

Sedimentação e Tectônica da Bacia de Resende — RJ *

(bacia de Resende|Terciário|sedimentação terciária|tectônica terciária)

MARIO SERGIO DE MELO, CLÁUDIO RICCOMINI, FERNANDO FLÁVIO MARQUES DE ALMEIDA
e YOCITERU HASUI

Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, Cidade Universitária, São Paulo, SP

(Com 8 figuras no texto)

CONTEXTO GEOLÓGICO

A bacia de Resende está situada no curso médio do rio Paraíba do Sul, entre as localidades de Engenheiro Passos e Quatis, no extremo oeste do Estado do Rio de Janeiro. É uma bacia alongada, de cerca de 50 km na direção N75E, com largura média de 5 a 6 km. Atualmente, a superfície de afloramento dos sedimentos terciários e quaternários nela contidos é de cerca de 240 km². Conforme dados obtidos de poços para água subterrânea, a espessura máxima dos sedimentos é hoje de cerca de 200m. Originalmente essa espessura teria sido superior, visto que os sedimentos são nivelados por uma superfície de erosão de idade mais recente.

A bacia constitui uma depressão tectônica embutida entre o maciço de Itatiaia (2.800m) e a serra da Mantiqueira (2.200m), situados a N-NW, e a serra da Bocaina (2.100m), a S-SE. A altitude dos topos das colinas sedimentares é de cerca de 500m. Juntamente com as bacias de São Paulo, Taubaté e Volta Redonda, a bacia de Resende constitui um conjunto de bacias tafrogênicas continentais, denominado "sistema de rifts da Serra do Mar" (Almeida, 1976). Tal conjunto de bacias compõe notável feição tectônica desenvolvida sobre a região continental adjacente à bacia de Santos. Esta última, si-

tuada na plataforma continental, foi originada pelos processos que culminaram com a ruptura continental e formação do Oceano Atlântico.

A origem do conjunto de bacias tafrogênicas aparentemente é tardia em relação a esses processos, e se relaciona ao desenvolvimento da bacia de Santos, mas permanece certa controvérsia sobre o modelo evolutivo admitido (Almeida, 1976; Asmus e Ferrari, 1978; Hasui *et al.*, 1978; Almeida, 1983; Melo, 1984).

O substrato da bacia de Resende é constituído por metamorfitos pré-cambrianos polideformados (principalmente gnaisses e migmatitos), por raros diques básicos de idade mesozóica, e por rochas intrusivas alcalinas (nefelia sienitos e quartzo sienitos) dos maciços do Itatiaia e do Morro Redondo, cuja datação se situa no limite entre o Cretáceo e o Terciário.

ESTRATIGRAFIA

Diversos autores já apresentaram hipóteses procurando relacionar tectônica e sedimentação na área da bacia de Resende. Inicialmente houve tendência de considerar a acumulação de sedimentos como sendo resultado da atividade de falhas no final do Terciário (Ab'Sáber e Bernar- des, 1958) ou no Pleistoceno (Penalva, 1967). Outros autores consideraram os sedimentos com sincrônicos das intrusões alcalinas e de importante atividade de falhas (Bjornberg *et al.*, 1968), ou como sendo do Mioceno-Plioceno, em relação com atividade de falhas pré- e sin-

* Aceito para publicação em 23 de julho de 1985.

Trabalho realizado com apoio da FURNAS — Centrais Elétricas S.A.

sinsedimentar (Amador, 1975; Amador *et al.*, 1978).

Estudos sedimentológicos detalhados nos sedimentos da bacia de Resende foram realizados por Amador (1975) e Amador *et al.*, (1978). Apoando-se sobre critérios sedimentológicos e geomorfológicos, esses autores definiram quatro unidades sedimentares principais: Formação Resende (Plioceno-Mioceno), Formação Floriano e Formação Bulhões (Pleistoceno), e depósitos holocénicos.

Faz-se necessária, entretanto, uma revisão dos critérios adotados para a proposição dessa estratigrafia. Baseando-se em correlações geomorfológicas, ela não levou em consideração o papel da tectônica, determinante na configuração da bacia de deposição, natureza, distribuição e cronologia do preenchimento terciário. Assim, a Formação Resende foi datada com base numa suposta correlação com o "pediplano paleogênico", atribuindo-se às variações climáticas um papel determinante na sedimentação.

A Formação Floriano foi definida como uma unidade correlativa de três fases de pediplanação sucessivas; resultando na subdivisão em Floriano III, II e I. Foram assim agrupados depósitos com gênese, idade, constituição e distribuição distintas, contrariando as recomendações dos códigos de nomenclatura estratigráfica.

Parte dos depósitos atribuídos à Formação Floriano por Amador (1975) corresponde, na realidade, ao produto de alteração intempérica dos depósitos mais superficiais da Formação Resende, apresentando diferenças de coloração, tipos de minerais de argila, presença de feldspatos e de minerais pesados instáveis. Supostas inconformidades erosivas separando as formações Resende e Floriano equivalem, na realidade, a diastemas de bancos gradacionais, que são muito comuns na Formação Resende. Outros depósitos atribuídos à Formação Floriano apresentam constituição e distribuição diferenciadas, podendo ser claramente individualizados.

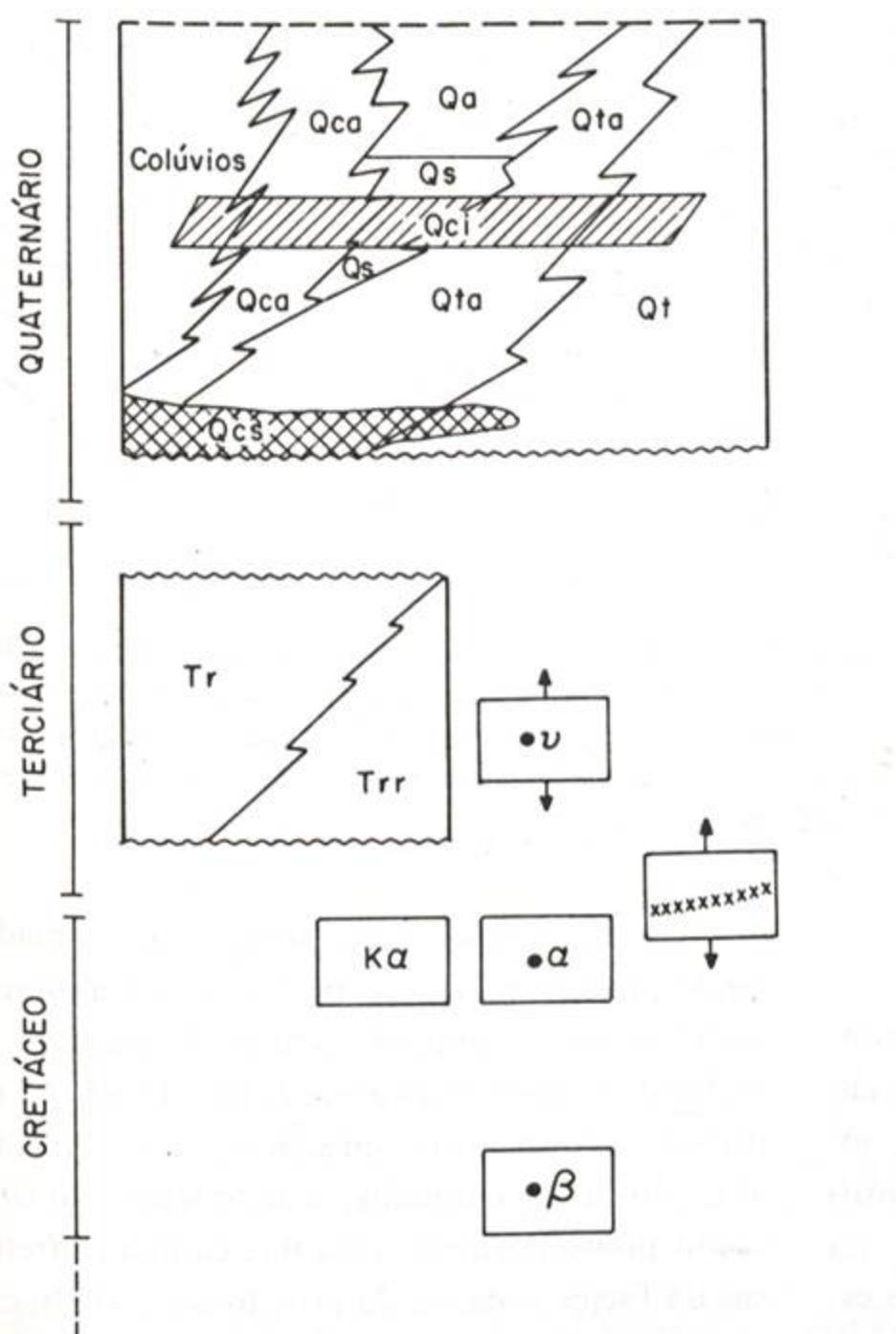
Os depósitos encontrados no local apontado como seção-tipo da Formação Floriano (Amador, *op. cit.*) não apresentam características distintas marcantes nem distribuição em área que justifiquem sua individualização. Existem diferenças texturais e compostonais em relação aos depósitos da Formação Resende mais típicos, mas estas diferenças podem ser explicadas pela alteração intempérica ou mesmo pela variação de facies dentro do mesmo sistema deposicional fluvial, o que é observado em outros afloramentos.

Assim, a partir das considerações acima, e dos trabalhos realizados pela equipe do IPT (Melo *et al.*, 1983), que contaram com o estudo comparativo de seções extraídas dos afloramentos, e análises sedimentológicas, a estratigrafia do Cenozóico, proposta para a área da bacia de Resende, por Amador (1975) e Amador *et al.*, (1978) foi parcialmente revista. Manteve-se a designação de Formação Resende para os depósitos terciários, abandonando-se as designações Formação Floriano e Formação Bulhões e, em seu lugar, definindo-se uma associação de depósitos quaternários de diversas origens, ligados à geomorfogênese, e que se relacionam de forma complexa, sendo porém claramente definíveis (Fig. 1).

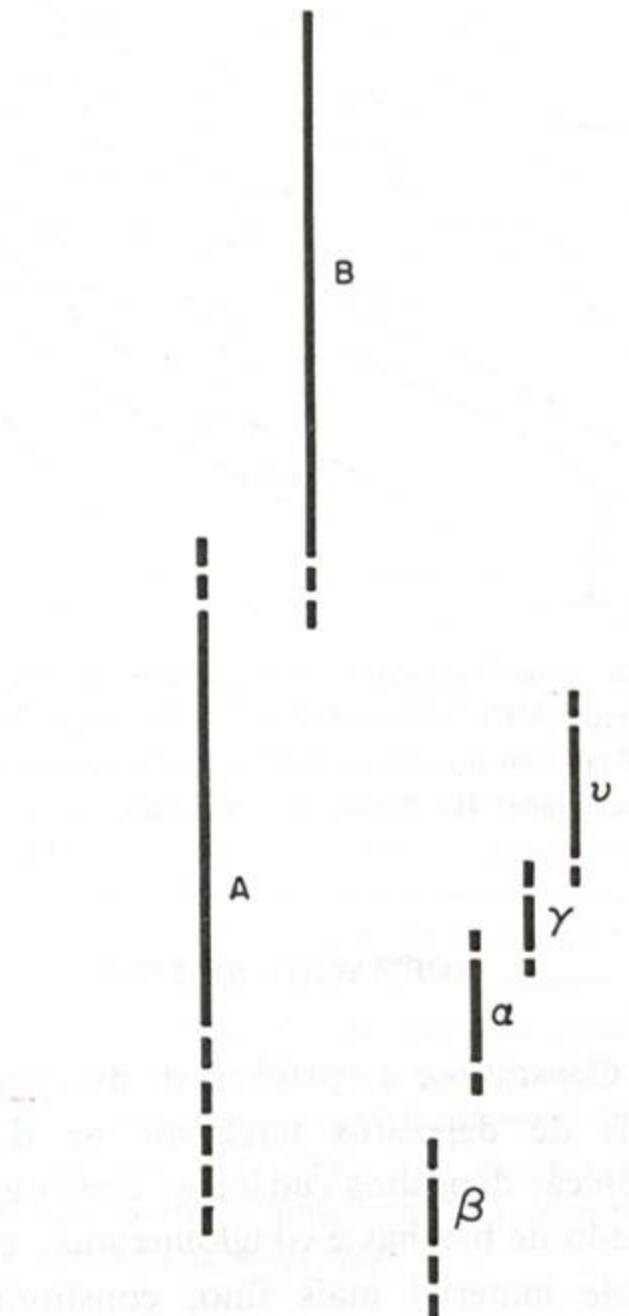
Além da Formação Resende, descrita adiante, um dique de lamprófiro presente no embasamento da bacia de Resende também foi considerado como tendo idade terciária. Trata-se de um corpo de rocha básica com biotita, com cerca de 1,5m de espessura, que corta rochas do embasamento e também um dique de diabásio. É observado no extremo nordeste da área abrangida na Figura 2, em corte da Ferrovia do Aço. A rocha constituinte é um piroxênio-biotita lamprófiro, muito semelhante em composição ao ankaramito datado como eocênico, encontrado na vizinha bacia de Volta Redonda (Riccomini *et al.*, 1983). Com base nesta semelhança em composição, e na proximidade geográfica, este dique foi tentativamente correlacionado à mesma fase de magmatismo que originou os derrames de Volta Redonda.

ESTRATIGRAFIA

TECTÔNICA E MAGMATISMO



- Qa - Aluviões em várzeas e baixos terraços
 Qca - Complexos colúvio-aluvionares
 Qta - Aluviões rudáceos de retrabalhamento de talus
 Qt - Talus
 Qs - Aluviões subatuais
 Qci - Horizontes tabulares de cascalhos-nível intermediário
 Qcs - Horizontes tabulares de cascalhos-nível superior
 Tr - Arenitos e siltitos da Formação Resende
 Trr - Sedimentos rudáceos da Formação Resende
 •v - Dique de lamprófiro
 xxxx - Faixas de rochas silicificadas
 Ka - Maciços alcalinos (Itatiaia e Morro Redondo)
 •α - Diques de rochas alcalinas
 •β - Diques de rochas básicas



- A - Falhamentos normais e basculamento de blocos
 B - Epirogênese ascensional regional
 β - Intrusão de diques de diabásio
 α - Intrusão dos maciços alcalinos de Itatiaia e Morro Redondo e diques associados
 γ - Hidrotermalismo e silicificação associada a falhas normais
 v - Intrusão de dique de lamprófiro (no embasamento)

Fig. 1 — Relações entre a estratigrafia, tectônica e magmatismo na área da bacia de Resende (modificado de Melo *et al.*, 1983).

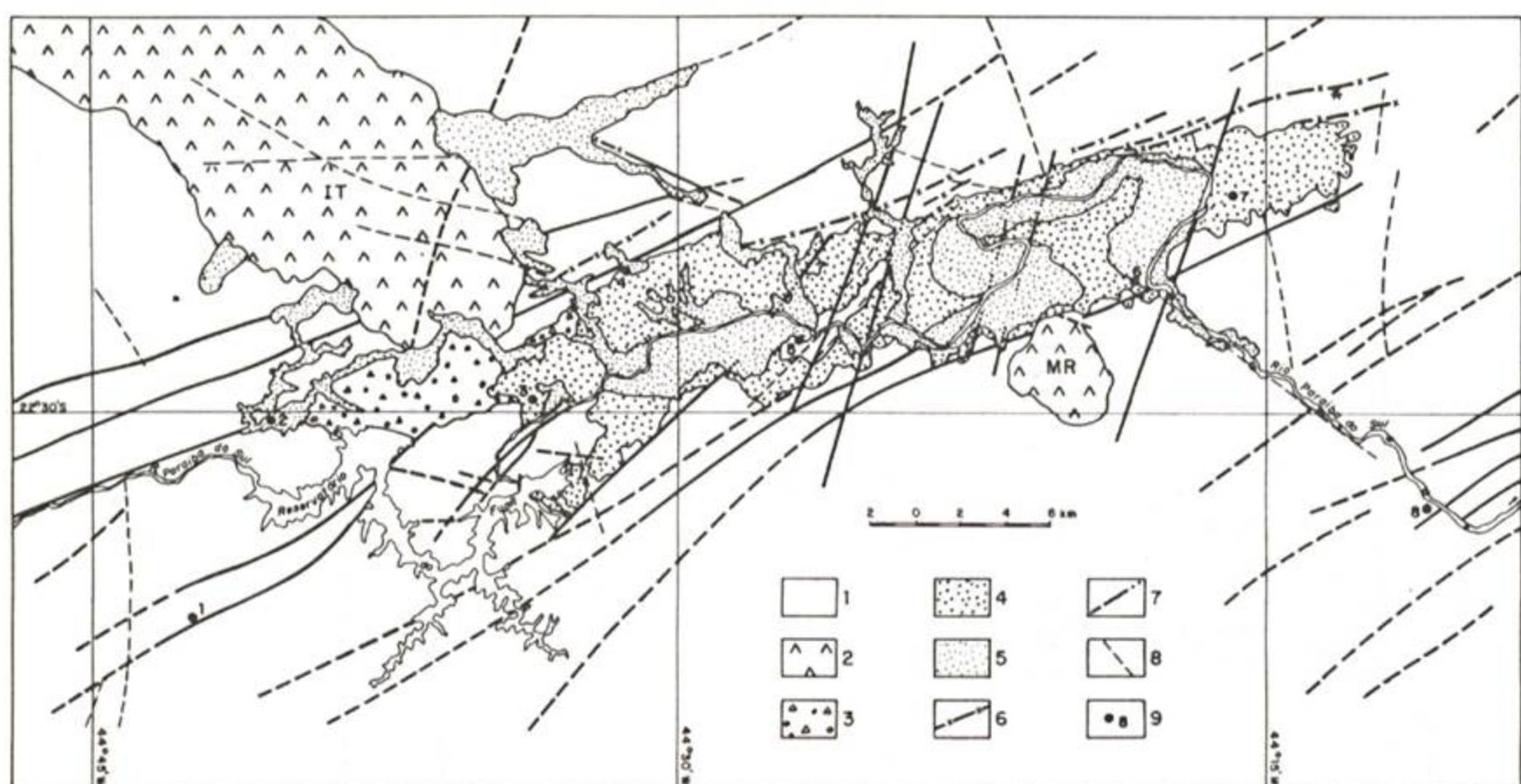


Fig. 2 — Geologia da bacia de Resende. 1: embasamento pré-cambriano; 2: maciços alcalinos do Itatiaia (IT), e Morro Redondo (MR); 3: facies rudácea da Formação Resende; 4: facies fluvial da Formação Resende; 5: sedimentos quaternários; 6: falhas com injeção e silicificação; 7: principais falhas mesozóico-cenozóicas; 8: principais lineamentos fotogeológicos; 9: localidades (1: Areias, 2: Engenheiro Passos; 3: Itatiaia; 4: Penedo; 5: Resende; 6: Floriano; 7: Quatis; 8: Barra Mansa); *: dique de lamprófiro.

FORMAÇÃO RESENDE

Constata-se a existência de dois tipos principais de depósitos terciários na depressão tectônica: depósitos rudáceos, constituídos sobretudo de brechas e conglomerados, e depósitos de material mais fino, constituídos, na maioria das vezes, de bancos apresentando estratificação gradacional (de conglomerados a siltes argilosos). Faremos referência a esses dois tipos de depósitos denominando-os informalmente "facies rudácea" e "facies fluvial".

FACIES RUDÁCEA

A facies rudácea é melhor representada na extremidade oeste da bacia (Fig. 2), onde o maciço do Itatiaia determina a existência de um notável desnívelamento de relevo. Esta facies aparece ainda ao longo de toda a borda norte da bacia, em ocorrências isoladas não representáveis em mapa.

Estes depósitos são constituídos por camadas de conglomerados ou de brechas polimíticas (fragmentos de rochas do embasamento e dos

maciços alcalinos) intercaladas com camadas tendo predominância de matriz lamítica ou material arenoso, contendo poucos fragmentos de rocha de pequeno tamanho (Figs. 3 e 4). As estruturas sedimentares presentes são a própria alternância de camadas, e incipiente estratificação plano-paralela, esta nas camadas arenosas da facies rudácea da porção oeste da bacia.

A predominância ora de conglomerados, como na extremidade oeste da bacia (Fig. 3), ora de brechas, como a leste da localidade de Penedo (Fig. 4), é interpretada como estando ligada à distância de transporte. Isto é sugerido pela presença de seixos e calhaus de sienito, que são os únicos arredondados entre os elementos rudáceos das brechas sedimentares encontradas a leste de Penedo (Fig. 4).

Algumas características sedimentológicas da matriz dos sedimentos da facies rudácea estão apresentadas na Tabela I (amostras 296 e 371, coletadas nos locais indicados nas Figs. 3 e 4). Pode-se destacar a presença da esmectita, que é o principal mineral de argila nos sedimentos pouco oxidados pela alteração superficial, tanto da facies rudácea como da fluvial. Apa-

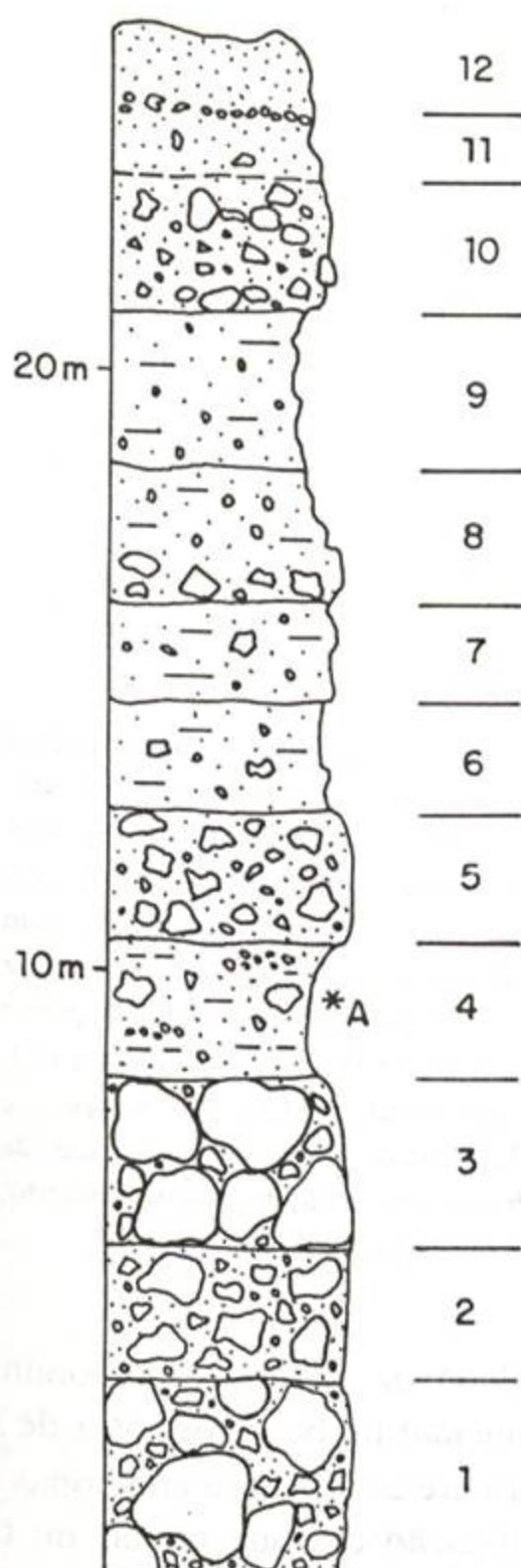


Fig. 3 — Perfil de afloramento da facies rudácea da Formação Resende, a leste de Engenheiro Passos. A: local de coleta da amostra n.º 296. 1: conglomerado polimítico, blocos até 1,5 m, mais freqüentemente bem arredondados; há predominância de sienitos, presença de gnaisses, granitóides e milonitos; matriz lamítica (com grânulos) pouco abundante; 2: semelhante a (1:), com elementos grossos menores e menos numerosos; matriz mais abundante; 3: semelhante a (1:), blocos até 1 m, muito pouca matriz; 4: predominância de material argilo-arenoso; numerosos grânulos, alguns seixos; estratificação planoparalela pouco pronunciada; delgados leitos de seixos; 5: semelhante a (2:), elementos grossos um pouco menores; 6: semelhante a (4:), estratificação planoparalela menos marcada; 7: semelhante a (6:); 8: semelhante a (4:), estratificação gradacional pouco marcada (seixos mais freqüentes na base da camada); 9: predominância de material argilo-arenoso, grânulos freqüentes, estratificação planoparalela pouco marcada; 10: semelhante a (5:), muito alterado; 11: material argilo-arenoso com alguns grânulos, alteração pronunciada; 12: colúvio argilo-arenoso, com linha de seixos basal.

rentemente, trata-se de mineral neoformado, refletindo em parte a composição mineralógica dos sedimentos originais (portadores de plagioclásios) e, em parte, o confinamento subsequente sob condições de meio básico e drenagem ineficaz, necessários à neoformação da esmectita (Millot, 1964). A hipótese de que pudesse se tratar de esmectita clástica (sedimentar), desenvolvida em solos de alteração com hidromorfismo, e portanto em relevo suave, é incompatível com os desnívelamentos tectônicos sinsedimentares nas áreas-fonte dos sedimentos.

Minerais pesados instáveis, como apatita, hornblenda e granada, são relativamente abundantes nos sedimentos da facies rudácea. Tal fato pode ser explicado pela derivação de rochas

alcalinas (como no caso da abundância em apatita) e proximidade da área-fonte, com inípiente alteração e transporte.

As características dos depósitos da facies rudácea indicam transporte sob a forma de corridas de lama (*debris flows*) a partir do importante relevo da borda norte da bacia. Este relevo é ligado ao maciço do Itatiaia, e/ou à atividade das falhas normais que formaram a serra da Mantiqueira e a própria depressão tectônica. Tais tipos de depósitos caracterizam cones de deposição coalescentes (Collinson, 1978; Rust, 1979), onde a gravidade é o agente de transporte principal. Os depósitos a leste de Penedo representam região proximal de um antigo cone de deposição, o que é indicado pela ausência de retrabalhamento por correntes, ausência de estrutu-

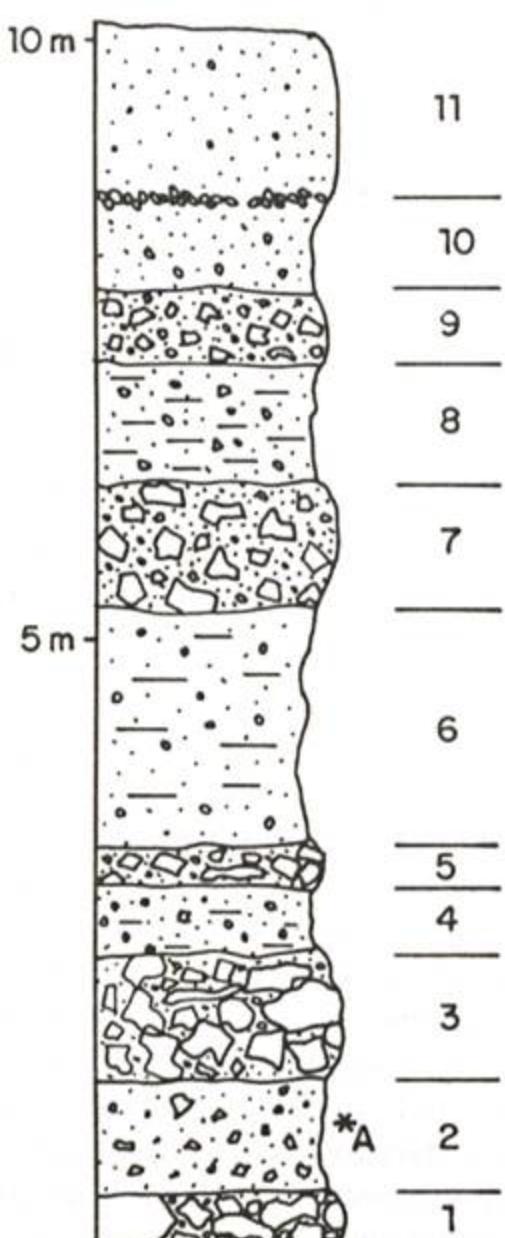


Fig. 4 — Perfil de afloramento da facies rudácea da Formação Resende a leste de Penedo. A: local de coleta da amostra n.º 371. 1: brecha sedimentar polimítica, blocos até 1 m, predominantemente angulosos, com raros seixos de sienito arredondados; muito pouca matriz argilo-arenosa com grânulos; 2: material argilo-arenoso com seixos e grânulos, sem estratificação; 3: semelhante a (1:), elementos grossos menores, matriz mais abundante; 4: semelhante a (2:), estratificação planoparalela pouco marcada; 5: semelhante a (3:); 6: semelhante a (4:); 7: semelhante a (3:), elementos grossos ainda menores; 8: semelhante a (4:) e (6:); 9: seixos e grânulos angulosos em matriz argilo-arenosa abundante; ausência de estratificação; 10: material argilo-arenoso com grânulos, muito alterado; 11: colúvio areno-argiloso, com linha de seixos basal.

ras sedimentares que não a própria sucessão de camadas, e pela angulosidade dos constituintes. Os depósitos do extremo oeste da bacia representam porção mais a jusante de outro antigo cone de dejeção, o que é indicado pela maior proporção de sedimentos mais finos, pela presença de retrabalhamento por correntes (depósitos arenosos com estratificação), imbricação de seixos e arredondamento.

FACIES FLUVIAL

A facies fluvial da Formação Resende é representada por sucessões de bancos com estratificação gradacional, o material variando de conglomerático na base a argilo-arenoso no topo. Diastemas, retrabalhamentos de camadas preexistentes (canibalismo) e omissão de alguns termos granulométricos dentro da seqüência de um banco são feições comuns (Figs. 5 e 6).

Em alguns locais, como na seção-tipo da Formação Resende definida por Amador (1975), situada às margens do Paraíba do Sul a

noroeste da cidade de Resende, predominam bancos que se iniciam na base por leitos de seixos, passam para areias grossas a conglomeráticas com estratificação cruzada planar ou tangencial na base e, em direção ao topo, para areias finas a siltes argilosos com estratificação plano-paralela incipiente (Fig. 5). Depósitos com tal constituição são interpretados como barras longitudinais de sistema fluvial anastomosado (Collinson, 1978; Rust, 1979). Algumas intercalações de lamitos maciços nesses depósitos podem constituir-se em porções distais de corridas de lama de cones de dejeção tributários do sistema fluvial principal.

Existem locais, como a nordeste de Quatis, em que os termos conglomeráticos são menos abundantes que no tipo anterior, a estratificação cruzada é predominantemente do tipo acanalado, os termos mais finos são representados por material silto-argiloso, inexistindo lamitos (Fig. 6). Nesses locais podem aparecer também estruturas de corte e preenchimento. Tais depósitos podem ser interpretados como

TABELA I

Dados Sedimentológicos de Amostras da Formação Resende (Localização nas Figuras 3 a 6)

AMOSTRAS		296	371	380-A	380-B	380-C	380-D	418-A	418-B	418-C
Granulometria *	% Grânulos (+ 4mm)	—	1	—	16	—	—	—	1	—
	Fração Areia	Ø Médio	areia fina	areia fina	areia muito fina	areia média	—	areia média	areia muito fina	areia grossa
	Seleção	moderada	pobre	moderada	pobre	—	moderada	boa	pobre	boa
	Distribuição Total	Ø Médio	silte médio	silte grosso	silte médio	areia média	argila	silte médio	silte fino	areia fina
	Seleção	muito pobre	muito pobre	pobre	muito pobre	pobre	muito pobre	pobre	muito pobre	pobre
	Anatásio	—	—	—	tr	—	1	—	—	1
	Apatita	10	—	—	—	—	—	—	—	—
	Anatásio/Brookita	—	—	1	—	—	—	—	—	—
	Andaluzita	—	—	1	—	—	—	—	—	—
	Cianita	tr	—	tr	—	tr	1	—	tr	tr
	Coríndon	—	—	tr	tr	—	2	—	—	—
	Epidoto	1	—	—	—	tr	—	—	—	—
	Estaurolita	—	—	—	tr	2	tr	—	1	tr
	Granada	36	5	9	5	tr	—	tr	—	—
	Hornblenda	4	1	—	—	1	—	—	tr	—
	Rutilo	1	tr	1	1	2	1	—	tr	1
	Sillimanita	tr	—	1	1	1	3	tr	4	8
	Turmalina	—	tr	13	3	18	3	43	11	17
	Zircão	9	49	10	18	7	15	8	28	18
	Opacos	34	44	61	58	64	65	48	51	46
	Zir/Tit/Mon	5	1	3	14	2	7	1	4	7
% Minerais de Argila	Caolinita	9	33	28	27	55	90	81	96	93
	Ilita	26	33	11	10	17	10	19	4	7
	Esmectita	65	34	61	63	28	—	—	—	—

* Parâmetros calculados segundo Folk e Ward (1957).

facies mais distais de sistema fluvial anastomosado, ou ainda como facies de sistema meandrante arenoso.

No terreno, a separação entre os dois tipos de depósitos descritos acima é muito difícil, considerando-se a interdigitação de facies e a

rápida variação de condições de fluxo em sistemas anastomosados. Admite-se que haja uma passagem lateral de um tipo para outro, com os tipos mais grossos, com lamitos, predominando a montante da drenagem principal original (porção sudoeste da bacia), e os tipos mais finos

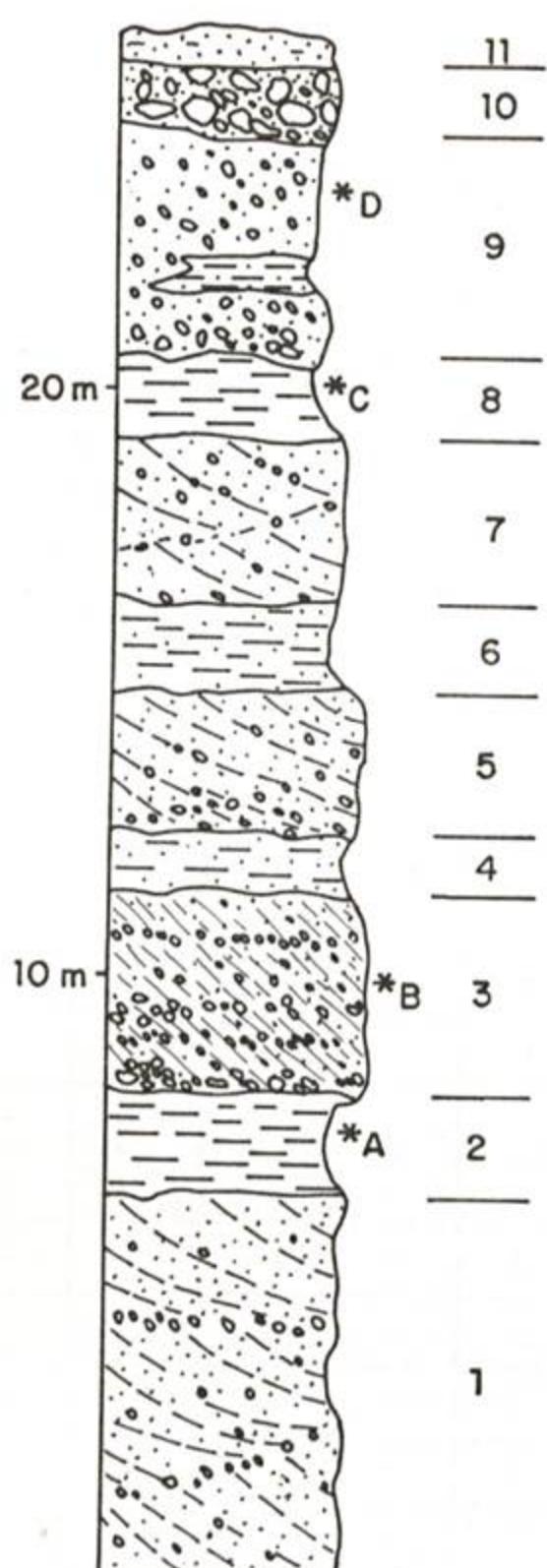


Fig. 5 — Perfil de afloramento da facies fluvial da Formação Resende a noroeste da cidade de Resende (Seção-tipo definida por Amador, 1975). A, B, C e D: locais de coleta de amostras de n.º 380-A, 380-B, 380-C e 380-D. 1: sedimento arenoso com seixos e grânulos; estratificação cruzada planar; nível de seixos na base dos bancos e estratos cruzados; elementos grossos representados por quartzo, feldspatos (não alterados), sienito e rochas do embasamento; 2: argila arenosa sem elementos grossos, com estratificação planoparalela; 3: sedimento conglomerático, com seixos e grânulos arredondados de rochas do embasamento e dos maciços alcalinos; abundante material arenoso grosso; estratificação cruzada planar; níveis de seixos imbricados; diastema na base, com retrabalhamento da camada inferior; 4: argila arenosa com alguns grânulos; 5: semelhante a (1:); 6: semelhante a (2:); 7: semelhante a (1:), elementos grossos menos freqüentes; 8: silte argiloso sem elementos grossos, com estratificação planoparalela; corresponderia à base da Formação Floriano de Amador (1975); 9: sedimento conglomerático muito alterado, semelhante a (3:), com estratificação planoparalela menos visível; diastema e retrabalhamento da camada inferior na base; presença de lentes argilo-arenosas; 10: seixos e blocos arredondados de quartzito, pouca matriz arenosa; nível de terraço recente; 11: colúvio arenoso.

predominando a jusante (porção nordeste da bacia).

Os sedimentos da facies fluvial da Formação Resende apresentam constituintes do embasamento pré-cambriano e também dos maciços de rochas alcalinas cretácicas. Porcentagens elevadas de feldspatos (caráter arcoseano a subarcoseano), de biotita, bem como de grana- da em certos níveis, indicam elevada imaturidade mineralógica. Na Tabela I podem-se observar alguns dados sedimentológicos desta facies (amostras 380-A a D e 418-A a C, coletadas nos locais indicados nas Figs. 5 e 6).

Na seção-tipo da Formação Resende definida por Amador (1975) (Fig. 5) constata-se um aumento da caolinita em detrimento da esmectita,

da base em direção ao alto da coluna (amostras 380-A a D). Isto reflete possivelmente a influência da alteração, sob condições oxidantes atuais, que é mais pronunciada nos sedimentos próximos da superfície. Este fato indica que certas características, como o conteúdo em minerais de argila (bem como a presença de minerais instáveis e coloração), podem refletir somente o estágio de intemperismo, e não podem ser considerados como critérios de distinção para diversas formações sedimentares, como havia sido feito anteriormente.

Na área da soleira de Resende, a nordeste desta cidade, sedimentos lamíticos a arenosos da facies fluvial da Formação Resende apresentam concrecionamento carbonático em nódulos

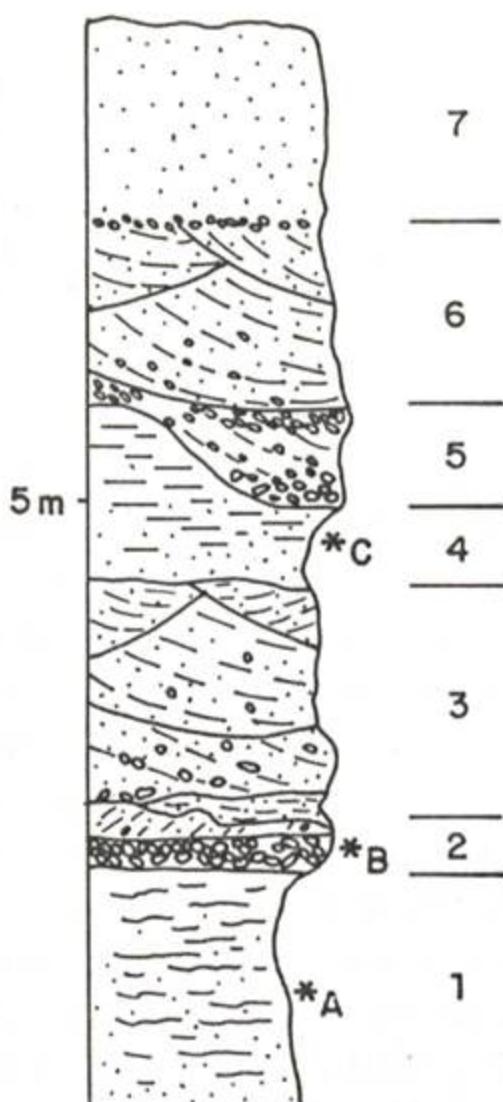


Fig. 6 — Perfil de afloramento da facies fluvial da Formação Resende a nordeste de Quatis. A, B e C: locais de coleta de amostras n.º 418-A, 418-B e 418-C. 1: sedimento fino, arenoso a silto-argiloso, com estratificação gradacional; 2: conglomerado polimítico com seixos arredondados; matriz pouco abundante; 3: sedimentos arenosos com seixos e grânulos, mais comuns na base (estratificação gradacional); estratificação cruzada acanalada; intercalação de lente argilo-siltosa; 4: semelhante a (1:); 5: depósitos conglomeráticos em estrutura de corte e preenchimento; 6: semelhante a (3:), com elementos grossos menores e mais raros; ausência de leitos e lentes de finos; 7: colúvio arenoso, com linha de seixos basal.

e ao longo de fraturas, interpretado como sendo tipo “caliche”, indicativo de clima árido a semi-árido, com importante evaporação. Esta ocorrência, juntamente com os tipos de facies sedimentares encontrados (típicos de leques aluviais e sistema fluvial anastomosado), sugerem a vigência de um clima árido a semi-árido durante a sedimentação da Formação Resende, à semelhança do que indicam evidências presentes também na bacia de Taubaté (Armando M. Coimbra, inf. verbal).

ARCABOUÇO ESTRUTURAL

Na Figura 3 estão representadas também as principais estruturas ligadas à formação da bacia de Resende (Melo *et al.*, 1983; Melo, 1984). Trata-se sobretudo de falhas normais de direção E-NE, paralelas às estruturas do embasamento pré-cambriano (foliação de transposição e antigas falhas transcorrentes), e longitudinais ao eixo da bacia. Além delas, distingue-se um conjunto de falhas normais de direção N-NE, responsáveis pela formação de soleiras que compartmentam a bacia obliquamente a seu eixo.

A existência de tais soleiras é indicada por afloramentos de embasamento dentro da bacia e por diferenças na profundidade de sedimentos atravessada por poços para exploração d'água subterrânea.

As evidências destas falhas normais encontradas no campo são, na maioria das vezes, representadas por planos de falhas com espelhos e estrias bem marcados. Tais planos são contínuos e apresentam delgada lâmina (submilimétrica a até 20 mm) de milonito alterado em material argiloso esverdeado, quando cortam rochas do embasamento. Quando cortam sedimentos, usualmente observa-se diretamente o deslocamento de camadas. As falhas principais indicadas na Figura 2 reúnem, além destes planos estriados, outras evidências, tais como: faixas de rochas brechadas, basculamentos de sedimentos, contatos geológicos, alinhamentos de feições morfológicas e lineamentos fotogeológicos.

Algumas das falhas E-NE da borda norte da Bacia de Resende (e também das bacias vizinhas de Taubaté e Volta Redonda) apresentam injeção de diques de rochas alcalinas e fenôme-

nos de brechação e silicificação recorrentes no tempo, o que é indicado pela reincidência destes processos sobre rochas previamente por eles afetadas. Tais fenômenos são interpretados como sendo o resultado de atividade tectônica contemporânea do magmatismo e da percolação de soluções silicosas, que são associados à formação dos maciços alcalinos da região.

Na Figura 7 são apresentados os planos de falha que cortam sedimentos, e na Figura 8 os pólos de altitudes de corpos tabulares intrusivos (diques e *sills*) no embasamento da bacia. Esses dados, quanto pouco numerosos, juntamente com os lineamentos fotogeológicos principais observados na Figura 2, permitem realizar alguns comentários sobre as principais famílias de falhas.

Os diques de diabásio representam a fase magmática da reativação mais antiga representada na área (Neocomiano). Eles ocuparam preferencialmente juntas N-S do embasamento, abertas por esforços tracionais. Os diques e *sills* de rochas alcalinas estão associados à formação dos maciços do Itatiaia e Morro Redondo (limite Cretáceo-Terciário). Aparecem preferencialmente na direção E-NE, freqüentemente coinci-

dentes com as principais falhas normais, o que indica contemporaneidade da abertura destas falhas e magmatismo. Existem também diques de rochas alcalinas na direção N-NE, mas estes não se localizam ao longo das principais falhas com esta direção. Um único dique de lamprófiro encontrado na área, tentativamente associado à fase magmática que gerou os derrames ankaramíticos de Volta Rendonda (Eoceno Superior, Riccomini et al., 1983), apresenta também direção E-NE.

Estas constatações sugerem uma conclusão principal: a atividade máxima ao longo das falhas E-NE seria anterior à atividade das falhas N-NE. As primeiras, entretanto, teriam guardado alguma atividade, ainda que atenuada, durante a época de atividade máxima das falhas N-NE, estas responsáveis pela compartimentação da bacia obliquamente ao seu eixo. Tanto os sistemas E-NE e N-NE, como também outro sistema subordinado N-NW (Fig. 7), cortam os sedimentos terciários, o que indica que foram ativos posteriormente, e provavelmente também durante a sedimentação. Dois modelos distintos de evolução das falhas foram elaborados, um contemplando cisalhamento puro ou

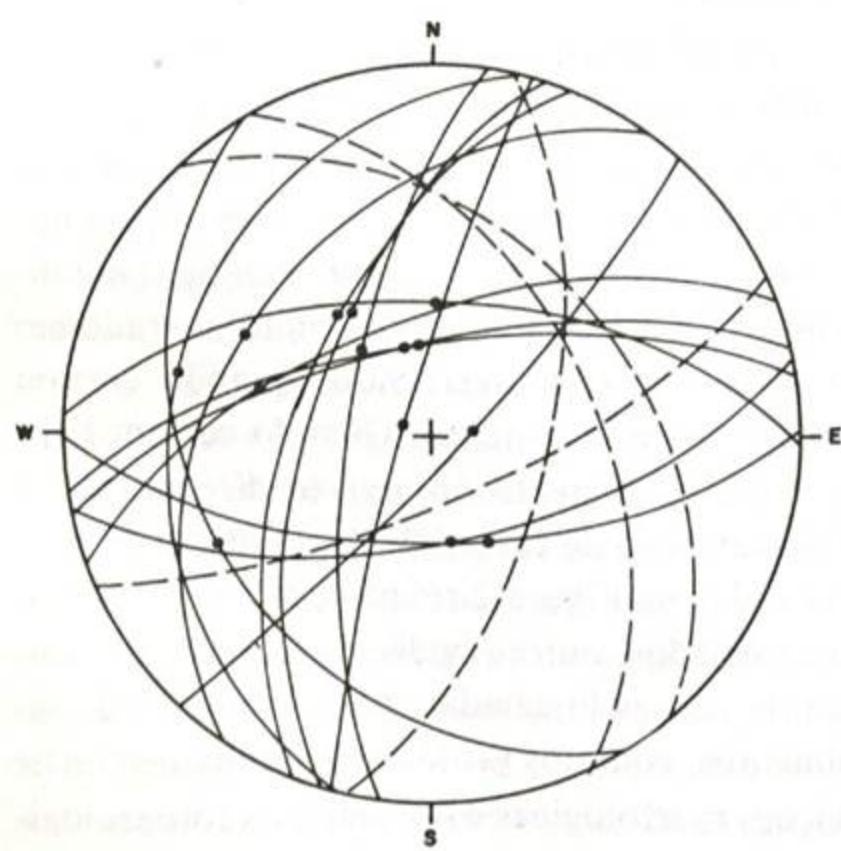


Fig. 7 — Planos de falha (círculos máximos) e estrias (pontos) em sedimentos da bacia de Resende; os planos tracejados não possuem estrias medidas (rede de Schmidt-Lambert, calota inferior).

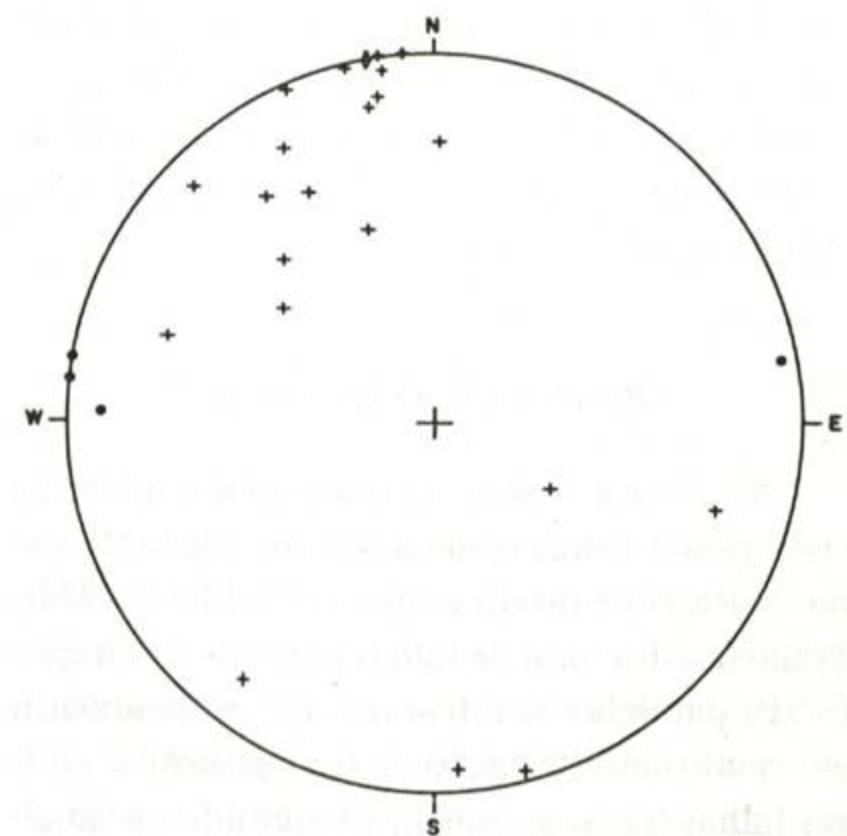


Fig. 8 — Pólos de altitudes de corpos intrusivos tabulares (diques e *sills*) no embasamento da bacia de Resende (rede de Schmidt-Lambert, calota inferior). • diabásio (4 pólos); + rochas alcalinas (22 pólos); ◇ lamprófiro (1 pólo).

regime de distensão (Melo *et al.*, 1983) e outro, cisalhamento simples ou regime de rotação (Melo, 1984), e a adoção de um ou outro depende ainda de dados complementares.

EVOLUÇÃO DO EMBACIAMENTO

Os contatos dos sedimentos terciários com o embasamento na borda sul da bacia de Resende são predominantemente erosivos, enquanto na borda norte são em grande parte definidos por linhas de falhas normais. Alguns poços para água subterrânea indicam um espessamento dos sedimentos de sul para norte (Melo *et al.*, 1983).

Estes fatos, aliados à disposição dos depósitos de facies rudácea e das principais falhas normais da área (junto à borda norte da bacia), ao basculamento dos sedimentos em direção ao norte, e à própria morfologia da área, indicam tratar-se a bacia de Resende de uma depressão tectônica assimétrica em forma de semi-graben, desenvolvida no limite de blocos falhados e basculados para norte, à semelhança do padrão estrutural admitido para a bacia de Taubaté (Asmus e Ferrari, 1978; Hasui e Ponçano, 1978).

A bacia de Resende não é uma depressão simples, mas apresenta uma marcada compartimentação subtransversal, da qual o mais notável exemplo é a soleira de Resende. As espessuras de sedimentos perfurados por poços tubulares indicam desníveis do embasamento que podem ser devidos a uma compartimentação também longitudinal, menos pronunciada que a transversal.

Melo *et al.*, (1983) correlacionam os sedimentos da Formação Resende àqueles encontrados na bacia de Volta Redonda, e na bacia de Taubaté na área de Cruzeiro (Formação Caçapava), considerando-os sincrônicos. A partir dessa correlação, admite-se que no final do Eoceno já havia sido depositada pelo menos parte dos sedimentos terciários da bacia de Resende. Esta idade, fornecida por datações K-Ar de derames de lavras ankaramíticas intercaladas nos sedimentos da bacia de Volta Redonda (Melo *et*

al., 1983; Riccomini *et al.*, 1983), é corroborada por datações a partir de estudos palinológicos de sedimentos da Formação Resende (Lima e Amador, 1983). Por outro lado a sedimentação é posterior à formação dos maciços alcalinos do Itatiaia e Morro Redondo (66 Ma, segundo Amaral *et al.*, 1967, e dados inéditos do *Centro de Pesquisas Geocronológicas da USP*), visto que a Formação Resende contém abundantes elementos detriticos das rochas alcalinas, contrariamente ao que supuseram Bjornberg *et al.*, (1968).

Assim, aparentemente, só no Eoceno (idade dos sedimentos) os falhamentos teriam tido expressão suficiente para opor-se à paleo-rede de drenagem, criando condições de acumulação. É possível que as zonas de fraqueza E-NE, que evoluíram depois para as principais zonas de fraqueza da área, já se tenham definido mesmo antes do vulcanismo alcalino, no Cretáceo. A acumulação de sedimentos pode ter sido condicionada principalmente pelo desenvolvimento posterior das falhas normais N-NE, que podem ter desempenhado papel fundamental no barramento da paleo-drenagem (Melo, 1984). Este sistema de falhas ter-se-ia originado a partir de modificações dos regimes de esforços das placas em movimentação no Atlântico Sul.

Sem dúvida, a movimentação normal prosseguiu durante toda a sedimentação dos depósitos terciários encontrados hoje na bacia de Resende. Estes apresentam-se deformados (falhados e basculados), e incluem cunhas clásticas sugestivas de reativações episódicas sinsedimentares.

CONCLUSÕES

A bacia de Resende é uma depressão de origem tectônica, preenchida por sedimentos terciários subdivisíveis em duas facies: uma rudácea, formada por depósitos de antigos cones de deposição coalescentes; outra fluvial, constituída por depósitos de sistema fluvial anastomosado, contendo, eventualmente, porções distais de corridas de lamas da facies rudácea. A facies rudácea é particularmente expressiva no

extremo sudoeste da bacia, e ao longo da borda norte. As duas facies são interdigitadas, denominando-se o conjunto de Formação Resende.

O preenchimento da bacia de Resende é posterior à intrusão dos maciços alcalinos do Itatiaia e Morro Redondo, encontrados no embasamento próximo, e que apresentam idades no limite entre Cretáceo e Terciário. As rochas desses maciços contribuíram para os detritos que constituem os depósitos. Datações em derames de lavas, intercalados nos sedimentos da vizinha bacia de Volta Redonda, e estudos paleontológicos nos próprios sedimentos da bacia de Resende, indicam idade eocênica superior para a sedimentação.

As estruturas principais da bacia de Resende são representadas por falhas normais E-NE e N-NE. As primeiras, paralelas ao eixo da bacia, são particularmente notáveis junto à borda norte, apresentando freqüentemente fenômenos de injeção e percolação associados ao magmatismo que originou os maciços alcalinos. As falhas N-NE, aparentemente mais recentes, originam soleiras subtransversais que compartimentam internamente a bacia.

A posição das falhas E-NE, a distribuição das facies sedimentares, o basculamento dos sedimentos e sua maior espessura em direção a norte, e a própria morfologia da área permitem caracterizar-se a bacia de Resende como uma depressão assimétrica, em forma de semi-graben, formado na conjunção de blocos de falhas normais, basculados para N-NW. Este modelo é compatível com os esquemas propostos para a evolução do sistema de bacias tafrogênicas continentais do sudeste do Brasil.

AGRADECIMENTOS

Ao prof. Armando Márcio Coimbra, do IGUSP, e aos colegas Waldir Lopes Ponçano e Antonio Fernando Gimenez, do IPT, pela colaboração e discussão do texto final. À FURNAS Centrais Elétricas S.A., financiadora dos estudos, pela liberação da divulgação dos resultados.

SUMMARY

Studies carried out on the Resende basin, a Tertiary continental trough of Southeastern Brazil rift system, allowed to deduce the relations between sedimentation and tectonics. The basin axis is E-NE, parallel to basement ancient structures, and the maximum thickness of sediments is at present 200 m. The trough is a hemi-graben essentially related to normal displacements along E-NE and N-NE faults. The former are more important in the northern border. Fanglomerate facies is remarkable near these faults and is interfingered with fluvial braided facies of the ancient main stream, which had a longitudinal trend relative to the basin axis. The latter faults are apparently younger, and originated N-NE trending basement highs, which determined a complex structural pattern. The basin filling (about 43 Ma) is younger than the alkaline intrusions in the region (Itatiaia and Morro Redondo, 66 Ma old).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AB'SÁBER, A. N. & BERNARDES, N., (1958), Vale do Paraíba, Serra da Mantiqueira e arredores de São Paulo, 28.º Congresso Internacional de Geografia. Guia de Excursão n.º 4, Rio de Janeiro, 304 p.
- ALMEIDA, F. F. M. DE, (1976), The system of continental rifts bordering the Santos Basin, Brazil. *An. Acad. Brasil. Ciênc.*, 48 (Supl.): 15-26.
- ALMEIDA, F. F. M. DE, (1983), Relações tectônicas das rochas alcalinas mesozóicas da região meridional da Plataforma Sul-Americana. *Rev. Bras. Geoc.*, 13 (3): 139-158.
- AMADOR, E. DA S., (1975), Estratigrafia e sedimentação da Bacia de Resende, RJ. *An. Acad. Brasil. Ciênc.*, 47 (Supl.): 181-225.
- AMADOR, E. DA S. et al., (1978), Notas complementares sobre a estratigrafia dos depósitos cenozóicos da Bacia de Resende. *An. Acad. Brasil. Ciênc.*, 50 (1): 122-123.
- AMARAL, G. et al., (1967), Potassium-argon ages of alkaline rocks from Southern Brazil. *Geoch. Cosmoch. Acta.*, 31 (2): 117-142.
- ASMUS, H. E. & FERRARI, A. L., (1978), Hipótese sobre a causa do tectonismo cenozóico na região sudeste do Brasil. *PETROBRÁS, Projeto REMAC*, 4: 75-88.
- BJORNBERG, A. J. S. et al., (1968), Contribuição ao estudo da Bacia de Resende, Rio de Janeiro. *Bol. Soc. Bras. Geol.*, 17 (1): 65-76.
- COLLINSON, J. D., (1978), Alluvial sediments. In: READING, H. G., (Editor), *Sedimentary environments and facies*: 15-60. Blackwell Sc. Pub.
- FOLK, R. L. & WARD, W. C., (1957), Brazos river bar: a study in the significance of grain size parameters. *Jour. Sed. Petr.*, 27 (1): 3-26.
- HASUI, Y. & PONÇANO, W. L., (1978), Organização estrutural e evolução da Bacia de Taubaté. *An. XXX Congr. Bras. Geol.*, Recife, 1: 368-381.

- HASUI, Y. et al., (1978), Sobre as bacias tafrogênicas continentais do Sudeste Brasileiro. *An. XXX Congr. Bras. Geol.*, Recife, 1: 382-392.
- LIMA, M. R. DE & AMADOR, E. DA S., (1983), Análise paleontológica de sedimentos da Formação Resende, Terciário do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. *An. 8.º Congr. Bras. Paleontol.*, Rio de Janeiro, (em impressão).
- MELO, M. S. DE, (1984), *Geologie du bassin de Resende et contribution à l'évolution du système de rift du SE du Brésil*. Rapport de D.E.A., Université d'Aix — Marseille I et II, 62 p.
- MELO, M. S. DE et al., (1983), Estudos geológico-tectônicos na Bacia de Resende (RJ) e sedimentos terciários da área de Volta Redonda (RJ) e Bacia de Taubaté (área de Cruzeiro, SP). *Rel. IPT 17 737: IPT/DMGA*, São Paulo, 2 vols.
- MILLOT, G., (1964), *Géologie des argiles*. Masson, 499p. Paris.
- PENALVA, F., (1967), Geologia e tectônica da região do Itatiaia, sudeste do Brasil. *Bol. Fac. Filos. Ciênc. Letras USP*, São Paulo, (302): 95-196. (Geologia 22).
- RICCOMINI, C. et al., (1983), Sobre a ocorrência de um derame de ankaramito na Bacia de Volta Redonda (RJ) e sua importância na datação das bacias tafrogênicas continentais do Sudeste Brasileiro. *Bol. Resumos 4.º Simp. Reg. Geol.*, São Paulo, p. 23-24.
- RUST, B. R., (1979), Coarse alluvial deposits. In: WALKER, R. G. (Editor), *Facies models: Geoscience Canada Reprint Series* (1): 9-22.