



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
CENTRO DE CIÊNCIAS MATEMÁTICAS E DA NATUREZA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

**Análise Estratigráfica da Formação Resende: Caso de Estudo de uma
Sequência *Rift* na Bacia de Resende, RJ**

Marcel de Souza Romero Sanson

**Orientador: Claudio Limeira Mello
Co-Orientador: Renato Rodriguez Cabral Ramos**

MONOGRAFIA SUBMETIDA AO CURSO DE GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA
DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO, COMO REQUISITO
OBRIGATÓRIO DA DISCIPLINA “TRABALHO FINAL DE CURSO”

*TEMA VINCULADO AO PROGRAMA DE CAPACITAÇÃO DE RECURSOS HUMANOS EM
GEOLOGIA DO PETRÓLEO (CONVÊNIO PRH-ANP/MCT N° 18)*

RIO DE JANEIRO – RJ – BRASIL
FEVEREIRO DE 2004

Análise Estratigráfica da Formação Resende: caso de estudo de uma sequência *rift*
na bacia de Resende, RJ

Marcel de Souza Romero Sanson

MONOGRAFIA SUBMETIDA AO CURSO DE GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO, COMO REQUISITO
OBRIGATÓRIO DA DISCIPLINA “TRABALHO FINAL DE CURSO”.

SETOR: Paleontologia e Estratigrafia

ORIENTADOR: Claudio Limeira Mello

CO-ORIENTADOR: Renato Rodriguez Cabral Ramos

APROVADA POR:

Orientador: Prof. Dr. Claudio Limeira Mello

Prof. Dr. Cláudio Bettini

Prof. Dr. Leonardo Borghi

SANSON, Marcel de S.R.

Análise Estratigráfica da Formação Resende: caso de estudo de uma sequência *riff* na bacia de Resende, RJ / Marcel de Souza Romero Sanson. - Rio de Janeiro, 2004.

x, 55 p.

Monografia (Graduação em Geologia) - Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, Instituto de Geociências, Departamento de Geologia, 2004.

Orientador: Claudio Limeira Mello
Co-Orientador: Renato Rodriguez Cabral Ramos

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	v
RESUMO.....	vi
ABSTRACT	viii
LISTA DE FIGURAS	x
1 INTRODUÇÃO	1
2 OBJETIVOS	2
3 ÁREA DE ESTUDO.....	3
3.1 Localização e Acessos	4
3.2 Geologia Regional	5
4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	6
4.1 Tectônica e Estratigrafia do <i>Rift</i> Continental do Sudeste do Brasil.....	7
4.2 O RCSB e a área oceânica adjacente	11
4.3 Estratigrafia da bacia de Resende	14
5 METODOLOGIA	17
5.1 Análises faciológicas e estratigráficas em afloramentos.....	17
5.2 Análise de paleocorrentes	18
5.3 Análise em dados de subsuperfície	19
6 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	20
6.1 Fácies sedimentares.....	20
6.2 Associações de fácies	25
6.3 Análise de paleocorrentes	40
6.3.1 PALEOCORRENTES NA ASSOCIAÇÃO DE FÁCIES 2	41
6.3.2 PALEOCORRENTES NA ASSOCIAÇÃO DE FÁCIES 3	42
6.4 Análise em dados de subsuperfície	44
7 CONCLUSÕES	50
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	52

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer ao professor Dr. Claudio Limeira Mello e ao geólogo Dr. Renato Rodriguez Cabral Ramos, pela orientação, aos ensinamentos adquiridos, pelos conselhos e pela amizade.

À ANP, agradeço pela concessão da bolsa de iniciação científica do Programa de Recursos Humanos 18 sob a coordenação dos professores Cláudio Bettini e Leonardo Borghi, no período de 2002 à presente data, que tornaram possível manter minhas atividades acadêmicas ao longo destes anos.

À geóloga Ana Paula Albuquerque meus sinceros agradecimentos pela ajuda, comentários sobre o trabalho, conselhos e dúvidas esclarecidas.

Meus agradecimentos por estes anos de bom convívio ao pessoal da sala J2-23: Paula, Helen, Raphael, Leonardo, Isabela, Fábio, Érick, Duarte, Rute, Tom e Freddy.

Aos meus amigos da turma de 1999: Antônio, Beto, Diogo, Igor, Rafael, Juliano, Reginaldo, Carol, Camila, Marcelle, e a Paula e Helen que eu já citei no parágrafo anterior.

À galera do Ap. 402: Léo, Vitor, Carlos Eduardo, Robson e Pablo.

Finalmente devo agradecer à minha família, por toda a confiança e apoio que tem demonstrado ao longo destes cinco anos e a Deus.

Muito Obrigado!!!

**RESUMO DA MONOGRAFIA APRESENTADA AO CURSO DE GRADUAÇÃO EM
GEOLOGIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO, COMO
REQUISITO OBRIGATÓRIO DA DISCIPLINA “TRABALHO FINAL DE CURSO”**

Análise Estratigráfica da Formação Resende: caso de estudo de uma sequência *rift*
na bacia de Resende, RJ

Marcel de Souza Romero Sanson

RIO DE JANEIRO, FEVEREIRO DE 2004

ORIENTADOR: Claudio Limeira Mello

CO-ORIENTADOR: Renato Rodriguez Cabral Ramos

SETOR: Paleontologia e Estratigrafia

A bacia de Resende, localizada no sudoeste do Estado do Rio de Janeiro, insere-se no segmento central do *Rift* Continental do Sudeste do Brasil (RCSB), que constitui uma importante feição geotectônica, de aproximadamente 900 km, que se estende desde o Estado do Paraná até o Estado do Rio de Janeiro, na área emersa adjacente à bacia de Santos. Sabe-se que a gênese do RCSB, ocorrida no Eoceno-Oligoceno, está diretamente relacionada com a evolução da margem oceânica, admitindo-se que a origem deste *rift* está relacionada a mecanismos similares aos responsáveis pela formação dos *rifts* cretáceos da bacia de Santos, ainda pouco conhecidos. Este trabalho refere-se a uma análise da sequência mais importante do preenchimento desse *rift* na bacia de Resende (Formação Resende). Neste estudo, foi efetuado o levantamento de dados faciológicos e estratigráficos de superfície, integrando-os a dados de subsuperfície, através de poços para água subterrânea, e com o modelo gravimétrico da bacia de Resende. Foram caracterizadas três associações de fácies. A associação de fácies 1 caracteriza-se por apresentar conglomerados, arenitos apresentando matriz lamosa e lamitos arenosos, relacionados a porções proximais de leques aluviais. A associação de fácies 2, representada por lamitos arenosos e arenitos lamosos, relaciona-se a depósitos distais de leques aluviais, intercalados a arenitos depositados por canais fluviais entrelaçados. A associação de fácies 3 é caracterizada por arenitos relacionados a

um sistema fluvial entrelaçado. Com base na análise do mapa gravimétrico da bacia, foram delimitados os principais depocentros, individualizados por um alto estrutural central (Alto Estrutural de Resende), com orientação NNW-SSE. Considerando o mapa de distribuição das sucessões terciárias aflorantes e os dados de subsuperfície, conclui-se que a associação de fácies 1 ocorre nas proximidades da borda norte da bacia de Resende. A associação de fácies 2 distribui-se ao longo de toda a bacia, apresentando paleocorrentes com sentido para SE, sendo relacionada às porções distais aos depósitos da associação de fácies 1. A associação de fácies 3 tem ocorrência, predominantemente, na parte leste da bacia, apresentando paleocorrentes com sentido para NE, sendo caracterizada como um sistema fluvial que fluía axialmente na bacia. O setor leste é diferenciado da parte oeste da bacia por apresentar um depocentro mais desenvolvido e por apresentar, em subsuperfície, espessos pacotes de sedimentos argilosos, relacionados a uma possível sedimentação lacustre neste depocentro da bacia. Neste trabalho, acredita-se na hipótese de que a região central da bacia de Resende, na época da sedimentação inicial, já deveria corresponder a uma feição topograficamente mais elevada em relação às regiões adjacentes.

**ABSTRACT OF THE MONOGRAPH PRESENTED TO THE UNDERGRADUATE
COURSE OF GEOLOGY OF THE FEDERAL UNIVERSITY OF RIO DE JANEIRO
AS OBLIGATORY FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS OF THE DISCIPLINE
“TRABALHO FINAL DE CURSO”**

Stratigraphic Analysis of the Resende Formation: study case of a rift sequence in the
Resende basin, RJ

Marcel de Souza Romero Sanson

RIO DE JANEIRO, FEBRUARY OF 2004

SUPERVISOR: Claudio Limeira Mello

CO- SUPERVISOR: Renato Rodriguez Cabral Ramos

SECTOR: Paleontology and Stratigraphy

The Resende basin is located on the southernmost part of the State of Rio de Janeiro. It is inserted in the central segment of the Continental Rift of Southeastern Brazil (RCSB), an approximately 900 km long geotectonic feature which extends itself from the State of the Paraná to the State of Rio de Janeiro, on the continental area adjacent to the Santos basin. The genesis of the RCSB, during Eocene-Oligocene, is directly related to the evolution of the oceanic margin. The mechanisms that produced the RCSB are probably similar to the ones responsible for the formation of Cretaceous rifts of the Santos basin, still little known. The present work aimed at investigating the most important stratigraphic sequence in the Resende basin (Resende Formation). Sedimentary facies were described and outcrop stratigraphic data were integrated to subsurface data (wells drilled for groundwater) and to the gravimetric model. Three facies associations were characterized. Conglomerates, sandstones with muddy matrix and mudstones characterize the facies association 1, related to the proximal portions of alluvial fans. Sandy mudstones and muddy sandstones characterize the facies association 2, related to distal braided fluvial channels of alluvial fans. Sandstones related to a braided fluvial system characterize the facies association 3. Two major depocenters were identified through the analysis of the gravimetric map. They are delimited by one central structural high (Resende Structural High), NNW-SSE oriented. The analysis of the superficial distribution of the Tertiary deposits and the subsurface data demonstrate

that the facies association 1 occurs at the northern border of the basin. The facies association 2 distributes throughout the basin, presenting paleocurrents oriented toward SE, corresponding to distal deposits similar to the facies association 1. The facies association 3 predominantly occurs at the eastern part of the basin, presenting paleocurrents oriented toward NE, characterizing an axial fluvial system. The eastern part of the Resende basin presents a more developed depocenter in comparison with the western part. Through the analysis of wells drilled for groundwater, thick packages of argillaceous sediments, supposed related to lacustrine sediments, were identified in the eastern depocenter. The present work assumes the hypothesis that the central region of the Resende basin would have corresponded to a topographically raised feature at the time of the initial sedimentation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Localização da bacia de Resende no Estado do Rio de Janeiro.....	4
Figura 2: Contexto geológico regional do Rift Continental do Sudeste do Brasil (modificado de Melo et al. 1985b).	5
Figura 3: Estruturação tectônica da área de estudo (modificado de Valeriano & Heilbron, 1993).	6
Figura 4: Modelo evolutivo para a margem continental do sudeste brasileiro (Asmus & Ferrari, 1978).	8
Figura 5: Seqüência de eventos evolutivos na implantação do RCSB (Riccomini, 1989).	9
Figura 6: Coluna litoestratigráfica e tectônica da região compreendida entre Cruzeiro (SP) e Itatiaia (RJ), segundo Salvador & Riccomini (1995).	11
Figura 7: Estruturação da margem continental do sudeste do Brasil (compilado a partir de Mello et al., 1985b e Meisling et al., 2001).	13
Figura 8: Quadros estratigráficos da bacia de Resende elaborados por vários autores (modificado de Ramos, 2003).....	16
Figura 9: Figura de localização das seções estratigráficas estudadas.....	18
Figura 10: Visão geral de ruditos grossos, mal selecionados e suportados por matriz lamosa, na seção Leque de Penedo, no início da estrada para Visconde de Mauá.	21
Figura 11: Arenito com estratificação cruzada acanalada, em corte localizado no km 307,7 da Via Dutra, no sentido Rio-São Paulo (seção tipo da Formação Resende).	23
Figura 12: Aspecto do arenito com muita matriz lamosa. Residencial Limeira, município de Resende.....	24
Figura 13: Aspecto do lamito arenoso. Residencial Limeira, município de Resende.....	25
Figura 14: A) Seção Leque de Penedo, no início da estrada para Visconde de Mauá, a aproximadamente 100 m após o trevo para a entrada para a localidade de Penedo, município de Itatiaia, RJ. B) Reconstituição estratigráfica da seção Leque de Penedo (modificado de Ramos, 2003).....	27
Figura 15: Perfil faciológico vertical da seção Leque de Penedo (Ramos, 2003).....	28
Figura 16: Modelo de leque aluvial, modificado de Miall (1996).....	29

- Figura 17: A) Seção tipo da Formação Resende. Via Dutra, km 307,7 sentido RJ-SP. B) Reconstituição estratigráfica e perfil faciológico da seção tipo da Formação Resende (modificado de Ramos, 2003).31
- Figura 18: Perfil faciológico realizado na seção da Ferrovia do Aço, na Ferrovia do Aço, no corte em frente à estação P2-13, próximo a Quatis.32
- Figura 19: Panorama da área de empréstimo ao lado da fábrica de vidros Guardian, no município de Porto Real, RJ.33
- Figura 20: A) Seção localizada na área de empréstimo ao lado da fábrica de vidros Guardian, no município de Porto Real, RJ. B) Seção e perfil estratigráfico da Formação Resende na área de empréstimo ao lado da fábrica de vidros Guardian (modificado de Ramos, 2003)34
- Figura 21: Modelo arquitetural de rio entrelaçado cascalhoso com contribuição de fluxos gravitacionais de sedimentos, segundo Miall (1996).35
- Figura 22: Afloramento da "Ponte dos Arcos", típico da associação de fácies 3.36
- Figura 23: A) Seção MOD-10, localizada na estrada Quatis-Amparo, em direção a estação P2-13 da Ferrovia do Aço, município de Quatis. B) Reconstituição estratigráfica da seção MOD-1037
- Figura 24: Perfil estratigráfico composto realizado ao longo da seção MOD-10.38
- Figura 25: Perfil estratigráfico da sucessão fluvial aflorante na Ponte dos Arcos, Via Dutra, município de Porto Real (modificado de Ramos, 2003).39
- Figura 26: Modelo arquitetural de um rio entrelaçado perene arenoso, com afogamentos episódicos, segundo Miall (1996).40
- Figura 27: Mapa geológico da bacia de Resende (modificado de Ramos, 2003), com a localização das seções estudadas e das rosetas de paleocorrentes referentes às associações de fácies 2 e 3.43
- Figura 28: Mapa geológico da bacia de Resende (Ramos, 2003) e modelo gravimétrico (Escobar, 1999), com a delimitação das principais feições que compartimentam a bacia e a localização dos poços e dos afloramentos estudados.46
- Figura 30: Perfis litológicos elaborados com base na descrição de poços para água subterrânea. Os poços 41 e 4 estão situados no depocentro Penedo; os poços 101 e 100-5 estão localizados no depocentro Porto Real; o poço 21 está situado sobre o alto estrutural central de Resende.49

1 INTRODUÇÃO

O sudeste do Brasil tem sido alvo de vários estudos sobre a evolução geológica durante o Mesozóico-Cenozóico, em especial na região continental emersa adjacente à bacia de Santos. Nessa região, insere-se um notável conjunto de bacias tafrogênicas cenozóicas, definido por Almeida (1976) como “Sistema de *Rifts* da Serra do Mar”, posteriormente denominado por Riccomini (1989) de “*Rift* Continental do Sudeste do Brasil” (RCSB).

O RCSB constitui o principal exemplo de *rift* de idade terciária em região emersa no Brasil. Dentro do conjunto de bacias que compõem a estrutura do RCSB, está situada, no seu segmento central, a bacia sedimentar de Resende, área de interesse do presente estudo, que, junto com a bacia de Taubaté, compreende a região mais bem estudada sobre a evolução do RCSB e sua relação com a margem continental do sul e sudeste do Brasil.

Sabe-se que a maior parte da produção de petróleo do Brasil provém das bacias de Campos e Santos, situadas na margem continental sul/sudeste do Brasil, e que estas mantêm uma íntima relação com a sua área emersa adjacente. Admite-se que as bacias que compõem o RCSB têm sua gênese relacionada à evolução geológica da bacia de Santos (Macedo, 1989). Conseqüentemente, os fenômenos formadores das bacias do RCSB e responsáveis pelo seu preenchimento inicial também devem ter-se manifestado nas bacias situadas na porção oceânica, podendo gerar estruturas favoráveis à acumulação de hidrocarbonetos, como também ensejar sua migração.

A área em estudo trata-se de uma bacia *rift*, caracterizada como um hemigráben. Bacias desse tipo caracterizam-se por uma estruturação de blocos falhados e um preenchimento sedimentar associado a sistemas deposicionais aluviais e lacustres. Nas bacias da margem oriental brasileira, as rochas geradoras estão associadas ao intervalo *rift* de sua evolução (Ponte *et al.*, 1978).

Recentemente, estudos geofísicos no âmbito do Projeto MODESTHI (FINEP/PADCT-III) forneceram dados de subsuperfície, através da confecção de um modelo gravimétrico para a bacia de Resende (Escobar, 1999). Ao elaborar o modelo gravimétrico para a região, este autor estima que as espessuras máximas

para os depósitos sedimentares são de aproximadamente 550 metros para a parte leste da bacia e da ordem de 350 metros para a parte oeste.

Paralelamente a esses estudos geofísicos, foram realizados trabalhos no intuito de melhor elucidar o preenchimento sedimentar e a geologia estrutural, assim como a evolução da bacia de Resende (Albuquerque, 2001; Ramos, 2003). Entre os resultados obtidos por esses estudos, Ramos (2003) caracteriza uma calha de estiramento, possivelmente formada devido a uma subsidência tectônica, anterior à formação do hemigráben. A Formação Quatis representaria o registro desta fase evolutiva inicial, sendo a Formação Resende o registro da instalação do hemigráben. Para este autor, as bacias sedimentares que compõem o RCSB somente teriam uma conexão por um sistema fluvial pretérito, encaixado em alinhamentos pré-cambrianos, descartando a hipótese de uma conexão física entre as bacias.

O trabalho aqui apresentado compreende atividades relacionadas a uma análise integrada da estratigrafia e do mapa gravimétrico da bacia de Resende.

2 OBJETIVOS

Este trabalho teve como objetivo realizar uma análise estratigráfica e faciológica do principal intervalo do preenchimento sedimentar da bacia de Resende (Formação Resende), discutindo sua relação com a evolução tectono-sedimentar da bacia, como exemplo de uma bacia do tipo *rift*. Para alcançar o objetivo proposto, foram consideradas as seguintes metas:

- integração dos dados estratigráficos (Ramos, 2003) aos dados gravimétricos levantados por Escobar (1999);
- associação de dados estratigráficos de superfície e subsuperfície (poços para água subterrânea) e dados de paleocorrentes.

3.1 Localização e Acessos

A bacia sedimentar de Resende está situada na região do médio vale do rio Paraíba do Sul, no sudoeste do Estado do Rio de Janeiro (figura 1). É uma bacia alongada na direção ENE-WSW, com cerca de 50 km de extensão e largura média de 6 km.

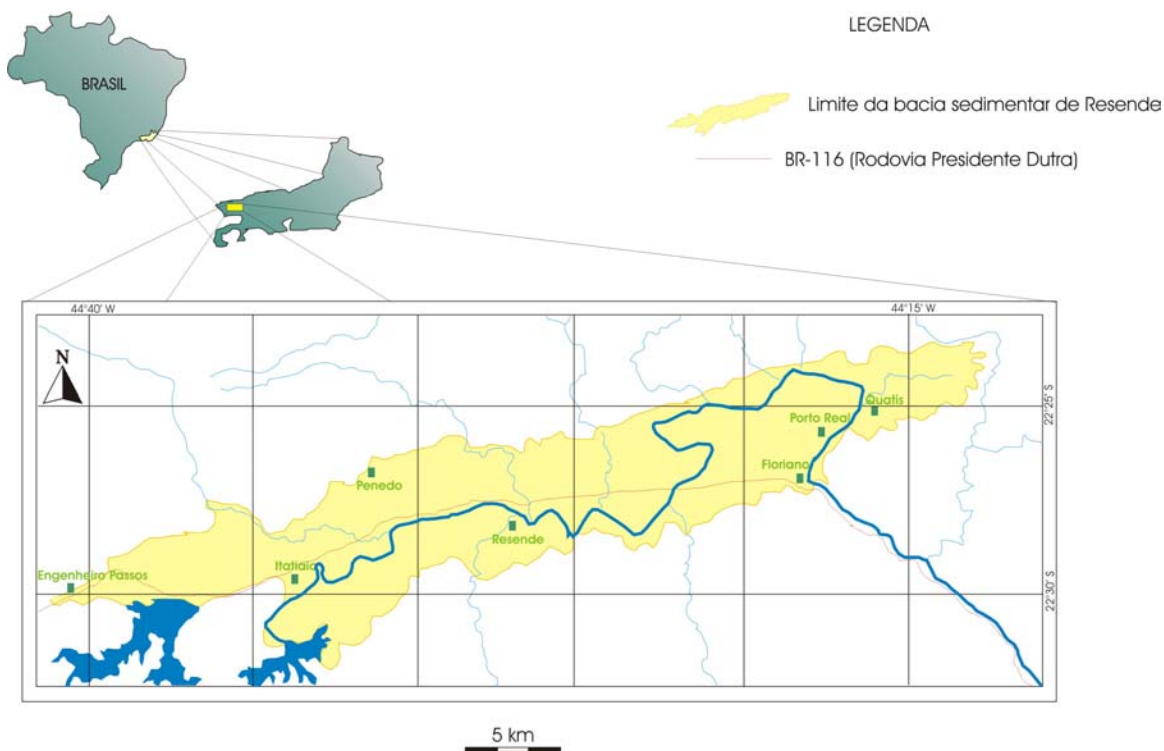


Figura 1: Localização da bacia de Resende no Estado do Rio de Janeiro.

A principal via de acesso à área de estudo é a rodovia Presidente Dutra (BR-116), que atravessa a maior parte da bacia de Resende na direção E-W, ao longo do seu eixo maior, entre Floriano e Engenheiro Passos. Situadas na área desta bacia estão as cidades de Engenheiro Passos, Itatiaia, Penedo, Floriano, Porto Real, Quatis e Resende, que constitui o principal centro populacional na área.

3.2 Geologia Regional

A bacia de Resende, como todo o RCSB, está inserida no segmento central da Faixa Móvel Ribeira (figura 2), que se caracteriza por rochas pré-cambrianas deformadas e metamorizadas durante a orogênese Brasiliana (Hasui *et al.*, 1975).

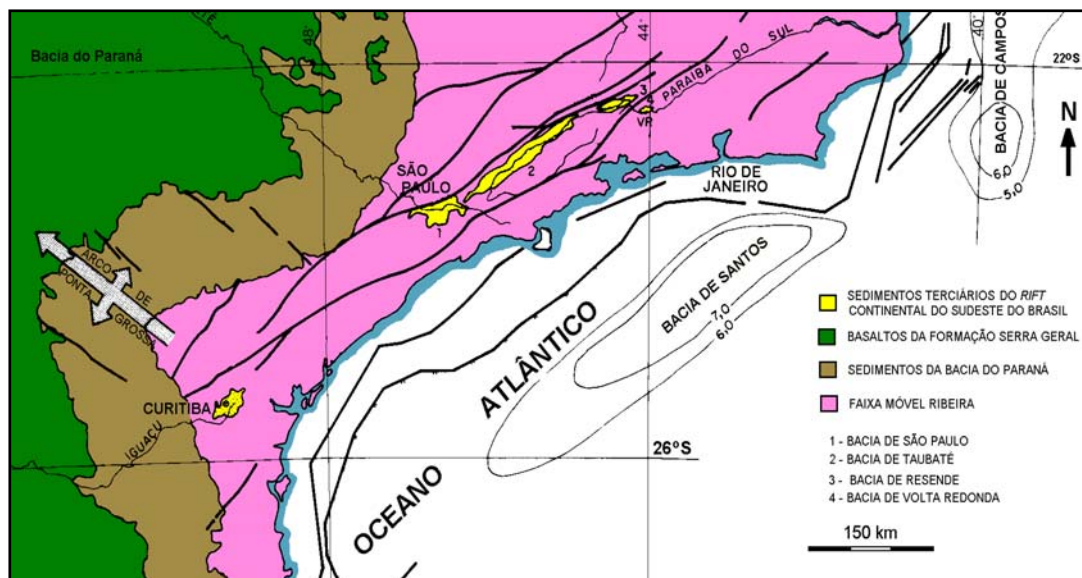


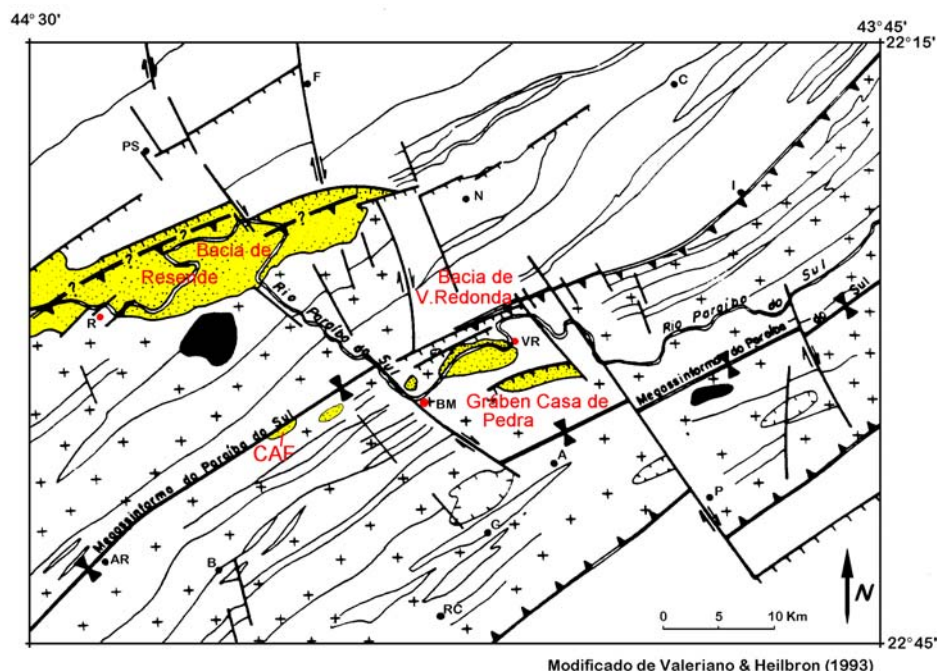
Figura 2: Contexto geológico regional do Rift Continental do Sudeste do Brasil (modificado de Melo *et al.* 1985b).

Na região do médio vale do rio Paraíba do Sul, a Faixa Ribeira apresenta um contato tectônico em forma de um empurrão basal do Domínio Paraíba do Sul sobre o Domínio Juiz de Fora (figura 3). O limite entre os dois domínios ocorre sob a bacia de Resende, de modo que a sul desta bacia afloram metassedimentos do Complexo Paraíba do Sul e ortognaisses intrusivos e, a norte, aflora a intercalação tectônica entre metassedimentos do Grupo Andrelândia e seu embasamento ortognáissico, inclusive com rochas granulíticas (Valeriano & Heilbron, 1993). Este limite tectônico está deslocado dextralmente pela Zona de Transtensão de Volta Redonda (Valeriano & Heilbron, 1993 - figura 3), com orientação NNW/NW, na parte leste da bacia de Resende.

Almeida & Ebert (2003), com base em estudos gravimétricos, reconheceram uma outra faixa de deslocamento com orientação NNW-NW que passa a oeste e sul da bacia de Resende, denominada Zona de Transtensão do Funil, definida por um lineamento que separa abruptamente áreas de diferentes espessuras crustais.

Na região afloram rochas gnáissicas, milonitos, quartzitos e anfibolitos, rochas ígneas, como granitos e pegmatitos, além de migmatitos com estruturas variadas (Riccomini *et al.* 1987). Essas rochas são cortadas por falhas transcorrentes de

direção E/NE, de idade cambro-ordoviciano, e por juntas subverticais que se originaram durante o Ciclo Brasileiro, configurando quatro famílias: uma paralela/subparalela, outra normal/subnormal e duas oblíquas à foliação das rochas metamórficas (Hasui *et al.*, 1982 *apud* Melo *et al.*, 1985b).



LEGENDA

	Sedimentos terciários		Falha normal		Áreas deprimidas
	Intrusões alcalinas		Falha transcorrente		
	Domínio tectônico Paraíba do Sul		Empurrão basal do DTPS		
	Domínio tectônico Juiz de Fora		Zona de charneira da Megassinforma do Paraíba do Sul		
			Contato litológico		

CAF – bacia do Cafundó; R – Resende; N – Nossa Senhora do Amparo; I – Ipiabas; VR – Volta Redonda; BM – Barra Mansa; B – Bananal; AR – Arapeí; RC – Rio Claro; G – Getulândia; A – Arrozal; P – Pirai; C – Conservatória; F – Falcão; PS – Pedra Selada.

Figura 3: Estruturação tectônica da área de estudo (modificado de Valeriano & Heilbron, 1993).

Rochas alcalinas intrusivas, sob a forma de grandes maciços (Itatiaia, Passa Quatro e Morro Redondo), foram originadas por manifestações magmáticas mesozóicas e situam-se nos arredores da bacia de Resende (Riccomini *et al.*, 1987).

O preenchimento sedimentar da bacia de Resende caracteriza-se por sucessões de sedimentos terciários e sedimentos quaternários pleistocênicos e holocênicos em discordância litológica sobre o embasamento.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo tem como objetivo a elaboração de uma síntese dos trabalhos sobre a evolução tectônica e sedimentar do *Rift* Continental do Sudeste do Brasil, com ênfase maior no que diz respeito à bacia de Resende. Aspectos da evolução das bacias marginais no Cenozóico também são abordados.

4.1 Tectônica e Estratigrafia do *Rift* Continental do Sudeste do Brasil

Os primeiros trabalhos que vieram contribuir para o estabelecimento de um quadro geral da evolução mesozóico-cenozóica na região emersa adjacente à bacia de Santos foram elaborados na década de 1970. Almeida (1976) denomina essa região como “Sistema de *Rifts* da Serra do Mar”, definido como um importante sistema de bacias tafrogênicas continentais (São Paulo, Taubaté, Resende e Volta Redonda), alinhadas segundo uma orientação E/NE, relativamente concordante com a linha da costa do sudeste do Brasil.

Com base na literatura, discute-se a origem desta feição geotectônica, no Eoceno-Oligoceno, segundo dois modelos distintos, relacionados aos estágios tardios de abertura do Oceano Atlântico: (a) o modelo mais difundido, introduzido por Almeida (1976), interpreta a evolução inicial do RCSB através de um regime distensivo, culminando em hemi-grábens isolados posteriormente por eventos tectônicos transcorrentes; (b) um segundo modelo, proposto por Zalán (1986), considera que a feição teria se originado por movimentos transtensionais, e sugere um modelo de bacia *pull-apart*.

Asmus & Ferrari (1978) propõem um modelo evolutivo para a margem continental sudeste brasileira, admitindo que um provável basculamento de blocos na área continental estaria associado a uma reativação tectônica, no Terciário, ao longo de zonas de fraquezas pré-cambrianas, em resposta a um desequilíbrio isostático após a instalação da bacia de Santos. Em decorrência da subsidência da área marinha, teria ocorrido uma contínua ascensão da porção continental, que passou a sofrer intensa erosão. As reativações tectônicas se aproveitaram de estruturas pré-existentes e levaram à configuração de uma morfologia de blocos elevados, basculados em direção ao continente e rebaixados em direção ao Oceano Atlântico. Entre os blocos elevados, surgiram regiões deprimidas, que foram preenchidas pela sedimentação cenozóica, em particular na região do médio vale do rio Paraíba do Sul (figura 4).

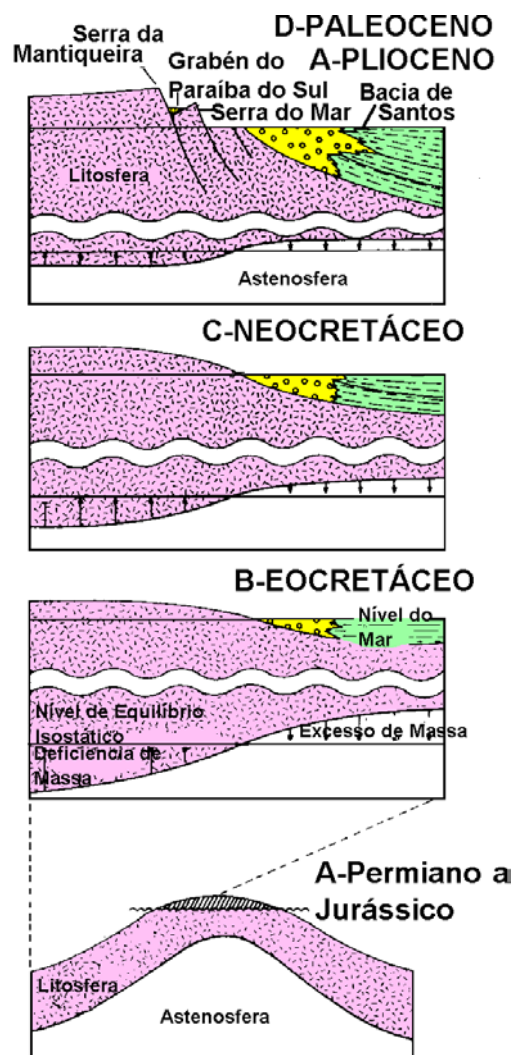


Figura 4: Modelo evolutivo para a margem continental do sudeste brasileiro (Asmus & Ferrari, 1978).

Macedo (1989) propõe que a formação das bacias tafrogênicas do sudeste do Brasil teria se estabelecido em resposta à subsidência termal da bacia de Santos, gerando um basculamento da plataforma e na região emersa adjacente. Fernandes (1993), estudando a bacia de Taubaté, corrobora a idéia de que essas bacias teriam se originado por movimentos distensivos, em virtude da caracterização de zonas de transferência.

Melo *et al.* (1985b), com base em trabalhos realizados pelo IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo), apontam uma série de características que sugerem uma possível ligação geográfica entre as bacias que compõem o segmento central do RCSB no passado. Entre tais características, destacam-se: (1) a presença das mesmas fácies sedimentares nas bacias; (2) as bacias são assimétricas, em forma de hemi-grábens, basculadas para NW; e (3) evidência de atividade tectônica

sin- e pós-sedimentar. Mediante essas evidências, Riccomini (1989) reuniu esse conjunto de bacias em substituição ao termo Sistema de *Rifts* da Serra do Mar, de Almeida (1976), definindo o *Rift* Continental do Sudeste do Brasil (RCSB), constituindo uma feição tectônica alongada e deprimida, desenvolvida entre as cidades de Curitiba (PR) e Niterói (RJ), com cerca de 800 km de extensão.

Segundo Riccomini (1989), a origem da depressão inicial, formadora do RCSB, ocorreu no Eoceno-Oligoceno, provavelmente relacionada a um campo de esforços extensionais NNW-SSE, gerados pelo basculamento termomecânico da bacia de Santos. Esses esforços proporcionaram a reativação de zonas de cisalhamento pretéritas de direção ENE-WSW, formando hemi-grábens, que foram preenchidos por grande quantidade de sedimentos. Esse mesmo autor atribuiu uma série de eventos tectônicos/neotectônicos para o segmento central do RCSB (figura 5), que se estende desde a bacia de São Paulo até a bacia de Volta Redonda, passando pelas bacias de Taubaté e Resende.

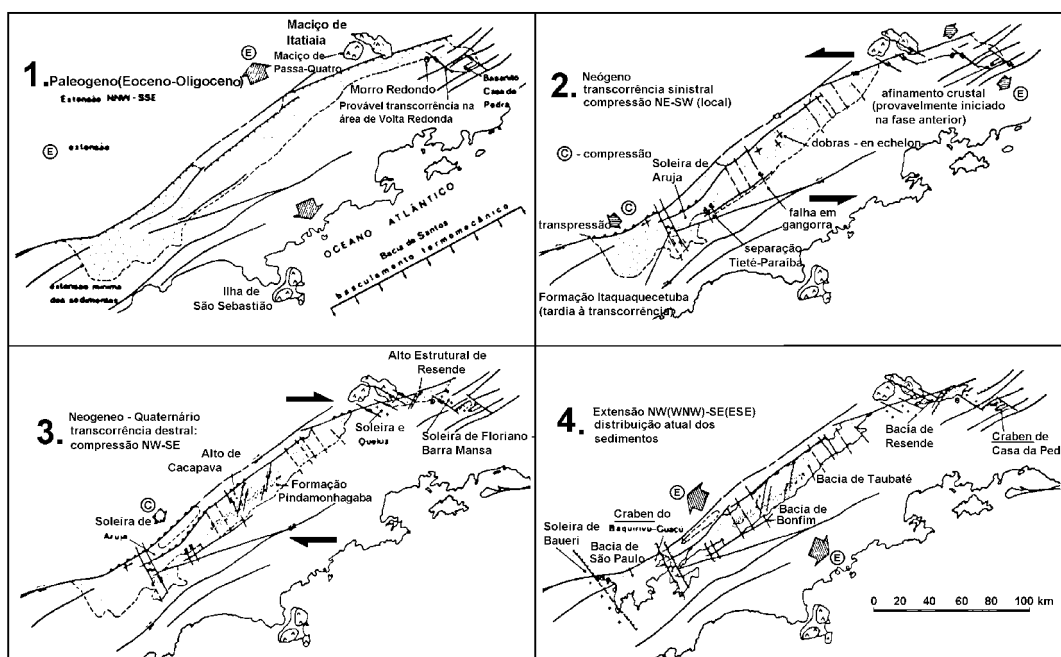


Figura 5: Sequência de eventos evolutivos na implantação do RCSB (Riccomini, 1989).

O preenchimento vulcano-sedimentar decorrente da primeira fase tectônica é denominado Grupo Taubaté, e compreende sedimentos de um sistema de leques aluviais associados a uma planície fluvial de rios entrelaçados, representados por depósitos conglomeráticos e arenosos intercalados com lamitos, denominados de Formação Resende. Sedimentos lacustres, essencialmente argilosos, por vezes apresentando níveis carbonáticos e folhelhos pirobetuminosos, caracterizam a

Formação Tremembé e, por fim, sedimentos que denotam uma intercalação de arenitos e lamitos, típicos de um sistema fluvial meandrante, que correspondem à Formação São Paulo. Concomitantemente à deposição da Formação Resende, ocorreram derrames de lavas ultrabásicas na região denominada “Gráben da Casa de Pedra”, na bacia de Volta Redonda, com datações K-Ar em aproximadamente 43 Ma (Riccomini *et al.*, 1983).

Uma segunda fase tectônica teria ocorrido no final do Oligoceno, caracterizada por um regime de transcorrência sinistral de direção E-W, afetando os depósitos do Grupo Taubaté. Essa fase teria sido a responsável pela formação de soleiras que separam as bacias e pela formação de bacias do tipo *pull-apart*, resultando em um preenchimento sedimentar do tipo fluvial entrelaçado, que corresponde à Formação Itaquaquecetuba, na região homônima.

Na região central da bacia de Taubaté, Riccomini (1989) identificou depósitos característicos de um sistema fluvial meandrante dispostos discordantemente sobre as unidades pertencentes ao Grupo Taubaté, denominando-os Formação Pindamonhangaba.

Após um período de quiescência tectônica, uma terceira fase tectônica se implantou na região durante o Pleistoceno, caracterizada por um regime de transcorrência dextral E-W, com compressão NW-SE associada. Essa fase seria a responsável pelo surgimento de novas soleiras, como o Alto Estrutural de Resende e o de Caçapava, e também pela configuração atual das bacias.

A quarta fase identificada por Riccomini (1989) corresponde a uma extensão NW(WNW)-SE(ESE), de idade holocênica, que afetou os depósitos de baixos terraços da rede de drenagem do rio Paraíba do Sul.

Salvador & Riccomini (1995, figura 6), estudando a região do alto estrutural de Queluz, identificaram uma quinta fase tectônica, que possui um caráter compressivo de direção E-W.

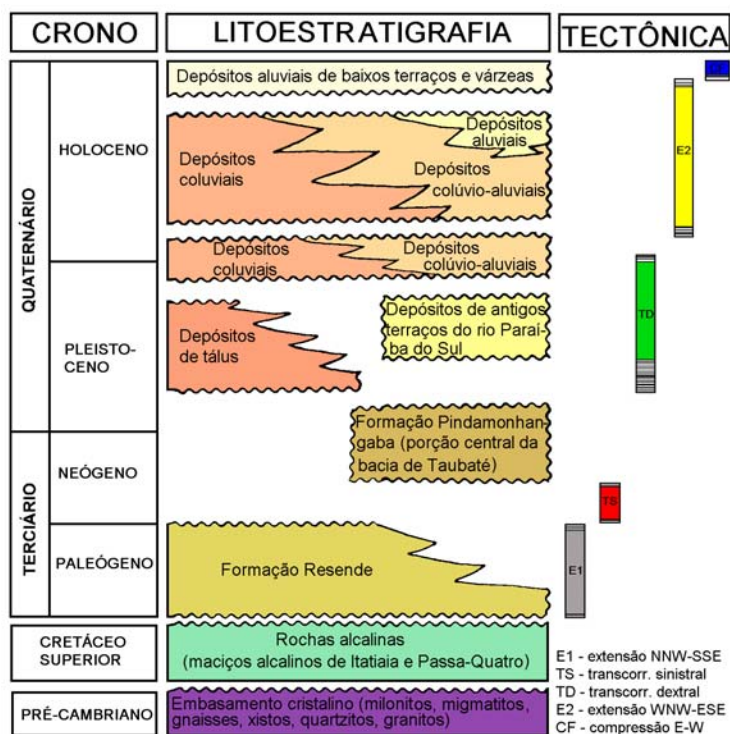


Figura 6: Coluna litoestratigráfica e tectônica da região compreendida entre Cruzeiro (SP) e Itatiaia (RJ), segundo Salvador & Riccomini (1995).

4.2 O RCSB e a área oceânica adjacente

O embasamento da bacia de Santos possui características estruturais que indicam tratar-se de um prolongamento para a área oceânica de rochas granito-gnáissicas em blocos crustais anastomosantes do Cinturão Ribeira, situados na área continental emersa adjacente. Estes se mostraram tectonicamente ativos durante a evolução dessa bacia (Pereira & Macedo, 1990; Macedo, 1989).

Segundo Macedo (1989), a posição da bacia em relação ao pólo de abertura induziu particularidades na deposição dos sedimentos durante a fase *rift* em relação à margem como um todo. Anomalias termais de soerguimento anteriores ao rifteamento formador das bacias marginas modificaram o comportamento da litosfera na região que corresponde nos dias atuais à bacia de Santos, resultando em uma área deformada, conhecida como platô de São Paulo, cuja gênese ainda provoca controvérsias. Segundo Macedo (1990), o Cretáceo é marcado por uma transgressão ao longo da margem oceânica que não se manifestou na área que corresponde à bacia de Santos, pois sua região emersa adjacente sofreu um considerável soerguimento, compensando a tendência de subida do nível do mar nessa região, resultando em uma enorme entrada de sedimentos continentais para a bacia de Santos. Esse soerguimento propiciou a formação de área fonte para a

deposição de sedimentos clásticos que correspondem à Formação Santos, de idade neocretácea, constituída por uma espessa sedimentação em ambiente eminentemente continental, indicando a importância do relevo surgido com o soerguimento (Almeida & Carneiro, 1998; Macedo, 1990). A continuação da progradação desses sedimentos para a bacia de Santos no Terciário, esses passaram a ter uma granulometria predominantemente mais fina, em resposta à captura da sedimentação mais grossa pelo rio Paraíba do Sul, ocorrida no Oligoceno, que até os dias atuais deságua na bacia de Campos (Macedo, 1990). Essa é a razão pela qual a sedimentação terciária na bacia de Campos é mais desenvolvida que na bacia de Santos.

Com a continuação das extensões diferenciais da crosta continental durante a fase *rift* da evolução do Oceano Atlântico, favoreceu-se a implantação de zonas de transferência com orientação E-W (zonas de Transferência do Rio de Janeiro, de Curitiba e de Florianópolis). Essas zonas constituem importantes faixas de recorrência de processos tectônicos tanto na área marinha quanto na continental, tais como eventos vulcânicos de várias naturezas, implantação de hemi-grábens encaixados nas falhas NE (bacias de Taubaté, Resende, Volta Redonda, etc.), além de favorecerem a migração de hidrocarbonetos nas bacias marinhas (Macedo, 1990).

A estruturação tectônica do RCSB, caracterizada por uma orientação principal ENE-WSW, segmentada por importantes estruturas transversais, pode ser correlacionada com a da área oceânica adjacente, em especial a bacia de Santos, também apresentando uma estruturação principal ENE-WSW, segmentada por estruturas transversais com orientação NW (zonas de transferência, de acordo com Meisling *et al.*, 2001 – figura 7).

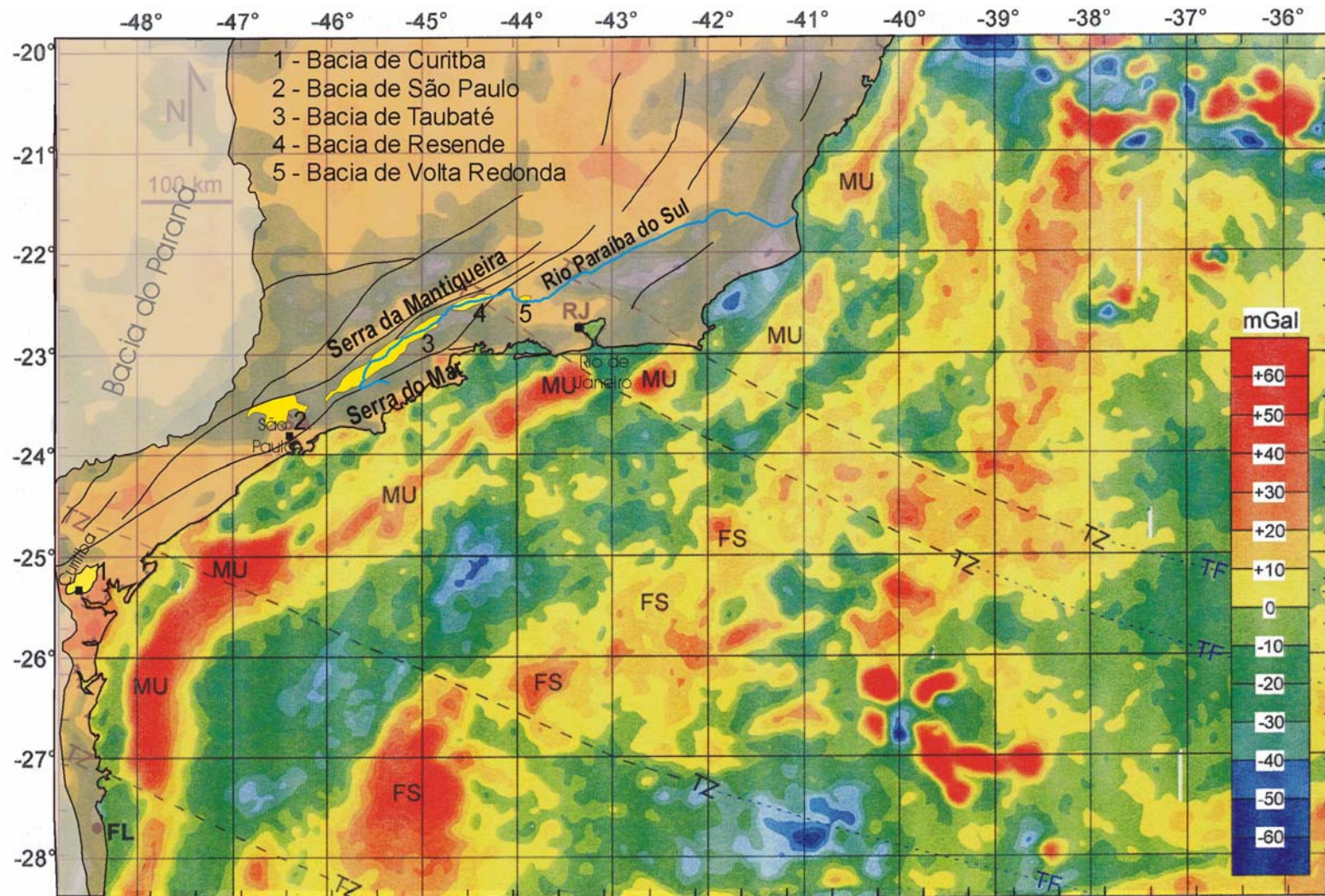


Figura 7: Estruturação da margem continental do sudeste do Brasil (compilado a partir de Mello et al., 1985b e Meisling et al., 2001).

4.3 Estratigrafia da bacia de Resende

Lamego (1936, *apud* Ramos, 2003) apresentou o primeiro mapa geológico da bacia de Resende, incluindo observações de campo sobre as sucessões sedimentares terciárias e quaternárias aflorantes e seu embasamento.

Amador (1975) formalizou as primeiras interpretações paleoambientais e paleoclimáticas sobre as sucessões estratigráficas da bacia de Resende. Esse autor denominou os depósitos sedimentares arenosos arcoseanos e lamosos, apresentando cores esverdeadas, como Formação Resende (unidade inferior da bacia), atribuindo idade pliocênica a miocênica e interpretando como um sistema fluvial entrelaçado com planícies de inundação. Definiu também a Formação Floriano (unidade superior), englobando camadas pouco espessas de sedimentos arcoseanos, com estratificações cruzadas e estruturas do tipo *cut and fill* (erosão e preenchimento), e argilosos avermelhados a arroxeados. Ainda de acordo com esse mesmo autor, essa unidade está disposta discordantemente sobre os depósitos da Formação Resende e sobre o seu embasamento cristalino. Esta unidade foi interpretada por Amador (1975) como tendo sido formada por corridas de lama e processos fluviais trativos. Além disso, esse autor estabeleceu membros rudáceos para ambas unidades, representados por depósitos típicos de leques aluviais, próximos ao flanco sul do maciço alcalino de Itatiaia.

Melo *et al.* (1985a), ao revisarem a estratigrafia da bacia de Resende, mantiveram a designação de Formação Resende, mas abandonaram a designação de Formação Floriano. Segundo estes autores, grande parte dos depósitos da Formação Floriano definida por Amador (1975) seria o produto de alterações intempéricas da Formação Resende.

Riccomini (1989), estudando o segmento central do RCSB, identificou duas unidades estratigráficas na bacia de Resende. De acordo com esse autor, a Formação Resende (unidade mais antiga) corresponde a um sistema fluvial entrelaçado com contribuição de depósitos provenientes de fluxos gravitacionais de sedimentos. A uma unidade mais nova, interpretada como um sistema fluvial meandrante, foi atribuída a denominação de Formação São Paulo, por compreender depósitos já identificados na bacia homônima.

Lima & Melo (1994) caracterizaram duas unidades estratigráficas eocênicas: a Formação Resende, compreendendo depósitos típicos de uma planície aluvial de rios entrelaçados, com lamitos associados, interpretados como resultado da sedimentação nas partes distais de leques aluviais; a outra unidade corresponde à Formação Itatiaia, caracterizada por depósitos de leques aluviais proximais. Com base em dados palinológicos, esses autores atribuíram um paleoclima quente e úmido aos dois sistemas deposicionais.

Ramos (1997) propôs nova revisão estratigráfica da bacia de Resende. Foram caracterizadas três unidades distintas: (1) a mais antiga, em discordância com o embasamento, foi denominada Formação Quatis, constituindo-se de conglomerados grosseiramente estratificados, tornando-se mais arenosa e apresentando intraclastos pelíticos e estratificação cruzada no topo; (2) a Formação Resende, compreendendo depósitos de leques aluviais, gerados por fluxos de detritos, denominados pelo mesmo autor como fácies marginal, e depósitos fluviais, mais significativos, denominados de fácies axial; (3) a Formação Itatiaia, caracterizada como depósitos de leques aluviais, apresentando grande quantidade de clastos de rochas alcalinas, e fluviais relacionados, aflorantes na base do maciço de Itatiaia.

Ramos (2003) realizou nova revisão da estratigrafia da bacia, caracterizando três unidades estratigráficas. Para a unidade mais antiga, manteve a denominação de Formação Quatis, interpretada como um sistema fluvial entrelaçado efêmero, dominado por cascalhos, passando a arenoso no topo, tendo-se formado antes do evento principal de formação da bacia. Como Formação Resende, esse autor manteve a já consagrada denominação, atribuindo-lhe subdivisões, chamadas de Membro Itatiaia, correspondendo ao que Ramos (1997) definiu como Formação Itatiaia, e Membro Acácias, correspondendo a um sistema fluvial entrelaçado axial (figura 7). Por último, retomou a designação de Formação Floriano para um sistema fluvial meandrante, formado por depósitos que correspondem a uma fase de estabilidade na bacia (figura 8). Esse último sistema fluvial pode ser associado ao que Riccomini (1989) denominou de Formação São Paulo.

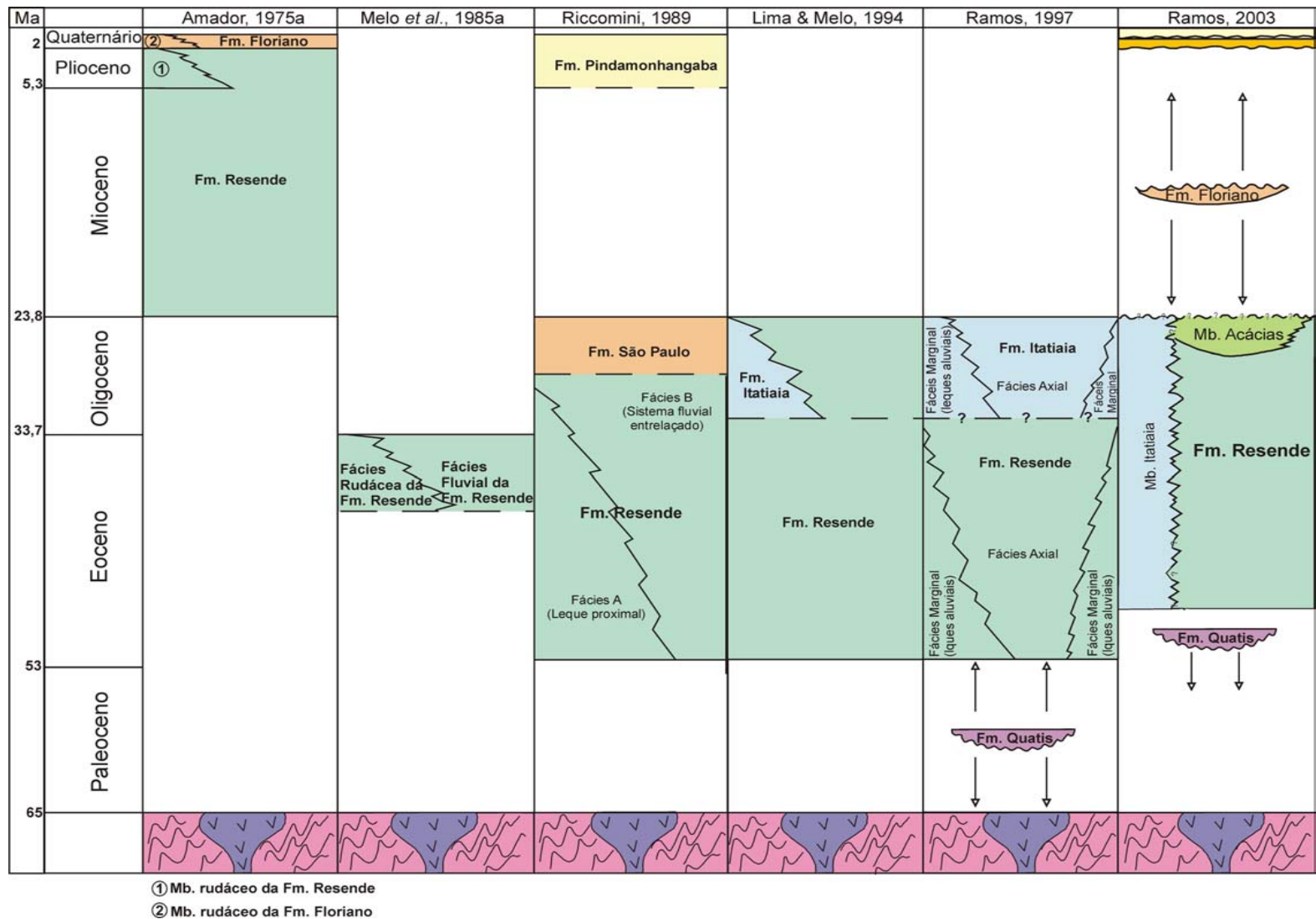


Figura 8: Quadros estratigráficos da bacia de Resende elaborados por vários autores (modificado de Ramos, 2003).

5 METODOLOGIA

As etapas de trabalho aqui desenvolvidas se dividem em atividades de campo e de gabinete, compreendendo essencialmente análises faciológicas e estratigráficas. Algumas etapas visaram especificamente o estudo e interpretação de aspectos de subsuperfície, incluindo a interpretação do modelo gravimétrico da bacia e de poços para água subterrânea.

5.1 Análises faciológicas e estratigráficas em afloramentos

Em campo, após o reconhecimento da área de estudo, foram identificadas fácies sedimentares e sucessões de fácies. Cada fácies foi individualizada com base nos seguintes aspectos: litologia, granulometria, cor, estruturas sedimentares, geometria dos estratos e fósseis. Foram confeccionados perfis faciológicos verticais, representativos das diferentes sucessões de fácies.

Para a melhor representação das sucessões de fácies, foram realizadas reconstituições estratigráficas detalhadas de afloramentos selecionados (Figura 9), com o apoio de fotomosaicos montados a partir de fotografias de 10 x 15 cm. A partir do mosaico de fotografias, foram realizados levantamentos da geometria das camadas presentes e distribuição das fácies, segundo o método *zoom*, o qual estabelece uma análise a partir de uma visão geral do afloramento, onde são percebidas e traçadas suas características mais marcantes, seguida de uma análise mais detalhada, próxima ao afloramento, para o reconhecimento de feições imperceptíveis a uma distância maior.

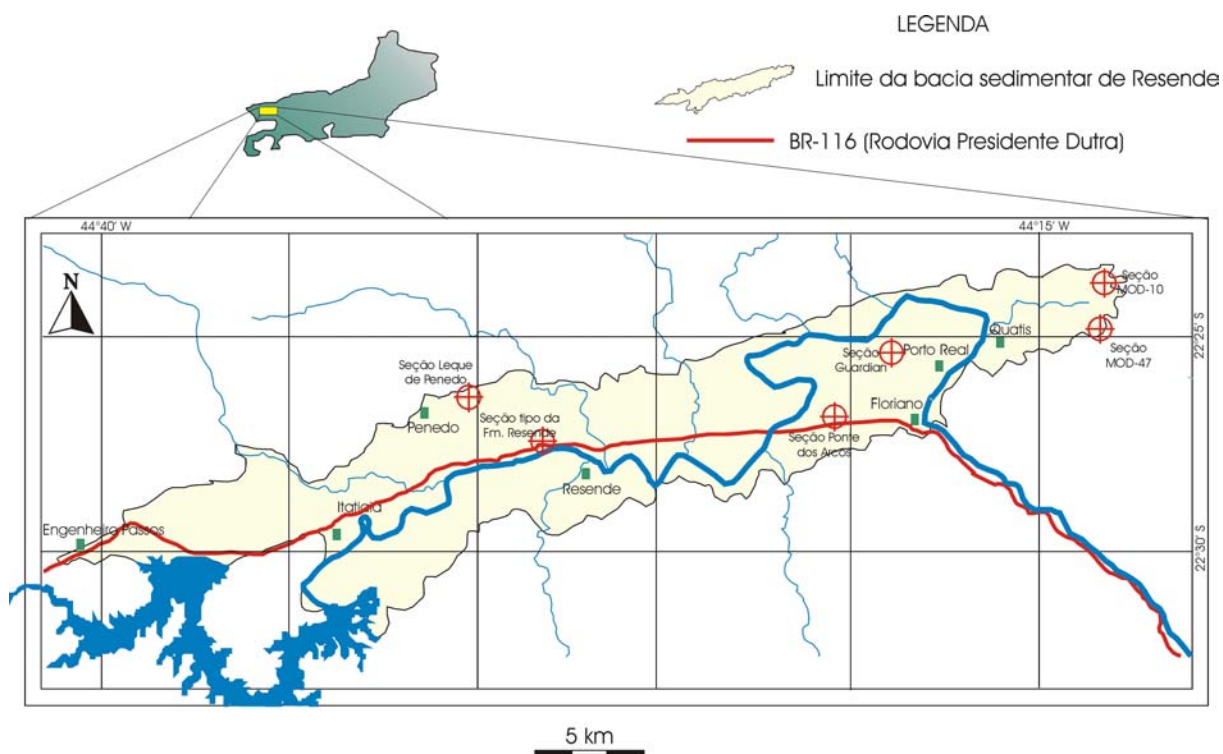


Figura 9: Figura de localização das seções estratigráficas estudadas.

5.2 Análise de paleocorrentes

Foram realizados levantamentos de dados direcionais relativos às paleocorrentes em afloramentos correspondentes às associações de fácies aqui caracterizadas. Tais medições foram realizadas em estruturas de origem primária, tais como estratificações cruzadas ou imbricação de seixos, indicando a direção do paleofluxo.

A partir dos dados obtidos, foram confeccionados diagramas de rosetas, utilizando-se o *software* ROSE, indicando o sentido das paleocorrentes das unidades estudadas. Foi realizada a representação cartográfica dos dados sobre a base geológica elaborada por Ramos (2003).

A importância de tal método se dá pelo fato de poder delimitar, em conjunto com os demais dados faciológicos obtidos, aspectos de um possível cenário paleogeográfico.

5.3 Análise em dados de subsuperfície

Essa etapa baseou-se na análise do modelo gravimétrico da bacia de Resende (Escobar, 1999) e de dados de poços para água subterrânea realizados nessa região, levantados no âmbito do Projeto MODESTHI (FINEP/PADCT-III).

O método gravimétrico tem aplicação tradicional nos estudos de bacias sedimentares, devido a sua capacidade de retratar a profundidade do embasamento (Escobar, 1999). Desse modo, buscou-se investigar através da gravimetria os limites da bacia, tanto na sua extensão horizontal como em profundidade.

O modelo gravimétrico da região indica a presença de baixos e altos do embasamento, com base na adoção de densidades médias para as litologias que compõem o substrato da bacia (Escobar, 1999). Com base nesse dado, a comparação com bases geológicas pode identificar as estruturas que controlam e compartimentam a bacia.

Foram elaboradas, a partir do modelo gravimétrico, seções que cortam a bacia, tanto axial quanto transversalmente, indicando a geometria da depressão sobre a qual estão assentados os pacotes de sedimentos que preenchem a bacia de Resende.

A partir das descrições dos poços para água subterrânea, foram realizados perfis litológicos com a finalidade de se caracterizar a estratigrafia da bacia em subsuperfície. Esses perfis foram de utilidade para se ter um controle sobre a espessura do preenchimento sedimentar. Os poços utilizados neste trabalho foram selecionados tomando como base aqueles que apresentavam as melhores descrições, e de acordo com suas localizações. Preferiu-se analisar poços localizados próximos aos afloramentos estudados, tendo em vista a maior facilidade de controle em relação às litologias e espessuras dos pacotes sedimentares.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

6.1 Fácies sedimentares

Neste trabalho, foram caracterizadas cinco fácies sedimentares rudáceas, quatro arenáceas e três pelíticas. Os códigos das fácies caracterizadas obedecem à proposta de Miall (1996) e acompanham a classificação adotada por Ramos (2003), com algumas alterações aqui inseridas. As descrições e interpretações das fácies estão apresentadas abaixo.

- ✓ **Fácies Ccm (conglomerados finos a grossos, sustentados pelos clastos, maciços)**: conglomerados finos a grossos, sustentados pelos clastos, maciços, apresentando coloração acinzentada (alaranjada a amarelada quando oxidados), possuindo grânulos, seixos e blocos de até 10 cm, subangulosos a subarredondados, de quartzo de veio, K-feldspato e litoclastos de rochas alcalinas. Essa fácies ocorre em camadas decimétricas a centimétricas com geometria tabular. Podem ser observados alguns intraclastos pelíticos, com tamanhos de até 5 cm. O processo deposicional associado a esta fácies corresponde a fluxos trativos intensos e rápidos, sob condições hidrodinâmicas vigorosas, resultando na deposição de sedimentos mais grossos. Essa fácies corresponde à fácies Gcm de Miall (1996). Ramos (2003) engloba como fácies Ccm ruditos com alta maturidade composicional e clastos bem arredondados, formados nas partes mais profundas de canais, relacionados à Formação Quatis, não estudada neste trabalho. Miall (1996) interpreta diferentemente a fácies Gcm como sendo formada por fluxos de detritos de baixa energia, fluxos laminares ou turbulentos.
- ✓ **Fácies Cmm (conglomerados finos a grossos, sustentados pela matriz, maciços)**: são conglomerados, variando de finos a grossos, maciços, sustentados por uma matriz lamosa de coloração esverdeada. Apresentam desde seixos de 1,5 cm até blocos com 50 cm, de quartzo, K-feldspato e litoclastos de rochas metamórficas e de rochas alcalinas (figura 10). O arcabouço é extremamente mal selecionado, com os clastos variando desde muito angulosos até sub-arredondados. Ocorrem em camadas decimétricas a métricas com geometria tabular. Essa fácies é formada por fluxos de detritos, com alta quantidade de carga em suspensão. Essa fácies corresponde à fácies Gmm de Miall (1996), e às fácies Bcs, Agl, Bms, Cmm e Cmg de Ramos (2003).

Segundo esse autor, as fácies Bcs e Agl ocorrem em camadas tabulares ao longo da borda norte da bacia, e correspondem a brechas clasto-suportadas formados por fluxos de detritos de alta competência, com blocos variando desde subarredondados a angulosos de rochas metamórficas, rochas alcalinas e quartzo de veio. A fácies Bms é característica de brechas suportada por matriz, ocorrendo em camadas tabulares. Ramos (2003) caracteriza as fácies Cmm e Cmg como conglomerados finos, suportados pela matriz e gradados, respectivamente, apresentando seixos angulosos de quartzo e K-feldspato, ocorrendo em camadas localmente tabulares. Segundo esse mesmo autor, essas fácies teriam se formado por processos de fluxos de detritos. Miall (1996) descreve a fácies Gmm como maciça, com clastos e matriz mal selecionados. Suas camadas mantêm uma relação abrupta, porém não erosiva com as camadas subjacentes. Esse mesmo autor interpreta a fácies Gmm como formada por fluxos de detritos de alta energia.



Figura 10: Visão geral de ruditos grossos, mal selecionados e suportados por matriz lamosa, na seção Leque de Penedo, no início da estrada para Visconde de Mauá.

- ✓ **Fácies Ca** (conglomerados finos a médios, sustentados por clastos, apresentando estratificação cruzada acanalada): corresponde a conglomerados variando de finos a médios, apresentando coloração variando

desde cinza-esbranquiçado até amarelado, sustentados pelos clastos, com estratificação cruzada acanalada. Possuem grânulos e seixos de quartzo, K-feldspato e líticos, sub-angulosos a arredondados, com tamanho médio da 1 a 2 cm. Ocorrem em camadas decimétricas com geometria lenticular. Esta fácies é interpretada como formada por migração por acreção frontal de megaondulações de cristas sinuosas, sob correntes trativas unidirecionais em meio aquoso, nas partes mais profundas de canais. Essa fácies corresponde à fácies Gt de Miall (1996) e Ct de Ramos (2003). Este autor ainda relata que essa fácies pode aparecer em camadas lenticulares agrupadas, formando estratos com mais de 3 metros.

- ✓ **Fácies Ch (conglomerados finos, sustentados por clastos, apresentando estratificação horizontal mal definida):** são conglomerados finos, sustentados pelos clastos, com coloração cinza-amarelado, apresentando estratificação horizontal mal definida. Possuem grânulos e seixos de quartzo e feldspato, sub-angulosos a arredondados, com tamanho médio de 1 cm. Esta fácies tem ocorrência restrita e aparece normalmente em camadas decimétricas, localmente tabulares e lenticulares. O processo deposicional responsável pela sua formação seria a desaceleração de correntes trativas unidirecionais, causando a deposição de sedimentos mais grossos. A fácies aqui descrita corresponde à fácies Gh de Miall (1996). Ramos (2003) associa a fácies Ch a ruditos grossos, com blocos de quartzo de veio bem arredondados, com aproximadamente 10 cm de diâmetro, relacionados à Formação Quatis e ruditos menos selecionados, relacionados à Formação Resende, ocorrendo na forma de estratos métricos.

- ✓ **Fácies Bi (brecha intraformacional):** são brechas intraformacionais, de coloração acinzentada, possuindo abundantes intraclastos pelíticos esverdeados, arredondados a sub-arredondados, alguns atingindo tamanhos de até 10 cm de diâmetro; grânulos de quartzo e K-feldspato estão presentes em menor quantidade. Ocorrem na base de estratos de origem trativa e possuem geometria lenticular, em camadas decimétricas. Esta fácies é formada pela erosão subaquosa do substrato pelítico, por correntes trativas unidirecionais. A fácies aqui descrita corresponde à fácies Bi definida por Ramos (2003).

- ✓ **Fácies Aa (arenitos finos a muito grossos, com estratificação cruzada acanalada)**: corresponde a arenitos feldspáticos, variando de finos a muito grossos, apresentando coloração variando desde cinza-esbranquiçado até amarelado, com estratificação cruzada acanalada. Podem apresentar grânulos de quartzo e K-feldspato (figura 11). Essa fácies ocorre em camadas decimétricas a métricas, possuindo geometria lenticular. É interpretada como formada por migração por acreção frontal de megaondulações arenosas com cristas sinuosas, sob correntes trativas unidirecionais em meio aquoso. Essa fácies corresponde às fácies St de Miall (1996) e At de Ramos (2003).



Figura 11: Arenito com estratificação cruzada acanalada, em corte localizado no km 307,7 da Via Dutra, no sentido Rio-São Paulo (seção tipo da Formação Resende).

- ✓ **Fácies Ap (arenitos finos a grossos, com estratificação cruzada planar)**: corresponde a arenitos feldspáticos, variando de finos a grossos, apresentando coloração variando desde amarelado até cinza-esverdeado, com estratificação cruzada planar. Podem apresentar grânulos de quartzo e K-feldspato. Ocorrem em camadas decimétricas e tabulares. Esta fácies é interpretada como formada por migração por acreção frontal de dunas arenosas com cristas retas sob correntes trativas unidirecionais em meio aquoso. Essa fácies corresponde às fácies Ap de Ramos (2003) e Sp de Miall (1996).
- ✓ **Fácies Am1 (arenitos finos a médios, maciços, com escassa matriz lamosa)**: são arenitos finos a médios, maciços, de coloração acinzentada a

amarelada, com matriz lamosa bastante escassa. Possuem grânulos de quartzo e K-feldspato, sub-angulosos a sub-arredondados. Ocorrem sob a forma de camadas decimétricas a métricas, possuindo geometria lenticular a localmente tabular. Esta fácies é formada pela rápida desaceleração de correntes trativas unidirecionais. A fácies aqui descrita corresponde à fácies Am1 de Ramos (2003).

- ✓ **Fácies Am2 (arenitos finos a médios, maciços, com abundante matriz lamosa):** são arenitos finos a médios, maciços, de coloração cinza esverdeado, com abundante matriz lamosa. Possuem grânulos de quartzo e K-feldspato, sub-angulosos a sub-arredondados (figura 12). Ocorrem sob a forma de camadas decimétricas a métricas, possuindo geometria lenticular a localmente tabular. Esta fácies é formada por fluxos de detritos e corridas de lama. A fácies aqui descrita corresponde à fácies Am2 de Ramos (2003). As fácies Am1 e Am2 correspondem à fácies Sm caracterizada por Miall (1996). Segundo esse autor, essa fácies é formada por fluxos de detritos.



Figura 12: Aspecto do arenito com muita matriz lamosa. Residencial Limeira, município de Resende.

- ✓ **Fácies Pm1 (pelitos maciços a fracamente laminados):** pelitos maciços a fracamente laminados, apresentando coloração verde clara, podendo ocorrer avermelhado, devido à oxidação. Esta fácies ocorre em camadas decimétricas a

métricas, com geometria tabular. É formada por decantação, durante extravasamento de canais em fases de cheia no sistema fluvial. Corresponde à fácies Pm1 de Ramos (2003) e à fácies Fsm de Miall (1996).

- ✓ **Fácies Pm2 (pelitos arenosos maciços, com bioturbação)**: pelitos arenosos, maciços, apresentando bioturbação (tubos cilíndricos), com coloração variando de cinza a esverdeada, ocasionalmente apresentando cores avermelhadas, devido à oxidação. Esta fácies ocorre em camadas decimétricas, com geometria tabular. É formada por decantação, durante extravasamentos de canais, em fases de cheia no sistema fluvial. Diferencia-se da fácies Pm1 pela presença de bioturbações. Corresponde à fácies Fsm de Miall (1996) e à fácies Pm2 de Ramos (2003), sendo que esse autor caracteriza as bioturbações como sendo do gênero *Skolithos*.
- ✓ **Fácies Pmm (lamitos arenosos)**: lamitos arenosos, maciços, de coloração verde oliva, com grânulos de quartzo e K-feldspato (figura 13). Esta fácies ocorre em camadas decimétricas a métricas, com geometria tabular e lenticular, sendo de difícil visualização o limite das camadas. O processo deposicional responsável pela formação dessa fácies corresponde a corridas de lama. Corresponde à fácies Pmm de Ramos (2003) e à fácies Fm de Miall (1996).



Figura 13: Aspecto do lamito arenoso. Residencial Limeira, município de Resende.

6.2 Associações de fácies

Associação de Fácies 1: Cmm, Ccm, Am2, Pmm.

Esta associação de fácies é característica dos depósitos que ocorrem ao longo da borda norte da bacia, particularmente nas proximidades do maciço alcalino de Itatiaia.

Corresponde a estratos métricos e tabulares da fácies **Cmm** e, em menor proporção, da fácies **Ccm**. As camadas ocorrem amalgamadas e algumas vezes é possível visualizar uma quebra na continuidade dos estratos, que reflete uma perda repentina de energia no processo deposicional, ocorrendo estratos centimétricos das fácies **Pmm** e **Am2** entre os pacotes de depósitos rudáceos (figuras 14 e 15).

Essa associação de fácies foi formada nas partes proximais a médias de leques aluviais, de acordo com o modelo de Miall (1996, figura 16), também adotado por Ramos (2003).

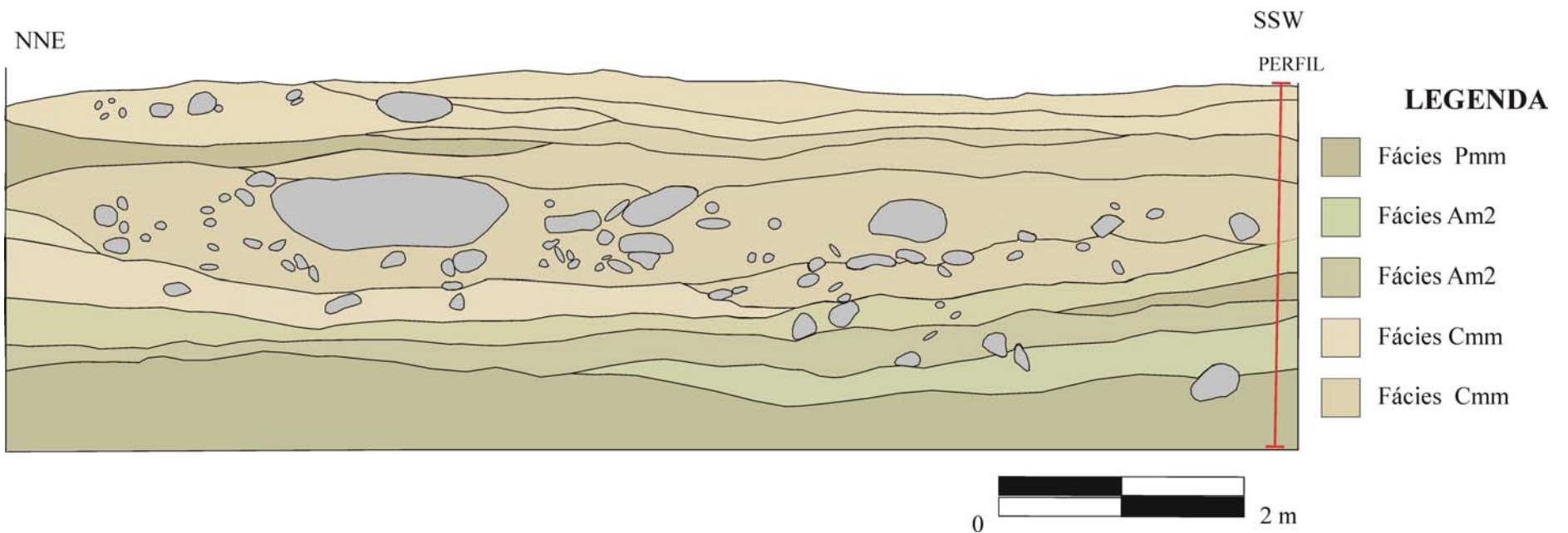


Figura 14: A) Seção Leque de Penedo, no início da estrada para Visconde de Mauá, a aproximadamente 100 m após o trevo para a entrada para a localidade de Penedo, município de Itatiaia, RJ. B) Reconstituição estratigráfica da seção Leque de Penedo (modificado de Ramos, 2003)

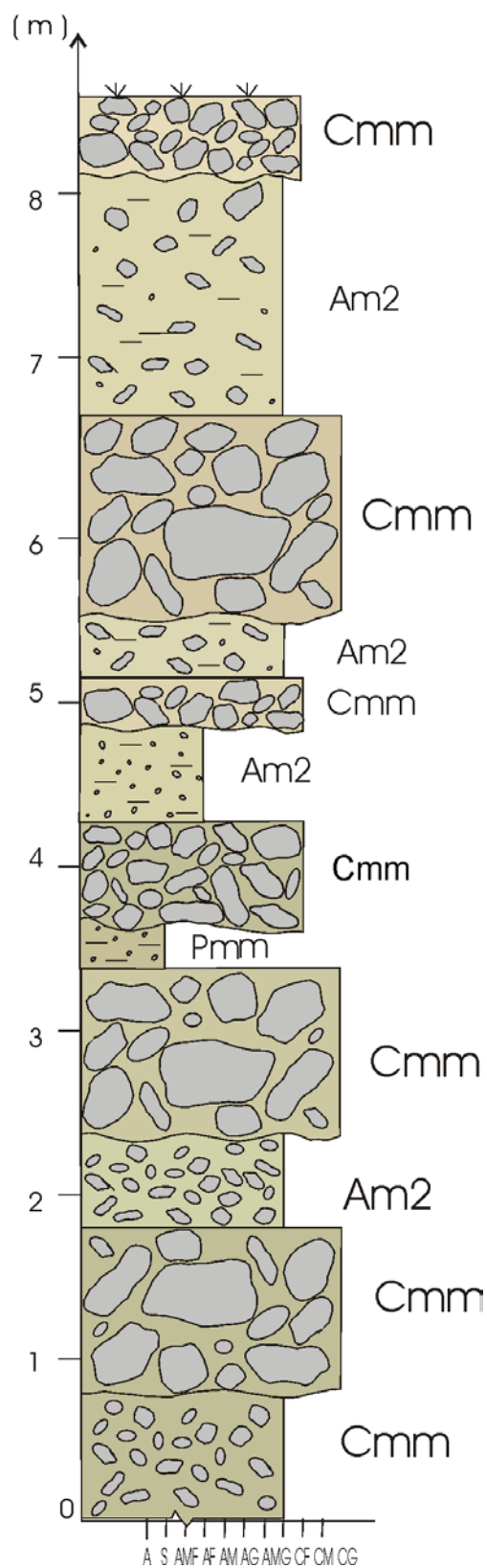


Figura 15: Perfil faciológico vertical da seção Leque de Penedo (Ramos, 2003).

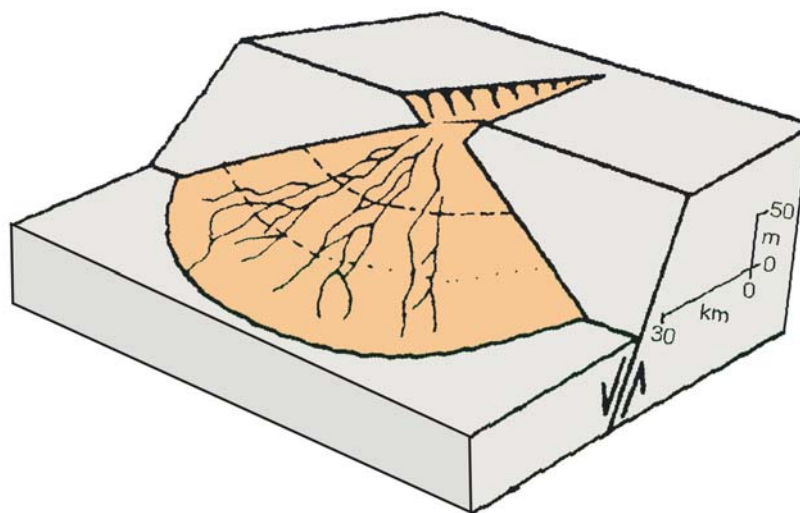


Figura 16: Modelo de leque aluvial, modificado de Miall (1996).

Associação de Fácies 2: Ccm, Ca, Ch, Aa, Am1, Am2, Pm1, Pm2 e Pmm.

Caracteriza-se pela predominância das fácies **Ca** e **Aa**, comumente associadas em ciclos granodecrescentes iniciados pelas fácies **Ccm** e **Ch** na base, e passando no topo para a fácies **Am1**. Estas fácies estão dispostas em corpos de geometria lenticular, formados por processos trativos unidirecionais subaquosos. Uma característica bastante marcante é a presença de intraclastos pelíticos centimétricos na base dos corpos com geometria canalizada. Estas fácies possuem uma maturidade composicional muito baixa, visto que podem apresentar fragmentos de quartzo, litoclastos de rochas alcalinas e metamórficas, e bastante K-feldspato. Passando para o topo, aparecem em contato plano e brusco com as fácies **Pm1** e **Pm2**, representando momentos de quiescência nos canais fluviais.

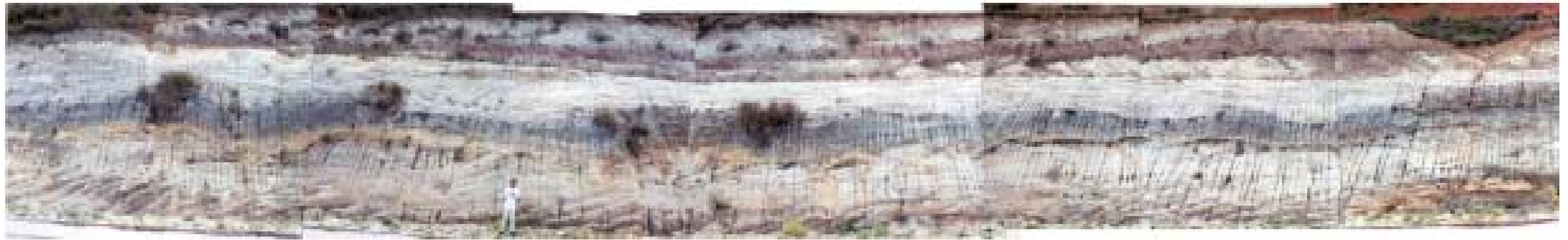
Intercalados aos depósitos de origem trativa, ocorrem também, de forma restrita, depósitos característicos das partes distais de leques aluviais, formados por corridas de lama e por fluxos de detritos, caracterizados pelas fácies **Am2** e **Pmm**. Esses depósitos parecem ter sido total ou parcialmente erodidos pela migração dos canais fluviais. Localmente, esses depósitos apresentam geometria tabular.

Os perfis desta associação de fácies mostram um padrão de granulometria decrescente (*finning upward*), caracterizando uma freqüente perda de energia do sistema fluvial, também com a contribuição de fluxos de detritos.

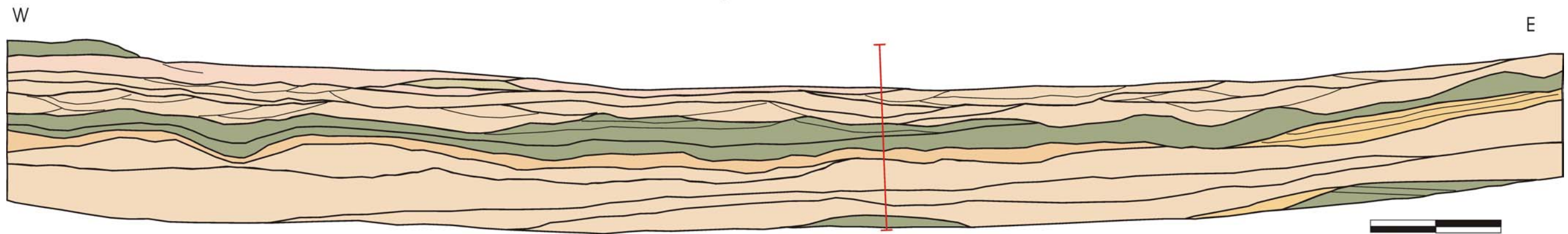
Essa associação de fácies aflora ao longo de toda a bacia de Resende. Pode ser associada aos depósitos tipicamente denominados por Amador (1975) e demais autores, como Ramos (1997) e Ramos (2003), de Formação Resende. Exemplos podem ser observados na seção-tipo da Formação Resende (km 307,7 da Via Dutra, no sentido Rio-São Paulo - figura 17) e na Ferrovia do Aço, em corte em frente à estação P2-13 (figura 18).

Um outro exemplo dessa associação de fácies, porém apresentando em maior quantidade as fácies rudáceas formadas por correntes trativas, pode ser observado na área de empréstimo ao lado da fábrica da Guardian, em Porto Real (figura 19).

Neste afloramento existem depósitos mais expressivos de fácies formadas por fluxos gravitacionais (**Am2** e **Pmm**), aparecendo com geometrias tabular e lenticular, intercalando-se com as fácies formadas por fluxos trativos, principalmente as fácies **Ca** e **Aa**, em corpos lenticulares, podendo ocorrer a fácies **Ch** (figura 20). Os clastos aparecem muito mal selecionados em relação à textura e à composição, sugerindo uma maior proximidade da borda da bacia. Os depósitos de origem trativa evidenciam que os depósitos de fluxos de detritos foram parcialmente erodidos.



Seção Tipo Fm Resende



LEGENDA

- Fácies Aa
- Fácies Am2
- Fácies Pmm
- Fácies Pm2
- Fácies Aa
- Fácies Am1

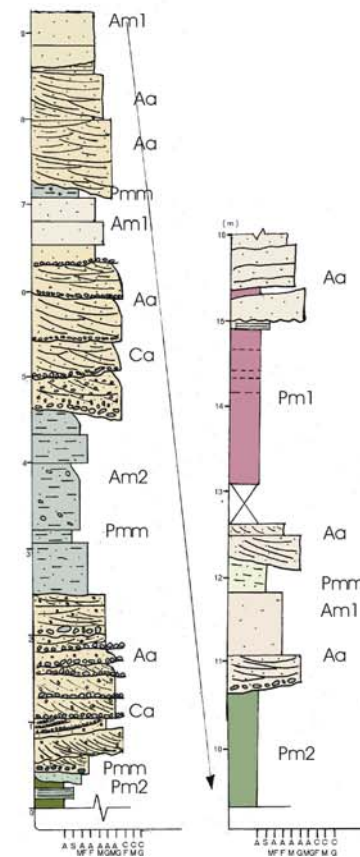


Figura 17: A) Seção tipo da Formação Resende. Via Dutra, km 307,7 sentido RJ-SP. B) Reconstituição estratigráfica e perfil faciológico da seção tipo da Formação Resende (modificado de Ramos, 2003).

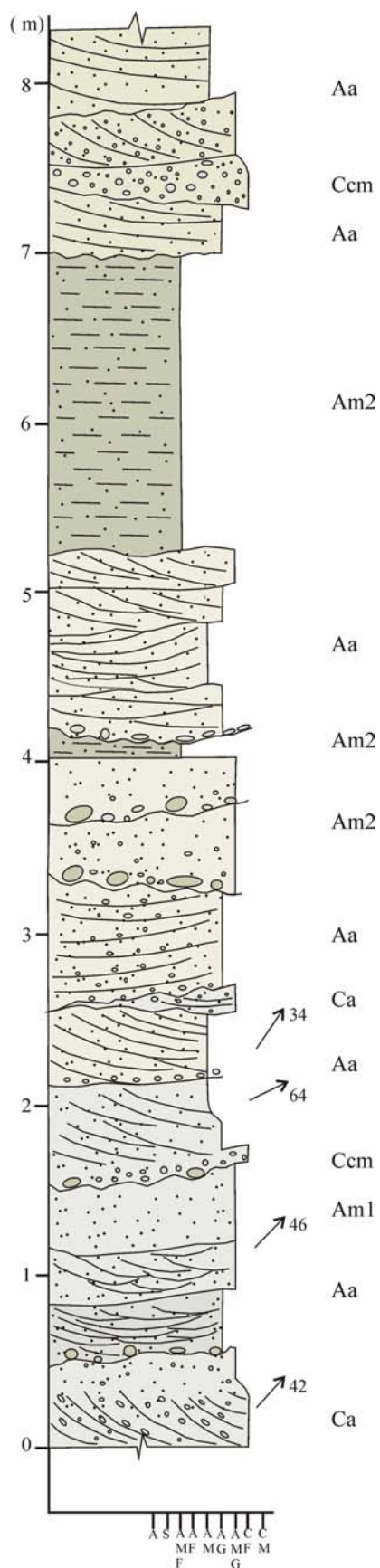
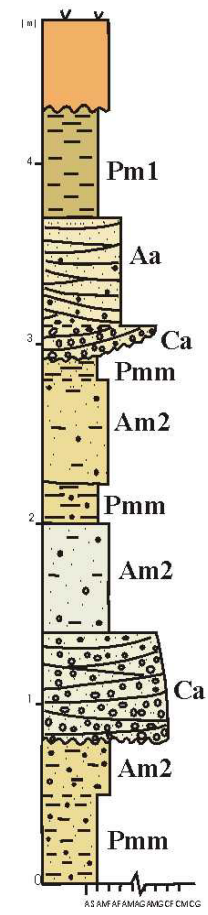
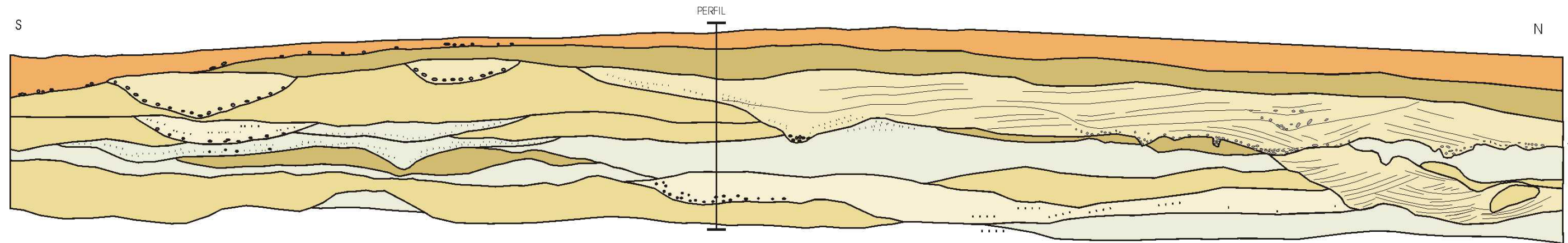


Figura 18: Perfil facioclástico realizado na seção da Ferrovia do Aço, na Ferrovia do Aço, no corte em frente à estação P2-13, próximo a Quatis.



Figura 19: Panorama da área de empréstimo ao lado da fábrica de vidros Guardian, no município de Porto Real, RJ.



- Colúvio
- Fácies Pm1
- Fácies Am2
- Fácies Pmm
- Fácies Aa
- Fácies Ca



Figura 20: A) Seção localizada na área de empréstimo ao lado da fábrica de vidros Guardian, no município de Porto Real, RJ. B) Seção e perfil estratigráfico da Formação Resende na área de empréstimo ao lado da fábrica de vidros Guardian (modificado de Ramos, 2003)

Tomando como base os modelos deposicionais elaborados por Miall (1996), essa associação de fácies pode ser interpretada como um “rio entrelaçado com contribuições de depósitos de fluxos gravitacionais de sedimentos” (figura 21).

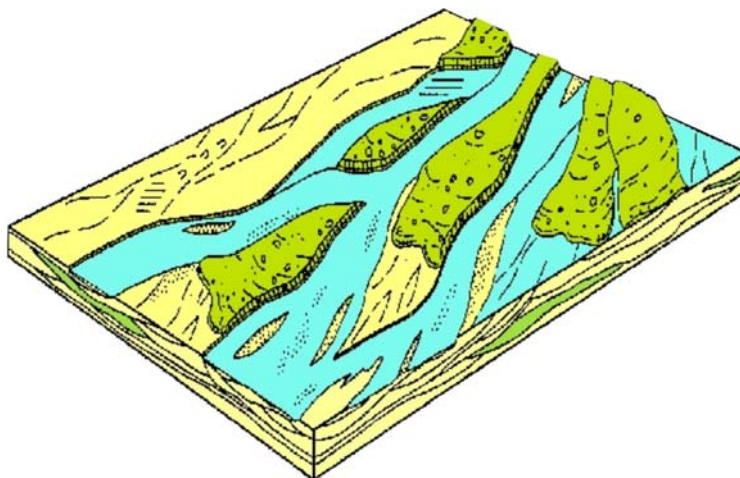


Figura 21: Modelo arquitetural de rio entrelaçado cascalhoso com contribuição de fluxos gravitacionais de sedimentos, segundo Miall (1996).

Associação de Fácies 3: Ccm, Ca, Ch, Bi, Aa, Ap, Am1, Pm1, Pm2.

Essa associação de fácies está representada principalmente na porção oriental da bacia de Resende, sendo caracterizada por uma intercalação de estratos constituídos pelas fácies **Ccm**, **Ca**, **Ch**, **Aa**, **Ap** e **Am1**, e estratos compostos pelas fácies **Pm1** e **Pm2**.

O ciclo característico, de espessura métrica, é composto, na base, pela fácies **Ca**, podendo também ocorrer as fácies **Ccm** e **Ch** em menores proporções, seguindo-se pelas fácies **Aa**, **Ap** e **Am1**. Ocorrem intraclastos pelíticos centimétricos, que podem até formar lentes constituídas pela fácies **Bi**. Os estratos pelíticos, representados pelas fácies **Pm1** e **Pm2**, encerram esses ciclos granodecrescentes, apresentando espessuras variando desde alguns centímetros até métricas. Aparecem sempre em corpos bem definidos formados por decantação (figuras 22, 23 e 24).

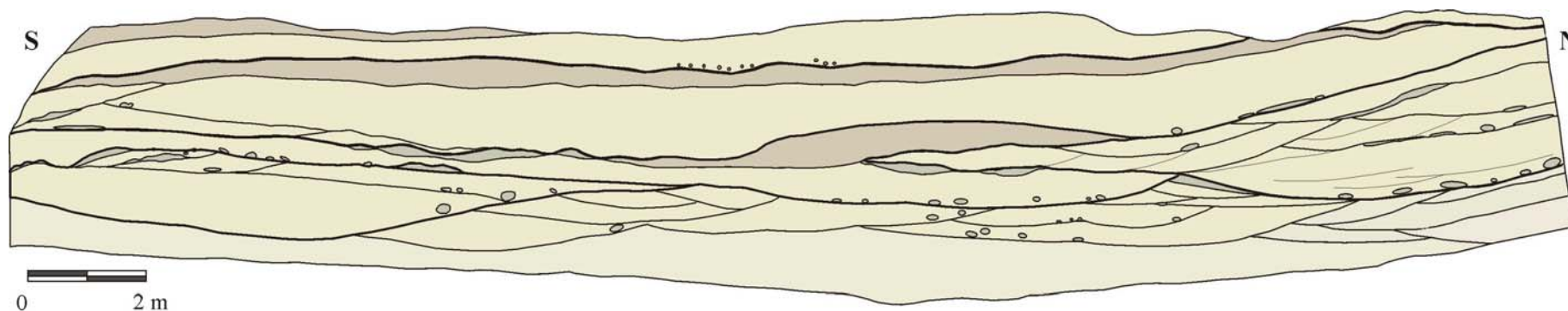
Estes ciclos podem ser interpretados como sendo gerados pela migração e superposição de canais e barras arenosas, culminando com momentos de quiescência que são marcados por depósitos de extravasamentos dos canais.

Diversos afloramentos correspondentes a essa associação de fácies foram descritos por Ramos (2003) como “Membro Acácias da Formação Resende”. Este mesmo autor propõe como seção tipo desta unidade o afloramento da "Ponte dos Arcos", próxima ao cruzamento da via Dutra e da RFFSA (figura 25).



Figura 22: Afloramento da "Ponte dos Arcos", típico da associação de fácies 3.

A associação de fácies 3 pode ser distinguida da associação de fácies 2 devido à falta de intercalações de depósitos de fluxos de detritos ou de corridas de lama.







-  Intraclastos de rochas pelíticas
-  Fácies Am1
-  Fácies Aa
-  Fácies Pm1

Figura 23:A) Seção MOD-10, localizada na estrada Quatis-Amparo, em direção a estação P2-13 da Ferrovia do Aço, município de Quatis. B) Reconstituição estratigráfica da seção MOD-10.

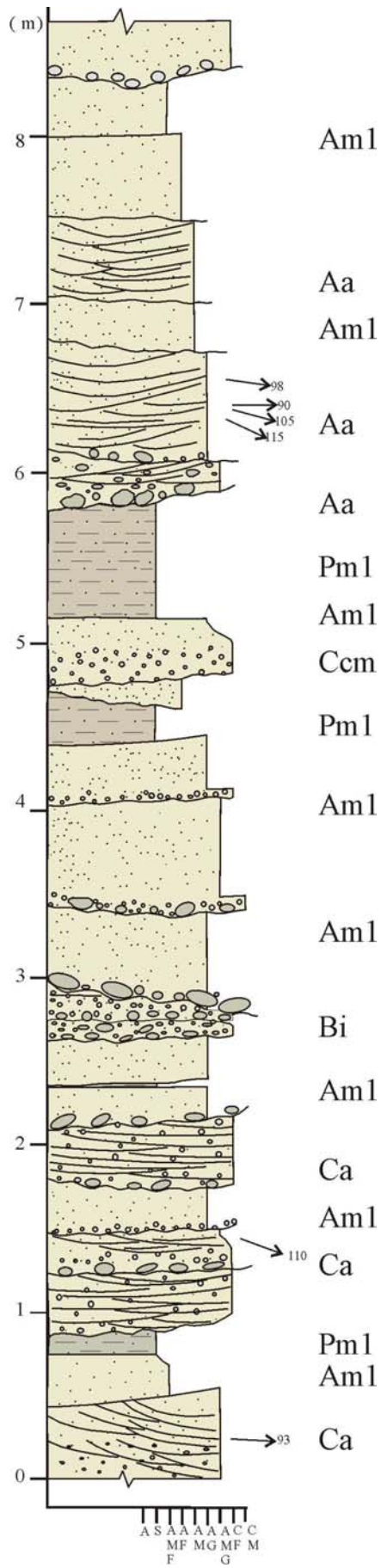


Figura 24: Perfil estratigráfico composto realizado ao longo da seção MOD-10.

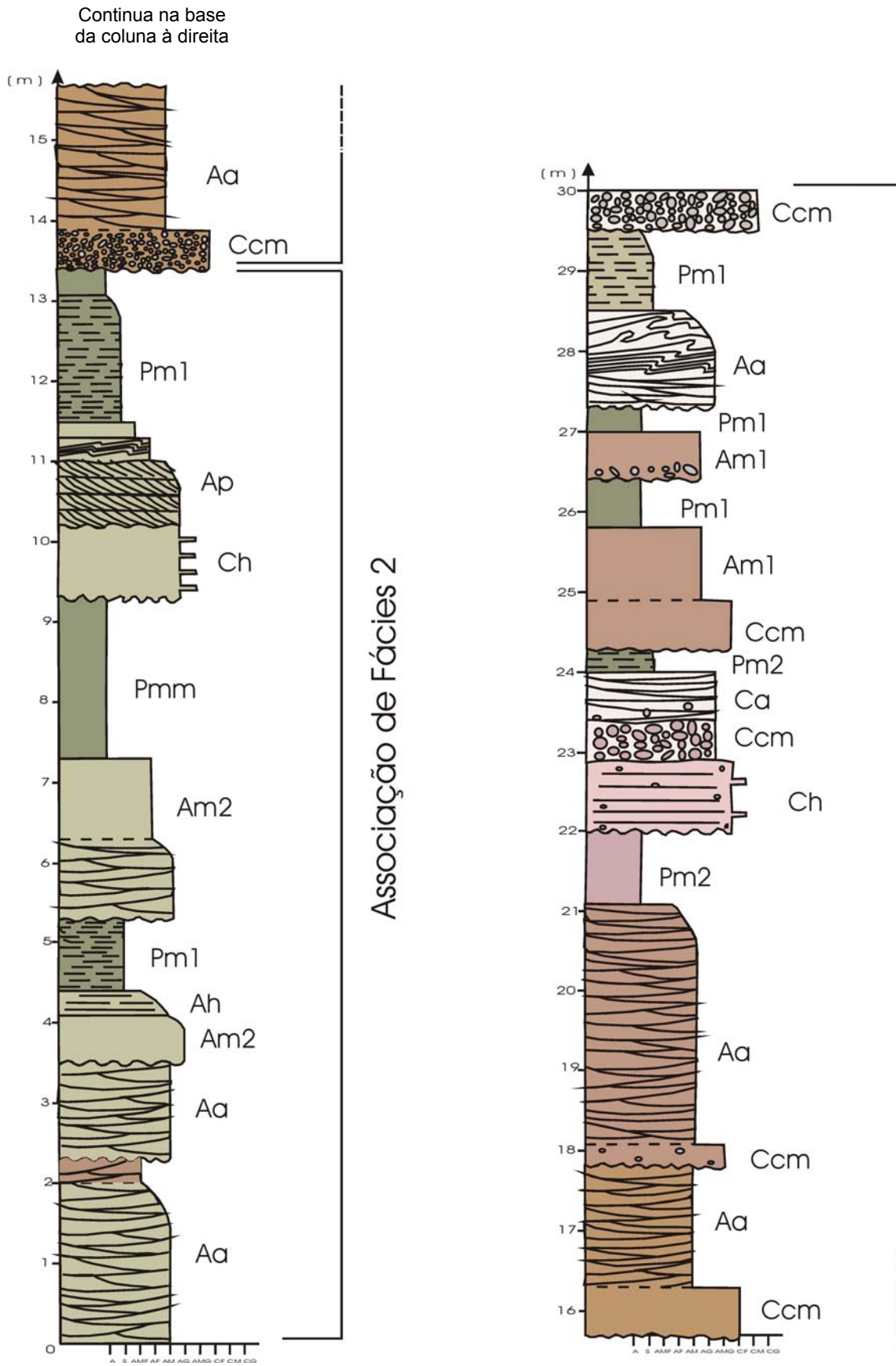


Figura 25: Perfil estratigráfico da sucessão fluvial aflorante na Ponte dos Arcos, Via Dutra, município de Porto Real (modificado de Ramos, 2003).

O sistema fluvial relacionado à associação de fácies 3 assemelha-se ao modelo de rio entrelaçado perene e com leito arenoso (Modelo M de Miall, 1996 – figura 26). Segundo Ramos (2003), esse sistema fluvial sofreria afogamentos episódicos.

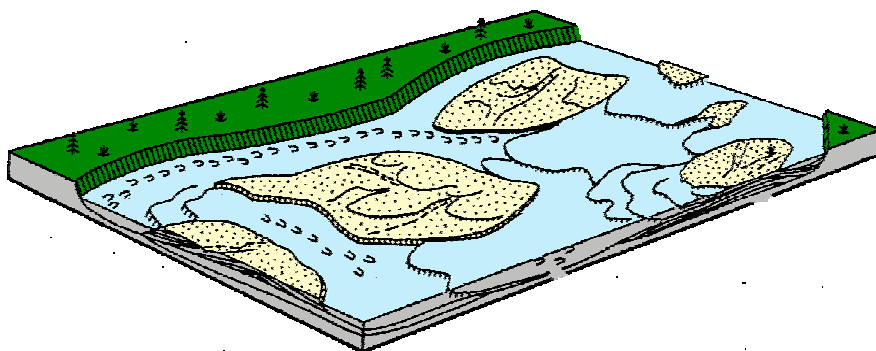


Figura 26: Modelo arquitetural de um rio entrelaçado perene arenoso, com afogamentos episódicos, segundo Miall (1996).

6.3 Análise de paleocorrentes

Os primeiros estudos sobre as paleocorrentes das sucessões terciárias da bacia de Resende foram elaborados por Schmitt (1994) e Schmitt & Pereira (1994). Esses autores interpretaram que as sucessões sedimentares foram formadas, predominantemente, por fluxos trativos em canais fluviais entrelaçados, reconhecendo padrões de paleocorrentes com sentido N/NE e E/SE para esses depósitos. Um terceiro padrão reconhecido, com sentido S/SW, foi relacionado a canais entrelaçados associados a depósitos distais de fluxos de detritos formados em resposta a movimentos tectônicos.

Ramos (1997) analisou os padrões de paleocorrentes das formações Resende e Quatis na parte oriental da bacia. Este autor identificou paleofluxos com sentidos para S/SW na Formação Quatis e E/NE para a Formação Resende.

Ramos (2003) acrescentou novas orientações de paleocorrentes ao longo de toda a bacia de Resende. Para a Formação Quatis, medidas mais confiáveis do que as apresentadas por Ramos (1997) indicam fluxos com sentido NE. Para os depósitos fluviais descritos como Formação Resende "*stricto sensu*", Ramos (2003) obteve resultados que indicam sentido do paleofluxo para E/SE e SSE. Na extremidade leste da bacia, este autor obteve medidas para ENE, relacionando-as a um possível canal tributário que desembocava na região. Para o Membro Itatiaia da

Formação Resende, as medidas de paleocorrentes adquiridas nas proximidades da cidade de Itatiaia, em depósitos ricos em fragmentos de rochas alcalinas indicam sentido para ENE. Já para o Membro Acácias da Formação Resende, Ramos (2003) adquiriu um grande número de medidas em estruturas cruzadas acanaladas, indicando sentido de paleocorrente para NE. As poucas medidas coletadas por Ramos (2003) na Formação Floriano indicam um paleofluxo para SE.

A seguir, são apresentadas as medidas de paleocorrentes obtidas no trabalho aqui realizado. Não foram obtidas medidas de paleocorrentes nos depósitos correspondentes à associação de fácies 1, tendo em vista que os mesmos comportam acumulações predominantemente rudáceas formadas nas partes proximais a médias de leques aluviais por fluxos de detritos, desprovidas de estruturas sedimentares que indicassem algum atributo direcional. Entretanto, o sentido dos fluxos gravitacionais pode ser interpretado em direção ao centro da bacia. Os diagramas de rosetas indicando o sentido das paleocorrentes das associações de fácies 2 e 3 foram plotados no mapa geológico das unidades aflorantes da bacia de Resende (Ramos, 2003 - figura 27).

6.3.1 PALEOCORRENTES NA ASSOCIAÇÃO DE FÁCIES 2

As medidas de paleocorrentes nos depósitos da associação de fácies 2 foram obtidas em diversos afloramentos, indicando o sentido de fluxo do sistema fluvial entrelaçado desenvolvido sobre porções distais dos leques aluviais, através de medidas coletadas em estratificações cruzadas.

Na seção tipo da Formação Resende (figura 17), na seção localizada na área de empréstimo da fábrica da Guardian (figura 20) e na seção MOD-17, mais próximas à borda norte da bacia de Resende, os dados obtidos indicam um sentido de paleocorrente predominantemente para SE (figura 27), indicando a ação de fluxos trativos provenientes da borda norte da bacia, provavelmente relacionados a canais entrelaçados associados às partes distais de leques aluviais.

Em um afloramento na região do Clube Náutico, foram obtidas direções de paleocorrente para ESE, indicando, provavelmente, um canal fluvial proveniente da borda sul, em direção à região central da bacia.

Em um afloramento localizado no bairro Jardim das Acácias, no município de Porto Real, foram coletadas medidas de paleocorrentes que indicam sentido para ENE e ESE. Estas medidas podem ser associadas tanto à atuação de um canal fluvial tributário, proveniente da borda sul, que desaguava na bacia, ou um canal axial.

Paleocorrentes com sentido de fluxo para NE foram bem caracterizadas em seção exposta na Ferrovia do Aço (figura 18), reforçando a idéia de que pudessem existir tanto canais tributários que desaguavam na região, como canais axiais que fluíam na bacia.

6.3.2 PALEOCORRENTES NA ASSOCIAÇÃO DE FÁCIES 3

Para essa associação de fácies, um grande volume de dados sobre os paleofluxos foi obtido na região conhecida como “Ponte dos Arcos”, na Via Dutra, próximo ao bairro Jardim das Acácias, no município de Porto Real. Nessa região, foram reconhecidos depósitos apresentando o predomínio de paleocorrentes com sentido NE. Também foram reconhecidas nesses afloramentos, medidas menos expressivas, indicando um paleofluxo para NNE.

Na região do Clube Náutico, foi encontrada uma forte predominância de paleofluxos no sentido NE, com, em menor proporção, medidas de paleocorrentes com sentido de paleofluxo para ENE.

Na região da Ferrovia do Aço, foram obtidos valores de paleocorrentes que divergem um pouco dos acima citados. No afloramento MOD-10 (figuras 23 e 24), foram obtidas medidas de paleocorrente com sentido para ENE e ESE.

As medidas de paleocorrentes na associação de fácies 3 podem ser associadas ao fluxo de canais fluviais axiais.

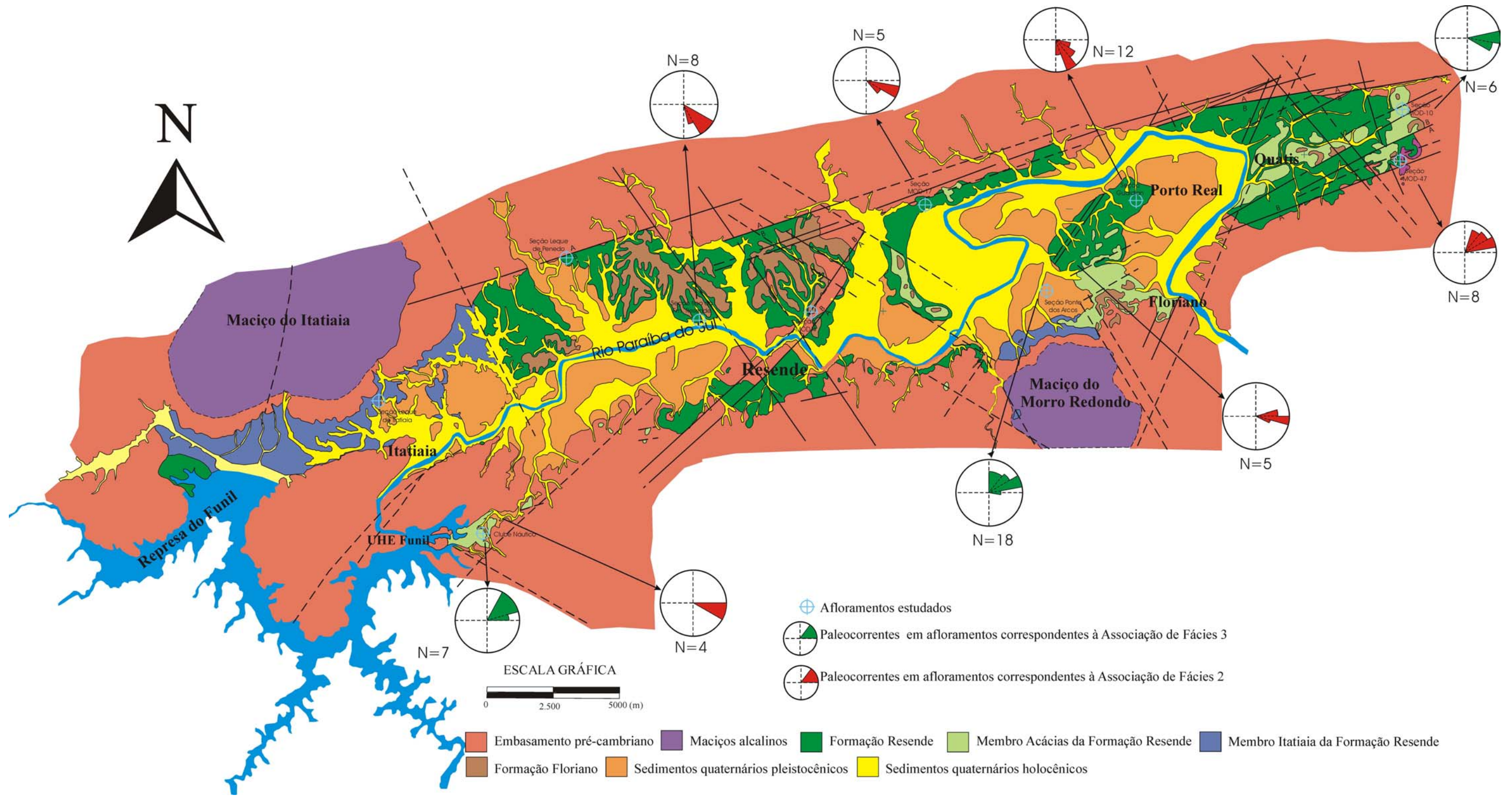


Figura 27: Mapa geológico da bacia de Resende (modificado de Ramos, 2003), com a localização das seções estudadas e das rosetas de paleocorrentes referentes às associações de fácies 2 e 3.

6.4 Análise em dados de subsuperfície

A análise do modelo gravimétrico elaborado por Escobar (1999) para a bacia de Resende proporcionou a identificação de feições que podem ser relacionadas à compartimentação estrutural da bacia. A análise integrada do modelo gravimétrico e do mapa geológico elaborado por Ramos (2003) permite uma discussão sobre a evolução tectono-sedimentar da bacia.

Com base no modelo gravimétrico, a bacia de Resende foi segmentada em três regiões principais (figura 28).

A área central, denominada “Alto Estrutural Central”, corresponde a um compartimento em que o embasamento cristalino aflora, constituindo uma anomalia gravimétrica com orientação principal NNW-SSE. A unidade aflorante em contato diretamente sobre o embasamento é a Formação Floriano. Uma pequena espessura de depósitos associados à Formação Resende é identificada adjacente ao alto do embasamento.

Na parte ocidental da bacia, o modelo gravimétrico mostra diversos baixos gravimétricos, indicando a necessidade de uma melhor cobertura gravimétrica da região. Esta área, denominada “Depocentro Penedo” (Ramos, 2003), compreende, segundo Escobar (1999), uma espessura máxima de sedimentos de aproximadamente 350 m. Observando-se as unidades aflorantes neste compartimento, percebe-se a predominância dos depósitos relacionados às associações de fácies 1 e 2 - equivalente ao que Ramos (2003) denominou como Formação Resende *“stricto sensu”*.

A porção da bacia localizada a leste do “Alto Estrutural Central” engloba os depocentros Porto Real e Quatis (Ramos, 2003). Esse compartimento da bacia é caracterizado por uma depressão larga e bastante desenvolvida em relação ao depocentro Penedo, possuindo uma espessura de sedimentos da ordem de 550 m de espessura (Escobar, 1999). Essa região a leste do alto estrutural central é marcada, em superfície, por uma expressiva quantidade de depósitos referentes à associação de fácies 3 (equivalente ao Membro Acácias da Formação Resende – Ramos, 2003).

Foram delineados com base no modelo gravimétrico feições lineares que podem ser relacionados a importantes estruturas na evolução da bacia (figura 28). Algumas das linhas traçadas sobre o modelo gravimétrico correspondem a lineamentos ENE que controlam a borda norte da bacia. No compartimento a leste do alto estrutural central, foi assinalada uma feição que pode corresponder a um alto relativo do embasamento. Essa feição não aflora na área da bacia, mas pode claramente ser observada no modelo gravimétrico, individualizando os depocentros Porto Real e Quatis. Esta feição está bem marcada no perfil longitudinal ilustrando a forma do embasamento da bacia (figura 29). Esse “alto relativo” é limitado por traços que possuem uma orientação NW-SE, também observados na base geológica como lineamentos de mesma orientação.

Perfis transversais evidenciam distinções em profundidade entre os compartimentos oriental e ocidental da bacia. O setor leste é marcado por uma depressão do embasamento bastante desenvolvida em relação ao setor oeste. Outra característica marcante nos depocentros, a partir desses perfis, está relacionada à assimetria que eles apresentam, ambos indicando uma espessura maior relacionada com a borda norte, mais pronunciada no setor leste, corroborando a idéia de esta bacia se tratar de um hemi-gráben.

Os baixos gravimétricos nas proximidades dos maciços alcalinos de Itatiaia e Morro Redondo são de origem desconhecida, provavelmente devido à influência da massa dos maciços (Escobar, 1999).

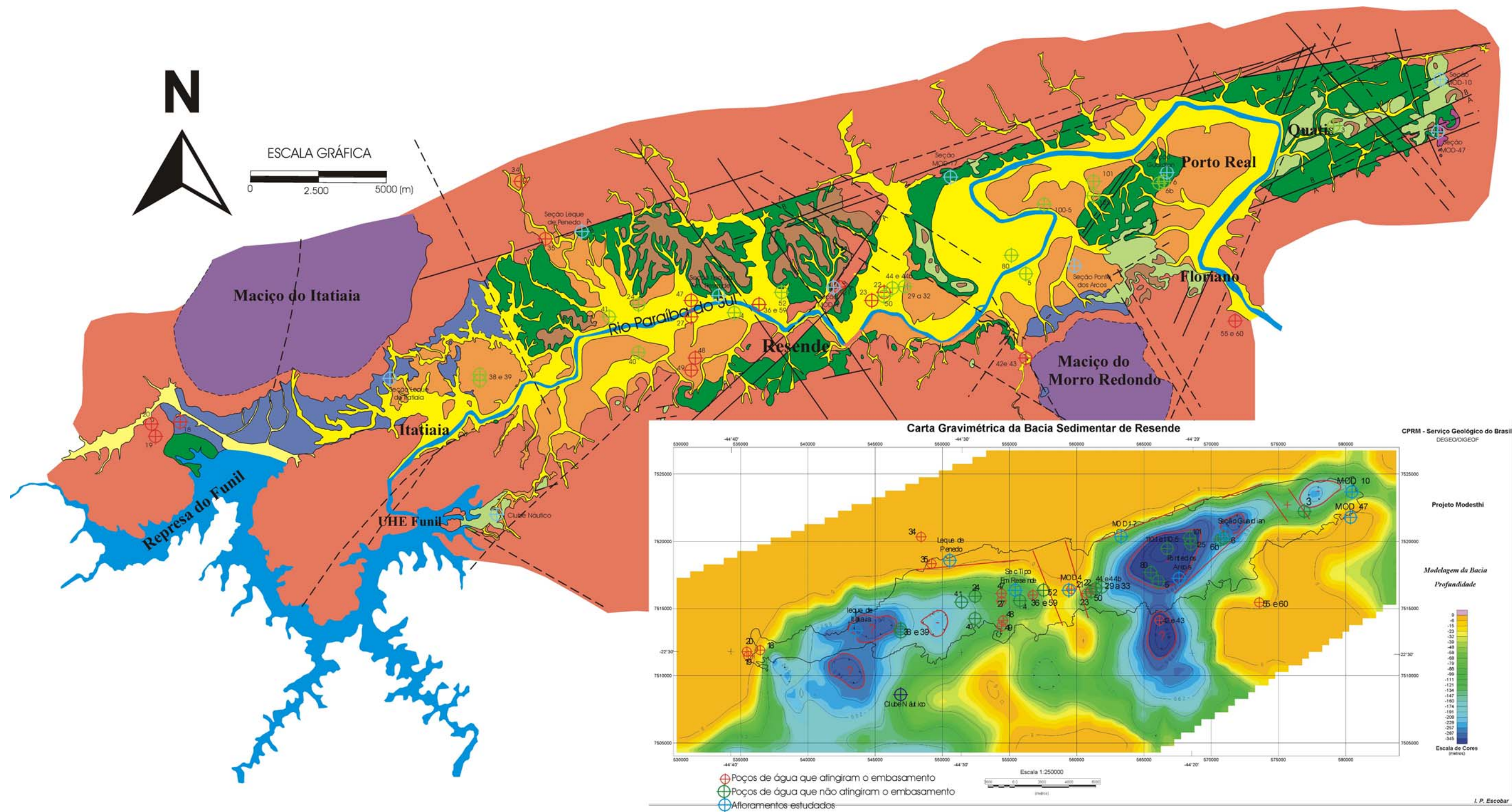


Figura 28: Mapa geológico da bacia de Resende (Ramos, 2003) e modelo gravimétrico (Escobar, 1999), com a delimitação das principais feições que compartimentam a bacia e a localização dos poços e dos afloramentos estudados.

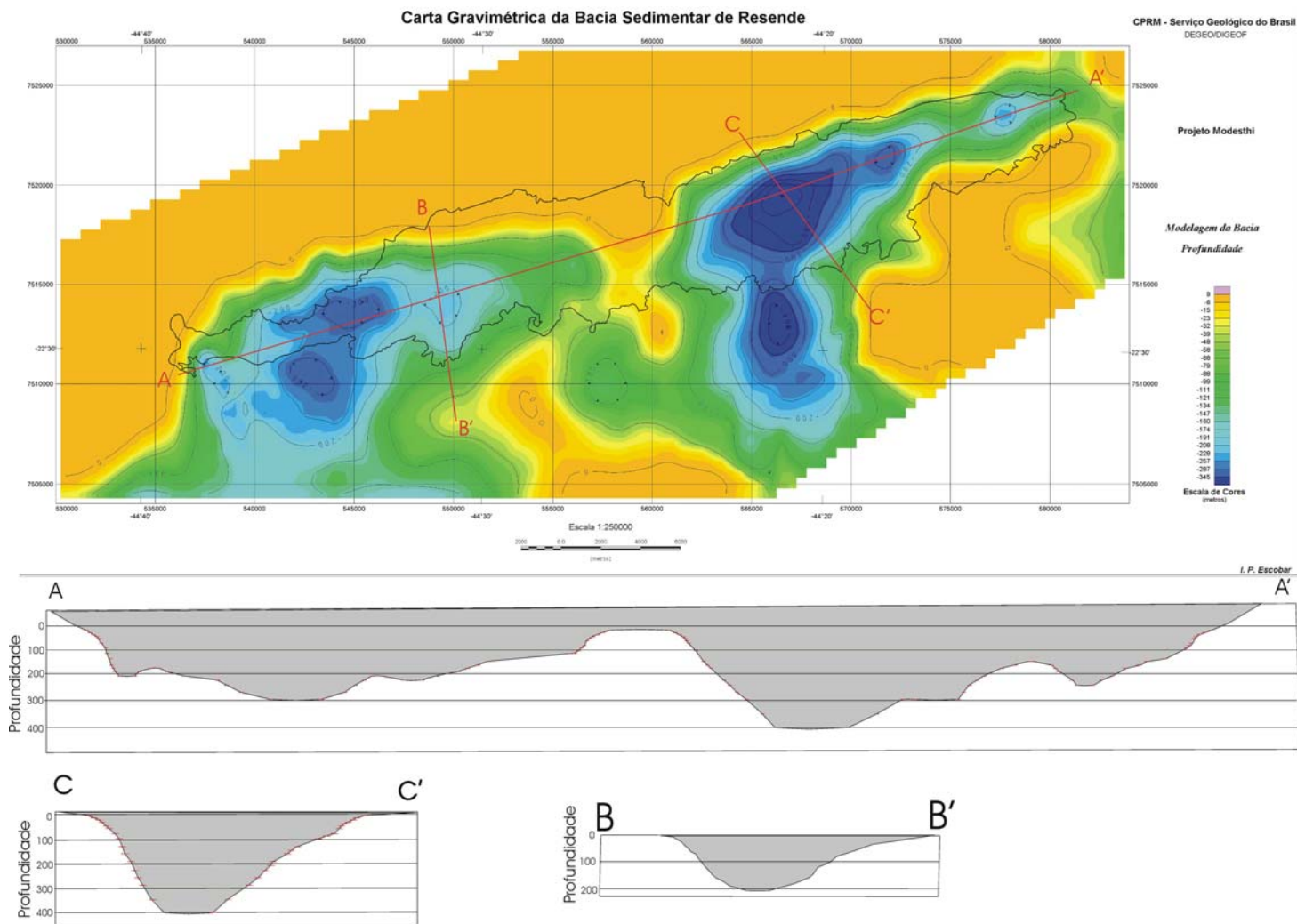


Figura 29: Perfis confeccionados a partir do modelo gravimétrico (Escobar, 2003), mostrando a forma do embasamento da bacia de Resende.

Dentre os poços localizados na região oeste da bacia, que compreende o depocentro Penedo, dois podem ser destacados (poços 41 e 4; figura 30), devido a serem melhor descritos e, principalmente, por estarem localizados próximo a afloramentos estudados. A análise desses poços permite caracterizar essa região, em subsuperfície, abaixo de uma cobertura aluvial quaternária, por uma alternância de depósitos argilo-arenosos, de coloração esverdeada a acinzentada, com seixos dispersos na matriz argilosa, e depósitos arenosos com matriz argilosa, de coloração acinzentada a esverdeada, ocorrendo também níveis conglomeráticos. Ao se correlacionar esses poços com seções expostas e com o mapa geológico, reforça-se a idéia de que a parte leste da bacia de Resende é representada, tanto em superfície quanto em profundidade, por uma alternância de depósitos aluviais relacionados à associação de fácies 2 aqui caracterizada, capeados por pequena espessura de sedimentos associados a depósitos quaternários.

Os poços estudados no depocentro Porto Real (poços 101 e 100-5; figura 30) caracterizam em subsuperfície espessos pacotes argilosos, de coloração verde a acinzentado, podendo alcançar até 50 metros de espessura. Esses espessos pacotes são intercalados por intervalos, de espessura variável, compostos por sedimentos arenosos esbranquiçados a esverdeados, podendo apresentar matriz argilosa e grânulos. Alguns dos poços analisados evidenciam, próximo à superfície, uma predominância de pacotes de areias amalgamadas, de coloração amarelada a esverdeada. Comparando-se esses poços com seções expostas próximas, tomadas como referência, e com o mapa geológico, verifica-se a ocorrência de cerca de 20 metros de depósitos arenosos correspondentes à associação de fácies 3. Essa associação de fácies possui ampla distribuição, em área, no setor leste da bacia, sobreposta a espessos pacotes de argilitos maciços, intercalados a depósitos arenosos, menos expressivos, que juntamente com depósitos sotopostos de areias e conglomerados, podendo apresentar matriz lamosa, são relacionados à associação de fácies 2.

Os poços analisados na região central da bacia não indicam pacotes expressivos de cobertura sedimentar. O embasamento cristalino está disposto sob pacotes sedimentares que não chegam a alcançar 20 metros de espessura. Os sedimentos são caracterizados por argilas, possuindo uma cor acastanhada, e areias amareladas (poço 21; figura 30). Esse poço apresenta características similares às observadas em seções expostas próximas e no mapa geológico, visto

que são observados depósitos sedimentares argilosos avermelhados característicos da Formação Floriano (Ramos, 2003), dispostos sobre rochas cristalinas do embasamento e capeados por sedimentos quaternários.

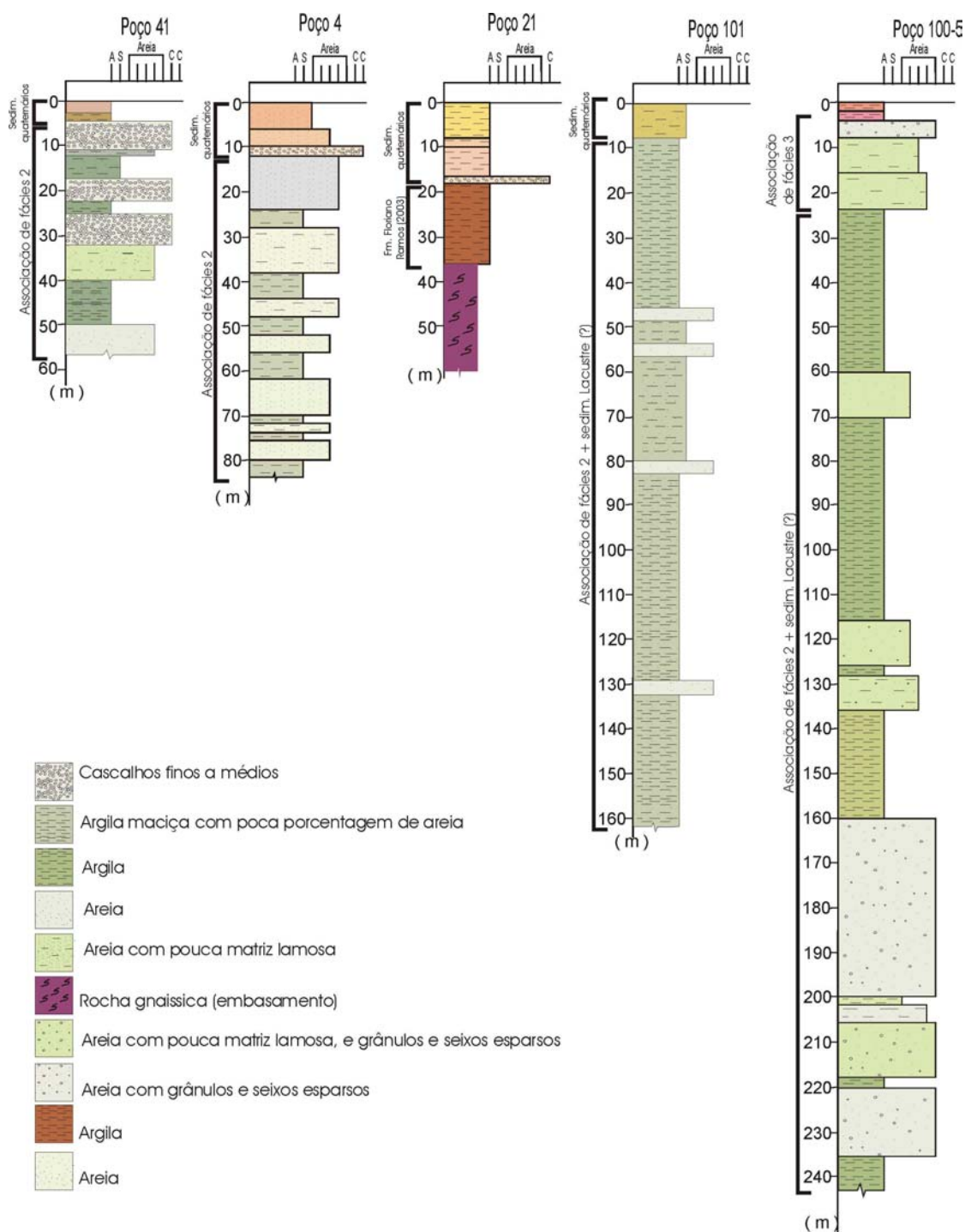


Figura 30: Perfis litológicos elaborados com base na descrição de poços para água subterrânea. Os poços 41 e 4 estão situados no depocentro Penedo; os poços 101 e 100-5 estão localizados no depocentro Porto Real; o poço 21 está situado sobre o alto estrutural central de Resende.

7 CONCLUSÕES

Através da análise estratigráfica em superfície, pode-se concluir que o principal intervalo do preenchimento sedimentar da bacia de Resende (Formação Resende) pode ser diferenciado em associações de fácies distintas, conforme anteriormente relatado por Ramos (2003).

No trabalho aqui apresentado foi possível observar que a associação de fácies 1 é bem caracterizada na porção ocidental da bacia e ao longo da borda norte, enquanto que a associação de fácies 2 aflora ao longo de toda a bacia e a associação de fácies 3 tem uma maior predominância de afloramentos na porção leste.

Os dados faciológicos e estratigráficos, quando integrados aos dados de paleocorrentes, indicam que a associação de fácies 2 corresponde a depósitos distais em relação à associação de fácies 1. Esses seriam provenientes da borda norte da bacia de Resende, visto que apresentam uma direção de paleocorrentes predominantemente para SE. A associação de fácies 3 possui paleocorrentes normalmente apresentando um sentido NE, podendo aparecer com sentido E-SE. Esse último sistema fluvial corresponderia a canais axiais, que poderiam estar encaixados em lineamentos pré-cambrianos NE-ENE.

De acordo com Frostick & Reid (1989), os períodos de incisão do sistema fluvial axial estariam relacionados a um tectonismo ativo ou a mudanças climáticas, erodindo os depósitos formados por fluxos de detritos. Segundo Blair (1987), alguns tipos de bacias *rift* apresentam um sistema fluvial axial encaixado adjacente à escarpa de falha, e a deposição dessa seqüência fluvial, acima dos depósitos de leques aluviais e lacustres, seria o resultado de uma contínua subsidência da bacia, seguida por uma fase de relativa quiescência tectônica.

A análise do modelo gravimétrico da bacia de Resende (Escobar, 1999) integrado ao mapa geológico (Ramos, 2003) conduz a uma compartimentação da bacia em três regiões principais. A porção oeste da bacia, denominada Depocentro Penedo, caracteriza-se como uma depressão pouco desenvolvida. Essa região é marcada em superfície por uma maior predominância em depósitos formados por fluxos de detritos relacionados às associações de fácies 1 e 2. A região central da bacia é caracterizada pelo Alto Estrutural Central de Resende, em que afloram

rochas do embasamento da bacia. A porção oriental da bacia de Resende, denominada Depocentro Porto Real, é caracterizada por um depocentro bastante desenvolvido, quando comparado à depressão localizada na parte ocidental da bacia. Essa região é marcada, em superfície, por uma maior predominância de depósitos fluviais referentes à associação de fácies 3.

A análise dos perfis de poços para água subterrânea indicou que a porção oeste da bacia de Resende é caracterizada, em subsuperfície, por uma ciclicidade entre depósitos correlacionáveis às associações de fácies 1 e 2. Segundo Blair (1987), a ciclicidade em seqüências de bacias *rift* geralmente pode ser causada por tectonismo, com períodos alternantes de subsidência tectônica ativa e períodos de subsidência tectônica negligenciável ou menos ativa.

A porção central da bacia aparenta ter depósitos pouco expressivos referentes à Formação Resende em contato lateralmente com o embasamento cristalino. Tanto em superfície quanto em subsuperfície, o embasamento está em contato discordante sob depósitos terciários mais novos, correlacionados à Formação Floriano (Ramos, 2003).

A área leste da bacia é marcada em subsuperfície por depósitos que podem ser relacionados à associação de fácies 2, sendo que os perfis mostram uma grande espessura de depósitos de argilitos, sugerindo a possibilidade de haver, em subsuperfície, depósitos lacustres. Não se descarta a possibilidade de tais dados serem referentes a depósitos de fluxos de lama superpostos, tendo em vista a qualidade das descrições de alguns dos poços para água subterrânea utilizados. Esses depósitos são capeados por sedimentos relacionados à associação de fácies 3, pouco espessos quando comparados com a associação de fácies 2.

O depocentro a leste do alto estrutural central da bacia de Resende visivelmente aparenta ser mais evoluído e mais profundo que o depocentro localizado na porção ocidental da bacia. Esta pode ser evidência sugestiva de que o depocentro Porto Real, a partir de algum momento durante a formação da bacia, passou a evoluir de uma forma diferenciada do depocentro Penedo, possivelmente devido à ação do Alto Estrutural Central, que na época já poderia constituir uma região mais elevada. Morley *et al.* (1990) admitem que durante a formação de um *rift*, regiões podem evoluir diferencialmente, pelo estabelecimento de regiões de acomodação da deformação tectônica chamadas “zonas de transferência”,

segmentando essas feições geotectônicas. Essa evolução diferenciada pode ser aplicada à bacia de Resende, visto que sua porção oriental pode ser caracterizada por uma região com maior taxa de extensão, propiciando a formação de espessos pacotes de sedimentos em subsuperfície, dentre os quais possíveis sedimentos lacustres, enquanto que a porção ocidental apresenta um depocentro pouco desenvolvido.

Portanto, o alto estrutural central funcionaria como um possível controlador da sedimentação terciária na bacia. Feições como essa podem ser evidenciadas nas bacias marginais brasileiras, controlando a sedimentação nestas e favorecendo tanto a formação de áreas para a geração e acumulação de hidrocarbonetos, quanto zonas propícias à migração desses fluidos (Meisling *et al.*, 2001).

Apesar de este trabalho ter levado em consideração aspectos relacionados à subsuperfície da bacia de Resende, pouco se sabe ainda sobre seu preenchimento sedimentar em profundidade. Salieta-se a necessidade de serem efetuados furos para a coleta de testemunhos, a fim de melhor caracterizar a estratigrafia e a evolução da bacia de Resende no contexto do RCSB, bem como a sua relação com a área oceânica adjacente.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBUQUERQUE, A.P.B. 2001. *Análise dos Padrões de Fraturamento Neotectônico e a sua Possível Aplicação na Avaliação Hidrogeológica da Bacia Sedimentar de Resende (RJ)*. Rio de Janeiro, 61p. (Monografia de Graduação, Departamento de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro).
- ALMEIDA, F.F.M. 1976. The system of continental rifts bordering the Santos Basin, Brazil. *An. Acad. Bras. Ci. (Supl.)*, Rio de Janeiro, **48**: p.15-26.
- ALMEIDA, F.F.M. & CARNEIRO, C.D.R. 1998. Origem e Evolução da Serra do Mar. *Rev. Bras. Geoci.*, 28 (2): p.135-150.
- ALMEIDA, S.H.S. & EBERT, H.D. 2003. Assinatura gravimétrica e arcabouço crustal ao longo da Zona de Transferência do Funil, região limítrofe entre São Paulo e Rio de Janeiro. Simpósio de Geologia do Sudeste, 8, Búzios. *Boletim de Resumos*. p. 423.

- AMADOR, E.S. 1975. Estratigrafia e sedimentação na Bacia de Resende - RJ. *An. Acad. Bras. Ci. (Supl.)*, Rio de Janeiro, **47**: p.181-223.
- ASMUS, H.E. & FERRARI, A.L. 1978. Hipótese sobre a causa do tectonismo cenozóico na Região Sudeste do Brasil. In: PETROBRÁS. *Aspectos Estruturais da Margem Continental Leste e Sudeste do Brasil*. Rio de Janeiro, CENPES/DINTEP. p.75-88. (Série Projeto REMAC, 4).
- BLAIR, T.C. 1987. Tectonic and hydrologic controls on cyclic alluvial fan, fluvial and lacustrine rift basin sedimentation, Jurassic, lowermost Cretaceous Todos Los Santos Formation, Chiapas, México. *Journ. of Sedim. Petrol.* Vol. **57** (5). P. 845-862.
- ESCOBAR, I.P. 1999. *Estudo Regional da Bacia de Resende, com base no Método Gravimétrico*. Relatório Preliminar, Projeto MODESTHI. CPRM, Rio de Janeiro. 26 p.
- FERNANDES, F.L. 1993. *Arcabouço estrutural e evolução da Bacia de Taubaté - SP*. Ouro Preto, 147 p. (Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Ouro Preto).
- FROSTICK, L. & REID, I. 1989. Is structure the main control of river drainage and sedimentation in rifts? *Jour. African Earth Sci.*, **8** (2/3/4):165-182.
- HASUI, Y., CARNEIRO, C.D.R. & COIMBRA, A.M. 1975. The Ribeira Folded Belt. *Rev. Bras. Geoci.*, 5: p.257-264.
- LIMA, M.R. & MELO, M.S. 1994. *Palinologia de depósitos rudáceos na região de Itatiaia, bacia de Resende – RJ*. GENOMOS, 2 (1): p.12-21.
- LIMA, M.R.; RICCOMINI, C. & SOUZA, P.A. 1993. Palinologia de folhelhos do gráben de Casa de Pedra, Terciário do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 13, São Leopoldo, 1993. *Bol. Resumos*. São Leopoldo, SBG. p.163.
- MACEDO, J.M. 1989. Evolução tectônica da bacia de Santos e áreas continentais adjacentes. *Bol. Geoci. Petrobrás*, **3**(3): p.159-173.
- MACEDO, J.M. 1990. Evolução tectônica da bacia de Santos e áreas continentais adjacentes. *Origem e Evolução de Bacias Sedimentares – Petrobrás*. 361-376.
- MEISLING, E.; COBBOLD, P.R.; MOUNT, V.S. 2001. Segmentation of an obliquely rifted margin, Campos and Santos basins, southeastern Brasil. *AAPG Bulletin*. **85** (11):1903-1924.
- MELO, M.S.; RICCOMINI, C.; CAMPANHA, G.A.C.; MIOTO, J.A. ; ALMEIDA, F.F.M.; HASUI, Y.; PONÇANO, W.L. & GIMENEZ, A.F. 1983. *Estudos geológico-tectônicos na Bacia de Resende (RJ) e sedimentos terciários de Volta Redonda (RJ) e Bacia de Taubaté (área de Cruzeiro-SP)*. Relatório 17.737, IPT, São Paulo, 124 p.
- MELO, M.S.; RICCOMINI, C.; ALMEIDA, F.F.M. & HASUI, Y. 1985a. Sedimentação e tectônica da Bacia de Resende - RJ. *An. Acad. bras. Ci.*, **57**(4): p.467-479.

- MELO, M.S.; RICCOMINI, C.; HASUI, Y.; ALMEIDA, F.F.M. & COIMBRA, A.M. 1985b. Geologia e evolução do sistema de bacias tafrogênicas continentais do sudeste do Brasil. *Rev. bras. Geoci.*, **15**(3): p.193-201.
- MIALL, A.D. 1996. *The Geology of Fluvial Deposits*. 1 ed. Berlin. Springer-Verlag. 582 p.
- MORLEY, C.K.; NELSON, R.A.; PATTON, T.L.; MUNN, S.G. 1990. Transfer Zones in the East African Rift System and their relevance to hydrocarbon exploration in Rifts. *A.A.P.G. Bull.*, **74** (8): p. 1234-1253.
- PEREIRA, J.P. & MACEDO, J.M. 1990. A bacia de Santos: perspectivas de uma nova província na plataforma continental sudeste brasileira. *Bol. Geoci. PETROBRÁS*, Rio de Janeiro, 4 (1): p.3-11.
- PONTE, F.C., DAUZACKER, M.V., PORTO, R., 1978. Origem e acumulação de petróleo nas bacias sedimentares brasileiras. Congr. Brás. Petróleo, Rio de Janeiro, 2. *Anais...*p.121-146
- RAMOS, R.R.C. 1997. *Estratigrafia da sucessão sedimentar terciária da bacia de Resende, entre Resende e Quatis (RJ), com ênfase na caracterização das litofácies, ciclicidade e paleocorrentes*. Rio de Janeiro, 208 p. (Dissertação de Mestrado, Departamento de Geologia, Instituto de Geociências, UFRJ).
- RAMOS, R.R.C. 2003. *Sistemas Aluviais Terciários da Bacia de Resende, Estado do Rio de Janeiro, Brasil: Análise de Fácies e Revisão Estratigráfica*. Rio de Janeiro, 221 p. (Tese de Doutorado, Departamento de Geologia, Instituto de Geociências, UFRJ).
- RICCOMINI, C. 1989. *O Rift Continental do Sudeste do Brasil*. São Paulo, 256p. (Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, USP).
- RICCOMINI, C.; MELO, M.S.; ALMEIDA, F.F.M.; CARNEIRO, C.D.R.;MIOTO, J.A.; HASUY, Y. 1983. Sobre a ocorrência de um derrame de ankaramito na bacia de Volta Redonda (RJ) e sua importância na datação das bacias continentais tafrogênicas do sudeste brasileiro. SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 4, São Paulo. *Bol. Resumos*. SBG. 23-24.
- RICCOMINI, C.; APPI, C.J.; FREITAS, E.L. & ARAI, M. 1987. Tectônica e sedimentação no sistema de *rifts* continentais da serra do Mar (bacias de Volta Redonda, Resende, Taubaté e São Paulo). SIMPÓSIO DE GEOLOGIA RJ-ES, 1, Rio de Janeiro. *Anais.*, SBG. p.253-298.
- SALVADOR, E.D. & RICCOMINI, C. 1995. Neotectônica do Alto Estrutural de Queluz (SP-RJ, Brasil). *Rev. Bras. Geoc.*, São Paulo, **25**(3):p.151-164.
- SCHMITT, G.H. 1994. *Análise da Arquitetura Depositional em Sedimentos Clásticos Grosseiros da Bacia de Resende (RJ)*. Rio de Janeiro, 106p. (Monografia de Graduação, Departamento de Geologia e Geofísica, Universidade Estadual do Rio de Janeiro).

- SCHMITT, G.H. & PEREIRA, E. 1994. Interação entre processos trativos e gravitacionais decorrentes de atividades tectônicas na bacia de Resende. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 38, Balneário Camboriú, 1994. *Bol. Res. Expandidos*. SBG. v.3, p. 289-290.
- VALERIANO, C.M. & HEILBRON, M. 1993. A Zona de Transtensão de Volta Redonda e sua importância na junção entre os Riftes do Vale do Paraíba e o da Guanabara: Dados Preliminares. Simpósio de Geologia do Sudeste, 3, Rio de Janeiro. *Boletim de Resumos*. p.9-15.
- ZALÁN, P.V. 1986. A tectônica transcorrente na exploração do petróleo: uma revisão. *Rev. Bras. Geoc.*, São Paulo, **16**(3):p.245-257.