janeiro, 1977. 430 p. (Levantamento de Recursos Naturais, 15).

\_\_\_\_\_. Folha SA-20. Manaus; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1978. 626 p. (Levantamento de Recursos Naturais).

\_\_\_\_\_. Folha SA-20. Puros; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1978. 566 p. (Levantamento de Recursos Naturais, 17).

\_\_\_\_\_. Folha SC-20. Porto Velho; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso do potencial da terra. Rio de Janeiro, 1978. 668 p. (Levantamento de Recursos Naturais, 16).

\_\_\_\_\_. Folha SD-20. Guaporé; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso do potencial da terra. Rio de Janeiro, 1979. 364 p. (Levantamento de Recursos Naturais, 19).

\_\_\_\_\_. Folha SC-21. Juruena; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1980. 456 p. (Levantamento de Recursos Naturais, 20).

\_\_\_\_\_. Folha SC-22. Tocantins; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso do potencial da terra. Rio de Janeiro, 1981.

BRITO-NEVES, B.B. Regionalização geotectônica do Pré-Cambriano Nordeste. São Paulo, USP. Inst. Geoc., 1975. 198 p. (Tese de doutorado-circulação restrita).

BRITO-NEVES, B.B. & BEURLIN, H. Mapa geológico do Nordeste Oriental Brasileiro, escala 1/1.000.000. In: CONG. GEOL. LATINO-AMERICANO, 5., Buenos Aires, 1982.

BRITO-NEVES, B.B.; SIAL, A.N. & ALBUQUERQUE, J.P.I. Vergência centrífuga residual no sistema de dobramentos Sergipano. Rev. Bras. Geoc. 7 (2): 107-14, 1977.

BRONNER, G.; ROUSSEL, J. & TROMPETTE, R. Genesis and Geodynamic evolution of the Taoudeni Cratonic Basin (Upper Precambrian and Paleozoic), Western Africa. In: BALLEY, A.W. Dynamics of plate interiors. Washington, D.C., AGU, 1980. p. 81-90. (Geodynamic Series, 1).

CALDASSO, A.L.S. & HAMA, M. Posicionamento estratigráfico das rochas básicas da Bacia do Paraíba. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA. 30., Recife, 1978. Anais. Sociedade Brasileira de Geologia, 1978. v. 2. p. 561-81.

CAMPANHA, G.A. O lineamento de Além Paraíba na área de Três Rios - RJ. Rev. Bras. Geoc. 11 (3): 159-71, 1981.

CAROZZI, A.V.; ALVES, R.J. & CASTRO, J.C. Controle Tectônico Sinsedimentar das Formações Itaituba e Nova Olinda da Bacia do Amazonas, Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA. 26., Belém,

1972. Anais. São Paulo, Sociedade Brasileira de Geologia, 1975, v. 2, p. 57-66.
- CAROZZI, A.V. et alii. Análise ambiental e evolução Tectônica Sinsedimentar da seção Siluro-Eocarbonífera da Bacia do Maranhão. Rio de Janeiro, Petrobras. CENPES. DINTEP, 1975. 48 p. (Série Ciência-Técnica-Petróleo. Seção: Exploração de petróleo publ. n.7).
- CESAR, A.R.S.F. O Cráton do Rio de La Plata e o Cinturão Dom Feliciano no Escudo Uruguaio Sul Rio Grandense. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA. 31., Balneário de Camboriú, SC. 1980. Anais. São Paulo, Sociedade Brasileira de Geologia, 1980. v. 5. p. 2879-92.
- CORDANI, U.G. Evolución Tectônica de La Corteza Continental Sudamérica y su importância en la caracterización de Províncias Uraníferas. In: At. Eng. Ag. 162 (1): 3-23, 1981.
- CORDANI, U.G. et alii: Evolução Tectônica da Amazônia com base nos dados geocronológicos. In: CONGRESSO CHILENO DE GEOLOGIA. 2., Arica, 1979. p. 137-148.
- CORDANI, U.G. & BRITO-NEVES, B.B. The geologic evolution of South America during Archean and Early Proterozoic. Rev. Bras. Geoc. 1982. (no prelo).
- CORDANI, U.G.; KAWASHITA, K. & THOMAZ FILHO, A. Applicability of the rubidium-strontium method in shales and related rocks. In: AAPG. Contributions to the Geologic Time Scale. Tulsa, Okla., 1978. p. 92-117. (Studies in geologie, 6).
- CUNHA, F.M.B. da. Aspectos geomorfológicos da Bacia do Médio Amazonas obtidos com imagens de radar. Belém, Petrobras. RENOR. DIREX, 1973. (Rel. SEGES 669-A).
- CUNHA, F.M.B. da & CARNEIRO, R.G. Interpretação fotogeológica do Centro-Oeste da Bacia do Maranhão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA. 26., Belém, 1972. Anais. São Paulo, Sociedade Brasileira de Geologia, 1975. v. 3. p. 65-79.
- DANNI, J.C.M.; FUCK, R.A. & LEONARDOS, O.H. Archean and Early Proterozoic units in Central Brazil. Geologische Rundschau, 71 (1): 1982.
- ESTRELLA, G.O. O estágio "rift" nas bacias marginais do Leste Brasileiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 26. Belém, 1972. Anais do XXVI Congresso. São Paulo, SBG. 1972, n. 3, p. 29-34.
- FALKENHEIN, A. & BOSCO. J. Bacia Potiguar -Mapa tentativo do embasamento. Escala 1/500.000. Petrobras. DEPEX, 1977.
- FERREIRA, F.J.F. Alinhamentos estruturais - magnéticos da Região Centro-Oriental da Bacia do Paraná e seu significado tectônico. São Paulo, USP, Inst. Geoc., 1982. (Dissertação de Mestrado -circulação restrita).
- FORTES, F.P. Geologia Estrutural e Tectônica da Bacia Sedimentar do Meio-Norte do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA. 30., Recife, 1978. Anais. São Paulo, Sociedade Brasileira de Geologia, 1978. p. 321-36.
- FORTES, F.P. Estudo fotogeológico preliminar das Folhas Macau e Açú-Bacia Potiguar. Natal. Petrobras. DEBAR. DINTER, 1982. 27 p.
- FUCK, R.A. & MARINI, O.J. O Grupo Araxá e unidades homotaxiais. In: SIMPÓSIO SOBRE O CRÁTON DO S. FRANCISCO E SUAS FAIXAS MARGINAIS. SBG. Núcleo da Bahia. p. 118-29 (1981).
- GOMES, R.A.A.D. & MOTTA, A.C. Compartimentação Tectônica da Bacia Potiguar interpretado a partir de Mapa Bouguer. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA. 32., Salvador, 1982. Anais. Salvador, Sociedade Brasileira de Geologia, 1982. v. 4. p. 1644-51.
- GORINI, MA. The Tectonic Fabric of the Equatorial Atlantic and Adjoining Continental Margin: Gulf of Guinea to Northeastern Brazil. In: PROJETO REMAC. Estruturas e tectonismo da margem continental brasileira, e suas implicações nos processos sedimentares e na avaliação do potencial de recursos minerais (relatório final). Rio de Janeiro, Petrobras. CENPES. DINTEP, 1981. p. 11-115 (Série Projeto REMAC, 9).
- HARALYI, N.L.E. & HASUI, Y. The gravimetric information and the Archean Proterozoic Structural Framework of Eastern Brazil. Rio de Janeiro, CNPq. Observ. Nac., 1982. 24 p.; Rev. Bras. Geo. (no prelo).

- HASUI, Y.; HENNIES, W.T. & IWANLICH, W. Idades Potássio Argônio do Pré-Cambriano da Região Centro-Norte do Brasil. *Bol. Inst. Geoc. USP*, 6: 77-83, 1975.
- HASUI, Y.; NEVES, B.B.B. e FUCK, R.A. Brazilian structural provinces: an introduction. *Earth Sci. Rev.* 17: 1-29, 1981.
- INDA, H.A.V. & BARBOSA, J.F. Mapa geológico do Estado da Bahia. Texto explicativo. Secretaria das Minas e Energia. Coordenação da Produção Mineral, 122 p., 1978.
- IWANUCH, W. Geologia da Área de Domo do Secunduri. São Paulo, USP. *Int. Geoc.*, 1982. (Dissert. Mestrado).
- KOWACH, A.; FARBAIRN, H. & HURLEY, P. Reconnaissance geochronology of basement rocks from the Amazonas and Maranhão Basin in Brazil. *Precamb. Research*, 3: 471-80, 1976.
- LESQUER, A. et alii. Signification structurale des anomalies gravimétriques de la Partie Sud du Craton de São Francisco (Brésil). *Tectonophysics*. 76: 273-293, 1981.
- LIMA, V. et alii. Projeto Scheelita do Seridó; Mapa geológico 1/250.000. Rio de Janeiro, DNP/CPRM, 1981.
- MELO, U. Os Folhelhos Pretos Cretáceos do Atlântico Sul-Central e sua importância petrolífera. Rio de Janeiro, Petrobras. CENPES, 1982.
- MELLO, A.A. de. Características geológicas e Metalotectônicas dos Cinturões Móveis do Nordeste Oriental. Recife, CPRM, 1979.
- MESNER, J.G. & WOOLDRIDGE, L.C. The Maranhão Basin Study. Revision. Rio de Janeiro, Petrobras. DEPEX. SEDOC, 1962. (Relat. interno).
- MILANOVSKY, E.E. Aulacogens of Ancient Platforms: problems of their origin and Tectonic development. In: ILLIES, J.H. Mechanism of Graben Formation. Amsterdam, Elsevier, 1981. p. 1-15. (Developments in Geotectonics, 17).
- MIRANDA, F.P. de. Mapa morfoestrutural integrado (Baixo Rio Tapajós). Escala 1/500.000. Rio de Janeiro, Petrobras. CENPES. CNPq. INPE, 1982.
- MIURA, K. Possibilidades petrolíferas da Bacia do Acre. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 26., Belém, 1972. Anais. São Paulo, Sociedade Brasileira de Geologia, 1972. v. 3 p. 15-20.
- MIURA, K. & BARBOSA, J.C. Geologia da Plataforma Continental do Maranhão, Piauí e Rio Grande do Norte. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 26., Belém, 1972. Anais. São Paulo, Sociedade Brasileira de Geologia, 1972. v. 2. p. 57-66.
- MONTALVÃO, R.M.G. & BEZERRA, P.E.L. Geologia e Tectônica da Plataforma (Cráton) Amazônica (parte da Amazônia Legal Brasileira). *Rev. Bras. Geoc.* 10 (1): 1-27, 1980.
- MOTTA, A.G.; DELGADO, S.M.; SIQUEIRA, L.P. et alii. Feições gravimétricas Magnetométricas do Cráton de São Francisco. In: SIMP. GEOL. DO CRÁTON DE S. FRANCISCO. Resumos. p. 26.
- NORTHFLEET, A.A. et alii. Análise comparativa da Paleogeologia dos Litorais Atlânticos, Brasileiro e Africano. Salvador, Petrobras. SEPES. DIDEP, 1972. 20 p.
- NORTHFLEET, A.A.; MEDEIROS, R.A. & MUHLMANN. Reavaliação dos dados geológicos da Bacia do Paraná. *Bol. Téc. Petrobras*, 12 (3): 291-346, 1969.
- OJEDA, H.O. Bacia Sergipe-Alagoas. Plataforma continental possibilidades petrolíferas (reavaliação). Rio de Janeiro, Petrobras. DEXPRO, 1970. (Relat. 3649).
- OJEDA, H.O. Bacia Pernambuco-Paraíba-Rio Grande do Norte (Maragogi-Toussor), integração geológica regional e perspectivas petrolíferas. Rio de Janeiro, Petrobras. DEXPRO, 1976. (Relat. 5240).
- OJEDA, H. O & CESERO, P. Bacia de Santos e Pelotas; geologia e perspectivas petrolíferas. Rio de Janeiro, Petrobras. CENPES, 1973. 50 p.
- OJEDA, H.O. & MOTTA, S. Bacia Barreirinhas-Piauí-Ceará: geologia regional e perspectivas petrolíferas. Rio de Janeiro, Petrobras. DIVEX, 1975.
- PAULIPETRO. Mapa geológico estrutural da Bacia do Paraná 1/2.500.000 - Grupo de integração de dados. São Paulo, 1982.

- Petrobras. DEPEX. DITREX. Mapa Bouguer. Bacia Potiguar. Área Massepana. S. Bento do Norte. Escala 1/250.000.
- Petrobras. RENOR. DIREX. Mapa Bouguer compilado escala 1/2.500.000. Área Pará-Amapá-Maranhão-Piauí e Ceará. Belém 1969.
- Petrobras. RENOR. DIREX. SEGRAV. Mapa Bouguer compilado escala 1/2.500.000. Belém, 1969.
- PONTE, F.C. et alii. Evolução paleogeográfica do Brasil Oriental e África Ocidental. Salvador, Petrobras, 1971, 71 p. (rel. interno CPEG IV).
- PORTO, R. & SZATMARI, P. Classificação Tectônica das Bacias sedimentares Terrestres do Brasil. Rio de Janeiro, Petrobras. CENPES, 1982. 14 p.
- RAND, H. Estudos geofísicos na faixa litorânea ao sul do Recife, Recife, UFPE. Depto. Eng. Minas, 1976.
- RAND, H.; SIAL, A.N.; NEVES, B.B.B. & MANSO, V.V. Estudo gravimétrico e magnetométrico do sistema de dobramentos Sergipano-Nordeste Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA. 31, Balneário de Camboriú, 1980. Anais. São Paulo, Sociedade Brasileira de Geologia, 1980. v. 5. p. 2700-8.
- REZENDE, W.M. de. O mecanismo de intrusões do Diabásio nas Bacias Paleozóicas do Amazonas e do Maranhão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA. 25., São Paulo, 1971. Anais. São Paulo, Sociedade Brasileira de Geologia, 1971. v. 3. p. 123-38.
- \_\_\_\_\_. Post Paleozoic Geotectonics of South America related to Plate Tectonics and Continental Drift. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 25., São Paulo, 1971. Anais. São Paulo, Sociedade Brasileira de Geologia, 1971.
- REZENDE, W.M. & PAMPLONA, H.R.P. Estudo do desenvolvimento do Arco Ferrer-Urbano Santos. Bol. Téc. Petrobras, 13 (2): 5-14,1970.
- RIBEIRO, M. Geossuturas do Escudo do Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA. 31. Balneário de Camboriú, 1980. Anais. São Paulo, Sociedade Brasileira de Geologia, 1980, v. 5. p. 2709-18.
- SÁ, J. de. Mapa geológico do Extremo-Oeste do Rio Grande do Norte. In: SIMP. GEOL. NORDESTE DO RECIFE. 10., Recife, 1981.
- SANTOS, D.B.; MONTALVÃO, R.G.M.; RODRIGUES, O.B. et alii. Coberturas Vulcano-Sedimentares e Sedimentares Pré-Cambrianas da Plataforma Amazônica. In: SIM. GEOL. AM. 1., Belém, 1982. Anais. p. 163-184.
- SCHNEIDER, R.L. et alii. Revisão Estratigráfica da Bacia do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA. 28., Porto Alegre, 1974. Anais. São Paulo, Sociedade Brasileira de Geologia, 1974. p.41-65.
- SILVA FILHO, MAS. et alii. Projeto Baixo S. Francisco V. Barros, escala 1/250.000. Salvador, DNPM. CPRM, 1977.
- SLEEP, N.H. & SLOSS, L.L. The Michigan Basin. In: BALLY, A.V. Dynamics of plate interiors. Washington, D.C., AGU, 1980. p. 99-110. (Geodynamics Series, 1).
- SOARES, P.; LANDIM, P.M.B. & FULFARO, V.J. Avaliação preliminar da Evolução Geotectônica das Bacias Intracratônicas Brasileiras. An. Acad. Bras. Cienc. 48: 15-26, 1976.
- SOUZA, M.M. de; ARAUJO, M.B. FISHER, N.L. et alii. Seismic Stratigraphic evaluation of petroleum prospects, Eastern Ceará Basin, Brasil. Rio de Janeiro, Petrobras. DIVEX, 1979.
- SZATMARI, P. Tectonismo Herciniano-Andino e a Bacia Amazônica. Rio de Janeiro, Petrobras. CENPES, 1982.56 p.
- SZATMARI, PETER et alii. Tectonismo da Faixa de Dobramentos do Juruá; Relatório de Progresso, outubro de 1983. Rio de Janeiro, Petrobras. CENPES. DIVEX. SEGEL. 1983.
- THOMAZ FILHO, A.; CORDANI, U.G. & KAWASHITA, K. Aplicação do método Rb/Sr na datação de rochas sedimentares argilosas da Bacia do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA. 29., Ouro Preto, 1976. Anais. Belo Horizonte, Sociedade Brasileira de Geologia, 1976.
- TORQUATO, J.R. & CORDANI, U.G. Brazil-Africa Geological Links. Earth Se. Rev. 17: 155-76, 1981.