

DISTRIBUIÇÃO REGIONAL E RELAÇÕES TECTÔNICAS DO MAGMATISMO PÓS-PALEOZÓICO NO BRASIL*

FERNANDO F. M. DE ALMEIDA**

ABSTRACT The distribution of post-Palaeozoic igneous rocks in Brazil and its continental margin is summarized. It is suggested that those rocks are closely related to the structure and age of the basement and also to epeirogenic movements. The reactivated areas comprise many preexisting precambrian zones of structural weakness and some previous palaeozoic covers affected by younger tectonic movements (such as tectonic arches, geosutures, flexures etc.). The activation occurred since the late Permian in the Amazon Craton and since the Triassic in other regions. Basalt flows, sills and dykes tend to be concentrated in intracratonic sedimentary basins. The maximum total thicknesses of flows and sills in Paraná and Parnaíba basins coincide with areas of maximum subsidence during the Palaeozoic. Dykes occur all over the precambrian shields, specially in areas of late stabilization. Alkaline rocks, including carbonatites and kimberlites, are concentrated in arches and flexures around the Paraná Basin, but they also occur locally in the Amazon Craton and in the arched south margin of the Parnaíba Basin. They appear to be related to preexisting zones of weakness reactivated by the mesozoic continental fragmentation. Such zones are placed not far from precambrian cratonic borders. It is not certain that transform oceanic faults are placed in the prolongation of continental orogenic belts, fault zones, aulacogens or other clearly recognized tectonic features. However, the alkaline Mecejana volcanism in Ceará State is located in the coastal region near the end of an oceanic transform zone. Aligned centers of igneous activity ordered according to age, which could have been caused by the displacement of the South American Plate over hot spots, have not yet been observed in Brazil. Some models proposed by recent papers are discussed in order to explain the distribution of the Brazilian mesozoic-cenozoic magmatism.

INTRODUÇÃO O fenômeno da ativação tectono-magmática da Plataforma Sul-Americana teve início a partir de fins do Permiano, para atingir o máximo de intensidade no Jurássico e Cretáceo e decair no Paleógeno. Seus efeitos manifestaram-se em quase todas as regiões do território brasileiro e em parte dos países vizinhos. A ativação provocou intenso e variado magmatismo que afetou, em uma ou outra ocasião, área estimada em 9,0 milhões de quilômetros quadrados, equivalente a cerca de 6% da superfície dos continentes. A escala do fenômeno poucas vezes foi igualada na história da Terra. Lavas e soleiras de basalto predominantemente toleítico preencheram as bacias sedimentares do Paraná, Parnaíba e Amazônica, e foram originados diques que, isoladamente ou em associações mais ou menos regulares, se apresentam por toda parte. Complexos de rochas alcalinas variadas, além de dunitos, carbonatitos e kimberlitos constituem ocorrências pontuais em muitas regiões, sobretudo no Brasil Meridional. A presença de granitos é rara, e não limitada à porção brasileira da Plataforma Sul-Americana. O ciclo erosivo que se desenvolveu do final do Cretáceo ao Eoceno (Ciclo Sul-Americano, de King 1956) foi muito intenso e extenso, tendo destruído os aparelhos vulcânicos mesozóicos e exposto diques e outras estruturas subvulcânicas.

Em muitos casos o controle tectônico na distribuição geográfica dos centros magmáticos parece bem evidente, como o têm mostrado diversos investigadores, posto que nem sempre concordantes nessa correlação. Em outros, a atribuição do magmatismo a determinadas feições tectônicas é ainda feita com reservas ou não é aparente. A associação do magmatismo mais próximo à costa, como nas regiões sudes-

te, nordeste e norte do País, com a ruptura da Gondwanalândia e evolução das bacias da margem continental tem levado a interpretar a atividade ígnea sob a ótica da Tectônica de Placas. Para o interior remoto do continente essa correlação é ainda muito controversa.

O presente trabalho constitui uma síntese da distribuição regional desse magmatismo no Brasil (Fig. 1); procura-se mostrar que o fenômeno tem caráter acentuadamente herdado de feições tectônicas pretéritas, tendo-se realizado em áreas de maior fraqueza crustal.

ESCUDO DAS GUIANAS O Escudo das Guianas apresenta-se como um domínio cratonizado em tempos pré-brasileiros. Parece ter-se mantido em grande parte emerso durante o Paleozóico, atuando como área-fonte de detritos que se acumularam nas grandes bacias. Muitos dos trabalhos que descrevem a geologia da região reportam a presença de diques de diabásio, vários dos quais já tendo sido datados, no Brasil e países vizinhos. Verifica-se que a ativação tectono-magmática da região estabeleceu-se a partir ainda do Permiano, com um primeiro clímax do magmatismo basáltico no Triássico. Foi quando se formou o grande enxame de diques do *Diabásio Cassiporé* (Lima *et al.* 1974), largo de 150 km, desenvolvendo-se paralelamente à costa do Amapá. Alguns desses diques têm dezenas de quilômetros de extensão, um deles alcançando cerca de 200 km (Fig. 2). Orientam-se a NNW, em direção discordante das estruturas NW do embasamento. Supõe-se que a intrusão dos diques esteja ligada à abertura do Atlântico Norte (Thomaz Filho *et al.* 1974). Diques de diabásio ocorrem no Vale do Rio Jari (Oliveira & Montes 1984), alinhados a N-S e NE, mas faltam

* Artigo de revisão e síntese sobre o tema, preparado a convite da Revista. Apresentado como conferência ao XXXIV Congresso Brasileiro de Geologia, Goiânia, GO, em 14 de outubro de 1986

** Instituto de Geociências da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Caixa Postal 6152, CEP 13081, Campinas, SP, Brasil e Instituto de Pesquisas Tecnológicas Estado de São Paulo (IPT). Caixa Postal 7141, CEP 01051, São Paulo, SP, Brasil

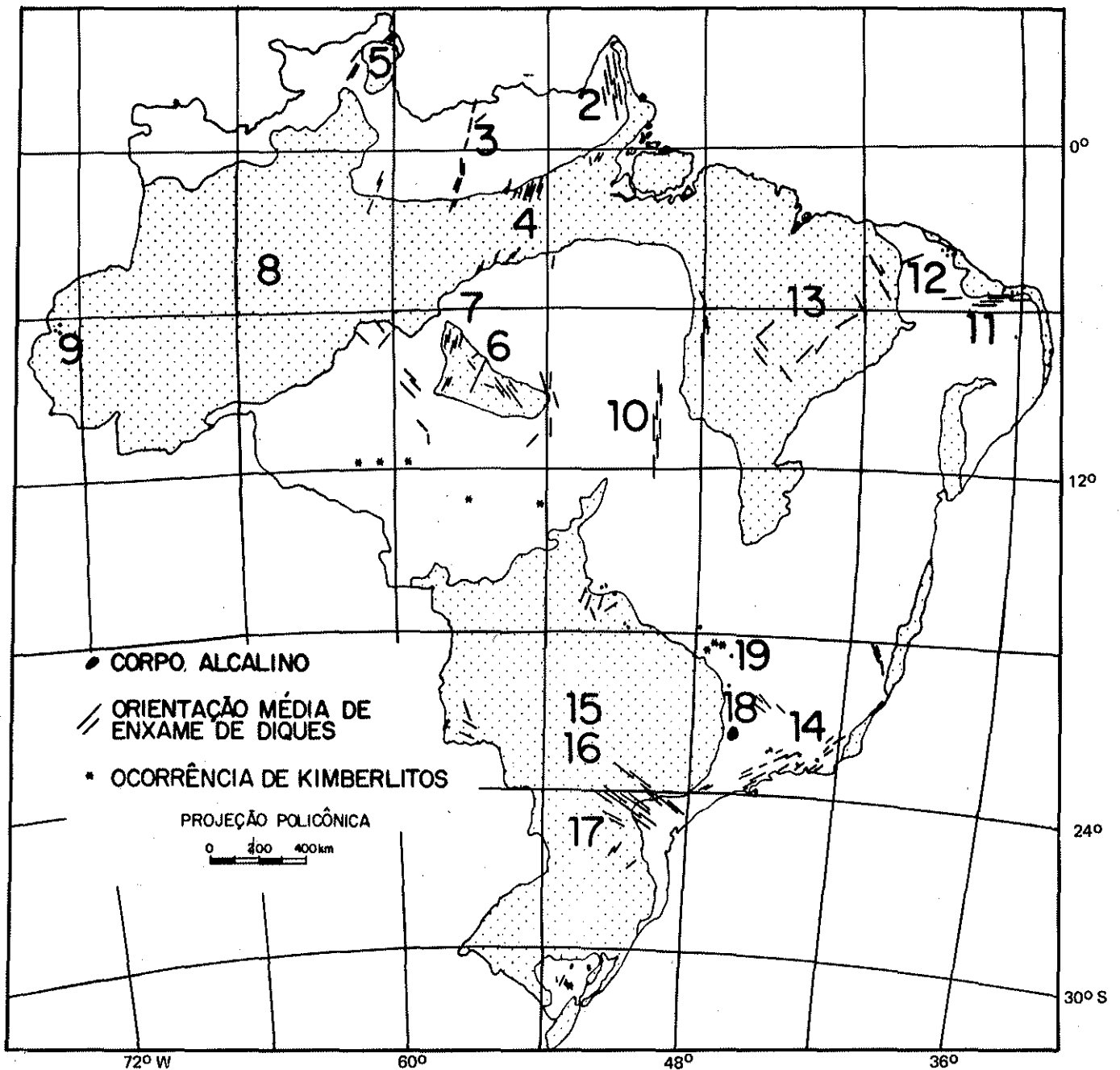


Figura 1 – Distribuição esquemática dos enxames de diques básicos no Brasil (modificado de Sial et al. s.d. no prelo). Os números indicam localização de outras figuras do presente trabalho

datações. Possivelmente filiam-se aos que na região se apresentam associados a soleiras, nas camadas devonianas da Bacia Amazônica.

O chamado *Diabásio Penatecaua* (Issler et al. 1974) corresponde a diques e soleiras de idade jurássico-cretácea espalhados pelo Cráton Amazônico (Thomaz Filho et al. 1974). Além dessa denominação, as rochas têm recebido outras designações locais.

O *Alinhamento do Rio Trombetas* estende-se 350 km em direção NNE, desde a borda da Bacia Amazônica à fronteira

norte, penetrando na Guiana (Fig. 3). Consiste num alinhamento de diques de diabásio possivelmente do Jurássico-Cretáceo (mas do Permo-Triássico na Guiana), assinalados no embasamento pré-cambriano e na área da Bacia Amazônica, nas folhas Santarém e Tumucumaque. O alinhamento condiciona parte dos traçados dos rios Cachorro, Trombetas e Anamu. A folha Santarém tem indicadas nesse alinhamento estruturas circulares que seriam possíveis intrusões relacionadas ao episódio Cassiporé (Araújo et al. 1976).

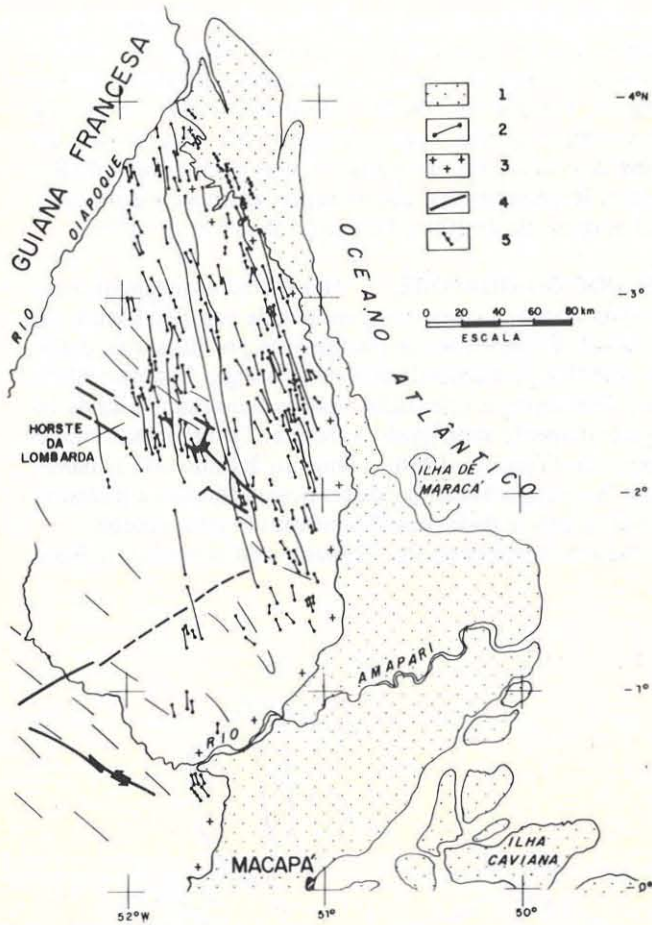


Figura 2 - Magmatismo Cassiporé (modificado do Projeto Radambrasil 1974). 1. Coberturas sedimentares; 2. Diabásio Cassiporé (Permo-Triássico); 3. Embasamento; 4. Falhas; 5. Crista topográfica de diabásio em área sedimentar

O Lineamento Paru de Este - Monte Alegre foi definido por Araújo *et al.* (1976) como uma feição lineagênica com cerca de 250 km em direção geral N-S, que se estende deste o alto curso do Rio Paru de Este até cercanias do braquianticlinal de Monte Alegre. É representado por falhas, fluxo de minerais nas rochas pré-cambrianas e diques básicos, orientados a NNE. A figura 4 mostra que esses diques, constituindo um feixe amplo de cerca de 170 km, foram mapeados onde atravessam as camadas paleozóicas da Bacia Amazônica, ali mais destacados que nas rochas pré-cambrianas. Datações K-Ar indicaram idades de 186-135 Ma para alguns deles (Basei & Teixeira 1975). É de notar que ao lineamento referido corresponde grande curvatura da orla norte de afloramentos paleozóicos da Bacia Amazônica, sugerindo movimentos verticais mesozóicos na faixa lineagênica.

O Lineamento Paru de Este-Monte Alegre parece ter prosseguimento à margem direita do Rio Amazonas, a julgar por estudos aeromagnetométricos (Miranda & Boa Hora 1984) que indicaram a presença de alinhamento magnético acompanhando a margem direita do baixo curso do Rio Tapajós, na área sedimentar (Fig. 4), que ali seria condicionado por um gráben (Araújo *et al.* 1976; Miranda 1983). Mais a sul,

já no Escudo do Guaporé, parece continuar-se pelo Lineamento do Tapajós, adiante aludido.

A estrutura de Monte Alegre foi referida como sendo um braquianticlinal por Montalvão & Oliveira (1975 *apud* Araújo *et al.* 1976). Kramer (1956 *apud* Araújo *et al. op. cit.*) a interpretara como devida à intrusão de stock. Sua idade seria mesozóica, possivelmente triássica. Essa estrutura localiza-se no chamado Alto de Monte Alegre, cuja posição transversal à bacia parece corresponder ao prolongamento de acidentes tectônicos principais que separam as províncias crustais do embasamento (Cordani *et al.* 1984).

O Lineamento do Tacutu é uma ampla faixa lineagênica pré-cambriana orientada a NE (Fig. 5), que atravessa a região norte do Amazonas, o centro e nordeste de Roraima, continuando-se na Guiana (Montalvão *et al.* 1975; Porto & Szatmari 1982). Tem cerca de 800 km de extensão em território brasileiro. Muitas falhas dessa faixa lineagênica foram reativadas no Permiano e Mesozóico; numa delas, há cerca de 360 Ma (Mandetta 1970), penetrou o grande dique de Uraricoera, longo de mais de 100 km (Fig. 5). Como consequência da reativação dessas falhas surgiram em Ro-

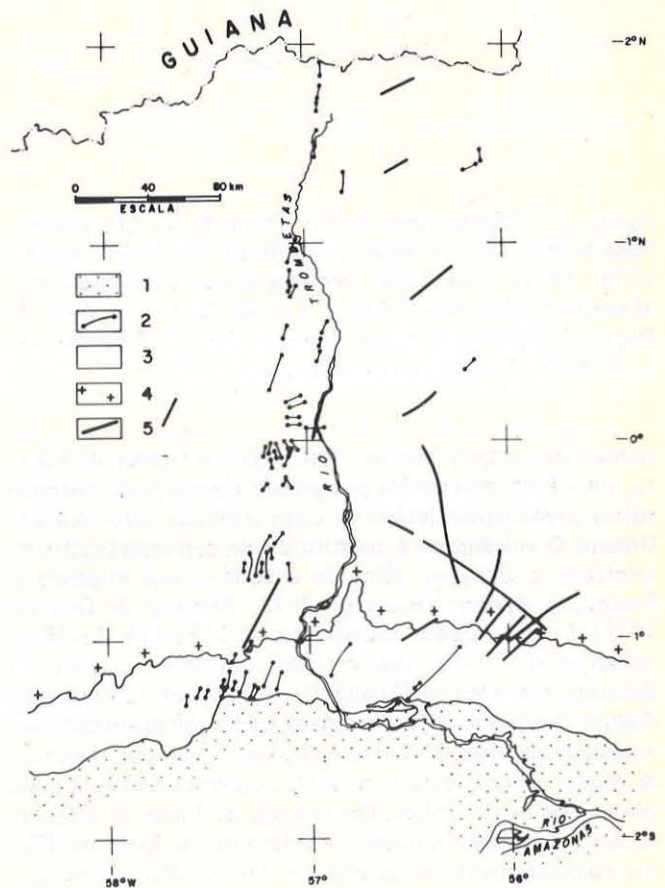


Figura 3 - Diques básicos no Alinhamento do Rio Trombetas, atingindo cerca de 350 km de extensão em território brasileiro (fonte: Projeto Radam 1975). 1. Cobertura cenozóica; 2. Dique; 3. Paleozóico; 4. Embasamento; 5. Falha

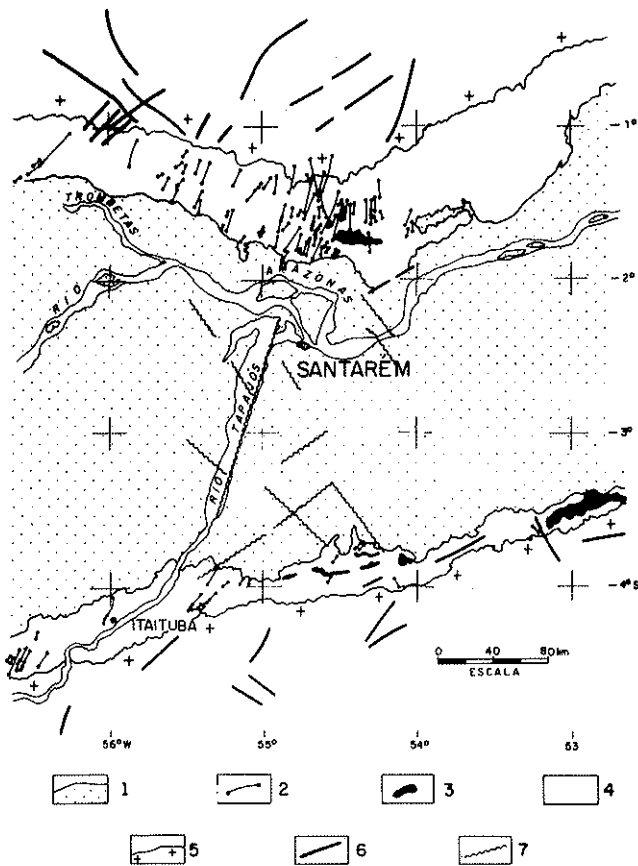


Figura 4 – Magmatismo básico vinculado ao Lineamento Paru de Este-Monte Alegre (modificado de Projeto Radam 1975, 1976) e anomalias aeromagnéticas detectadas por Miranda & Boa Hora (1984). 1. Cobertura cenozóica; 2. Dique; 3. Soleira aflorante; 4. Paleozóico; 5. Embasamento; 6. Falha; 7. Alinhamento magnético

raima vários diques básicos e teve origem o Gráben do Tacutu, uma bacia preenchida por grande espessura de material vulcano-sedimentar jurássico, compartilhada pelo Brasil e Guiana. O vulcanismo é constituído de derrames basálticos toleíticos e alcalinos, além de andesitos, que integram a Formação Apoteri (Berrangé 1973, Berrangé & Dearley 1975). Foram datados entre limites de 127 e 178 Ma (Montalvão *et al.* 1975), concordantes com determinações de Berrangé (*op. cit.*) na Guiana. Os sedimentos da Formação Tacutu tiveram idade determinada paleontologicamente, do Jurássico Superior ao Cretáceo Inferior (Van der Hammen & Burger 1966), sendo em parte contemporâneos, a mais novos, que as vulcânicas. Um enxame de diques de diabásio ocorre no extremo nordeste do Território de Roraima (Fig. 5), especificamente no interflúvio dos rios Maú e Cotingo. Associa-se ao Membro Murupuzinho da Formação Tacutu (Amaral 1974).

A reativação mesozóica do Lineamento do Tacutu, o vulcanismo e a sedimentação em bacia tafrogênica dela decorrente constituem um dos melhores exemplos da ativação tectono-magnética mesozóica controlada pelas estruturas antigas do Cráton Amazônico.

São muito escassas as ocorrências ora conhecidas de mag-

matismo alcalino mesozóico no Escudo das Guianas. Limitam-se aos sodalita-nefelina sienitos e diques de fonólito (Santos & Salas 1974) no Rio Catrimani na Planície do Rio Branco, datados de 100 Ma (Montalvão *et al.* 1975) e ao Carbonatito de Seis Lagoas (Issler 1976). Este situa-se em zona de cruzamento de grandes falhas na alta bacia do Rio Negro. Rochas básicas, que se supõe serem a ele associadas, acusaram idade de 200 e 250 Ma (Pinheiro *et al.* 1976).

ESCUDO DO GUAPORÉ Manifestações magmáticas assinalam a ativação mesozóica em grande parte do Escudo do Guaporé. Representam-se maiormente por diques de diabásio toleítico preenchendo sobretudo antigas fraturas reativadas, diversamente orientados. Esse magmatismo é ainda insuficientemente investigado e datado. Tem-se procurado reconhecer (Teixeira 1980), como no Escudo das Guianas, duas fases magmáticas, de idades permo-triássica e jurássico-cretácea, mas os dados ora disponíveis são insuficientes.

Na área sedimentar da Chapada do Cachimbo, na Bacia

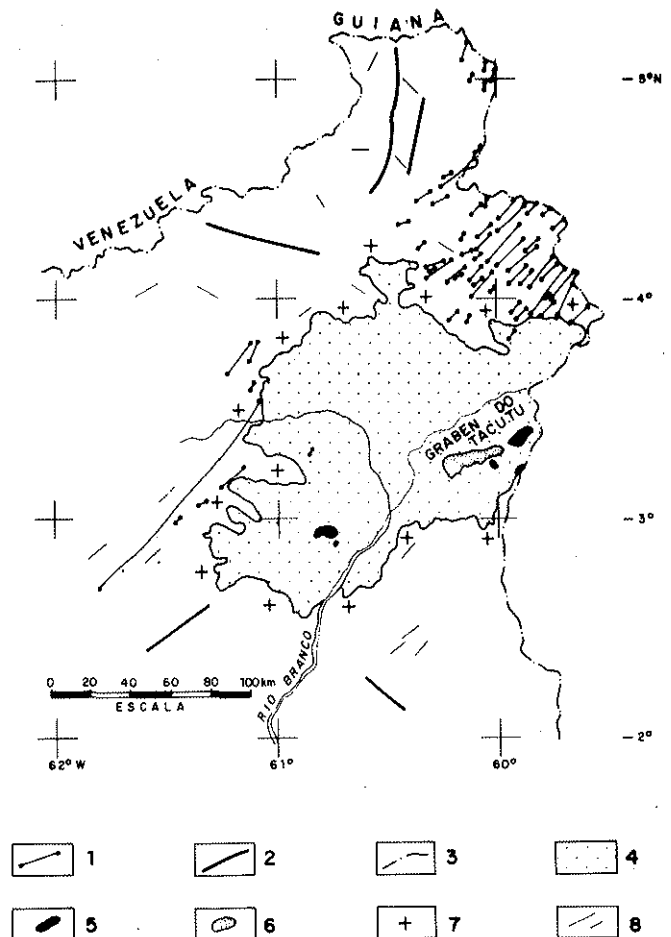


Figura 5 – Diques básicos na região adjacente ao Gráben do Tacutu (modificado de Montalvão *et al.* 1975). 1. Dique; 2. Falha; 3. Limite internacional; 4. Cobertura cenozóica; 5. Basaltos Apoteri (J); 6. Sedimento (J-K); 7. Embasamento; 8. Orientações estruturais

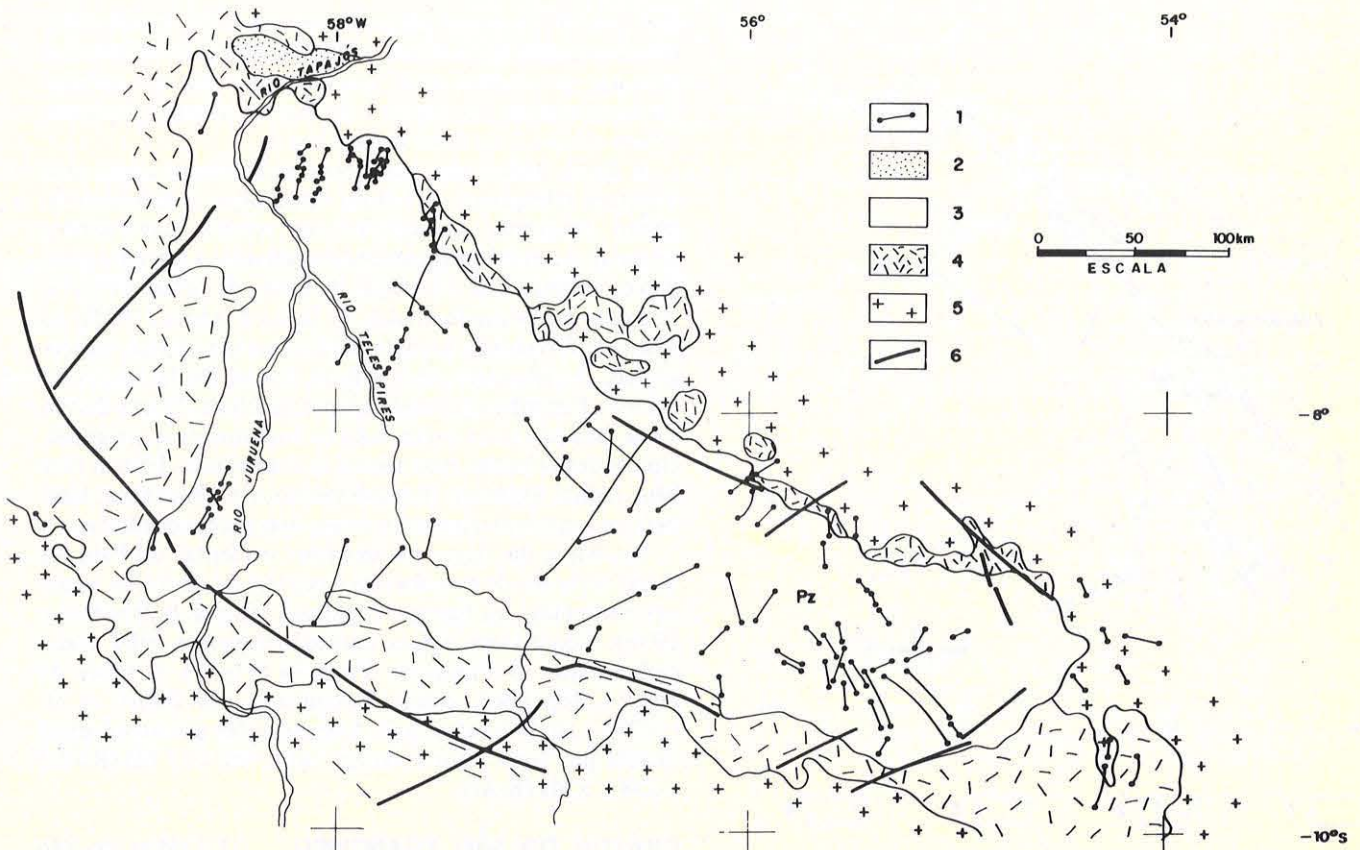


Figura 6 – Magmatismo básico na Bacia do Alto Tapajós (compilado de Schobbenhaus et al. 1981 e Projeto Radam 1975, 1976). 1. Dique; 2. Cobertura cenozóica; 3. Paleozóico; 4. Proterozóico; 5. Arqueano; 6. Falha

do Alto Tapajós (Santiago et al. 1980), diversos diques têm sido observados (Fig. 6). Orientam-se sobretudo a NNE e NNW. Alguns são jurássicos mas outros podem ser mais antigos (Araújo et al. 1976). Um deles, orientado a NE, têm cerca de 100 km de extensão. Também na Serra dos Caiabis e na Chapada dos Dardanelos diques de diabásio tidos como jurássicos adotam as direções NW e WNW das grandes falhas do embasamento.

O *Lineamento do Tapajós* (Santos et al. 1974, 1979) estende-se ao longo de pelo menos 500 km (Fig. 7), direcionando o rio homônimo a jusante de Jacareacanga, prosseguindo aparentemente no Lineamento do Baixo Tapajós (Fig. 4). Diques de diabásio, não mapeados na área do Complexo Xingu, são bem evidenciados na área sedimentar paleozóica no trecho entre Itaituba e Altamira, formando um feixe orientado a NNE e NE (Fig. 7). Os diques sugerem a reativação de antigo lineamento pré-cambriano no Jurássico.

É razoável supor que alguns diques mesozóicos do Cráton Amazônico tenham alcançado a superfície, alimentando derrames posteriormente erodidos. O denominado Basalto Anari (Pinto Filho et al. 1977 apud Santos et al. 1979) que se mostra na Bacia Parecis-Alto Xingu (Schobbenhaus & Campos 1984) em Rondônia, na região do Rio Guaporé, seria resto de tais lavas. Trata-se de derrame único, com 80 m

de espessura, recobrendo a Formação Botucatu e o Complexo Xingu. Datações radiométricas indicam idade provável de cerca de 150 Ma (Santos et al. *op. cit.*).

Os basaltos da Formação Tapirapuã em Mato Grosso, próximos à borda do cráton, formam diversos derrames com cerca de 300 metros de espessura total, que recobrem a Formação Diamantino ou ainda camadas tidas como neopaleozóicas. Idades radiométricas acusam valores correspondentes ao Cretáceo (Minioli et al. 1971, Hama apud Cordani & Tassinari 1979). São relacionados aos derrames da Bacia do Paraná.

Kimberlitos têm sido assinalados no Gráben de Pimenta Bueno e no alto curso do Rio Aripuanã. São atribuídos ao Cretáceo (Schultz Filho 1981, apud Santos & Loguércio 1984).

BACIA AMAZÔNICA Numerosas sondagens realizadas pelo CNP e Petrobrás na Bacia Amazônica atravessaram soleiras e diques de diabásio (e alguns prováveis derrames, Santos & Loguércio 1984) permitindo a Aires (1983) estimar em cerca de 340.000 km³ o volume de magma intrometido. A espessura total máxima das soleiras, 809 metros, foi identificada numa sondagem nos campos de gás do Rio Juruá, no Alto Amazonas, no eixo da bacia. Outra área de grandes espessuras totais de soleiras encontra-se a

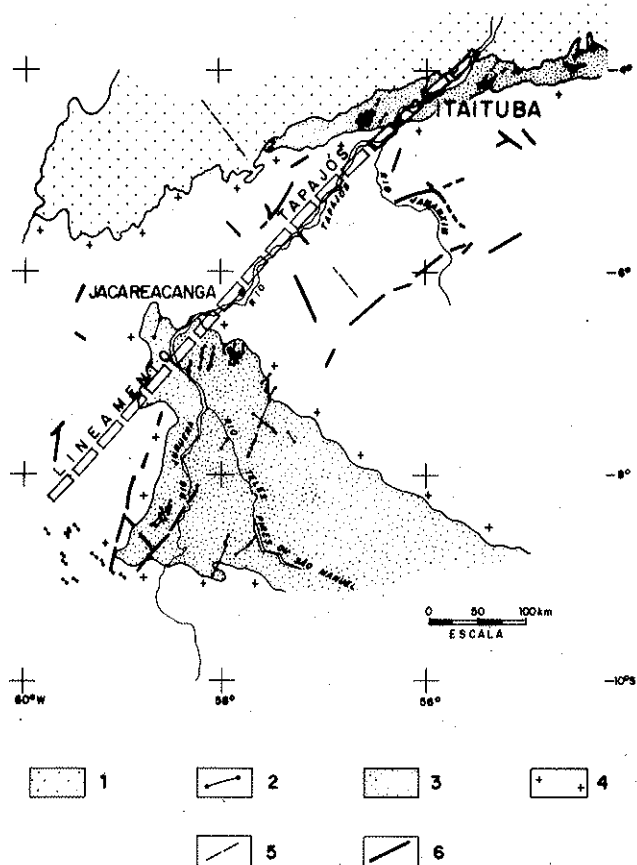


Figura 7 – Lineamento Tapajós (modificado de Santos et al. 1979). 1. Cobertura cretácea e terciária; 2. Dique; 3. Cobertura paleozóica; 4. Pré-Cambriano; 5. Lineamento Abacaxis; 6. Falha

sul daquele eixo, nas sub-bacias do Médio e Baixo Amazonas, aflorando muitas dessas soleiras nas camadas paleozóicas expostas à borda sul da bacia, entre os rios Xingu e Tapajós.

As soleiras da Bacia Amazônica alojam-se nas camadas paleozóicas, sendo assim espessas em seu conjunto, em geral onde se observam maiores profundidades do embasamento e maior espessura total das camadas pós-diabásio (Fig. 8). Aires (1983) chama atenção para o fato significativo de que a área de maior espessura de soleiras de diabásio coincide com o cruzamento (Fig. 8) dos grandes lineamentos pré-cambrianos de Urupi–Pitanga e Cachorro (orientados a NE), e de Traíra e outros mais a sul (orientados a NW). Também na sub-bacia Médio Amazonas, de acordo com Aires (*op. cit.*) há coincidência de feições e lineamentos evidenciados pela magnetometria, com máxima variação de espessura de diabásio. No Arco de Purus a espessura total de soleiras de diabásio é reduzida.

Andrade & Cunha (1971) notaram que o eixo deposicional da bacia coincide com eixos de máximos gravimétricos que representariam rochas ultrabásicas no embasamento. Rezende (1971) interpretou as anomalias gravimétricas

positivas ao longo dos eixos deposicionais das bacias Amazônica e do Marajó (Gráben de Limoeiro) como refletindo a presença de massas mais pesadas embutidas no embasamento cristalino. Os diques e soleiras de diabásio representariam efeitos rasos desse magmatismo.

A Bacia Amazônica vem sendo interpretada como uma estrutura tafrogênica do Cráton Amazônico. A sub-bacia do Médio Amazonas, de acordo com estudos gravimétricos (Nunn & Aires inédito) parece corresponder a um rifte complexo, originado da reativação de zonas de falhas do embasamento, que segundo modelo de Bahia & Abreu (1985), no Siluriano-Devoniano teria evoluído para um sistema aulacogênico. De tal modo, teria origem diversa das bacias do Paraná e Parnaíba, mais tipicamente sinclises. Talvez devido a esse fato não se observam nela os arqueamentos marginais, típicos destas bacias, mas apenas os transversais. Faltam também rochas alcalinas, desconhecendo-se carbonatitos, kimberlitos e diamantes mesozóicos em suas bordas imediatas.

Na Bacia do Acre, no extremo ocidental do País, há quase meio século é conhecida a ocorrência de rochas alcalinas saturadas, no Igarapé Capanauá (Moura & Wanderley 1938). Constituem diques cortando camadas tidas como carboníferas da Formação Formosa (Fig. 9). A idade do Sienito República, como denominado por Barros *et al.* (1977) é ainda incerta, pois determinações geocronológicas citadas por esses autores variam entre 162 ± 51 Ma (Rb-Sr) e 238 ± 3 Ma (K-Ar).

CRÁTON DO SÃO FRANCISCO O Cráton do São Francisco é a porção do território nacional que desde pelo menos o final do Proterozóico Médio tem demonstrado maior estabilidade tectônica, só muito perturbada na região costeira. Seu interior não ficou inteiramente isento de manifestações tectônicas pós-paleozóicas, com reflexos na reativação de falhas do embasamento afetando a cobertura cretácea Urucuia, do chapadão central do cráton.

O Cráton do São Francisco permaneceu quase isento de manifestações magnéticas ligadas à ativação mesozóica–cenozóica, que parecem faltar mesmo na região costeira e bacias marginais, como observou Asmus (1982). Um dique de diabásio passando a soleira, intrusivo no Grupo Bambuí, ocorre na região de Gorutuba, no norte de Minas Gerais. Foi a rocha datada em 88 ± 40 Ma (Couto *et al.* 1983), de acordo com informação pessoal de Aतालpa V. Padilha.

CENTRO E NORTE DE GOIÁS A região goiana, e a paraense vizinha, situada entre os crátons Amazônico e do São Francisco, também apresenta evolução pré-cambriana policíclica, com apreciáveis manifestações tectônicas e magnéticas no Proterozóico Médio e Superior. São poucas as referências à atuação da ativação mesozóica no centro e norte de Goiás, mas não faltam diques de diabásio. Na carta geológica e aeromagnética do Projeto Geofísico Brasil-Canadá acha-se assinalado o longo feixe de diques retilíneos de Formoso do Araguaia, de traçado submeridiano, vizinhos ao meridiano $49^{\circ}30'$ entre os paralelos $9^{\circ}S$ e $12^{\circ}S$. São paralelos à borda do cráton e às foliações do Grupo Tocantins em que se encaixam (Fig. 10). Sua idade e características petrográficas ainda não foram determinadas, mas um dique de diabásio aparentemente pertencente a esse feixe, próximo à Ilha do Bananal, foi datado por Minioli *et al.* (1971) em 169 Ma. A presença desses diques indicaria a reativação mesozóica da sutura marginal ao Cráton Amazô-

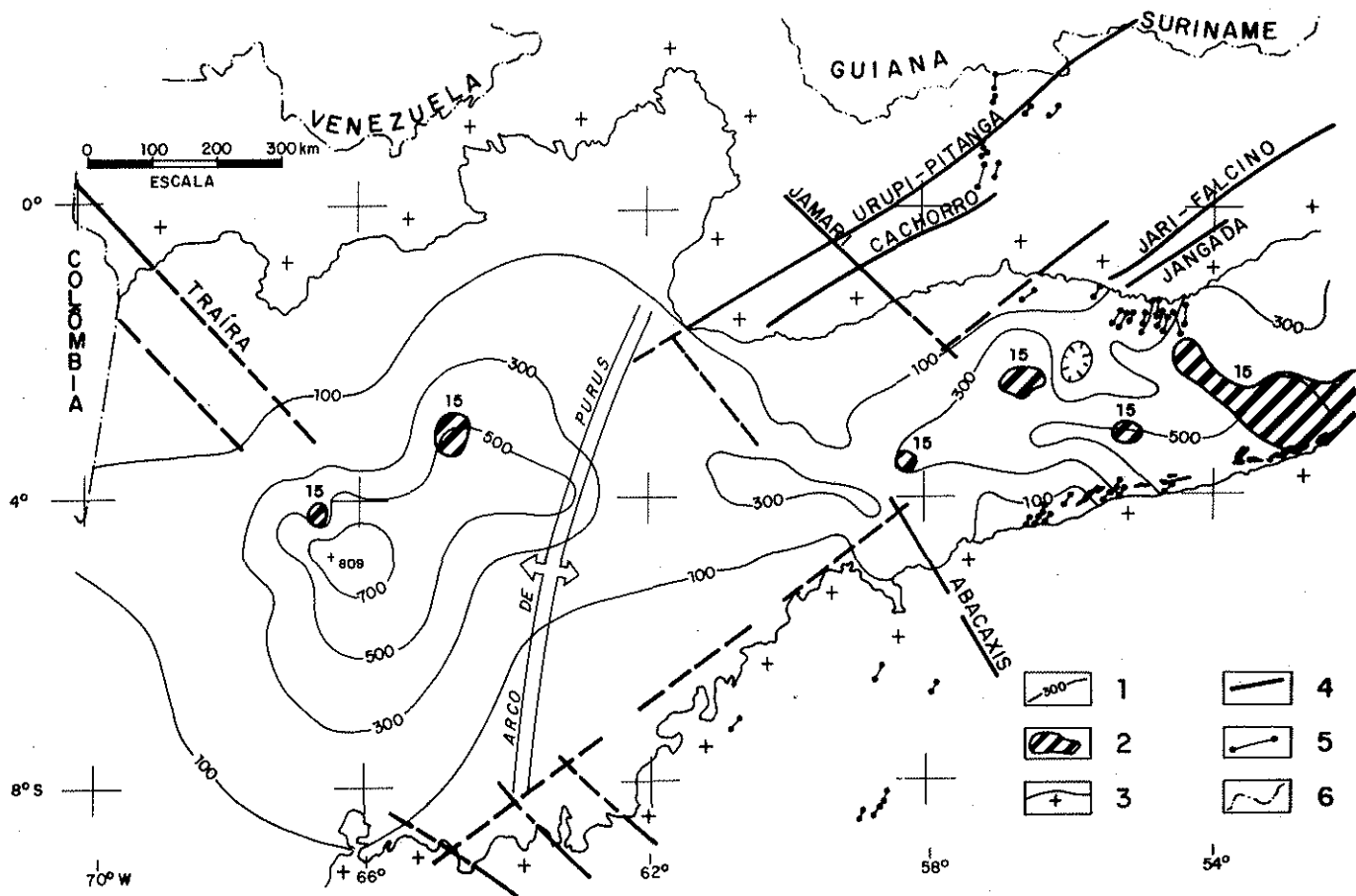


Figura 8 – Soleiras de diabásio na Bacia Amazônica, isópacas totais e número máximo de soleiras perfuradas em sondagens (modificado de Aires 1983). 1. Curva de isópacas de diabásio total perfurado, equidistância 200 m; 2. Área com número superior a 15 soleiras; 3. Embasamento; 4. Alinhamento pré-cambriano; 5. Dique de diabásio; 6. Limite internacional

nico (Almeida *et al.* 1986), mesmo significado merecendo os diques de diabásio que atravessam o Rio Itacaiunas no Pará, a montante da foz do Rio Vermelho, a sudoeste de Marabá. Almaraz (1967) reporta idade K–Ar de 225 Ma para um desses diques.

NORDESTE ORIENTAL A região compreendida a leste da Bacia do Parnaíba e a norte do Cráton do São Francisco é quase toda constituída de rochas pré-cambrianas de evolução policíclica. Nela o evento Brasileiro foi muito importante, caracterizado por sedimentação, metamorfismo, abundante formação de rochas granitoides e desenvolvimento de um complexo sistema de falhas predominantemente orientadas a E–W e NE. Foi intensamente ativa no Mesozóico e Terciário, quando se sujeitou a variado magmatismo, reativação das falhas pré-cambrianas, surgimento de outros sistemas de fraturas e de bacias tafrogênicas predominantemente continentais. O magmatismo realizou-se entre o Jurássico e o Mioceno, em diversos sítios.

O denominado *Vulcanismo Rio Ceará-Mirim* (Gomes *et al.* 1981) é constituído por um feixe de diques isolados de diabásio, de orientação sub-latitudinal, que existe no Rio Grande do Norte. Sua extensão parece alcançar 300 km,

pois grandes diques com essa orientação prosseguem, isolados, para oeste, em território do Ceará, até proximidades de Jaguaratama.

Este magmatismo mesozóico foi originalmente confundido com o vulcanismo básico-alcálico terciário do Rio Grande do Norte e Paraíba, porém determinações geocronológicas por K–Ar realizadas por diversos investigadores (relacionadas por Gomes *et al.* 1981) indicam idades entre o Jurássico Médio e o Cretáceo Inferior. A pequena bacia mesozóica situada próximo a Lavras da Mangabeira no sudeste do Ceará está embutida na zona de falhas reativadas do Lineamento de Patos. Nela se intercalam camadas basálticas provavelmente relacionadas ao *Vulcanismo Rio Ceará-Mirim*. Determinações K–Ar indicaram valores próximos de 175 Ma para a intrusão (Priem *et al.* 1978).

O feixe de diques do *Vulcanismo Rio Ceará-Mirim* dispõe-se a sul da borda da Bacia Potiguar, constituindo uma associação tectônica que apresenta analogias com a da região costeira do sudeste do Brasil face à Bacia de Santos. Não faltam mesmo à associação norte-riograndense, tal como na Serra do Mar, rochas vulcânicas cretáceas na bacia adjacente, assim como rochas alcalinas mais novas na área continental emersa, representadas pela Formação Macau

(Fig. 11). Um arqueamento tipo flexura continental, proposto por Santos (1968), para a origem da Bacia Potiguar constitui modelo análogo ao sugerido por Almeida em 1976 para explicar a presença do vulcanismo na costa vizinha à Bacia de Santos. Há, porém, diferenças a considerar, sobretudo o não paralelismo dos diques à direção geral ENE das estruturas de falhas da Bacia Potiguar (Fig. 11).

Sial (1976) propôs relacionar a formação dos diques de diabásio do Rio Grande do Norte e alguns basaltos do Cretáceo Inferior da Bacia do Parnaíba à abertura da fossa de Benuê na Nigéria, durante o início da abertura do Atlântico Sul.

Magmatismo basáltico toleítico fissural possivelmente cretáceo ocorre na bacia do Rio Paraíba em Alagoas, assim como nas regiões das cidades de Itabaiana e Itabaianinha em Sergipe (inf. pessoal de B.B. de Brito Neves 1986).

Vulcanismo básico alcalino manifestou-se durante o Terciário no Rio Grande do Norte e mais localmente na Paraíba. Compreende a *Formação Macau* (Mayer 1974), constituindo ocorrências de *necks* e *plugs* de basanita e ankaramito, diques e pequenos derrames sobretudo de olivina basalto (Sial 1976). Essas rochas em parte atravessam camadas cretáceas da Bacia do Apodi mas em maioria espalham-se nas áreas de rochas pré-cambrianas. Determinações de idade (cit. p. Gomes *et al.* 1981 e Sial *op. cit.*) indicam valores entre o Eoceno e Neógeno para o vulcanismo alcalino. Sial (*op. cit.*) atribui esse vulcanismo, ou a um reajustamento interno da placa Sul-Americana devido a alívio de pressão

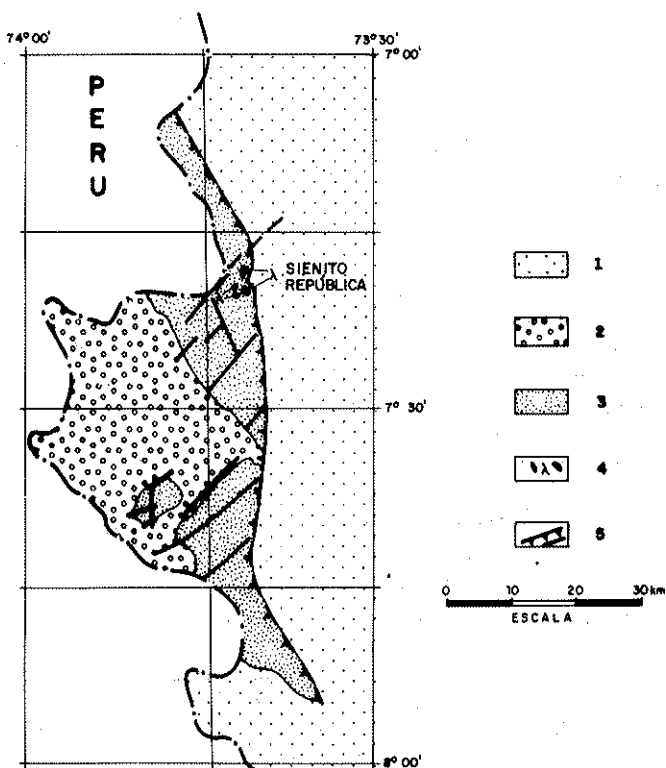


Figura 9 – Sienito República, situado no Estado do Acre (modificado de Barros *et al.* 1977). 1. Cobertura terciário-quaternária; 2. Cobertura terciária; 3. Cobertura carbonífera a cretácea; 4. Rochas alcalinas; 5. Falhas

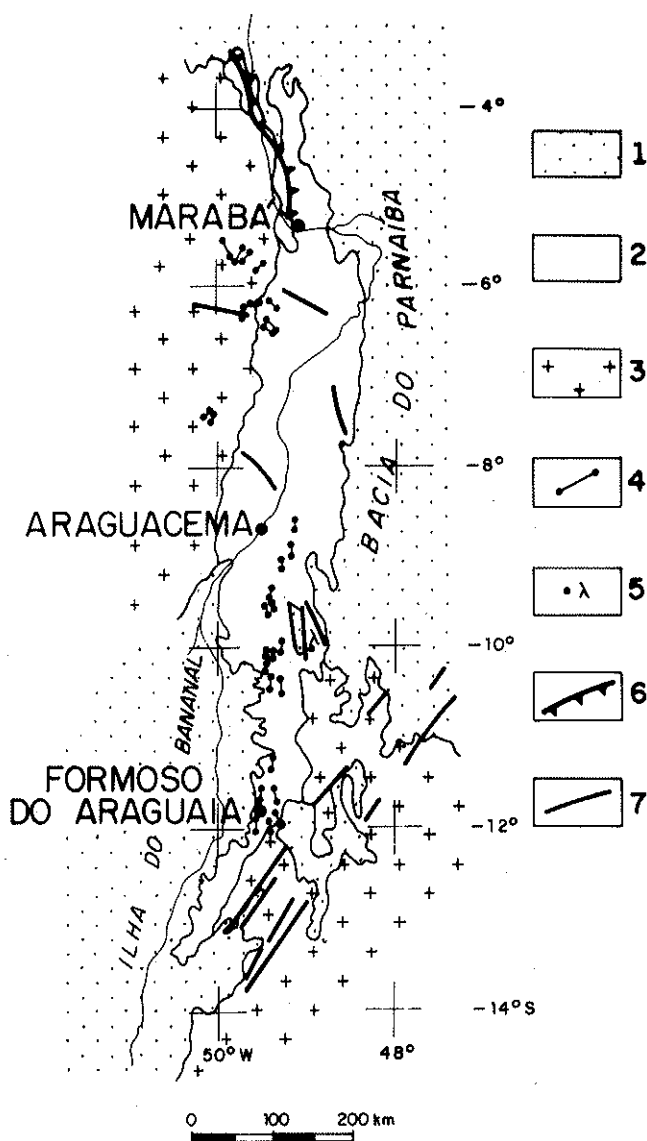


Figura 10 – Enxame de diques do Formoso de Araguaia (compilado de Schobbenhaus *et al.* 1981 e Almeida *et al.* 1986). 1. Cobertura fanerozóica; 2. Supergrupo Baixo Araguaia; 3. Embasamento; 4. Dique; 5. Corpo alcalino; 6. Falha de Tucuruí; 7. Falha

em zonas arqueadas, ou ao deslocamento continental horizontal ou a ambas as causas.

O *Vulcanismo Mecejana* manifesta-se por meia dúzia de *necks* e alguns diques de rochas alcalinas feldspatídicas expostas a sul e sudoeste de Fortaleza (Fig. 12). Valores radiométricos K–Ar e Rb–Sr indicam idade oligocênica (Nascimento *et al.* 1981), condizente com a do vulcanismo da Formação Macau.

Almeida (1956) sugeriu que as alcalinas de Mecejana pudessem estar relacionadas ao alinhamento de montes submarinos do qual fazem parte o Arquipélago de Fernando de Noronha e o Atol das Rocas (Fig. 12). Estudos posteriores (Cordani 1970, Rao & Sial 1972, Gorini & Bryan 1976)

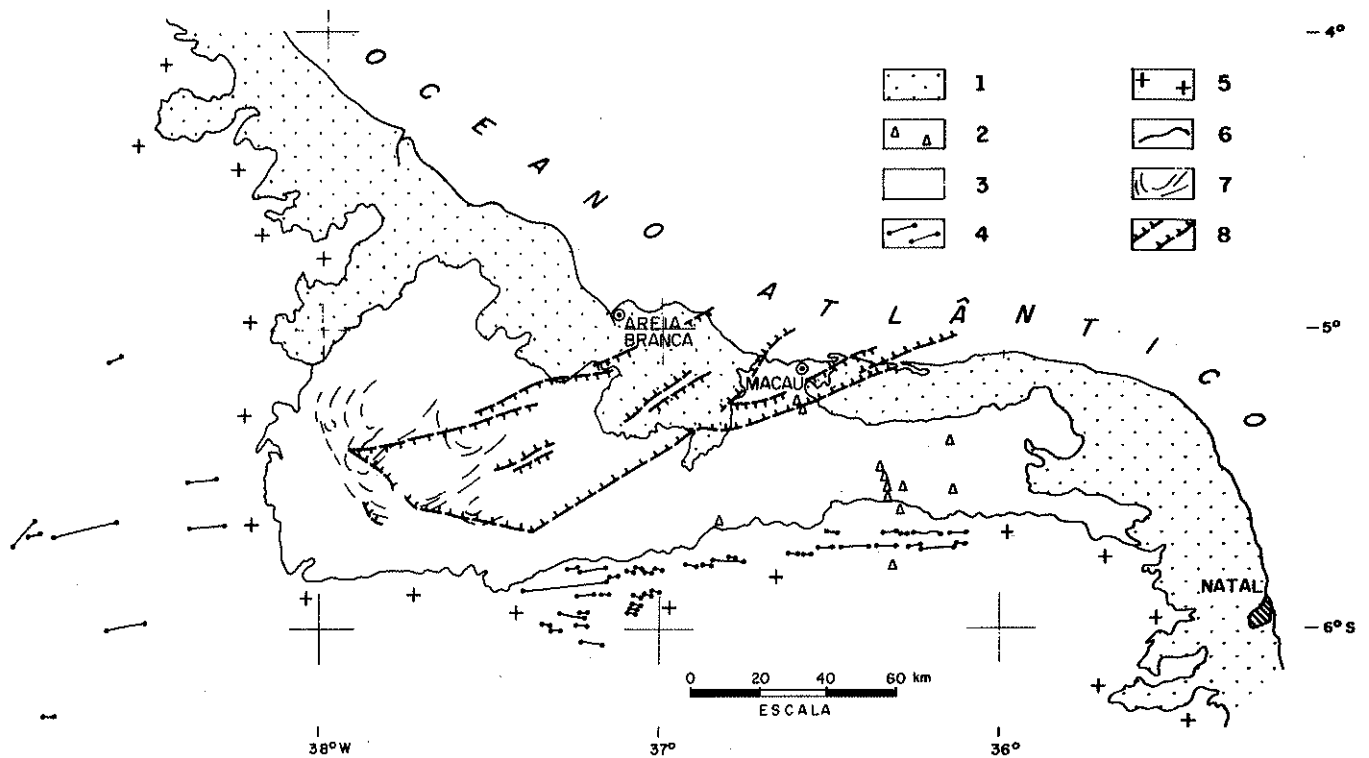


Figura 11 – Vulcanismo Rio Ceará-Mirim, e Formação Macau (modificado de Gomes et al. 1981). 1. Cobertura sedimentar; 2. Rochas alcalinas da Formação Macau (Eoceno-Mioceno); 3. Calcários e arenitos (Ksup); 4. Diques de diabásio do Vulcanismo Rio Ceará-Mirim (J-K); 5. Embasamento; 6. Contato geológico; 7. Alinhamentos estruturais; 8. Falhas da fase Rife

parecem confirmar essa correlação, que a ser verdadeira indicaria a real extensão de uma zona de fraturas oceânicas à área emersa do continente.

O *Vulcanismo Itapororoca* apresenta-se a norte da cidade homônima, a noroeste de João Pessoa. É representado por tufo, possivelmente riolíticos ou fonolíticos, de provável idade cretácea (Barbosa & Braga 1974).

O *Vulcanismo Ipojuca* (Borba 1975, Amaral & Menor 1979, Gava et al. 1983) inclui as rochas vulcânicas e subvulcânicas que ocorrem a sul de Recife, sob forma de derrames, diques, soleiras e *plugs* de riólitos, andesitos, basaltos e traquitos, compreendendo também o Granito Alcalino do Cabo de Santo Agostinho e Ilha de Santo Aleixo. Datações K–Ar e Rb–Sr (Vandoros et al. 1966, Vandoros & Valarelli 1976) indicaram idades próximas do limite entre o Cretáceo Superior e Inferior. Esse vulcanismo está ligado à tectônica da margem continental, ao se iniciar a separação. Sial (1976) supõe que uma pluma térmica na Ilha de Ascensão teria causado fraturas tradicionais na litosfera, subida do magma basáltico e a fusão parcial da crosta sílica.

BACIA DO PARNAÍBA As rochas basálticas da Bacia do Parnaíba ocorrem sobretudo em suas porções central e ocidental, no Maranhão e Goiás. Constituem derrames, diques e soleiras, predominando os primeiros a oeste. Os derrames alcançam até 175 metros de espessura total, onde são também mais espessas as camadas Sambaíba (Mesner & Wooldridge 1964). Soleiras de diabásio ocorrem sobretudo nas camadas paleozóicas e são mais espessas, atingindo total de 400 m, onde também o são as camadas siluro-devono-mississippianas no interior mais subsidente da Bacia (Fig. 13), em suas porções centrais e sudeste (Mesner &

Wooldridge, *op. cit.*).

Aguiar (1969, *apud* DNPM 1984) distinguiu dois conjuntos de rochas basálticas na bacia, denominando Mosquito aos pré-albo-aptianos e Sardinha, que seriam posteriores à Formação Corda e anteriores a Itapicuru. Geólogos do Projeto RADAM (Nunes et al. 1973) reuniram todas essas rochas sob a denominação de Formação Orozimbo, o que tem sido contestado.

Diques de diabásio são abundantes principalmente na região oriental da bacia, dirigidos a NE e NW (Sial 1976), atravessando sobretudo camadas paleozóicas. Correlacionam-se aos basaltos Sardinha (Sial *op. cit.*, Caldasso & Hama 1978).

Junto à borda leste da bacia, atravessando rochas pré-cambrianas, existem diques isolados como a norte de Santa Quitéria no Ceará, onde apresentam até 60 km de extensão, assim como outros ligados ao Lineamento de Sobral. No embasamento pré-cambriano, logo a oeste da borda da bacia em Goiás, também se conhecem diques de diabásio orientados a N–S e NW, filiados ao magmatismo mesozóico.

As determinações de idade das rochas basálticas da Bacia do Parnaíba (Cordani 1970, Nunes et al. 1973, Hasui et al. 1976, Sial et al. 1976 e 1980, Hama 1978) indicam que o magmatismo foi pré-Aptiano, como na Bacia do Paraná. Os valores ora disponíveis não permitem distinção clara dos eventos magmáticos. Os diques mais novos, da região leste da bacia, têm 120 ± 10 Ma. A oeste, derrames e diques da região de Porto Franco (MA) acusam idade jurássica (Hasui et al. *op. cit.*) e até triássica (Sial 1974). Poderiam representar fases mais antigas, mas as datações são ainda em número reduzido.

A borda do Cráton Amazônico deve ter desempenhado

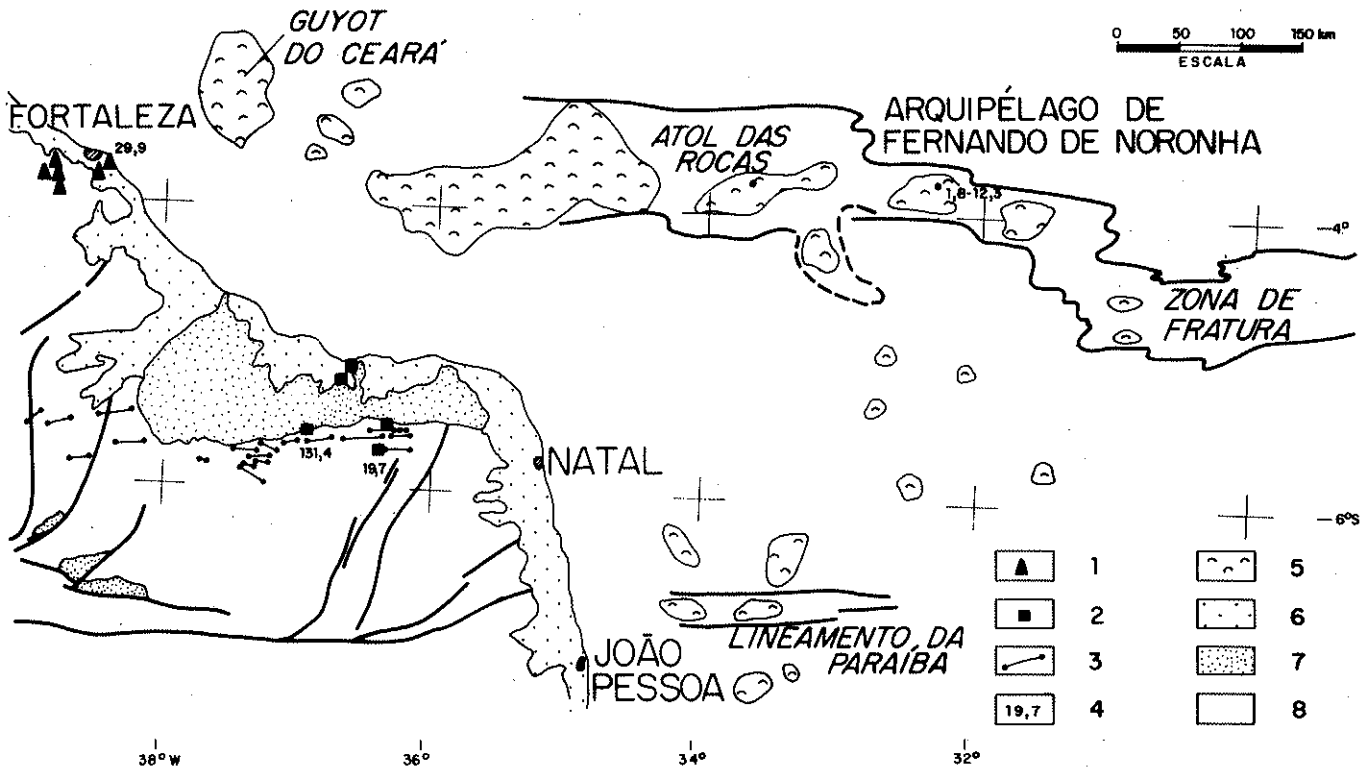


Figura 12 – A Zona de Fratura de Fernando de Noronha e o Vulcanismo Mecejana adjacente (modificado de Schobbenhaus et al. 1981). 1. Vulcanismo Mecejana; 2. Vulcanismos Macau; 3. Vulcanismo Rio Ceará-Mirim; 4. Determinação K–Ar (Ma); 5. Altos do embasamento acústico; 6. Cobertura cenozóica; 7. Sedimento mesozóico; 8. Embasamento

papel ativo na delimitação da Bacia do Parnaíba, desde pelo menos o Emsiano, tendo atuado como área-fonte importante de detritos no Paleozóico (Carozzi et al. 1975). Estes autores, em representação esquemática, apontam a existência de um lineamento tectônico orientado a N–S, limitando a oeste a borda da bacia e assinalando um alto que atuou como fonte de suprimento de clásticos grossos. Atribui-se um papel importante à atuação da Geossutura Tocantins-Araguaia, entre os paralelos 4° e 10°S, como integrante desse limite tectônico ocidental na história da bacia (Almeida et al. 1986). A presença de diamantes detríticos no médio Rio Tocantins sugere a existência de kimberlitos na borda oeste da bacia.

Também às bordas sul e sudeste da bacia, reativações de estruturas pré-mesozóicas deram ensejo ao acesso de magma durante a ativação. O limite sul-sudeste coincide com feição de tendência ascensional, a que Mesner & Wooldridge (1964) haviam genericamente denominado Arco de São Francisco. Coimbra (1983) designou Arqueamento do Alto Paraíba à feição tectônica que começou a se manifestar com a deposição da Formação Pedra de Fogo. No Permo-Triássico, o caráter positivo dessa estrutura restringiu a acumulação da Formação Motuca a norte do arqueamento. Acrescenta Coimbra (*op. cit.*) que no Triássico-Jurássico o arqueamento influenciou no magmatismo básico responsável pelas rochas da Formação Mosquito e limitou a sul a área de deposição das formações Corda e Pastos Bons. No Cretáceo a atividade do arqueamento foi responsável pelos diques

básicos da Formação Sardinha a norte assim como pela intrusão dos kimberlitos de Redondão e Apicuns (Silva et al. 1972) e outros, da região sudoeste do Piauí (Branco 1986). Também Caldasso & Hama (1978) referem a ocorrência de manifestações ígneas básico-ultrabásicas e talvez alcalinas na forma de estruturas circulares, *pipes* ou chaminés desenvolvidas ao longo de fraturas ESE-WNW, nessa borda sul da bacia. Dizem estes autores que essas rochas perturbam camadas do Cretáceo Superior.

O Arqueamento do Alto Parnaíba é provavelmente moldado numa zona de fraqueza crustal pré-cambriana ligada ao Lineamento Senador Pompeu e à faixa de cataclastos do Lineamento Transbrasiliano, removimentada e injetada de magma no Mesozóico.

REGIÃO COSTEIRA LESTE E SUDESTE A região costeira Sudeste a norte do paralelo de Santos foi teatro de intensos processos tectônico-magmáticos mesozóicos ligados à origem da margem continental. Em direção a norte, no Espírito Santo e leste de Minas Gerais, os processos magmáticos mostraram-se mais atenuados.

Em 1972 Estrella admitiu a existência de um soerguimento crustal pré-rifte no sítio das bacias de Santos e Espírito Santo. É provável que a ele esteja ligado o magmatismo basáltico jurássico-eocretáceo dessa região, e a sedimentação continental da fase rifte.

Um importante feixe de diques básicos existe na região costeira, de Santos ao Estado do Rio de Janeiro, esten-

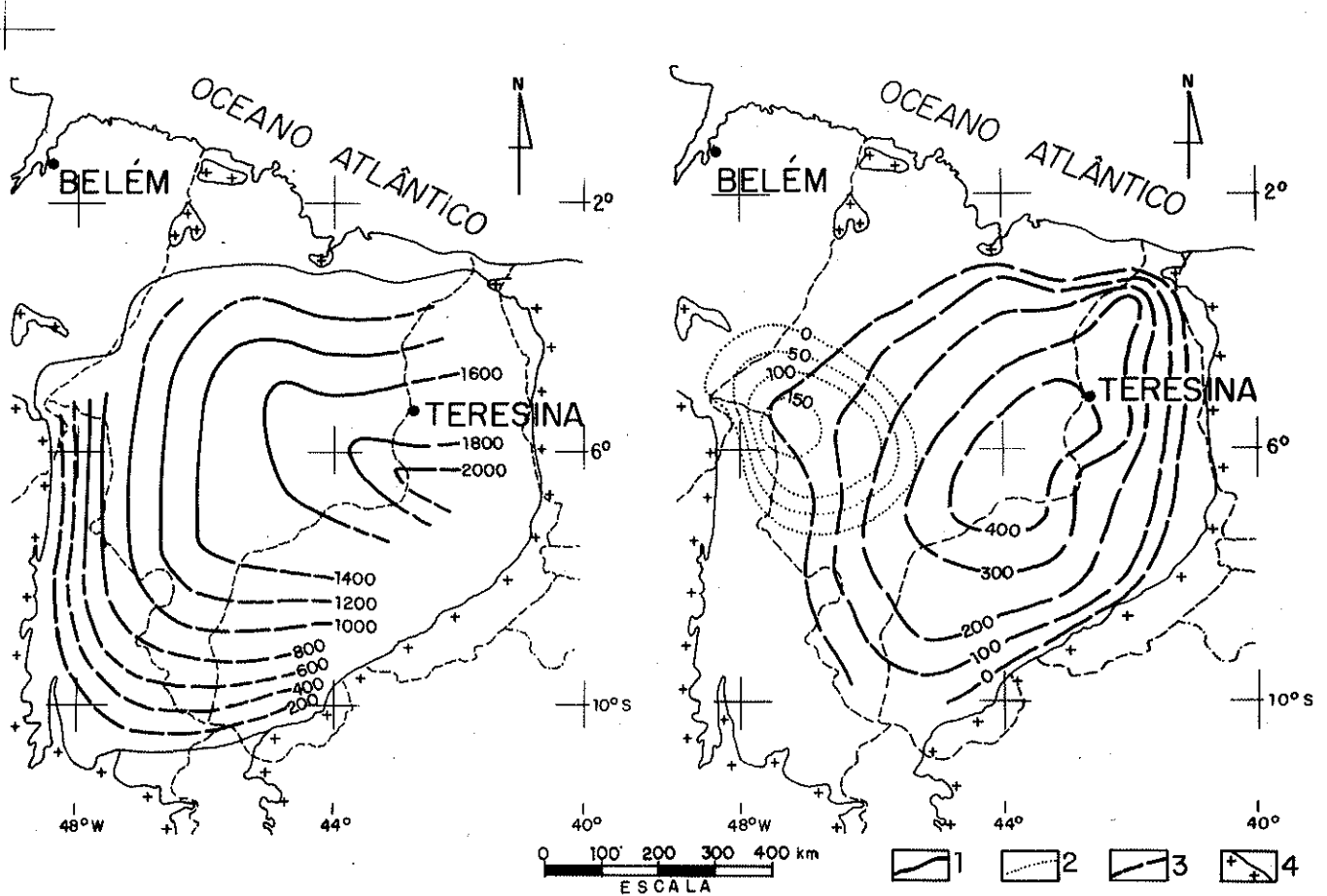


Figura 13 – Comparação entre mapas de isópacos de sedimentos paleozóicos, basalto e diabásio intrusivo na Bacia do Parnaíba (modificado de Mesner & Wooldridge 1964). 1. Curva de contorno de espessura total de sedimentos siluro-devono-mississippianos, equidistância de 200 m; 2. Curva de contorno de basalto, equid. 50 m; 3. Curva de contorno de diabásio intrusivo, equid. 100 m; 4. Embasamento

endo-se para o interior, onde alcança o Vale do Paraíba e menos intensamente o Planalto Sul-Mineiro como indicado na figura 14, que foi organizada com base nos mapeamentos disponíveis. Os diques são subverticais, alguns com extensão superior a 15 km. Podem apresentar várias dezenas de metros de espessura. Orientam-se predominantemente a N40 - 50E, direção que é também a das estruturas do embasamento. No litoral norte de São Paulo, onde são particularmente abundantes, foram mapeados por Damasceno (1966).

Constituem a maioria desses diques, rochas como diabásio toleítico, gabro, diorito, andesito e quartzo-pórfiro, podendo mostrar-se diferenciados, como o de Toninhas, no litoral paulista (Gomes & Berenholc 1980). Umhas poucas datações (Amaral *et al.* 1966, Minioli 1971, Silva *et al.* 1977, Basei & Vlach 1981) acusaram idades jurássico-cretáceas, algo mais antigas que o clímax do vulcanismo basáltico da Serra Geral. Há também uma idade de 206 ou 211 Ma, para dique de diorito em Ubatuba (Minioli *op. cit.*). Os diques ocupam freqüentemente falhas do embasamento reativadas por esforços tracionais normais à direção costeira, do antigo *Arqueamento da Serra do Mar*. Se originaram derrames, pois que esses existem, de idêntica idade (Fodor

et al. 1983) no assoalho da Bacia de Santos, eles foram erodidos ainda no Cretáceo Superior a Paleoceno, pois não estão presentes no interior das bacias eocênicas do Paraíba do Sul e da Depressão de Guanabara.

Cessado o magmatismo basáltico nessa região estabeleceu-se nela nova fase magmática, porém de caráter alcalino, sendo sua idade neocretácea a eocênica, portanto mais nova que as rochas alcalinas do Arco de Ponta Grossa, em maior parte contemporâneas do basalto.

Na referida região concentram-se cerca de 25 centros principais isolados de intrusões alcalinas, constituindo uma província magmática com características próprias. Destacam-se por suas dimensões, as intrusões de Itatiaia-Passa Quatro, Gericinó-Mendanha, Rio Bonito, Tinguá e as da Ilha de São Sebastião (Fig. 14). Configuram *stocks*, *plugs*, possíveis *chaminés*, muitos diques e excepcionalmente derrames e piroclastos. Apresenta-se uma grande variedade de rochas peralcalinas, predominantemente félsicas, mas também existem *essexito*, *teralito* (Freitas 1947) e um complexo máfico-ultramáfico alcalino em Ponte Nova no alto da Serra da Mantiqueira (Cavalcante *et al.* 1979). Lavas ankaramíticas eocênicas foram identificadas no interior da Bacia de Volta Redonda (Riccomini *et al.* 1983). Vulcâni-

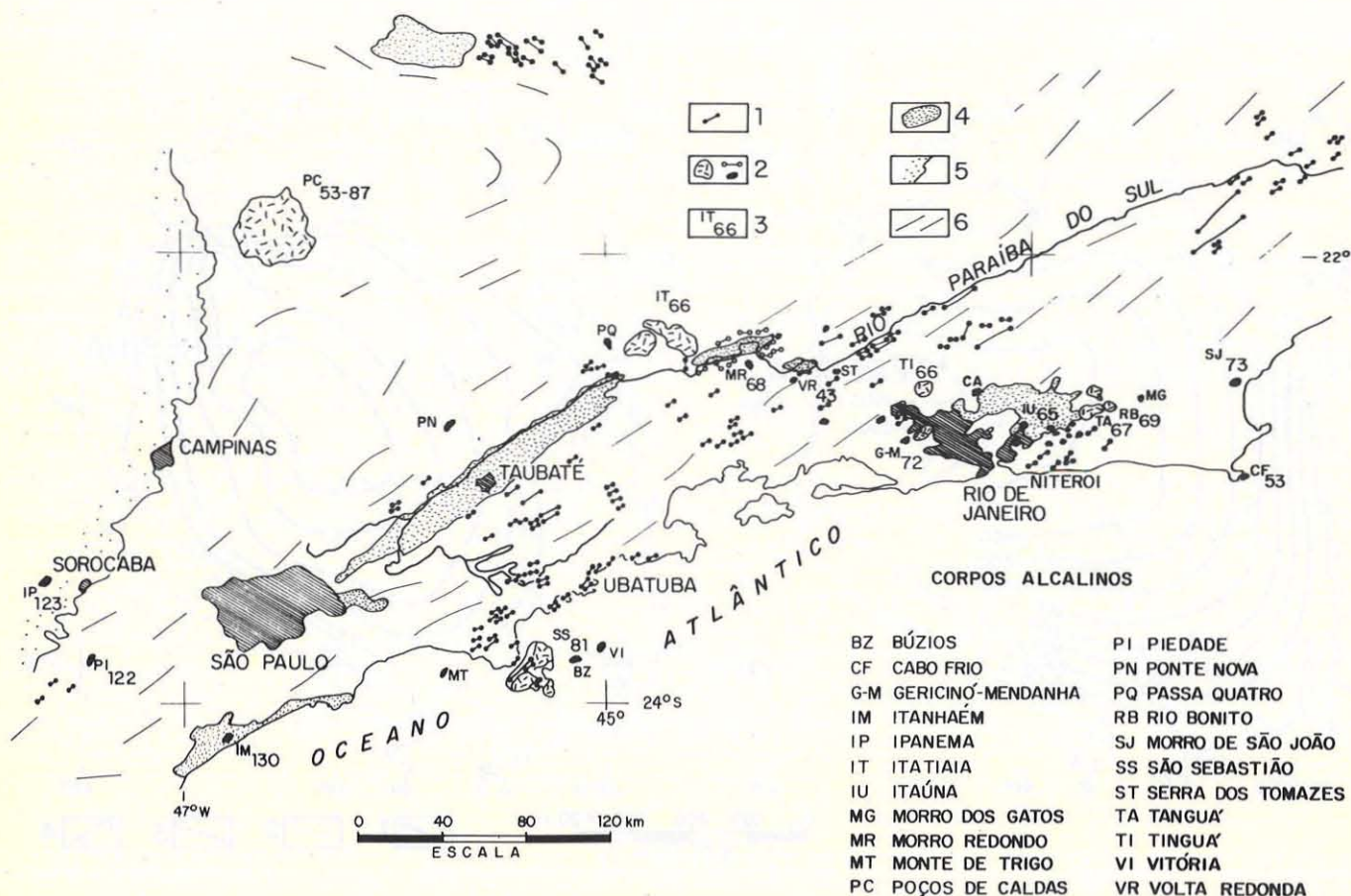


Figura 14 – Magmatismo meso-cenozóico na região do Vale do Paraíba (SP-RJ), compilado de diferentes mapas geológicos regionais e de detalhe. 1. Dique de diabásio; 2. Corpo de rochas alcalinas; 3. Identificação e idade do corpo (Ma); 4. Cobertura cenozóica; 5. Cobertura paleozóica; 6. Orientações estruturais do embasamento

cas de mesma natureza e possivelmente síncronas ocorrem na Depressão da Guanabara, em São José de Itaboraí (Rodrigues *et al.* 1982, Klein & Valença 1984). Desconhece-se a presença de carbonatitos e kimberlitos nessa província.

Embora ainda datadas em grau de reconhecimento (Ribeiro Filho & Cordani 1966, Amaral *et al.* 1967, Hennies & Hasui 1968, Minioli 1971, Cordani & Teixeira 1979, Riccomini *et al.* 1983), sabe-se que esse vulcanismo atingiu o clímax no Cretáceo Superior, com manifestações tardias no Eoceno.

A disposição de muitos centros de rochas alcalinas que se orientam em alinhamentos NE–ENE, concordantes com as estruturas do embasamento, a própria forma de alguns maciços e a direção predominante de diques alcalinos, sugerem que fraturas dessa zona crustal frágil, afetada pelo evento Brasiliano, tenham surgido ou sido reativadas, para darem acesso ao magma alcalino. O fenômeno teria sido aproximadamente coevo com a mais acentuada subsidência da Bacia de Santos e o soerguimento da região da Serra do Mar, entre o Aptiano e o Terciário Superior, levando ao estabelecimento do grande desnível atual de pelo menos 11 km entre a serra e a base da bacia, pelo que se infere uma relação genética entre a movimentação vertical oposta dos blocos

marinho e continental, o desenvolvimento de riftes neste último e o processo vulcânico alcalino (Almeida 1976), numa ocasião em que o oceano já se expandia. É diversa, entretanto, a interpretação dada por outros investigadores, que julgam ver na distribuição geográfica dos centros de intrusões alcalinas uma extensão, ao interior emerso do continente, do Lineamento do Rio de Janeiro (Kumar *et al.* 1977, Sadowski & Dias Neto 1981, Asmus 1982).

É de notar-se que o magmatismo alcalino na região considerada precedeu o desenvolvimento de riftes, que não foram preenchidos por lavas neocretáceas (Almeida 1976), às quais são posteriores. No entanto, já neles se acumularam as vulcânicas ankaramíticas eocênicas acima referidas.

Quanto ao leste mineiro e Espírito Santo, são esparsas as informações sobre o magmatismo. Diversos diques atribuídos ao Mesozóico são assinalados por Silva & Ferrari (1976) nos mapas do Projeto Espírito Santo. Adotam orientação N40W, segundo o *trend* regional do embasamento, ou preenchem falhas antigas a NE. Dizem os autores que tais diques são inexpressivos na escala em que foram feitos os mapeamentos. Sial *et al.* (s.d., no prelo) indicam o feixe de diques máficos do Lineamento Vitória-Ecoporanga, longo de cerca de 100 quilômetros, orientado a NW. Alguns destes

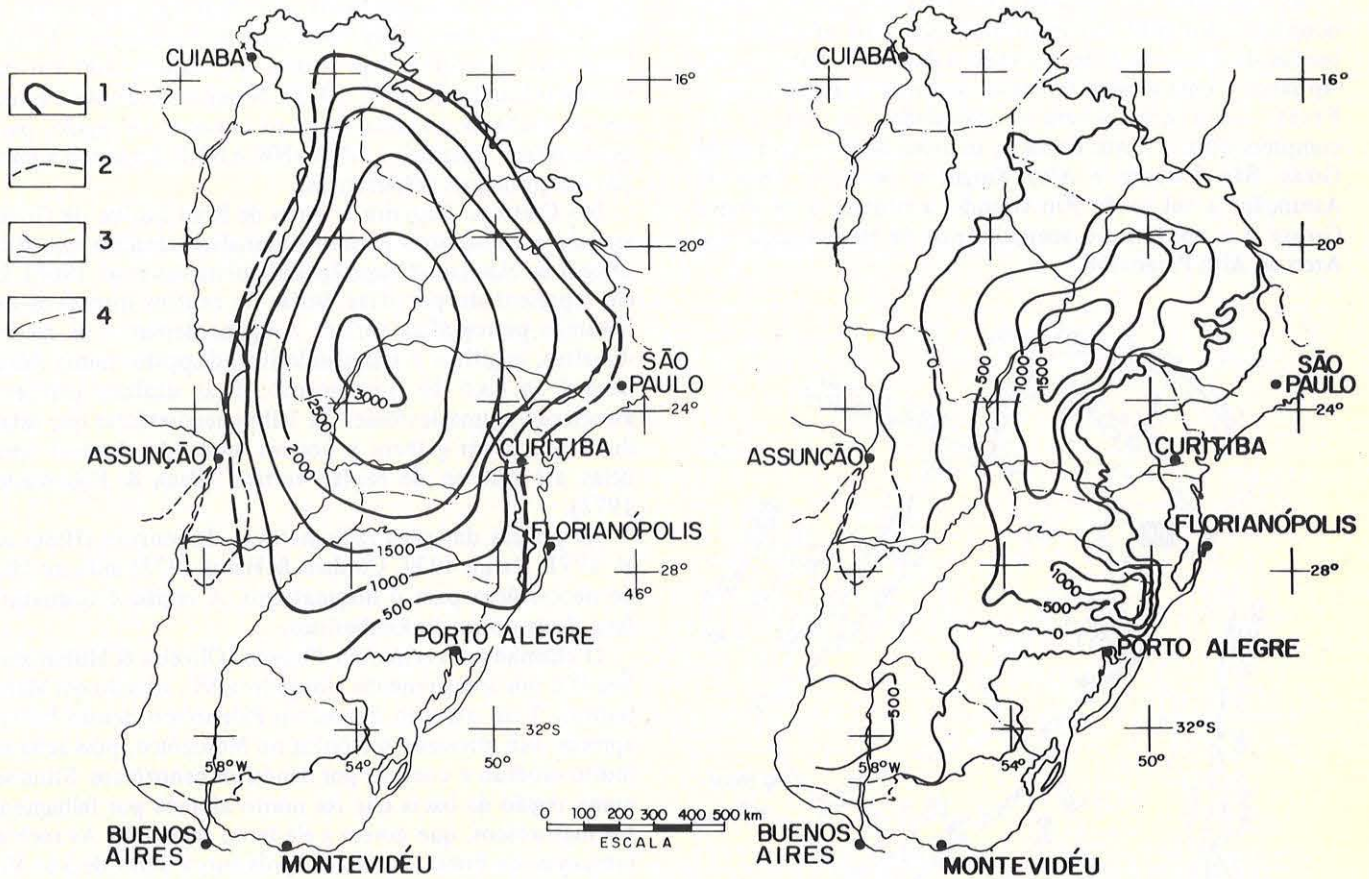


Figura 15 – Comparação entre mapas de isópacas totais de sedimentos pré-Triássico Superior e isópacas da Formação Serra Geral (modificado de Fúlvaro et al. 1980 e Northfleet et al. 1969). 1. Curva de isópacas, equidistância 500 m; 2. Limite erosivo da bacia, contato aproximado onde tracejado; 3. Rede principal de drenagem; 4. Limite interestadual ou internacional

diques, como o de Lajinha-Chalé, com 10 quilômetros de extensão, acham-se indicados por Silva & Ferrari (*op. cit.*), Sial *et al.* (*op. cit.*), reportando-se a comunicação do Projeto Radambrasil, atribuem idade de 170 Ma para o referido feixe.

BACIA DO PARANÁ O interior da Bacia do Paraná apresenta a maior área de rochas ígneas continuamente expostas do País. Os derrames e soleiras basálticas da Formação Serra Geral ocupam área da ordem de 1.200.000 km² (Maack 1952). Sua maior espessura conhecida acha-se no poço de Cuiabá Paulista (SP), na região mais subsidente da bacia, onde alcança 1.700 m. Enquanto os derrames basálticos recobriram e em parte se intercalaram na Formação Botucatu, as soleiras intrumeteram-se sobretudo nas camadas paleozóicas, dando preferência a certas formações como a Formação Irati, em que são contrastantes a reduzida espessura de sedimentos e a frequência com que ocorrem as soleiras. As maiores espessuras totais de derrames e soleiras apresentam-se onde foi maior a subsidência paleozóica, na região central da bacia (Fig. 15). Diques de diabásio expõem-se às suas bordas.

As rochas predominantes são basaltos toleíticos e seus equivalentes intrusivos, diabásios e gabros. Mostram varia-

ções locais para basaltos alcalinos e andesito-basaltos (Ruegg 1975). Nos estados sulinos recobrem-se e em parte intercalam-se, em lavas dacíticas e riolíticas provenientes de contaminação dos basaltos por material sialico (Sartori & Maciel Filho 1976, Szubert *et al.* 1978, Szubert 1979, Sartori & Gomes 1980, Cordani *et al.* 1980, Marimon *et al.* 1982, Sartori 1984). Sua idade é de 120 Ma (Sartori & Gomes, *op. cit.*), correspondendo ao clímax do Vulcanismo Serra Geral.

O vulcanismo basáltico realizou-se entre 147 e 119 Ma, com máximo de intensidade entre 130 e 120 Ma, conforme o indicam várias dezenas de datações K-Ar e Rb-Sr (Amaral *et al.* 1966, Melfi 1967, Cordani & Vandomos 1967, entre outros).

O magmatismo alcalino processou-se sobretudo em estruturas soergidas marginais ou transversais às bordas da bacia, com uns poucos centros intrusivos no interior dela, mas não longe dessas bordas (Cerro Corá e Cerro Sarambi no Paraguai, Lajes-SC, Ipanema e Jaboticabal-SP). Essas intrusões e efusões de rochas alcalinas apresentaram-se em duas fases, sendo a mais antiga pré-aptiana como os basaltos, e a mais nova, aptiana-eocênica. As rochas pós-aptianas foram em parte contemporâneas à deposição do Grupo Bauru, como se observa em Minas Gerais.

As intrusões da segunda fase do vulcanismo alcalino ocorrem sobretudo nas estruturas arqueadas existentes às bordas da bacia, onde se associam a diques de diabásio pré-apertianos e uma poucas intrusões alcalinas da primeira fase. Essas estruturas acham-se assinaladas na figura 16; compreendem: a norte da bacia, os arcos de Bom Jardim de Goiás, São Vicente e Alto Xingu; a oeste, o Arco de Assunção, a sul, o do Rio Grande; a sudeste o de Ponta Grossa e a nordeste, o soerguimento de Mogi Guaçu e o Arco do Alto Paranaíba.

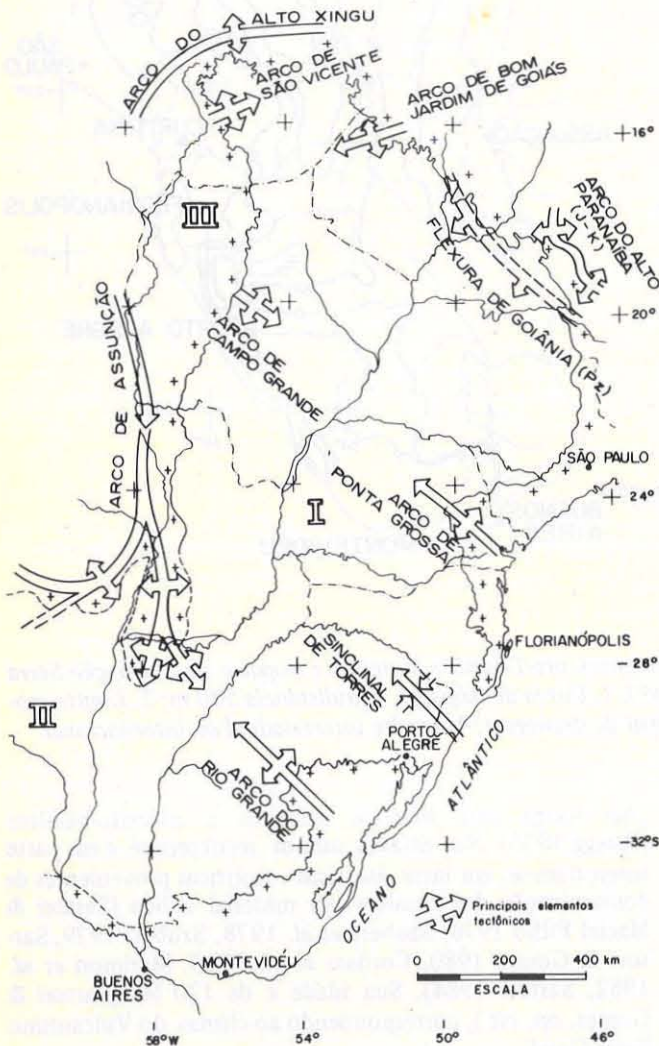


Figura 16 – Elementos tectônicos principais da Bacia do Paraná (modificado de Almeida 1981) I. Bacia do Paraná; II. Bacia Chaco-Paraná; III. Pantanal

O Arco de Bom Jardim de Goiás apresenta-se no Estado de Goiás, próximo a Mato Grosso. Tem cerca de 200 km de extensão com eixo orientado a ENE mergulhando para o interior da bacia. Em seu núcleo expõem-se rochas pré-cambrianas. A origem e história pré-mesozóica dessa estrutura são obscuras. No Mesozóico ela foi recortada por muitas falhas de grande ângulo, sobretudo de direções NNE e NNW, que afetaram os derrames basálticos e o Grupo Bauru. Algumas parecem resultar da reativação de falhas do

embasamento, principalmente as orientadas entre NNE e NE, que estariam ligadas à presença do Lineamento Transbrasiliano. São falhas que podem ter mais de 100 km de extensão (Souza Jr. *et al.* 1983). Numerosos diques e soleiras de diabásio jurássico-cretáceo existem na região, particularmente dirigidos a NNW-NW e NNE, seguindo a direção dos principais falhamentos.

No Cretáceo Superior o Arco de Bom Jardim de Goiás assistiu a vulcanismo máfico-ultramáfico alcalino que deu origem ao chamado Grupo Iporá (Guimarães *et al.* 1968). É ele representado por duas dúzias de centros intrusivos de natureza petrográfica variada e alguns derrames de álcali-basaltos, augititos e traquiandesitos, dispostos numa faixa normal ao eixo do arqueamento. Essas alcalinas parecem associar-se a uma tectônica de falhas neocretáceas que retalhou o arco em grábens e horstes, podendo alcançar uma delas até 500 m de rejeito vertical (Pena & Figueiredo 1972).

As poucas datações radiométricas disponíveis (Hasui *et al.* 1971, Danni 1974, Cordani & Hasui 1975) indicam idade neocretácea para o magmatismo. A região é diamantífera, devendo existir kimberlitos.

O chamado Arco de São Vicente (Oliveira & Muhlmann 1967) é um soerguimento alongado a NE, situado em Mato Grosso. Teve atuação durante o Paleozóico, sendo difícil apreciar sua atividade tectônica no Mesozóico, pois acha-se muito erodido e coberto por depósitos cenozóicos. Situa-se numa região da bacia que foi muito afetada por falhamentos mesozóicos, que devem a ele ter-se estendido. As rochas intrusivas da Ponta do Morro, próximo à Serra de São Vicente, incluem sienito, monzonito e granito. Foram datadas por isócrona Rb-Sr em 84 ± 6 Ma (Del'Arco *et al.* 1982). É notável o caráter félsico saturado desse magmatismo, que reflete a ativação mesozóica do arco.

Toda a região sedimentar da bacia situada a norte do paralelo 18° S, compreendida entre os arcos de Bom Jardim de Goiás, São Vicente e Alto Xingu foi intensamente recortada por falhas normais, dirigidas as maiores a ENE-NNE. Podem ultrapassar extensão de 150 km e apresentar rejeitos de poucas centenas de metros. Algumas, como a de Poxoréu, afetam camadas Bauru e derrames basálticos. Supõe-se que resultem de reativação de falhas do embasamento pertencentes ao Lineamento Transbrasiliano (Barros *et al.* 1982). Diques de diabásio, soleiras nas camadas paleozóicas e alguns derrames basálticos foram mapeados nessa movimentada área tectônica (Drago *et al.* 1981, Barros *et al. op. cit.*). Pequenas intrusões de rochas alcalinas existem aparentemente associadas a uma dessas falhas, a de Meruri, orientada a ENE (Drago *et al. op. cit.*). Toda essa extensa região é diamantífera, mas desconhecem-se kimberlitos.

Salvo camadas devonianas, que ultrapassam para norte a Faixa de Dobramentos Paraguai, nota-se que esta assinala aproximadamente o limite até onde se estenderam as formações mais típicas da Bacia do Paraná separando-se das camadas da bacia recentemente denominada Parecis-Alto Xingu (Schobbenhaus & Campos 1984). Tal fato leva a supor que a borda do cráton e a Faixa de Dobramentos Paraguai, a ela adjacente, constituíram um arqueamento, ativo desde pelo menos o Carbonífero. No Mesozóico essa estrutura denominada Arco do Alto Xingu por Santos & Loguércio (1984), foi realçada por epirogênese ainda antes da deposição da Formação Botucatu. Esta e os grupos Bauru e Parecis transgridem sobre o arco, mostrando que ele estava elevado no

Cretáceo Superior.

A zona provavelmente mais soerguida e falhada do Arco do Alto Xingu sujeitou-se a intrusões kimberlíticas (Fragomeni *et al.* 1976), fontes de diamantes hoje dispersos ao longo do arco e suas imediações, entre os meridianos 53° e 57°W. Esses kimberlitos seriam cretáceos, mas pré-Bauru (Davis 1977).

A ativação tectono-magmática do antigo arco acarretou a intrusão de diversos diques diabásicos eocretáceos e a efusão, em seu flanco norte, dos basaltos de mesma idade (Minoli *et al.* 1971, Hama *apud* Cordani & Tassinari 1979) da Serra de Tapirapuã e cabeceiras do Rio Arinos, já sobre a borda do Cráton Amazônico.

A borda ocidental da Bacia do Paraná em Mato Grosso do Sul limita-se pela importante estrutura denominada *Arco de Assunção* (Fig. 16). Tem orientação submeridiana e separa, em Mato Grosso do Sul, Bolívia e Paraguai, numa extensão de pelo menos 1.000 quilômetros, as bacias do Paraná e do Chaco Paraguai. Percebe-se a influência desse arco como elemento positivo da crosta desde pelo menos o Devoniano (Northfleet *et al.* 1969). Seu embasamento pré-cambriano está exposto em muitos trechos. Por sua posição e atuação não deixa de apresentar analogias com o Arco do Alto Xingu. No Mesozóico o Arco de Assunção foi intensamente reativado, tendo sido recortado por falhas submeridianas e outras sobretudo orientadas a NW-NNW. A essa atividade de falhas, no Paraguai Oriental, relaciona-se magmatismo basáltico jurássico-cretáceo manifestado por diques, além de abundante magmatismo alcalino (Almeida 1983) processado entre o Triássico (rochas félsicas saturadas e subsaturadas de Fecho dos Morros, na fronteira com o Paraguai) e o Eoceno. Em Mato Grosso do Sul, contudo, esse magmatismo, tão abundante na República do Paraguai, foi discreto, dele tendo resultado diques de diabásio a oeste da Serra de Bodoquena (Sial *et al.* s.d., no prelo) e a referida intrusão alcalina triássica. Não se conhecem intrusões de kimberlitos, ou outras portadoras de diamantes no Arco de Assunção, mas elas provavelmente existem, a explicariam a presença da gema em diversos locais em Mato Grosso do Sul, assim como no vale do Rio Ipané, no Paraguai. Completa-se, de tal modo, o cinturão diamantífero existente às bordas da bacia do Paraná aparentemente relacionado com os arqueamentos que a delimitam.

O *Arco do Rio Grande* (Sanford & Lange 1960) é uma estrutura paleozóica configurada em sua forma atual no Mesozóico. Orienta-se a NW, com eixo aproximadamente normal às estruturas pré-cambrianas de seu núcleo, mas paralelo a importante direção de falhas e fraturamento regionais (Fig. 16). No decorrer do Mesozóico ascendeu, através dessas fraturas e falhas na região central do arco, magma basáltico representado por alguns diques de diabásio existentes tanto no embasamento como no preenchimento sedimentar da bacia do Paraná (Ribeiro 1978, Maciel Filho & Sartori 1979). Na área central do arco, parece que no Cretáceo Superior (dispõe-se de uma datação de 80 Ma, Cordani *et al.* 1974), introduziram-se diversos pequenos corpos de rochas alcalinas no município de Piratini (Pinto *et al.* 1975, Ribeiro *op. cit.*), numa faixa orientada a NW, acompanhando o eixo do arco. Aparentemente, o cruzamento desta faixa com falhas do evento Brasileiro, dirigidas a NE-NNE, determinou o sítio das intrusões alcalinas. Kimberlitos são conhecidos no flanco nordeste do arco (P. Sartori, com. pessoal) e diamantes existem no Rio Jaguarão.

Entre o Arco de Ponta Grossa e o Sinclinal de Torres ocorrem, em Santa Catarina, à borda da Bacia do Paraná, as intrusões alcalinas de Anitápolis, Lajes e Quarenta. A primeira constitui-se predominantemente de ijolitos, urtitos, melteigitos e nefelina sienitos, com carbonatito local (Carraro *et al.* 1967); sua idade é de 129 Ma (Amaral *et al.* 1967). A intrusão de Lajes (Loczy 1968, Scheibe 1979) soergueu grande domo, expondo predominantemente nefelina sienitos, ocorrendo localmente carbonatito em diques e veios. Notificou-se também a ocorrência de kimberlitos (Scheibe 1978). Situa-se no prolongamento de importante feixe de falhas brasileiras do sul de Santa Catarina (IPT 1980), que aparentemente condicionaram o sítio das intrusões, por reativação. Pequena chaminé de rocha alcalina e diques de rocha brechóide alcalina ocorrem na localidade de Quarenta próxima a Botuverá (D'Elboux *et al.* 1982). Almeida (1983) julgou possível relacionar a presença das intrusões alcalinas a movimentos verticais opostos havidos entre o Sinclinal de Torres e o Arco de Ponta Grossa, que teriam reativado fraturas antigas do embasamento.

O grande *Arco de Ponta Grossa* tem eixo dirigido a NW, para o interior da bacia, em direção à qual mergulha. Corresponde a uma antiga estrutura paleozóica, que desde pelo menos o Devoniano vem manifestando sua atuação, bem refletida nas seqüências sedimentares da bacia (Northfleet *et al.* 1969, Fúlfaro *et al.* 1982, Ferreira 1982a, 1982b). Foi, contudo, entre o Jurássico e o Cretáceo Inferior que suas estruturas mais se realçaram e adquiriram sua atual configuração. Nessa ocasião, fraturas e falhas de distensão transversais às estruturas do embasamento deram acesso ao magma basáltico que originou centenas de diques (Fig. 17), diversos deles com mais de 100 km de extensão e até centenas de metros de espessura. São quase todos subparalelos ao eixo do arco; muitos estendem-se até o litoral paranaense. Ocupam sobretudo fraturas profundas de grande ângulo, de quatro alinhamentos estruturais, bem evidenciados pela geologia a aeromagnetometria (Vieira 1973, Ferreira & Algarte 1979, Ferreira 1982a, 1982b). Esses feixes de diques de diabásio devem ter constituído importante fonte de suprimento para os derrames da bacia. Algumas intrusões alcalinas de quimismo variado, predominantemente gabróides e ultrabásicas, assim como carbonatitos, ocorrem no Arco de Ponta Grossa, alinhados paralelamente a seu eixo, no Paraná e em São Paulo. Um pertencem à primeira fase do magmatismo alcalino, sendo contemporâneas aos basaltos; outras são do Cretáceo Superior, aparentemente ligadas à tectônica da Serra do Mar. Na figura 17 esboçou-se tal distinção temporal. A ocorrência de diamantes no Paraná deixa entrever a existência de kimberlitos ou outros transportadores da gema (Chierigati *et al.* 1984).

O denominado *Soerguimento de Mogi Guaçu* (Hasui 1979, Hasui *et al.* 1982), situado na região leste paulista, caracteriza-se por intenso falhamento, originando tectônica de blocos. Importante enxame de diques de diabásio diversamente orientados e soleiras nas camadas paleozóicas são presentes na região.

O complexo alcalino de Poços de Caldas, com cerca de 800 km², é uma das mais notáveis ocorrências do magmatismo pós-paleozóico no Brasil. Interpretado como grande caldeira, o complexo situa-se no interior do Maciço de Guaxupé, no limite entre São Paulo e Minas Gerais. O maciço é um bloco crustal de evolução policíclica, intensamente estruturado, incluindo rochas arqueanas e proterozóicas. Às

suas bordas desenvolveram-se faixas de grandes falhas transcorrentes (Wernick & Artur 1983) e de empurrão que configuram importante zona de divergência de estruturas (Fig. 18). A natureza desse complexo tectônico situado à borda da Bacia do Paraná pode ter determinado o sítio das intrusões alcalinas. Estas são predominantemente tinguaítos, fonólitos e foiaítos. A sua intrusão foi precedida por vulcanismo ankaratrítico e fonolítico (Ellert 1959). Determinações de idade (Amaral *et al.* 1967, Bushee 1971) apontaram valores entre 87 e 60 Ma, com diques de fonólito de 53 Ma (aparentemente idade mínima). Esse grande intervalo de tempo foi considerado exagerado por Ulbrich (1984) que supôs não ter durado o vulcanismo senão uns poucos milhões de anos. Recentes datações (Kawashita *et al.* 1984) sugerem que os maiores valores seriam os mais prováveis para a idade do vulcanismo.

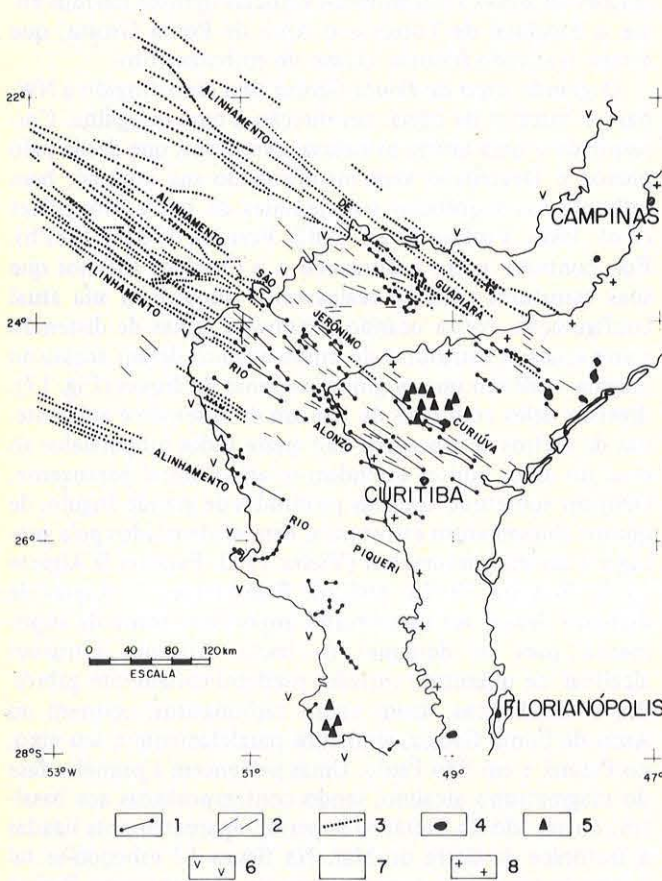


Figura 17 – Atividade ígnea mesozóica associada ao Arco de Ponta Grossa (modificado de Ferreira *et al.* 1984). 1 a 3: Diques baseados em dados geológicos (1); de sensores remotos (2); aeromagnéticos (3); 4. Rochas alcalinas da 1.ª fase; 5. Rochas alcalinas da 2.ª fase; 6. Basalto; 7. Sedimento; 8. Embasamento

O limite nordeste da bacia do Paraná no Paleozóico coincide com a Flexura de Goiânia, fato que se reflete nas unidades litológicas e disposição das camadas. Situava-se aproximadamente no limite entre dois blocos pré-cambrianos, bem salientados por estudos geológicos e gravimétricos (Haralyi 1978, Almeida *et al.* 1980). A figura 19 indica que

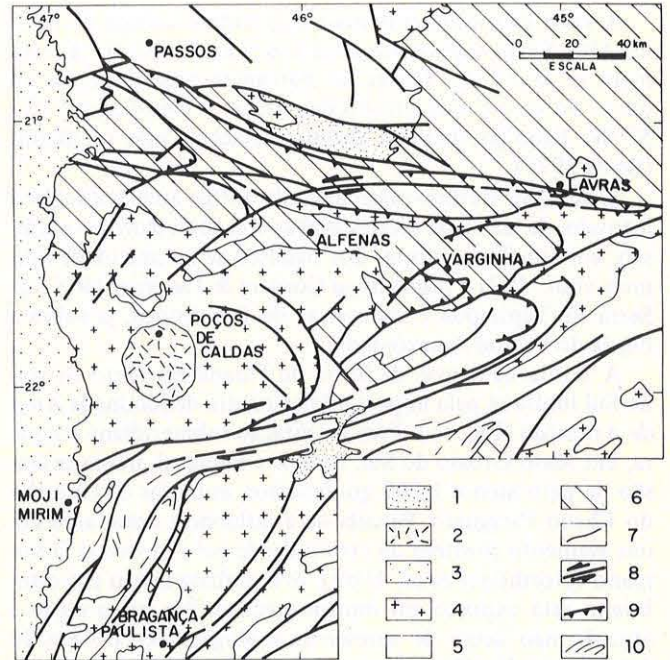


Figura 18 – Mapa geológico simplificado da região de Poços de Caldas (modificado de Cavalcanti *et al.* 1979 e Wernick & Artur 1983). Convenções: 1. Depósitos colúvio-aluvionares (Q); 2. Maciço alcalino de Poços de Caldas (K-T); 3. Paleozóico; 4. Proterozóico Superior; 5. Proterozóico Inferior; 6. Arqueamento; 7. Contato; 8. Transcorrência; 9. Falha de empurrão; 10. Alinhamentos estruturais

logo a nordeste dessa flexura manifestou-se, no bloco alto, o soergimento ou Arco do Alto Paranaíba (Ladeira *et al.* 1971), entre o Jurássico Superior e o Cretáceo. Anomalias magnéticas lineares orientadas a N50W, extensas de até 400 km, constituem um feixe entre Caldas Novas (GO) e a região de Divinópolis (MG), que atravessa o Arco do Alto Paranaíba. Foram interpretadas por Bosum (1973) como representando fraturas preenchidas por diques de diabásio, diversos dos quais afloram, alguns com mais de 20 km de extensão (Barbosa *et al.* 1970), orientados a N40W. São provavelmente contemporâneos à primeira fase do magmatismo da bacia. A essas fraturas no Arco do Alto Paranaíba relaciona-se claramente a maioria das intrusões alcalinas de vários tipos, associadas a kimberlitos e carbonatitos, do oeste de Minas Gerais e de Catalão em Goiás. Todas têm idade senoniana, sendo portanto da segunda fase do magmatismo alcalino da região, que constitui importante distrito diamantífero.

Lavas vulcânicas e produtos vulcânicos epiclásticos associados ao vulcanismo alcalino acumularam-se às bordas das duas bacias sedimentares cretáceas separadas pelo arco, em Sacramento e Patos de Minas.

MARGEM CONTINENTAL O estudo do tectonismo e magmatismo da margem continental brasileira tem sido motivo de numerosos trabalhos ligados à pesquisa de petróleo. Destacam-se na última década, dentre os trabalhos de

síntese, os de Soares & Landim (1976), Gorini & Bryan (1976), Ponte & Asmus (1976, 1978), Asmus & Ferrari (1978), Asmus & Porto (1980), Asmus & Guazelli (1981), Alves (1981), Asmus (1978, 1981, 1982, 1984). Esses e outros trabalhos correlacionam o magmatismo, sedimentação e tectônica das bacias da margem continental aos da região costeira emersa adjacente e discutem a origem e evolução das feições costeiras. O Mapa Geológico do Brasil (1981) tem assinaladas 71 ocorrências de rochas magmáticas em perfurações da margem continental. Elas se apresentam (Asmus 1984) como soleiras, diques e derrames, variando sua idade entre o Triássico na Bacia de Cassiporé ao largo da Costa do Amapá, e o Mioceno Inferior na Bacia Potiguar. Distribuem-se irregularmente nas várias bacias, sendo mais freqüentes onde também o são na margem continental emersa vizinha. Saliencia Asmus (1982) sua ausência nas bacias de Sergipe, Alagoas e margem continental da Bahia e norte do parcel dos Abrolhos. Tampouco são assinaladas no trecho da margem fronteiro à costa leste do Pará até oeste do Ceará.

Na Bacia Potiguar, a norte de Macau, a seção de basaltos terciários penetrada na plataforma continental atinge 1.600 m, com idade variando do Paleoceno ao Mioceno Inferior. Esse vulcanismo foi precedido por outro, de idade eocretácea, contemporâneo ao do Vulcanismo Rio Ceará-Mirim, do Rio Grande do Norte.

Em recente trabalho, Fodor *et al.* (1983) mostram que na Bacia de Santos, a 200 km da costa, sobre crosta continental pré-cambriana atenuada, processou-se vulcanismo toleítico equivalente ao da Serra Geral, datado de 138 Ma. Por ocasião desse vulcanismo acha-se em desenvolvimento o rifteamento precursor da abertura do Atlântico. Realizada esta, foram os derrames basálticos submergidos em consequência do estiramento crustal.

O vulcanismo na margem continental prosseguiu durante o Cretáceo Superior e Terciário, possivelmente em parte seguindo direções de fraturas e lineamentos oceânicos, como sugerido por Asmus.

CONCLUSÕES E INFERÊNCIAS A síntese apresentada, da distribuição do magmatismo processado no Brasil no decorrer dos últimos 250 milhões de anos, conduz a algumas conclusões e inferências concernentes às relações do fenômeno com o mosaico de elementos tectônicos de maior grandeza. Há porém que reconhecer limitações impostas pelo grau ainda imperfeito de informações sobre o assunto, seja no tocante à estrutura litosférica, seja também à própria distribuição regional e características das rochas magmáticas. Estas acham-se freqüentemente representadas por diques básicos, que em geral não despertam atenção nos trabalhos de mapeamento, salvo quando se mostram com dimensões apreciáveis ou constituem associações conspícuas.

Conclusão importante a tirar-se dessa revisão diz respeito à extensão do fenômeno magmático. Em ocasiões diversas dentro daquele intervalo de tempo, e com intensidade variável no tempo e espaço, ele se manifestou em todas as províncias estruturais que distinguimos no País, inclusive nas bacias da margem continental.

Outro fato significativo que se destaca ao compararmos a distribuição geográfica do magmatismo com a disposição dos elementos geotectônicos de maior grandeza é que ele não se distribuiu aleatoriamente, mas deu ampla preferência pelas áreas de consolidação tardia, vale dizer, as que foram marcadas pelo evento Brasileiro, o que de resto caracteriza

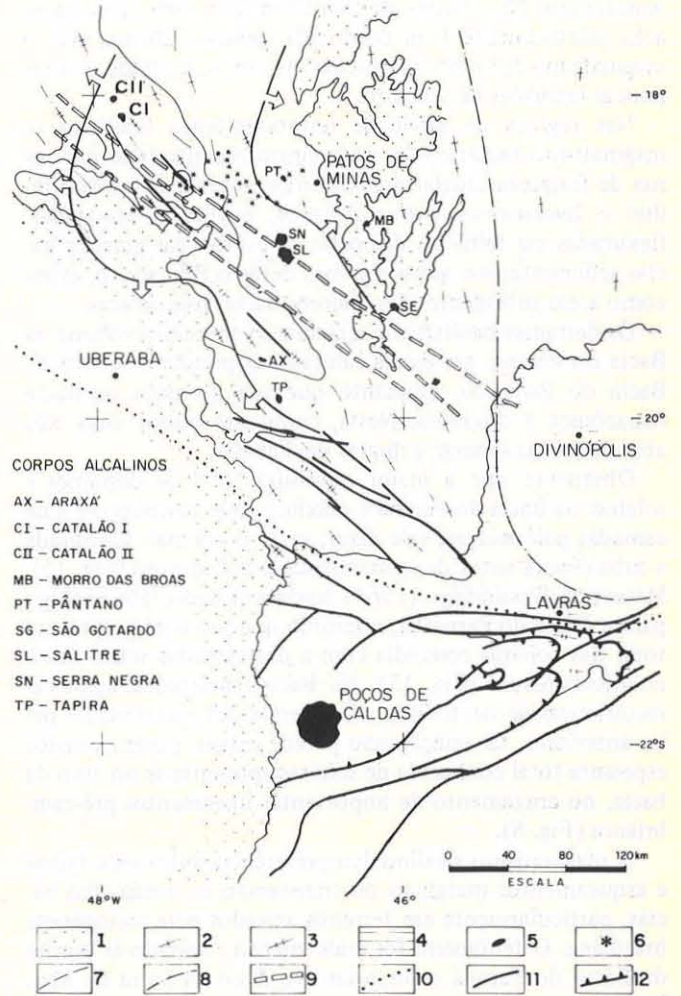


Figura 19 - Arco do Alto Paranaíba (modificado de Almeida *et al.* 1980). 1. Coberturas fanerozóicas das bacias do Paraná e Alto-Sanfranciscana; 2. Faixa Brasília; 3. Faixa Uruaçu; 4. Complexos pré-uruacuianos; 5. Rochas alcalinas senonianas; 6. Kimberlito neocretáceo; 7. Alinhamentos estruturais; 8. Limite do Cráton do São Francisco; 9. Alinhamentos magnéticos; 10. Limite do Cráton do Paramirim; 11. Falhas maiores; 12. Falha de empurrão

quase todo o fenômeno da ativação tectono-magmática mesozóica (Almeida 1966). Fato comparável se verifica na África relativamente aos cinturões orogênicos mais novos (Vail 1967, Cox 1970, Black & Girod 1970, McConnell 1972).

No Cráton Amazônico, em território nacional, o magmatismo manifesta-se sobretudo pela presença de diques de diabásio toleítico, particularmente abundantes na região vizinha à costa do Amapá, em áreas das bacias epicratônicas Amazônica, Alto Tapajós e Parecis-Alto Xingu, subsidentes no Paleozóico, e em zonas de grandes fraturas e falhas pré-cambrianas reativadas, entre as quais se destaca o Gráben do Tacutu. Derrames são de ocorrência muito restrita, porém outros podem ter sido erodidos, embora não haja indícios de que tenham sido extensivos. São também excepcionais as intrusões alcalinas na parte brasileira do Cráton

Amazônico. No Cráton do São Francisco, cuja geologia se acha relativamente bem conhecida, pode-se afirmar que o magmatismo foi particularmente atenuado, limitado a umas poucas intrusões de diabásio.

Nas regiões de atividade termo-tectônica brasileira o magmatismo basáltico foi notavelmente controlado por zonas de fraqueza crustal preexistentes, representadas por falhas e lineamentos pré-cambrianos, estruturas arqueadas, flexuradas ou falhadas dispostas às bordas das grandes bacias sedimentares e ativas algumas desde o Paleozóico, assim como áreas subsidentes das maiores bacias paleozóicas.

Os derrames basálticos realizaram-se em maior volume na Bacia do Paraná; em escala limitada na porção ocidental da Bacia do Parnaíba, enquanto que sua presença na Bacia Amazônica é duvidosa. Nesta, como nas outras duas, são abundantes as soleiras e diques de diabásio.

Observa-se que a maior espessura total de derrames e soleiras na Bacia do Paraná é máxima onde também o é a de camadas paleozóicas, vale dizer, onde já era mais acentuada a subsidência antes de se manifestar o vulcanismo (Fig. 13). Mesner & Wooldridge (1964) haviam notado fato análogo para a Bacia do Parnaíba, referindo que a máxima espessura total das soleiras coincidia com a das camadas siluro-devono-mississipianas (Fig. 13). Na Bacia Amazônica, cujas características geotectônicas são diversas das apresentadas pelas anteriores, tal relação não parece existir, porém a maior espessura total conhecida de soleiras apresenta-se no eixo da bacia, no cruzamento de importantes lineamentos pré-cambrianos (Fig. 8).

O magmatismo alcalino deu preferência a flexuras, falhas e arqueamentos marginais ou transversais às bordas das bacias, particularmente em terrenos ativados pela tectogênese brasileira. O fenômeno foi mais intenso e variado às bordas da Bacia do Paraná e no primitivo Arco da Serra do Mar. Relações semelhantes do magmatismo alcalino com soerguimentos também se observam no oeste dos Estados Unidos da América (Eardley 1961), na África Ocidental (Black & Girod 1970), na Sibéria (Butakova 1974) e outras regiões (Bailey 1974).

As províncias kimberlíticas mesozóicas até agora noticiadas no Brasil e as regiões diamantíferas que as prenunciam situam-se no Escudo do Guaporé (Pimenta Bueno, Aripuanã) e em zonas arqueadas e falhadas às bordas das bacias do Paraná e Parnaíba, independentemente de se encontrarem ou não essas estruturas desenvolvidas em áreas cratônicas de antiga consolidação. Kimberlitos são conhecidos nos arcos do Rio Grande, Alto Parnaíba e Alto Xingu, todos situados em áreas mais ou menos afetadas pela tectogênese brasileira. Também os arcos de Bom Jardim de Goiás e de Ponta Grossa têm diamantes que deixam prever a existência de kimberlitos ou outros portadores da gema. Igualmente os kimberlitos do sul da bacia do Parnaíba e a região diamantífera de Gilbués situam-se num arqueamento marginal à bacia, o Arco do Alto Parnaíba. O kimberlito Janjão e as alcalinas de Lajes em Santa Catarina localizam-se em situação particular, na zona de inflexão entre o Arco de Ponta Grossa e o grande Sinclinal de Torres.

As principais direções de fraturas e falhamentos que no País determinaram intrusões de diques de diabásio e de complexos alcalinos alinhados, tendem a orientar-se segundo direções ENE–NNE e WNW–NNW. As orientações N–S são excepcionais, ao contrário do que afirma Clifford (1968) referindo-se à maioria dos diques da Bacia do Paraná. É interessante notar que essas direções preferenciais de diques

básicos correspondem às que também predominam nas faixas de dobramentos proterozóicos no País.

O feixe de diques do Vulcanismo Rio Ceará-Mirim é o único dirigido a E–W, direção que raramente se apresenta nas estruturas pré-cambrianas, com o que corresponde a grande escassez de diques orientados segundo ela. O referido feixe parece ter sua posição determinada antes pelo regime de distribuição de esforços durante a fragmentação continental e elaboração das feições costeiras e da margem continental que de adaptação a estruturas preexistentes.

O alinhamento de intrusões alcalinas entre Cabo Frio e Poços de Caldas, dirigido a WNW, parece fruto de coincidência, numa região em que a herança tectônica de estruturas do embasamento, orientadas a NE–ENE, fez sentir-se tão acentuadamente no magmatismo. O próprio complexo alcalino de Poços de Caldas, como visto acima, parece ter herdado seu sítio de estruturas desenvolvidas durante o Proterozóico, expostas à borda flexurada e falhada da Bacia do Paraná.

No Brasil não se pode concluir com suficiente segurança que grandes fraturas oceânicas estejam relacionadas à extensão, mar-adentro, de faixas orogênicas, zonas de falhas, aulacógenos ou outras feições tectônicas claramente estabelecidas, associadas ou não a magmatismo.

A cadeia de Fernando de Noronha, que corresponde diretamente à zona de fraturas oceânicas homônima e se estende à margem continental (Gorini & Carvalho 1984) tem no vulcanismo de Mecejana um possível reflexo de sua presença na área costeira emersa do Ceará. Embora não se observem orientações estruturais E–W na região costeira, esse parece constituir um exemplo, entre diversos outros citados no mundo e referidos por Sykes (1978), do aparecimento de vulcanismo alcalino no continente, próximo à extremidade de uma falha transformante oceânica.

No Rio Grande do Norte o Vulcanismo Rio Ceará-Mirim não tem correspondência com um alinhamento oceânico.

O Vulcanismo Ipojuca ter-se-ia manifestado em zona de fratura continental orientada a E–W ligada ao Lineamento de Pernambuco, e sua possível extensão à plataforma continental. É admissível que o magmatismo se tenha processado na interseção desse lineamento com falhas profundas submeridianas ligadas ao rifte original do continente. É de notar que nem o magmatismo se estende para o interior do continente no lineamento, nem este se continua aos fundos oceânicos por uma zona de falha transformante, embora os montes submarinos de Pernambuco pareçam indicar atividade vulcânica mar-adentro na continuidade do lineamento, como sugerido por Asmus e Guazelli (1981). Em Barro, no Ceará, há magmatismo básico na extremidade ocidental do Lineamento de Patos (E. Feitosa, inédito, inf. pessoal de B. B. de Brito Neves 1986). Entretanto nem todas as fraturas antigas brasileiras deram acesso ao magna pós-paleozóico (Asmus 1982).

Ao largo do Espírito Santo, um alinhamento de ilhas oceânicas vulcânicas e *guyots*, a Cadeia Vitória-Trindade, assinala claramente uma zona de fraturas oceânicas que se estende às imediações do talude. Ali, a área continental emersa não denota a presença de magmatismo em seu prolongamento, pois que como tal não pode ser considerado o feixe de diques de diabásio do Lineamento Vitória-Ecoporanga, orientado a NW–NNW. Guazelli & Carvalho (1981) chamam atenção para direções estruturais orientadas a E–W, percebidas em imagem de satélite da região de Vitória, entre

os paralelos 20° e 21°S. Elas representam, em sua opinião, a extensão da zona de fraturas Vitória-Trindade ao interior do continente. Percebe-se na referida imagem que essas fraturas ocorrem também mais a norte, condicionando o traçado do baixo curso do Rio Manhuaçu e do Rio Doce entre Aimorés e Colatina.

Kumar *et al.* (1977) correlacionaram, com reservas, o lineamento oceânico do Rio de Janeiro aos lineamentos continentais de Paranapanema (Fúlfaro 1974) e Ubatuba (Rideg 1974), porém estes não foram confirmados por trabalhos de mais detalhe. Do mesmo modo, distando a extremidade rastreada do Lineamento do Rio de Janeiro cerca de 1.200 km da costa, parece especulativo (Almeida 1983) correlacionar a esta feição os complexos alcalinos das serras do Mar e Mantiqueira, como proposto por Asmus (1982). Pouco seguro nos parece relacionar as alcalinas de Lajes e Anitápolis (Asmus 1978) ao lineamento oceânico de Florianópolis, pois a extensão deste, para oeste da extremidade até onde foi bem reconhecido, é duvidosa devido à escassez de dados.

Tanto quanto o número ainda limitado de datações radiométricas o permite concluir, reconhecem-se três fases maiores nesse magmatismo: permo-triássica, jurássico-cretácea pré-aptiana e neocretácea a terciária.

As três incluem basaltos toleíticos e rochas alcalinas variadas. A primeira tem como área de ocorrência mais típica a região amazônica. Suas rochas constituem diques e soleiras de diabásio toleítico na Bacia Amazônica; são muito raras as alcalinas. As rochas ígneas jurássicas e eocretáceas são de ocorrência generalizada no País. A esse grupo pertencem as soleiras, diques e derrames basálticos das grandes bacias sedimentares, diques e ocorrências isoladas de derrames do Cráton Amazônico e diversas intrusões de rochas alcalinas dispostas em estruturas positivas às bordas da Bacia do Paraná. O clímax do magmatismo basáltico mesozóico processou-se no Cretáceo Inferior, por ocasião da fragmentação continental, no estágio rifte de evolução da região costeira (Asmus 1984).

A terceira fase do magmatismo inclui a maioria das intrusões e vulcânicas alcalinas do País, dispostas não só em estruturas soerguidas às bordas da Bacia do Paraná mas também em algumas regiões do Nordeste Oriental e da Amazônia (alcalinas de Catrimani). São miocênicas as rochas mais novas dessa fase, como de resto, do magmatismo continental do País.

As datações disponíveis não permitem reconhecer com clareza hiatos no processo magmático, mas aparentemente se apresentaram ocasiões de atenuação do fenômeno, que a princípio foi mais intenso no norte do País, para depois se espalhar por quase todo ele, durante o Jurássico e o Cretáceo Inferior, sem que então se possam perceber variações geográficas de idade.

Não se observam alinhamentos de intrusões toleíticas, alcalinas ou outras, dispostas em progressão cronológica que pudesse indicar deslocamento da placa sobre focos quentes ou outras anomalias térmicas fixas no manto. O Alinhamento Cabo Frio-Poços de Caldas, apontado como exemplo de tal, não encontra comprovação nas idades radiométricas atualmente conhecidas (Almeida 1983).

Na margem continental o magmatismo é ainda menos conhecido, sendo representado por rochas intrusivas e efusivas. Aparece constituir o prosseguimento do que se manifestou na região costeira emersa adjacente, havendo mesmo certa correlação da idade das rochas. Acha-se ausente no

trecho em que o Cráton do São Francisco se estende à margem continental (Asmus 1982), o mesmo aparentemente acontecendo com a extensão do Cráton de São Luís.

É admissível que essa atividade ígnea em certos casos, como o de Mecejana no Ceará, tenha sido em parte relacionada ao prolongamento de fraturas oceânicas.

Causas do magmatismo As causas do magmatismo pós-paleozóico no Brasil constituem um problema que os insuficientes conhecimentos atuais sobre a litosfera e a estrutura profunda da crosta na região não permitem resolver nem optar entre as numerosas hipóteses que têm sido propostas para fenômenos idênticos em regiões mais investigadas do mundo.

A associação no tempo entre os fenômenos magmáticos e a ruptura de Gondwanalândia seguida da abertura do Atlântico pressupõe uma relação genética entre eles, porém há questões ainda por esclarecer nessas relações. O magmatismo afetou a maior parte do País e regiões vizinhas, atingindo as mais diversas estruturas, poupando grandemente o Cráton do São Francisco e interessando mais intensamente as áreas que por último se estabilizaram. Apresenta, desse modo, clara herança estrutural, que também se manifesta localmente, em relação às zonas de grandes lineamentos pré-cambrianos, a áreas que se sujeitaram a soerguimentos importantes, como os arqueamentos, e às regiões das grandes sinéclises do Paraná e Parnaíba que mais subsidiaram no Paleozóico. Torna-se difícil compreender, nesse quadro de herança estrutural, o papel que possam ter desempenhado, numa placa em deriva, *hot spots* fixos no manto e outras anomalias térmicas localizadas, como postulados por Morgan (1971), Burke & Dewey (1974) e outros. De resto, desconhecem-se evidências de migração da atividade magmática ao longo de determinadas direções, como as que têm sido apontadas nas cadeias de ilhas oceânicas.

A preferência pela localização do magmatismo alcalino, dos carbonatitos e kimberlitos, pelas áreas soerguidas dos arqueamentos condiz com o modelo de Bailey (1974), que postula a geração do magma por alívio de pressão em tais regiões. Convém, entretanto, não esquecer que alguns desses arqueamentos já manifestavam seu caráter ascensional no Paleozóico, muito antes de ter origem o fenômeno magmático. É menos claro o motivo de se localizarem as maiores espessuras totais de basalto nas áreas das sinéclises que haviam sido as mais subsidentes no Paleozóico.

Cox (1980) apresentou um modelo para explicar a origem das grandes províncias de basaltos continentais de platô. Referiu-se aos do Karroo, do oeste da Groenlândia e de parte do Deccan, nas quais o vulcanismo se iniciou com a emissão de picritos. Admitiu que tais basaltos não podem derivar de magmas picríticos, por apresentarem relações muito baixas entre o magnésio e o ferro, pelo que não poderiam ter estado em equilíbrio com a composição predominantemente olivínica do manto superior. Pelo modelo, intrusões picríticas provenientes do manto formariam soleiras ao nível do Moho (Fig. 20), que se diferenciariam numa porção gabróide superior e uma camada inferior de cumulos ultramáficos. Intrusões repetidas do diferenciado gabróide originariam os diques, soleiras e derrames de platô.

Seria condizente com muitos dos fatos apontados do magmatismo basáltico mesozóico do Brasil que aquecimento do manto fosse capaz de produzir na base da crosta grandes volumes de magma gabróide, acumulados em extensos e numerosas soleiras. Tal magma, valendo-se das zonas frá-

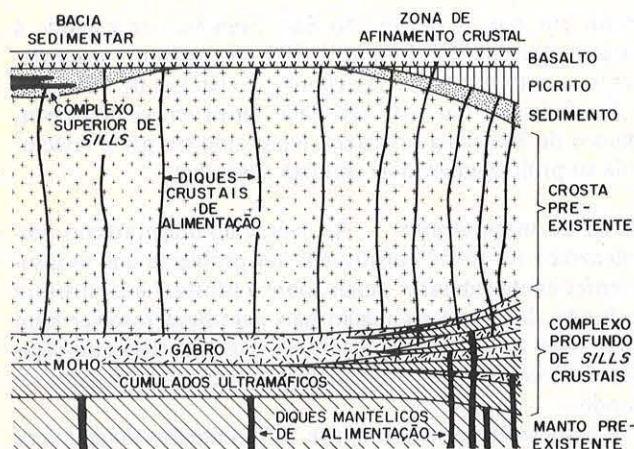


Figura 20 - Modelo de crosta continental em área afetada por vulcanismo fissural (modificado de Cox 1980)

geis da crosta, num regime adequado de esforços desenvolvidos durante o deslocamento da placa, teria acesso à superfície, constituindo as feições intrusivas e efusivas. O modelo explicaria a generalidade do magmatismo basáltico observado na Plataforma Sul-Americana. O deslocamento da placa não interferiria substancialmente no fenômeno. No Brasil, entretanto, desconhecem-se derrames picríticos associados aos basaltos e faltam xenólitos de cumulos ultramáficos nos basaltos, que seriam de esperar (Fig. 20).

A preferência das intrusões pelas regiões atingidas pelo último evento termo-tectônico do Proterozóico, que encontra paralelo na África, como mencionamos, poderia ser em parte explicada pela hipótese de Artyushkov *et al.* (1980), que postula a retenção de *traps* de manto anômalo,

quente, sob tais regiões, durante períodos de até 300 a 500 milhões de anos. Se nesse tempo se realizar um novo evento termotectônico, essas massas anômalas de manto ainda quente seriam deslocadas por outras mais quentes, capazes de provocar nessas regiões, fusões parciais do manto e provavelmente da própria crosta. O modelo não explica, contudo, vários outros fatos, entre os quais a formação das sinéclises, e no caso particular do Brasil, o intenso magmatismo basáltico em seu inferior. O modelo foi criticado por Khain (1980).

Halls (1982) chamou atenção para o fato de diques básicos no mundo terem penetrado na crosta com máximo de incidência (assumindo limites $\pm 0,1$ Ga) que são os seguintes: 2,9; 2,5; 2,0; 1,2; 0,8; e 0,1 Ga. Note-se que esses máximos correspondem em parte aos tempos das crises orogênicas e indicariam eventos de aquecimento generalizado do manto, de origem desconhecida e periodicamente repetidos. Ao último deles é devida a ativação tectono-magmática mesozóica, que teve como um de seus efeitos, certamente o mais dramático, a ruptura de Gondwanalândia ao longo de zonas de fraqueza crustal, e a conseqüente abertura do Oceano Atlântico.

Agradecimentos Expresso minha gratidão ao Dr. Celso Dal Ré Carneiro pela revisão crítica do manuscrito e, juntamente com o Geólogo Fausto Luis Stefani, pela organização das ilustrações. Agradeço também ao Dr. Waldir Lopes Ponçano, pela revisão do *abstract*, e ao Dr. Benjamin Bley de Brito Neves, pelas sugestões e informações apresentadas. O trabalho teve apoio financeiro parcial do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - IPT, dentro dos trabalhos do projeto "A Reativação Wealdeniana no Brasil". Agradecimentos são estendidos à Petrobrás, pelo oferecimento de dados inéditos de alguns projetos de revisão geológica de bacias brasileiras.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, G.A. - 1969 - *Bacia do Maranhão*; geologia e possibilidade de petróleo. Belém, Petrobrás/Renor. 57 p. (Petrobrás, Rel. 371).
- AIRES, J.R. - 1983 - *Estudo do vulcanismo básico da Bacia Amazônica*. Rio de Janeiro, Petrobrás/Cenpes. 61 p. (Petrobrás, Rel. 478).
- ALMARAZ, J.S. - 1967 - Determinações K-Ar na região do curso médio do Tocantins. *Bol. Soc. Bras. Geol.*, 16(1): 121-126.
- ALMEIDA, F.F.M. de - 1956 - *Geologia e Petrologia da Ilha de Fernando de Noronha*. Rio de Janeiro, DNPM/DGM. 197 p. (Monografia 18).
- ALMEIDA, F.F.M. de - 1966 - Origem e evolução da Plataforma Brasileira. In: SEMANA DE ESTUDOS GEOLÓGICOS, 2, Porto Alegre, 1966. *Anais...* Porto Alegre, Univ. Fed. Rio Grande do Sul. p. 45-128.
- ALMEIDA, F.F.M. de - 1976 - The system of continental rifts bordering the Santos Basin. *An. Acad. bras. Ciênc.*, 48 (supl):15-26.
- ALMEIDA, F.F.M. de; HASUI, Y.; DAVINO, A.; HARALYI, N.L.E. - 1980 - Informações geofísicas sobre o oeste mineiro e seu significado tectônico. *A. Acad. bras. Ciênc.* 52(1):50-60.
- ALMEIDA, F.F.M. de - 1983 - Relações tectônicas das rochas alcalinas mesozóicas na região meridional da Plataforma Sul-Americana. *Rev. Bras. Geoc.*, 13(3):139-158.
- ALMEIDA, F.F.M. de; FERREIRA, F.J.F.; CARNEIRO, C.D.R.; STEFANI, F.L. - 1986 - Aspectos evolutivos da Geossutura Tocantins-Araguaia. In: CONGR. BRAS. GEOL., 34, Goiânia, 1986. *Anais...* Goiânia, SBG. v. 3, p. 1269-1284.
- ALVES, E.C. - 1981 - Estrutura da margem continental sul-brasileira e áreas adjacentes. In: ASMUS, H.E. ed. *Estruturas e Tectonismo da margem continental brasileira e suas implicações nos processos sedimentares e na avaliação do potencial de recursos minerais*. Rio de Janeiro, Petrobrás, (Projeto REMAC 9).
- AMARAL, A.J.R. & MENOR, E. de A. - 1979 - A seqüência vulcano-sedimentar da região de Suape (PE): interpretação faciológica e considerações metalogenéticas. In: SIMP. GEOL. NORDESTE, 9, Natal. *Atas...*, Natal, SBG. p. 251-269 (Boletim 7).
- AMARAL, G. - 1974 - *Geologia pré-cambriana da região Amazônica*. São Paulo. 212 p. (Tese Livre Doc., IGUSP).
- AMARAL, G.; CORDANI, U.G.; KAWASHITA, K.; REYNOLDS, J.H. - 1966 - Potassium argon dates of basaltic rocks from Southern Brazil. *Geoch. Cosm. Acta*, 30(2):159-189.
- AMARAL, G.; BUSHEE, J.; CORDANI, U.G.; KAWASHITA, K.; REYNOLDS, J.H. - 1967 - Potassium argon ages of alkaline rocks from Southern Brazil. *Geoch. Cosm. Acta*, 31:117-142.
- ANDRADE, C.A.C. de & CUNHA, F.M.B. da - 1971 - Revisão geológica da bacia paleozóica do Amazonas. In: CONGR. BRAS. GEOL., 25, São Paulo 1971. *Anais...* São Paulo, SBG. v. 3, p. 89-112.
- ARAÚJO, J.F.V.; MONTALVÃO, R.M.G. de; LIMA, M.I.C. de; FERNANDES, P.E.C.A.; CUNHA, F.M.B. da; FERNANDES, C.A.C.; BASEI, M.A.S. - 1976 - Geologia. In: PROJETO RA-

- DAMBRASIL. *Folha SA. 21 Santarém*; geologia, geomorfologia, Pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, DNPM. p. 19-122. (Lev. Rec. Nat. 10).
- ARTYUSHKOV, E.V.; SHLESINGER, A.E.; YANSHIN, A.L. - 1980 - The origin of vertical crustal movements within lithospheric plates. In: BALLY, A.W.; BENDER, P.L.; McGETCHIN, T.R.; WALCOTT, R.I. eds. *Dynamics of plate interiors*. Boulder, Am. Geophys. Union/Geol. Soc. Am. p. 37-51 (Geodynamic Series v. 1).
- ASMUS, H.E. - 1978 - Hipótese sobre a origem dos sistemas de fraturas oceânicas/alinhamentos continentais que ocorrem nas regiões Sudeste e Sul do Brasil. In: ASPECTOS estruturais da margem continental leste e sudeste do Brasil. Rio de Janeiro, Petrobrás/Cenpes/Dintep, p. 39-73. (Projeto Remac 4).
- ASMUS, H.E. - 1981 - *Geologia das bacias marginais atlânticas mesozóicas-cenozóicas no Brasil*. Buenos Aires, Com. Sudam. del Jurássico y Cretáceo. v. 1, p. 127-155.
- ASMUS, H.E. - 1982 - Geotectonic significance of Mesozoic-Cenozoic magmatic rocks in the Brazilian continental margin and adjoining emerged area. In: X CONGR. LATINO-AMERICANO GEOL., 5, Buenos Aires 1982. *Actas...* Buenos Aires, Serviço Geológico Nacional, v. 3, p. 761-779.
- ASMUS, H.E. - 1984 - Inferências, hipóteses e problemas relativos à origem e evolução da margem continental brasileira. In: CONGR. BRAS. GEOL., 33, Rio de Janeiro, 1984. *Anais...* Rio de Janeiro, SBG. v. 4, p. 1655-1677.
- ASMUS, H.S. & FERRARI, A.L. - 1978 - Hipótese sobre a causa do tectonismo cenozóico na região sudeste do Brasil. In: ASPECTOS estruturais da margem continental leste e sudeste do Brasil. Rio de Janeiro, Petrobrás/Cenpes/Dintep. p. 75-88. (Projeto Remac 4).
- ASMUS, H.E. & GUAZELLI, W. - 1981 - Descrição sumária das estruturas da margem continental brasileira e das áreas oceânicas e continentais adjacentes, hipótese sobre o tectonismo causador e implicações para os prognósticos do potencial de recursos minerais. In: ASMUS, H.E. ed. *Estruturas e tectonismo da margem continental brasileira, e suas implicações nos processos sedimentares e na avaliação do potencial e recursos minerais*; relatório final. Rio de Janeiro, Petrobrás/Cenpes/Dintep. p. 187-269. (Projeto Remac 9).
- ASMUS, H.E. & PORTO, R. - 1980 - Diferenças nos estágios iniciais da evolução tectônica da margem continental leste brasileira; possíveis causas e implicações. In: CONGR. BRAS. GEOL. 31, Baln. Camboriú, 1980. *Anais...* Baln. Camboriú, SBG. v. 1, p. 225-239.
- BAHIA, R.R. & ABREU, F.A.M. de - 1985 - O rifte do Amazonas - sistema aulacogênico na Plataforma Amazônica. In: SIMP. GEOL. AMAZ., 2, Belém. 1985. *Anais...* Belém, SBG/NN, v. 1, p. 222-241.
- BAILEY, D.K. - 1974 - Continental rifting and alkaline magmatism. In: SORENSEN, H. ed. *The alkaline rocks*. New York. J. Wiley p. 148-159.
- BARBOSA, O.; BRAUN, O.P.G.; DYER, R.L.; CUNHA, C.A.B.R. - 1970 - *Geologia da região do Triângulo Mineiro*. Rio de Janeiro, DNPM/DFPM. (Boletim 136).
- BARBOSA, A.J. & BRAGA, A.P.G. - 1974 - *Projeto Oeste da Paraíba e Rio Grande do Norte*; relatório final integrado. Recife, DNPM/CPRM. 4v.
- BARROS, A.M.; ALVES, E.D.O.; ARAÚJO, J.F.V.; LIMA, M.I.C. de; FERNANDES, C.A.C. - 1977 - Geologia. In: PROJETO RADAMBRASIL. *Folha SB/SC. 18 Javari/Contamana*; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, DNPM, p. 17-103. (Lev. Rec. Nat. 13).
- BARROS, A.M.; SILVA, R.H. da; CARDOSO, O.R.F.A.; FREIRE, F.A.; SOUZA JÚNIOR, J.J. da; RIVETTI, M.; LUZ, D.S. da; PALMEIRA, R.C.B.; TASSINARI, C.C.G. - 1982 - Geologia. In: PROJETO RADAMBRASIL. *Folha SD. 21 Cutabá*; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, MME/Secretaria Geral. p.25-75 (Lev. Rec. Nat. 26).
- BASEI, M.A.S. & TEIXEIRA, W. - 1975 - *Considerações geocronológicas e estratigráficas da folha SA.21 Santarém*. Belém Projeto Radambrasil. 15 p. (Relatório interno 62G).
- BASEI, M.A.S. & VLACH, S.R.F. - 1981 - Enxame de diques da região de Cunha e Lagoinha, S.P. In: SIMP. REG. GEOL., 3, Curitiba, 1981. *Atas...* Curitiba, SBG/NSP, v. 1, p. 305-309.
- BERRANGÉ, J.P. - 1973 - *A synopsis of the geology of southern Guiana*. London, Int. Geol. Sci. of Overseas Divi. 16 p. (Report 26).
- BERRANGÉ, J.P. & DEARLEY, R. - 1975 - The Apoteri volcanic formation-tholeiitic flows in the North Savannas Graben of Guyana and Brazil. Stuttgart, *Geol. Rundsch*, 64(3): 883-899.
- BLACK, R. & GIROD - 1970 - Late paleozoic to recent igneous activity in West Africa and its relationship to basement structure. In: CLIFFORD, T.N. & GASS, I.G. Ed., *African magmatism and tectonics*. p. 185-210.
- BORBA, G.S. - 1975 - Rochas vulcânicas da faixa costeira sul de Pernambuco, aspectos petrográficos e químicos. Rio de Janeiro. 134 p. (Dissertação de Mestrado, IGUF RJ).
- BUSHEE, J. - 1971 - *Geochronological and petrographical studies of alkaline rocks from southern Brazil*. Berkeley. Berkeley, 145 p. (Ph. D. Thesis, Dept. Geol. Geoph. Univ. California).
- BUTAKOVA, E.L. - 1974 - Regional distribution and tectonics of the alkaline rocks of Siberia. In: SÖRENSEN, H.; Ed. *The Alkaline rocks. s.l.*, John Wiley p. 172-183.
- CALDASSO, A.L. da S. & HAMA, M. - 1978 - Posicionamento estratigráfico das rochas básicas da bacia do Parnaíba. In: CONGR. BRAS. GEOL., 30, Recife, 1978. *Anais...* Recife, SBG. v. 2, p. 567-581.
- CAROZZI, A.V.; FALKENHEIN, F.U.H.; CARNEIRO, R.G.; ESTEVES, F.R.; CONTREIRAS, C.J.A. - 1975 - *Análise ambiental e evolução tectônica sinsedimentar da seção siluro-carbonífera da Bacia do Maranhão*. Rio de Janeiro, Petrobrás/Cenpes/Dintep. 48 p. (Ciênc. Tecn. Petróleo, Sec. Expl. Petróleo 7).
- CARRARÓ, C.C.; ISSLER, R.S.; FORMOSO, M.L.L. - 1967 - *Mapeamento do distrito alcalino de Altos do Rio Pinheiros, Município de Anitápolis, Estado de Santa Catarina*. Porto Alegre, Univ. Fed. Rio Grande do Sul. 45 p. (Publ. Esp. 16).
- CAVALCANTE, J.C.; CUNHA, H.C.S.; CHIEREGATI, L.A.; KAEFER, L.Q.; ROCHA, J.M. da; DAITX E.C.; COUTINHO, M.G.N.; YAMAMOTO, K.; DRUMOND, J.B.; ROSA, D.B.; RAMALHO, R. - 1979 - *Projeto Sapucaí*; relatório final de geologia. Brasília, DNPM. 229 p. (Série Geologia 5, Seção Geol. Básica 2).
- CHIEREGATI, L.A.; SVIZERO, D.P.; CARMO, L.S. do - 1984 - Ocorrências de diamante do rio Tibagi e áreas adjacentes; estágio atual dos conhecimentos. In: CONGR. BRAS. GEOL., 33, Rio de Janeiro, 1984. *Anais...* Rio de Janeiro, SBG. v. 8, p. 3866-3876.
- CLIFFORD, P.M. - 1968 - Flood basalts swarms and sub-crustal flow. *Can. J. Earth Sci.*, 5(1): 93-96.
- COIMBRA, A.M. - 1983 - *Estudo sedimentológico e geoquímico do Permo-Triássico da Bacia do Maranhão*. São Paulo. 2 v. (Tese Doutorado, IGUSP).
- CORDANI, U.G. - 1970 - Idade do vulcanismo do Oceano Atlântico Sul. São Paulo. *Bol. IGA*, 1:9-75.
- CORDANI, U.G. & VANDOROS, P. - 1967 - Basaltic rocks of the Paraná basin. In: BIGARELLA, J.J.; BECKER, R.D.; PINTO, I.D., eds. *Problems in brazilian gondwana geology*. Curitiba, CNPq, p. 207-231.
- CORDANI, U.G.; HALPERN, M.; BERENHOLC, M. - 1974 - Comentários sobre as determinações geocronológicas da folha de Porto Alegre. In: SCHOBENHAUS FILHO, C. et al. *Carta geológica do Brasil ao milionésimo*; folhas Porto Alegre SH. 22 e Lagoa Mirim SI.22. Brasília, DNPM/MME, 99 p.
- CORDANI, U.G. & HASUI, Y. - 1975 - Comentários sobre os dados geocronológicos disponíveis para a folha de Goiás. In: SCHOBENHAUS FILHO, C. et al. *Carta Geológica do Brasil ao milionésimo*; Folha Goiás (SD. 22). Brasília, DNPM. p. 85-95.
- CORDANI, U.G. & TASSINARI, C.C.G. - 1979 - Comentários sobre os dados geocronológicos disponíveis para as folhas SD.21 Cuiabá, SE.21 Corumbá e SF.21 Rio Apa. In: SCHOBENHAUS FILHO, C. coord. *Carta geológica do Brasil ao milionésimo*. Brasília, DNPM. 19p.
- CORDANI, U.G. & TEIXEIRA, W. - 1979 - Comentários sobre as determinações geocronológicas existentes para as regiões das folhas Rio de Janeiro, Vitória e Iguape. In: SCHOBENHAUS FILHO, C. et al. *Carta Geológica do Brasil ao milionésimo*. folhas Rio de Janeiro SF. 23, Vitória SF.24 e Iguape SG.23. Brasília, DNPM/MME. p. 152-207.
- CORDANI, U.G.; SARTORI, P.L.P. & KAWASHITA, K. - 1980 - Geoquímica dos isótopos de estrôncio e a evolução da atividade vulcânica na Bacia do Paraná (sul do Brasil) durante o Cretá-

- ceo. *An. Acad. bras. Ciênc.*, 52:811-818.
- CORDANI, U.G.; NEVES, B.B.B.; FUCK, R.A.; PORTO, R.; THOMAZ FILHO, A.; CUNHA, F.M.B. da - 1984 - Estudo preliminar de integração do Pré-Cambriano com os eventos tectônicos das bacias sedimentares brasileiras. Rio de Janeiro, Petrobrás/Cenpes/Sintep. 70 p. (Ciênc. Técn. Petróleo, Seq. Expl. de Petróleo).
- COUTO, J.G.P.; TEIXEIRA, W.; CORDANI, U.G. - 1983 - Considerações sobre as principais épocas de fraturamento do Cráton do São Francisco com base em dados K-Ar em rochas básicas. SIMP. GEOL. MINAS GERAIS, 2, Belo Horizonte, 1983. *Anais...* Belo Horizonte SBG/NMG..
- COX, K.G. - 1970 - Tectonics and vulcanism of the Karroo period and their bearing on the postulated fragmentations of Gondwanaland. In: CLIFFORD, T.N. & GASS, I.G. eds., *African magmatism and tectonics*. Edimburgh, Oliver & Boyd. p. 211-235.
- COX, K.G. - 1980 - A model for flood basalt vulcanism. *J. Petrol.*, 21 (part. 4):629-650.
- DAVIS, G.L. - 1977 - The age and uranium contents of zircons for kimberlites and associated rocks. In: INTERNATIONAL KIMBERLITE CONFERENCE, 2, Santa Fé, New México, 1977. *Extended abstracts...* Santa Fé. p. 67-68.
- DANNI, J.C.M. - 1974 - *Géologie des complexes ultrabásiques alcalins de la région d'Iporá, Goiás (Brésil)*. Paris. 104 p. (Thèse, Université de Paris Sud, Centre d'Orsay).
- DEL'ARCO, J.O.; SILVA, R.H. da; TARAPANOFF, I.; FREIRE, F.A.; PEREIRA, L.G.M.; SOUZA, S.L.; LUZ, D.S. da; PALMEIRA, R.C.B.; TASSINARI, C.C.G. - 1982 - Geologia. In: MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA. Projeto Radambrasil. *Folha SE.21 Corumbá e parte da folha SE.20*, geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, MME/Secretaria Geral. p. 25-160. (Lev. Rec. Nat. 27).
- D'ELBOUX, C.V.; TAVARES, J.R.P.; PAIVA, I.B. - 1982 - Proposição de modelo mineralizador básico-alcalino para pesquisa mineral na região meridional do escudo pré-cambriano brasileiro. In: CONGR. BRAS. GEOL., 32, Salvador, 1982. *Anais...* Salvador, SBG. v. 3, p. 1061-1072.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL - 1978 - *Projeto Jequitinhonha*; relatório final. Belo Horizonte, DNPM/CPRM.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL - DNPM - 1984 - *Léxico estratigráfico do Brasil*. Brasília. 1984. 560 p.
- DRAGO, V.A.; PINTO, A.C.; MONTALVÃO, R.M.G. de; SANTOS, R.O.B. dos; SIMÕES, M.A.; OLIVEIRA, F.C.; BEZERRA, P.E.L.; PRADO, P.; FERNANDES, C.A.C.; TASSINARI, C.C.G. - 1981 - Geologia. In: PROJETO RADAMBRASIL. *Folha SD.22 Goiás*, Rio de Janeiro, MME/Secretaria Geral. p. 27-301. (Lev. Rec. Nat., 25).
- EARDLEY, A.J. - 1961 - *Structural geology of North America*. 2ed. New York, Harper & Row.
- ELLERT, R. - 1959 - *Contribuição à geologia do maciço alcalino de Poços de Caldas*. São Paulo, Fac. Fil. Ciênc. Letras USP, p. 5-63 (Boletim 237, Geologia 23).
- ESTRELLA, G.O. - 1972 - O estágio "rift" nas bacias marginais do leste brasileiro. In: CONGR. BRAS. GEOL., 26, Belém. 1972. *Anais...* Belém, SBG, v. 3, p. 29-34.
- FERREIRA, F.J.P. & ALGARTE, J.P. - 1979 - O comportamento aeromagnetométrico-cintilométrico das principais rochas alcalinas dos Estados de São Paulo e do Paraná. In: SIMP. REG. GEOL., 2, Rio Claro, 1979. *Atas...* São Paulo, SBG/NSP. v.2, p. 195-208.
- FERREIRA, F.J.F. - 1982a - Alinhamentos estruturais magnéticos da região centro-oriental da Bacia do Paraná e seu significado tectônico. In: INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. *Geologia da Bacia do Paraná*. São Paulo. p. 143-166. (IPT, Publ. Esp. 12).
- FERREIRA, F.J.F. - 1982b - *Integração de dados aeromagnéticos e geológicos: configuração e evolução tectônica do Arco de Ponta Grossa*. São Paulo. (Dissertação de Mestrado, IGUSP).
- FERREIRA, F.J.F.; DAITX, E.C.; MORAES, M.C. de - 1984 - Nova manifestação do magmatismo mesozóico associada ao arco de Ponta Grossa: o complexo gabróide de Barra do Estrela. In: CONGR. BRAS. GEOL., 34, Rio de Janeiro, 1984. *Anais...* Rio de Janeiro, SBG, v. 4, p. 1693-1700.
- FODOR, R.V.; MCKEE, E.H.; ASMUS, H.E. - 1983 - K-Ar ages and the opening of the South Atlantic ocean: basaltic rocks from Brazilian margin. *Marine Geology*, 54 (1983/1984):M1-M8.
- FRAGOMENI, P.R.P. - 1976 - *Controle tectônico da província quimberlítica de Paranatinga*. Goiânia, SBG p. 3-10, (Bol. Inform. Núcleo Centro-Oeste, Goiânia 5).
- FREITAS, R.O. de - 1947 - *Jazimentos de rochas alcalinas da ilha de São Sebastião*. São Paulo, Fac. Fil. Ciênc. Letras, 244 p. (Boletim 85, Geologia 3).
- FÚLFARO, V.J. - 1974 - Tectônica do alinhamento estrutural do Paranapanema. *Bol. IG*, 5:129-138.
- FÚLFARO, V.J.; GAMA JÚNIOR, E.; SOARES, P.C. - 1980 - *Revisão estratigráfica da Bacia do Paraná*. São Paulo, Paulipetro. (Relatório BP 008/80).
- FÚLFARO, V.J.; SAAD, A.R.; SANTOS, M.V.; VIANNA, R.B. - 1982 - Compartimentação e evolução tectônica da Bacia do Paraná. *Rev. Bras. Geoc.*, 12(4):590-611.
- GAVA, A.; NASCIMENTO, D.A. do; VIDAL, J.L.B.; GHIGNONE, J.I.; OLIVEIRA, E.P. de; SANTIAGO FILHO, A.L.; TEIXEIRA, W.; STANFORD, W.J.P.; RIBEIRO, A.G.; RIBEIRO, J.H.M. - 1983 - Geologia. In: PROJETO RADAMBRASIL. *Folhas SC. 24/25 Aracaju/Recife*; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, MME/Secretaria Geral. p. 27-376. (Lev. Rec. Nat. 30).
- GOMES, C.B. & BERENHOLC, M. - 1980 - Some geochemical features of the Toninhas Dyke, Ubatuba, State of São Paulo. *An. Acad. bras. Ciênc.* 52(2):339-346.
- GOMES, J.R.C.; GATTO, C.M.P.P.; SOUZA, G.M.C. de; LUZ, D.S. da; PIRES, J.L.; TEIXEIRA, W.; FRANÇA, F.A.B. de; CABRAL, E.M.A.; MENOR, E.A.; MONTEIRO, N.; BARROS, M.J.G.; RIBEIRO, E.G.; LIMA, E.A. de; FONSECA, R.A. da - 1981 - Geologia. In: PROJETO RADAMBRASIL. *Folhas SB. 24/25, Jaguaribe/Natal*; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, MME/Secretaria Geral. p. 27-300 (Lev. Rec. Nat. 23).
- GORINI, M.A. & BRYAN, G. - 1976 - The tectonic fabric of the equatorial Atlantic and adjoining continental margins, Gulf of Guinea to Northeastern Brazil. *An. Acad. bras. Ciênc.* 48 (Supl.):101-109.
- GORINI, M.A. & CARVALHO, J.C. de - 1984 - Geologia da Margem continental interior brasileira e do fundo oceânico adjacente. In: SCHOBENHAUS, C. et al. coord. *Geologia do Brasil*, Brasília, DNPM. p. 472-489. (cap. 13).
- GUAZELLI, W. & CARVALHO, J.C. - 1981 - Estrutura da margem continental leste brasileira e das áreas continentais oceânicas adjacentes. In: ASMUS, H.E., ed. *Estrutura e tectonismo da margem continental brasileira e suas implicações nos processos sedimentares e da avaliação do potencial de recursos minerais*. Rio de Janeiro, Petrobrás (Projeto Remac 9).
- GUIMARÃES, G.; GLASER, I.; MARQUES, V.J. - 1968 - Sobre a ocorrência de rochas alcalinas na região de Iporá, Goiás, *Min. Met.* 48(283):11-14.
- HALLS, H. - 1982 - The importance of mafic dyke swarms in studies of geodynamic processes. *Geoscience Canada*, 9:145-154.
- HAMA, M. - 1978 - *Programa geocronológico do projeto estudo global dos recursos minerais da bacia sedimentar do Parnaíba*. São Paulo. 15 p. (Rel. interpretativo final).
- HARALYI, N.L.E. - 1978 - *Carta gravimétrica Bouguer do Oeste e Sul de Minas Gerais, nordeste de São Paulo e sul de Goiás*. São Paulo. (Tese, IGUSP).
- HASUI, Y.; ALMEIDA, F.F.M. de; MIOTO, J.A.; MELO, M.S. de - 1982 - *Geologia, tectônica, geomorfologia e simologia regionais de interesse às usinas nucleares da praia de Itaorna*. São Paulo. IPT. (Monografias, 7).
- HASUI, Y.; DYER, R.C.; IWANUCH, H. - 1971 - Geocronologia das rochas alcalinas de Santo Antonio da Barra, Goiás. In: CONGR. BRAS. GEOL., 25, São Paulo, 1971. *Anais...* São Paulo, SBG. v. 1, p. 253-258.
- HASUI, Y.; HENNIES, W.T.; IWANUCH, W. - 1976 - Idade do magmatismo básico mesozóico do Brasil Central. In: CONGR. BRAS. GEOL., 29, Ouro Preto, 1976. *Res. Trab...* Ouro Preto, SBG. v. 4, p. 9-12.
- HASUI, Y. - 1979 - Tectônica dos Estados de São Paulo e Paraná: síntese e problemas. In: SIMP. REG. GEOL., 2, Rio Claro, 1979. *Progr. Res...*, Rio Claro, SBG, p. VII-IX.
- HENNIES, W.T. & HASUI, Y. - 1968 - Geocronologia das rochas eruptivas alcalinas da Ilha de São Sebastião. In: CONGR.

- BRAS. GEOL., 22, Belo Horizonte, 1968. *Anais...* Belo Horizonte, SBG. p. 145-148.
- HERZ, N. - 1977 - Time of spreading in the South Atlantic; information from Brazilian alkalic rocks. *Geol. Soc. Amer. Bull.*, 88:101-112.
- HERZ, N. - 1978 - Basaltic and alkalic rocks of Southern Brazil: a review. In: NEUMANN, E.R. & RAMBERG, I.B. ed. *Petrology and geochemistry of continental rifts*. s. 1. p. 155-162.
- ISSLER, R.S. - 1976 - The Seis Lagos carbonatite complex. In: INTERN. SYMP. CARBONATITES, 1, Poços de Caldas, 1976. *Anais...* Brasília, DNPM p. 233-240.
- ISSLER, R.S.; ANDRADE, A.R.F. de; MONTALVÃO, R.M.G. de; GUIMARÃES, G.; SILVA, G.G. da; LIMA, M.I.C. de - 1974 - Geologia. In: BRASIL. Projeto RadamBrasil. *Folha SA. 22 Belém*. Rio de Janeiro, DNPM. (Lev. Rec. Nat. 5).
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO - IPT - 1980 - *Tectônica da Bacia do Paraná no Brasil*. São Paulo. 187 p. (IPT, Rel. 14091).
- KAUL, P.F.T. - 1979 - Pré-Cambriano e Eo-Paleozóico do nordeste de Santa Catarina e leste do Paraná; reavaliação de dados e correlação com a África. In: SIMP. REG. GEOL., 2, Rio Claro, 1979. *Atas...* Rio Claro, SBG/NSP. v. 1, p. 1-16.
- KAWASHITA, K.; MAHIQUES, M.M.; ULBRICH, H.H. - 1984 - Idades Rb/Sr de nefelina sienitos do Anel Norte do Maciço alcalino de Poços de Caldas, MG-SP. In: CONGR. BRAS. GEOL., 33, Rio de Janeiro 1984. *Breves Comunicações...* Rio de Janeiro, SBG. p. 244.
- KHAIN, V.E. - 1980 - *Geotectônica general*. Moscou, Ed. Mir. v. 2.
- KING, L. - 1956 - A geomorfologia do Brasil Oriental. *Rev. Bras. Geogr.* 18(12):147-265.
- KLEIN, V.C. & VALENÇA, J.G. - 1984 - Estruturas almofadadas em derrame ankaramítico na Bacia de São José de Itaboraí, Rio de Janeiro. In: CONGR. BRAS. GEOL., 33, Rio de Janeiro, 1984. *Anais...* Rio de Janeiro, SBG. v. 9, p. 4335-4348.
- KUMAR, N., et al. - 1977 - Geologic history and origin of São Paulo Plateau (Southeastern Brazil Margin), comparison with the Angolan margin and the early evolution of northern South Atlantic. In: SUPKO, P.K. et al., *Initial reports of the deep sea drilling project*. Washington, U.S. Gov. Printing Office v. 39, p. 927-945.
- LADEIRA, E.A.; BRAUN, O.P.G.; CARDOSO, R.N.; HASUI, Y. - 1971 - O Cretáceo em Minas Gerais. In: CONGR. BRAS. GEOL., 25, São Paulo, 1971. *Anais...* São Paulo, SBG. v. 1, p. 15-31.
- LIMA, M.I.C. de; MONTALVÃO, R.M.G. de; ISSLER, R.S.; OLIVEIRA, A.S.; BASEI, M.A.S.; ARAÚJO, J.F.V.; SILVA, G.G. da - 1974 - Geologia. In: PROJETO RADAM. *Folha NA/NB. 22 Macapá*; geologia, geomorfologia, solos, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, DNPM. (Lev. Rec. Nat. 6).
- LOCZY, L. - 1968 - Basic and alkalic volcanics of the State of Santa Catarina, Brazil. *An. Acad. bras. Ciênc.*, 40 (Supl.):187-193.
- MAACK, R. - 1952 - Die entwicklung der Gondwana - Schichten suedbrasilien und ihre beziehungen zur Karroo-formation suedafrikas. In: INTERNATIONAL GEOLOGIC CONGRESS, 19, Alger, 1952. *Table de Matières...* Alger, IUGS p. 339-372. (Symposium sur les séries de Gondwana).
- MACIEL FILHO, C.L. & SARTORI, P.L.P. - 1979 - Aspectos estruturais da região de São Francisco de Assis, RS. *Ci. Nat.*, Santa Maria, (1):53-65.
- MANDETTA, P. - 1970 - *Datações geocronológicas de rochas do território Federal de Roraima*. Belém, DNPM. 14 p. (inédito).
- MARIMON, M.P.C.; AYALA, L.; MOREIRA, M.L.O. - 1972 - Formação Serra Geral no Sul do Brasil; rochas básicas e ácidas: sua distribuição, petrografia e litoquímica. In: CONGR. BRAS. GEOL., 33, Salvador, 1982. *Anais...* Salvador, SBG. v. 2, p. 403-414.
- MAYER, E. - 1974 - *Estratigrafia preliminar da plataforma continental na Bacia Potiguar, Rio Grande do Norte*. s.l., Petrobrás (inédito).
- MCCONNELL, R.B. - 1972 - Geological development of the rift system of eastern África. *Geol. Soc. Amer.*, 83:2549-2572.
- MELFI, A.J. - 1967 - Potassium-argon ages for core samples of basaltic rocks from southern Brazil. *Geoch. Cosmoch. Acta*, 31:1079-1089.
- MESNER, J.C. & WOOLDRIDGE, L.C. - 1964 - Estratigrafia das bacias paleozóicas cretáceas do Maranhão; tradução condensada por C.W.M. CAMPOS. *Bol. Tec. Petrobrás*, p. 137-164. -
- MINIOLI, B. - 1971 - Determinações potássio-argônio em rochas localizadas no litoral norte do Estado de São Paulo. *An. Acad. bras. Ciênc.* 43:443-448.
- MINIOLI, B.; PONÇANO, W.L.; OLIVEIRA, S.M.B. de - 1971 - Extensão geográfica do vulcanismo basáltico do Brasil Meridional. *An. Acad. bras. Ciênc.*, 43(2):42-43.
- MIRANDA, F.P. de - 1983 - Sensoriamento remoto na prospecção de hidrocarbonetos na Bacia Amazônica. *Bol. Tec. Petrobrás, bras. Ciênc.*, 43(2):443-448.
- MIRANDA, F.P. de & BOA HORA, M.P.P. da - 1984 - Interpretação integrada de dados aeromagnetométricos e de sensoriamento remoto na região de Santarém (PA). In: CONGR. BRAS. GEOL., 33, Rio de Janeiro, 1984, *Anais...* Rio de Janeiro, SBG. v. 4, p. 1979-1992.
- MORGAN, W.J. - 1971 - Convection plumes in the lower mantle. *Nature*, (323):42-43.
- MONTALVÃO, R.M.G. de; MUNIZ, M.B.; ISSLER, R.S.; DALL'AGNOL, R.; LIMA, M.I.C. de; FERNANDES, P.E.C.A.; SILVA, G.G. da - 1975 - Geologia. In: PROJETO RADAM-BRASIL. *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, DNPM. p. 15-136. (Lev. Rec. Nat. 8).
- MOURA, P. de & WANDERLEY, A. - 1938 - *Noroeste do Acre*. Reconhecimentos geológicos para petróleo. Rio de Janeiro, SFPM. 116 p. (Boletim 26).
- NASCIMENTO, D.A. do; GAVA, A.; PIRES, J.L.; TEIXEIRA, W.; FRANÇA, F.A.B. de; CABRAL, E.M.A.; STAMFORD, W.J.P.; RIBEIRO, A.G.; BARROS, M.J.G.; FONSECA, R.A. da - 1981 - Geologia. In: PROJETO RADAMBRASIL. *Folha SA.24 Fortaleza*; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, DNPM. p. 23-212. (Lev. Rec. Nat. 21).
- NORTHFLEET, A.A.; MEDEIROS, R.A.; MULHMANN, H. - 1969 - Reavaliação dos dados geológicos da Bacia do Paraná. *Bol. Tec. Petrobrás*, 12(3):291-346.
- NUNES, A.B.; LIMA, R.F.; & NEGREIROS B. FILHO, C. - 1973 - Geologia In: PROJETO RADAM. *Folha SB.23 Teresina e parte da Folha SB.24 Jaguaribe*; geologia, geomorfologia, solos, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, DNPM. (Lev. Rec. Nat. 2).
- NUNN, J.A. & AIRES, J.R. - s.d. - *Gravity anomalies and flexure of the lithosphere at the Middle Amazon Basin*. Rio de Janeiro, Petrobrás/Cenpes. (Inédito).
- OLIVEIRA, E.P. de & MONTES, M.L. - 1984 - Os enxames de diques máficos do Brasil. In: CONGR. BRAS. GEOL., 33, Rio de Janeiro, 1984. *Anais...* Rio de Janeiro, SBG. v. 1 p. 4137-4154.
- OLIVEIRA, M.A.M. & MUHLMANN, H. - 1967 - *Observations on the geology of Chapada dos Guimarães, Mato Grosso*. Ponta Grossa, Petrobrás. (Rel. Técnico Int. 362).
- PENA, G.S. & FIGUEIREDO, A.J.A. - 1972 - *Projeto Alcalinas*; geologia das folhas de Iporá, Amorinópolis, Piranhas e Caiapó, no Sudoeste de Goiás; relatório final. Conv. DNPM/CPRM. 143 p. (inédito).
- PINHEIRO, S.S.; FERNANDES, P.E.C.A.; PEREIRA, E.R.; VASCONCELOS, E.G.; PINTO, A.C.; MONTALVÃO, R.M.G. de; ISSLER, R.S.; DALL'AGNOL, R.; TEIXEIRA, W.; FERNANDES, C.A.C. - 1976 - Geologia. In: PROJETO RADAM-BRASIL. *Folha NA. 19 Pico da Neblina*; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, DNPM. p. 19-129. (Lev. Rec. Nat. 11).
- PINTO, J.F.; VILLWOCK, J.A.; LOSS E.L. - 1975 - *Relatório da geologia da província alcalina do Rio Grande do Sul, folhas Arroio Barracões e Arroio da Bica*. Porto Alegre, Inst. Geoc. UFRS/DNPM/MEC. 48 p. (inédito).
- PINTO FILHO, F.P. et al. - 1977 - *Projeto Sudeste de Rondônia*, relatório final, Porto Velho, DNPM-CPRM. 10 v. (Arq. Tec. DGM, 2559).
- PONTE, F.C. & ASMUS, H.E. - 1976 - The Brazilian marginal basins: current state of knowledge. *An. Acad. bras. Ciênc.*, 48(Supl):215-239.
- PONTE, F.C. & ASMUS, H.E. - 1978 - Geological framework of the Brazilian continental margin. *Geol. Rundsch.*, 67(1):201-235.
- PORTO, R. & SZATMARI, P. - 1982 - Classificação tectônica das bacias sedimentares terrestres do Brasil. Rio de Janeiro, Petrobrás/Cenpes. 14 p.

- PRIEM, H.N.A.; BOELRIJK, N.A.I.M.; VERSHURE, R.H.; HEBEDA, E.H.; VERDURMEN, E.A.T.H.; BON, E.H. - 1978 - K-Ar dating of a basaltic layer in the sedimentary Lavras basin, Northeastern Brasil. *Rev. Bras. Geoc.*, 8(4):262-269.
- PROJETO RADAMBRASIL - 1974 - Boa Vista/Roraima Folha NA/NB.20: mapa geológico escala 1:1.000.000. In: *Folha NA/NB.20. Boa Vista/Roraima*; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, MME/Secretaria Geral. (Lev. Rec. Nat. 8).
- PROJETO RADAMBRASIL - 1975 - Tumucumaque, Folha NA/NB.21: mapa geológico escala 1:1.000.000. In: *Folha NA/NB.21. Tumucumaque*; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da Terra. Rio de Janeiro, MME/Secretaria Geral. (Lev. Rec. Nat. 9).
- PROJETO RADAMBRASIL - 1976 - Santarém, folha SA.21: mapa geológico escala 1:1.000.000. In: *Folha SA.21. Santarém*; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da Terra. Rio de Janeiro, MME/Secretaria Geral. (Lev. Rec. Nat. 10).
- PROJETO RADAMBRASIL - 1981 - Jaguaribe/Natal, folhas SB.24/25; mapa geológico, escala 1:1.000.000. In: *Folha SB.24/25 Jaguaribe/Natal*; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial na Terra. Rio de Janeiro, MME/Secretaria Geral. (Lev. Rec. Nat. 23).
- PROJETO RADAMBRASIL - 1983 - Macapá, folha NA/NB. 22; mapa geológico, escala 1:1.000.000. In: *Folha NA/NB.22. Macapá*; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro. MME/Secretaria Geral. (Lev. Rec. Nat. 6).
- RAO, A.B. & SIAL, A.N. - 1972 - Observations on alkaline plugs near Fortaleza city, Ceará State, Brazil. In: INTERNACIONAL GEOLOGICAL CONGRESS, 24, Montreal, 1972. *Proceedings...*, Montreal. IGUS. Sec. 14, p. 56-61.
- REZENDE, W.M. de - 1971 - O mecanismo de intrusões de diabásio nas bacias paleozóicas do Amazonas e do Maranhão. In: CONGR. BRAS. GEOL., 25, São Paulo, 1971. *Anais...*, São Paulo, SBG. v. 3, p. 122-137.
- RIBEIRO FILHO, E. & CORDANI, U.G. - 1966 - *Contemporaneidade das intrusões de rochas alcalinas do Itaitaia, Passa Quatro e Morro Redondo*. Rio de Janeiro, SBG/NRJ. p. 62-63 (Publ. 1).
- RIBEIRO, M. - 1978 - Structural setting of some alkaline pipes in Rio Grande do Sul Shield. In: INTERN. SYMP. CARBONATITES. 1, Poços de Caldas. *Anais...* Poços de Caldas, MME/DNPM. p. 171-175.
- RICCOMINI, C.; MELO, M.S. de; CARNEIRO, C.D.R.; ALMEIDA, F.F.M. de; MIOTO, J.A.; HASUI, Y. - 1983 - Sobre a ocorrência de um derrame de ankaramito na Bacia de Volta Redonda (RJ) e sua importância na datação das bacias tafrogênicas continentais do sudeste brasileiro. In: SIMP. REG. GEOL., 4, São Paulo, 1983. *Resumos...* São Paulo, SBG. p. 23-24.
- RIDEG, P. - 1974 - Ubatuba lineament: identification of a new pre-rift feature. *AAPG Bull.*, 58(11):2362-2366.
- RODRIGUES, F.B.H.; KLEIN, V.C.; CUNHA, F.L.S. - 1982 - Novas descobertas de rochas alcalinas na bacia de São José, Itaboraí, Rio de Janeiro. In: CONGR. BRAS. GEOL., 33, Rio de Janeiro, 1982. *Anais...* Rio de Janeiro, SBG. v. 11, p. 4335-4339.
- RUEGG, N. - 1975 - Modelos de variação química na província basáltica do Brasil Meridional. *Bol. IG*, São Paulo, 1(2):
- SADOWSKI, G.R. & DIAS NETO, C.M. - 1981 - O lineamento sismotectônico da Cabo Frio. *Rev. Bras. Geoc.*, 11(4):209-212.
- SANFORD, R.M. & LANGE, F.W. - 1960 - Basin study approach to oil evaluation of Paraná mesogeosyncline, South Brazil. *AAPG Bull.*, 44(8):1316-1370.
- SANTIAGO, A.F.; SANTOS, J.O.S.; MAIA, R.G.N. - 1980 - Estratigrafia preliminar da Bacia do Alto Tapajós. In: CONGR. BRAS. GEOL., 31, Camboriú, 1980. *Anais...* Camboriú, SBG. v. 2, p. 786-797.
- SANTOS, D.B. dos; FERNANDES P.E.C.A.; DREHER, A.M.; CUNHA, F.M.B. da; BASEI, M.A.S.; TEIXEIRA, J.B.G. - 1975 - Geologia. In: Projeto RADAM. *Folha SB. 21. Tapajós*; geologia, geomorfologia, solos, vegetação e uso potencial da Terra. Rio de Janeiro, DNPM. p. 15-99. (Lev. Rec. Nat. 7).
- SANTOS, E.J. dos - 1968 - *Contribuição ao estudo da geologia da quadrícula de Açú*. Recife, Sudene/Divisão de Geologia, 1968, 91 p. (Sudene, Geol. Reg., 6).
- SANTOS, J.O.S. & LOGUERCIO, S.O.C. - 1984 - A parte meridional do Cráton Amazônico (Escudo Brasil Central) e Parecis-
-Alto Xingu. In: SCHOBENHAUS, C. et al. Coord.: *Geologia do Brasil*. Brasília, DNPM. p. 93-127.
- SANTOS, J.O.S. & SALAS, H.T. - 1974 - Notas sobre a primeira ocorrência de rochas alcalinas no Território Federal de Roraima, In: CONGR. BRAS. GEOL., 28, Porto Alegre, 1974. *Res. Com...* Porto Alegre, SBG, p. 412-413, (Bol. 1).
- SANTOS, R.O.B. dos; PITHAN, J.H.L.; BARBOSA, E.S.; FERNANDES, C.A.C.; TASSINARI, C.C.G.; CAMPOS, D.A. - 1979 - Geologia. In: PROJETO RADAMBRASIL. *Folha SD.20. Guaporé*; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, DNPM. p. 21-123. (Lev. Rec. Nat. 19).
- SARTORI, P.L.P. & MACIEL FILHO, C. - 1976 - Petrologia da sequência vulcânica da Formação Serra Geral no rebordo ocidental do Planalto Meridional, R.S. In: CONGR. BRAS. GEOL., 29, Ouro Preto, 1976. *Anais...* Belo Horizonte, SBG. v. 2, p. 297-307.
- SARTORI, P.L.P. & GOMES, C.B. - 1980 - Composição químico-mineralógica das últimas manifestações vulcânicas na região de Santa Maria, R.S. *An. Acad. bras. Ciênc.*, 52(1):125-133.
- SARTORI, P.L.P. - 1984 - As principais ocorrências de rochas vulcânicas ácidas da Formação Serra Geral no Planalto do Paraná. In: CONGR. BRAS. GEOL. 33, Rio de Janeiro, 1984. *Anais...* Rio de Janeiro, SBG. v. 9, p. 4537-4539.
- SCHEIBE, L.F. - 1978 - *O kimberlito "Janção", Lajes, Santa Catarina, Brasil*; nota preliminar. Florianópolis. (Painel de Pesquisas da UFSC 1).
- SCHEIBE, L.F. - 1979 - *Estudo petrológico e geoquímico dos carbonatitos da Fazenda Varela, Lajes, Santa Catarina, Brasil*. Porto Alegre, Instituto de Geociências da UFRGS, 120 p.
- SCHOBENHAUS, C. & CAMPOS, D.A. - 1984 - A evolução da Plataforma Sul-Americana no Brasil e suas principais concentrações minerais. In: SCHOBENHAUS, C. et al. (Coord.) *Geologia do Brasil*. Brasília, MME/DNPM. Cap. 1, p. 9-53.
- SCHOBENHAUS, C.; CAMPOS, D.A.; DERZE, G.R.; ASMUS, H.E. Coords. - 1981 - *Mapa geológico do Brasil e da área oceânica adjacente incluindo depósitos minerais*; escala 1:2.500.000. Brasília, MME/DNPM.
- SIAL, A.N. - 1974 - *Petrology and tectonic significance of the post-paleozoic basaltic rocks of Northeast Brazil*. Davis. 405 p. (Ph D. Dissertation, Univ. California, Davis).
- SIAL, A.N. - 1976 - The post-paleozoic vulcanism of northeast Brazil and its tectonic significance. *An. Acad. bras. Ciênc.*, 48(Supl.):299-311.
- SIAL, A.N.; PESSOA, D.A.R.; KAWASHITA, K. - 1976 - *New Potassium-Argon ages, strontium isotope ratio measurement and chemistry of mesozoic basalts of State of Maranhão, Northeast Brazil*. Recife. p. 59-72. (Boletim Mineral, 4).
- SIAL, A.N.; PESSOA, D.A.; KAWASHITA, K. - 1980 - *Potassium argon ages and strontium isotope measurements from post-paleozoic rocks, states of Rio Grande do Norte and Paraíba, Northeastern Brazil*. Recife. (inédito).
- SIAL, A.N.; OLIVEIRA, E.P.; CHOUDHURI, A. - s.d. - Mafic dyke swarms in Brazil and Guianas. S.l., H. Halls (no prelo).
- SILVA, A.T.S.F. da; ALGARTE, J.P.; CHIODI FILHO, C.; CHIODI, D.K.; FERNANDES, N.A. - 1977 - O complexo Bairro do Marisco, Caraguatatuba, SP. In: SIMP. GEOL. REG., 1, São Paulo, 1977. *Atas...* São Paulo, SBG. p. 74-90.
- SILVA, G.A.N.P. et al. - 1972 - *Projeto Gilbués*; relatório final, Recife, DNPM/CPRM. v. 1.
- SILVA, G.G. da; LIMA, M.I.C. de; ANDRADE, A.R.F. de; ISSLER, R.S.; GUIMARÃES, G. - 1974 - Geologia. In: PROJETO RADAM. *Folha SB.22 Araguaia e parte da folha SC. Tocantins*; geologia, geomorfologia, solos, vegetação, e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, DNPM. p. 3-143. (Lev. Rec. Nat. 4).
- SILVA, J.N. & FERRARI, P.J. - 1976 - *Projeto Espírito Santo*, relatório final. Rio de Janeiro, DNPM/CPRM.
- SOUZA JÚNIOR, J.J.; FREIRE, F.A.; OLIVEIRA, F.C.; SILVA, F.H. da; BONOW, C.W.; MOREIRA, H.L. - 1983 - Geologia. In: PROJETO RADAMBRASIL. *Folha SE.22 Goiânia*; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da Terra, Rio de Janeiro. MME/Secretaria Geral. p. 154-317 (Lev. Rec. Nat. 31).
- SOARES, P.C. & LANDIM, P.M.B. - 1976 - Comparison between the tectonic evolution of the intracratonic and marginal basins in South Brazil. *An. Acad. bras. Ciênc.*, 48 (supl.):313-324.
- SYKES, L.R. - 1978 - Intraplate seismicity reactivation of preexisting zones of weakness, alkaline magmatism, and other tectonism postdating continental fragmentation. *Rev.*

- Geophys. Space Phys.*, 16(4). 621-688.
- SZUBERT, E.C.; KIRCHNER, C.A.; SHINTAKU, I. - 1978 - Vulcanismo ácido no planalto meridional no Rio Grande do Sul. In: CONGR. BRAS. GEOL., 30, Recife, 1978. *Anais...* Recife, SBG. v. 3, p. 1350-1356.
- SZUBERT, E.C. - 1979 - Esquema interpretativo da evolução geológica das rochas vulcânicas mesozóicas da Bacia do Paraná. *Acta Geol. Leopoldinense*, São Leopoldo. v. 3 (Estudos Tecnológicos, 10).
- TEIXEIRA, W. - 1980 - Significação tectônica do magmatismo basáltico e alcalino, de idade fanerozóica, na região Amazônica. In: CONGR. BRAS. GEOL. 31, Camboriú, 1980. *Anais...* Camboriú, SBG. v. 5, p. 2760-2772.
- THOMAZ FILHO, A.; CORDANI, U.G.; MARINO, O. - 1974 - Idades K/Ar de rochas basálticas da Bacia Amazônica e sua significação tectônica regional. In: CONGR. BRAS. GEOL., 28, Porto Alegre, 1974. *Anais...* Porto Alegre, SBG. v. 6, p. 273-278.
- ULBRICH, H.H.G.I. - 1984 - *A petrografia, a estrutura e o quimismo do maciço alcalino de Poços de Caldas*, MG-SP. São Paulo (Tese, Inst. Geoc. USP).
- VAK, J.R. - 1967 - The southern extension of the East African rift system and related igneous activity. *Geol. Rundsch*, 57:601-614.
- VAN DER HAMMEN, T. & BURGER, D. - 1966 - Pollen flora and age of the Takutu formation, Guyana. *Leidse Geol. Medel. Leiden*, 38:173-180.
- VANDOROS, P. & VALARELLI, J.V. - 1976 - Geologia da região do Cabo de Santo Agostinho, PE. In: CONGR. BRAS. GEOL. 29, Ouro Preto, 1976. *Res. Trab...* Belo Horizonte, SBG. p. 19.
- VANDOROS, P.; CORDANI, U.G.; MATZKO, J.J. - 1966 - Idades absolutas das rochas ígneas da região de Cabo, Pernambuco. In: CONGR. BRAS. GEOL., 20, Vitória, 1966. *Res. Com...* Vitória, SBG. p. 64-66. (Publ. Especial 1).
- VIEIRA, A.J. - 1973 - Geologia do centro e nordeste do Paraná e centro sul de São Paulo. In: CONGR. BRAS. GEOL., 27, Aracaju, 1973. *Anais...* Aracaju, SBG. v. 3, p. 259-277.
- WALCOTT, R.I. - 1970 - Flexural rigidity, thickness and viscosity of the tectosphere. *J. Geophys. Res.*, 75 3941-3954.
- WERNICK, E. & ARTUR, A.C. - 1983 - Regenerações sucessivas de terrenos no leste do Estado de São Paulo e sul de Minas Gerais. In: SIMP. REG. GEOL., 4, São Paulo, 1983. *Atas...* São Paulo, SBG/NSP. p. 17-31.

MANUSCRITO 414

Recebido em 22 de Dezembro de 1986

Revisão aceita em 12 de Fevereiro de 1987

Distinguir clara e consistentemente entre conceitos geológicos e modelos geológicos não é fácil. Se existe uma diferença, é a de que conceitos geológicos são idéias e noções, apoiados em observação e pesquisa, que ajudam a explicar processos e relações geológicas, enquanto que modelos geológicos são tentativas de prever o feitiço de situações geológicas atuais, tais como ambientes de minérios. Uma busca explorar causas, a outra, prever efeitos.

Morrissey, C.J. - 1986 - New trends in geological concepts. *Trans. Inst. Mining Metal.*, 95:B54-B57.