

ARQUITETURA DEPOSICIONAL DE DEPÓSITOS DE LEQUES ALUVIAIS DE UMA
BACIA TIPO RIFTE INTRACONTINENTAL, BACIA DE TAUBATÉ, SÃO PAULO

Thaís Cabral Almeida

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DA COORDENAÇÃO DOS
PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS
PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM CIÊNCIAS EM ENGENHARIA
CIVIL.

Aprovada por:

Prof. Luiz Landau, Ph.D.

Prof. Egberto Pereira, D.Sc.

Prof. Álvaro Luiz Gayoso de Azeredo Coutinho, D.Sc.

Dr. Pedro Victor Zalán, Ph.D.

RIO DE JANEIRO, RJ – BRASIL
AGOSTO DE 2007

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

ALMEIDA, THAÍS CABRAL

Arquitetura Depositional de Depósitos
de Leques Aluviais de uma Bacia Tipo
Rifte Intracontinental, Bacia de Taubaté,
São Paulo [Rio de Janeiro] 2007

XIX, 112 p. 29,7 cm (COPPE/UFRJ,
M.Sc., Engenharia Civil, 2007)

Dissertação – Universidade Federal do
Rio de Janeiro, COPPE

1. Sedimentologia
2. Arquitetura Depositional
3. Bacia de Taubaté

I. COPPE/UFRJ II. Título (série).

Dedico esta dissertação aos meus pais, Maurício e Fátima, por serem os principais responsáveis pela minha educação e por me ajudarem a chegar até aqui, à minha irmã, Priscila, sempre companheira, e ao Luca, pelo carinho e atenção que me dedica.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a todas as pessoas que de alguma forma colaboraram e incentivaram a realização dessa etapa tão importante para a minha vida profissional.

Primeiramente, agradeço aos meus orientadores, os professores Luiz Landau, da COPPE/UFRJ, e Egberto Pereira, da Faculdade de Geologia da UERJ.

Agradeço também ao Dr. Pedro Zalán, da PETROBRAS pela colaboração nas discussões sobre a geologia regional da Bacia de Taubaté e a revisão de toda a dissertação; ao Ariovaldo e Amilson, técnicos em geofísica da PETROBRAS, pela colaboração no levantamento e processamento das linhas de GPR; ao professor de geologia da UFRJ Carlos Abreu, à gerente do setor de geologia sedimentar e petrografia do CENPES/PETROBRAS, Maria Dolores, e à equipe do laboratório de testemunhos do Cenpes, por permitirem o acesso ao testemunho perfurado pela Petrobras em conjunto com a UFRJ na Bacia de Taubaté; a todos os meus gerentes na PETROBRAS, Antônio Pinto, Farid Shecaira e Mauro Becker, por incentivarem a conclusão do mestrado e me liberarem no horário de trabalho para assistir às aulas; aos meus colegas de trabalho, os geólogos Paulo Paraízo e Marco Moraes, também pelo incentivo e colaboração nas discussões sobre sedimentologia; e, por fim, à minha família e amigos, pelo incentivo e paciência nos momentos de ansiedade e nervosismo, comuns à fase de dissertação.

Resumo da Dissertação apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Ciências (M.Sc.)

ARQUITETURA DEPOSICIONAL DE DEPÓSITOS DE LEQUES ALUVIAIS DE UMA
BACIA TIPO RIFTE INTRACONTINENTAL, BACIA DE TAUBATÉ, SÃO PAULO

Thaís Cabral Almeida

Agosto/2007

Orientadores: Luiz Landau
Egberto Pereira

Programa: Engenharia Civil, área interdisciplinar de Sistemas Petrolíferos

Este trabalho teve por objetivo caracterizar a arquitetura deposicional de sedimentos associados a um sistema de leques aluviais registrados no início da fase rifte da Bacia de Taubaté. Para alcançar tal objetivo, foi realizada uma caracterização faciológica dos afloramentos estudados, situados na borda SE da bacia, através da descrição de perfis sedimentológicos, e por meio da interpretação dos principais elementos arquiteturais que compõem este sistema. Estes elementos foram individualizados através do mapeamento das superfícies deposicionais observadas nos fotomosaicos obtidos nos afloramentos e da realização de um modelo geológico tridimensional dos mesmos. Além dos dados de afloramentos, foi também efetuada a descrição faciológica de um trecho testemunhado do poço PINDA-01, perfurado na porção central da bacia. Esta análise foi realizada com o intuito de comparar as fácies observadas em sub-superfície com aquelas individualizadas nos afloramentos. Os resultados desse estudo mostraram que os afloramentos estudados representam um sistema de leques aluviais de clima árido depositados na borda flexural do compartimento sul do rifte, enquanto que as fácies descritas no poço representam uma sedimentação de leques aluviais posicionados na borda falhada do compartimento central do rifte, ou na zona de acomodação que forma o Alto de Pindamonhangaba. O posicionamento tectonicamente distinto dos sedimentos acarretou em diferenças significativas na qualidade, geometria e extensão de possíveis reservatórios formados por estes depósitos. Com base nessas observações, acredita-se que os depósitos de leques aluviais de borda flexural podem apresentar melhor qualidade como reservatório do que aqueles depósitos originados em borda falhada.

Abstract of Dissertation presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science (M.Sc.)

DEPOSITIONAL ARCHITECTURE OF ALLUVIAL FANS DEPOSITS OF AN
INTRACONTINENTAL RIFT BASIN, TAUBATÉ BASIN, SÃO PAULO

Thaís Cabral Almeida

August/2007

Advisors: Luiz Landau
Egberto Pereira

Department: Civil Engineering, interdisciplinary area of Petroliferous Systems

This work had the objective to realize the depositional architecture characterization of deposits associated to an alluvial fan system of the beginning of rift phase in Taubaté Basin. To achieve this objective, a facies characterization and an interpretation of the main architectural elements that form this system were done in the studied outcrops, situated at the SE border of the basin. The architectural elements were individualized by mapping the depositional surfaces observed in photomosaics obtained from the outcrops and by building a tridimensional geologic model of these elements. Beside the outcrop data, a facies description was also realized on a cored section of the well PINDA-01, drilled on the central part of the basin. This analysis was done in order to compare the facies observed in subsurface with those individualized on the outcrops. The results obtained in this study showed that the outcrops represent an arid alluvial fan system deposited on the flexural margin of the rift's south compartment, while the facies described on the well core represent an alluvial fan sedimentation situated on the faulted margin of the rift's central compartment, or from the accommodation zone related to the Pindamonhangaba High. The distinct tectonic positioning of sediments caused significant differences on the quality, geometry and extension of possible reservoirs formed by these deposits. Based on these observations, the conclusion is that alluvial fans deposits of flexural margin have a better reservoir quality than fans originated from faulted margin.

ÍNDICE

I – INTRODUÇÃO	1
1.1 – Objetivo	2
1.2 – Localização da Área de Estudo	2
II – CONTEXTO REGIONAL DA BACIA DE TAUBATÉ	4
2.1 – Histórico das Pesquisas Realizadas	4
2.2 – Evolução Tectônica e Aspectos Estruturais	6
2.3 – Estratigrafia e Preenchimento Sedimentar	11
III – ASPECTOS FUNDAMENTAIS DOS RIFTES CONTINENTAIS	18
3.1 – Histórico e Definições	18
3.2 – Mecanismos de Formação	18
3.3 – Elementos Estruturais Principais	21
3.4 – Geometrias de Riftes	25
3.5 – Estratigrafia e Sedimentação em Bacias Rifte	26
3.5.1 – Parâmetros controladores	27
3.5.2 – Seqüências deposicionais	30
3.5.3 – Sedimentologia	32
3.6 – Modelo de Evolução Tectono-estratigráfica dos Riftes Continentais	36
IV – METODOLOGIA	37
4.1 – Levantamentos de Campo	37
4.2 – Trabalhos de Laboratório	39
4.3 – Trabalhos de Escritório	39
V – ANÁLISE DOS DADOS DE AFLORAMENTO	43
5.1 – Faciologia	43
5.1.1 – Fácies A	45
5.1.2 – Fácies B	47
5.1.3 – Fácies C	48
5.1.4 – Fácies D	49
5.1.5 – Fácies E	50
5.1.6 – Fácies F	52
5.1.7 – Fácies G	55

5.1.8 – Fácies H	56
5.1.9 – Fácies I	57
5.2 – Elementos Arquiteturais	62
5.2.1 – Descrição	63
5.2.2 – Interpretação	70
5.3 – Dados de GPR	72
5.4 – Modelo Depositional dos Afloramentos	75
 VI – ANÁLISE DOS DADOS DE SUBSUPERFÍCIE	 81
6.1 – Fácies do Testemunho	81
6.1.1 – Fácies I e fácies II	81
6.1.2 – Fácies III e fácies IV	83
6.1.3 – Fácies V	85
6.1.4 – Fácies VI e fácies VII	86
6.1.5 – Fácies VIII	89
6.1.6 – Fácies IX	90
6.2 – Modelo Depositional de Subsuperfície	92
 VII – COMPARAÇÃO DOS DADOS DE AFLORAMENTO COM DADOS DE SUBSUPERFÍCIE	 93
 VIII – CONCLUSÕES	 101
 IX – BIBLIOGRAFIA	 105
 ANEXO I – PERFIS SEDIMENTOLÓGICOS DOS AFLORAMENTOS	
 ANEXO II – FOTOMOSAICOS E SEÇÕES INTERPRETADAS DOS AFLORAMENTOS	
 ANEXO III – FICHAS DE DESCRIÇÃO DO TESTEMUNHO DO POÇO PINDA-01	

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1:** Mapa de localização dos afloramentos abordados nesta pesquisa. A) posição dos afloramentos em relação às cidades próximas no Estado de São Paulo; e B) detalhe dos 3 afloramentos estudados e suas posições em relações às principais rodovias de acesso. 3
- Figura 2:** Mapa de distribuição dos quatro riftes do SRCSB: (A) Paraíba do Sul, (B) Litorâneo, (C) Ribeira, e (D) Marítimo; de suas falhas limitantes, preenchimentos sedimentares, intrusões/lavas alcalinas, charneira cretácea das bacias de Santos/Campos e o Rio Paraíba do Sul (ZALÁN & OLIVEIRA, 2005). 7
- Figura 3:** Mapa estrutural da Bacia de Taubaté segundo FERNANDES & CHANG (2003), baseado em dados gravimétricos e com contorno a nível do embasamento. Os compartimentos São José dos Campos e Taubaté são separados pelo Alto de Caçapava, e os compartimentos de Taubaté e de Aparecida são separados pelo Alto de Pindamonhangaba. 9
- Figura 4:** Mapa estrutural sísmico em profundidade do embasamento da Bacia de Taubaté de MARQUES (1990). A bacia é dividida em quatro compartimentos principais e dois menores. 10
- Figura 5:** Seções geológicas da Bacia de Taubaté elaboradas a partir de dados sísmicos da Petrobrás. A localização das seções está no mapa do canto superior direito da figura. Seção A-B, porção nordeste do Compartimento São José dos Campos; seção C-D, parte central do Compartimento Taubaté; seção E-F, porção sudoeste do Compartimento Aparecida; seção G-H, porção centro-nordeste do Compartimento Aparecida. Figura de RICCOMINI *et al.* (2004). 11
- Figura 6:** Carta crono-litoestratigráfica das bacias do Rifte Paraíba do Sul do SRCSB (bacias de São Paulo, Taubaté, Resende e Volta Redonda). Letras: p – leques aluviais proximais; m-d – leques aluviais medianos a distais associados a planície aluvial de rios entrelaçados; t – depósitos de tálus; c – depósitos coluviais; ca – depósitos colúvio-aluviais; a –

depósitos aluviais (modificado de RICCOMINI *et al.*, 2004). 12

Figura 7: Mapa geológico da Bacia de Taubaté (RICCOMINI *et al.*, 2004): 1) rochas do embasamento pré-cambriano; 2) Formação Resende (sistema de leques aluviais proximais); 3) Formação Resende (sistema de leques aluviais medianos a distais associados a planície aluvial de rios entrelaçados); 4) Formação Tremembé; 5) Formação São Paulo; 6) Formação Pindamonhangaba; 7) sedimentos quaternários; 8) falhas cenozóicas, em parte reativadas do embasamento pré-cambriano; 9) eixos de dobras principais. 13

Figura 8: Modelos esquemáticos das três fases de evolução sedimentar da Bacia de Taubaté segundo APPI *et al.* (1986 *apud* RICCOMINI *et al.*, 1987). Legenda: 1) embasamento; 2) conglomerados e diamictitos; 3) inunditos e lamitos; 4) folhelhos lacustres e; 5) arenitos fluviais. 15

Figura 9: Modelos de rifte passivo e rifte ativo: no modelo passivo ocorre uma distensão litosférica com afinamento crustal, a fase rifte e posteriormente a ascensão do manto; no rifteamento ativo ocorre domeamento, vulcanismo e fase rifte (modificado de BUENO, 2004). 19

Figura 10: Modelos de formação de riftes. (A) Modelo de cisalhamento puro de McKENZIE (1978 *apud* BOSENCE, 1998); (B) Modelo de cisalhamento simples de WERNICKE & BURCHFIEL (1982 *apud* BOSENCE, 1998); (C) Modelo de estiramento heterogêneo de COWARD (1986 *apud* BOSENCE, 1998); (D) Modelo relacionado a pluma mantélica (rifte ativo) de WHITE & McKENZIE (1989 *apud* BOSENCE, 1998). Figura modificada de BOSENCE (1998). 20

Figura 11: Elementos estruturais observados em riftes continentais (MAGNAVITA, 1992). 21

Figura 12: Exemplos de tipos de crescimento de falhas e da geometria de bacia desenvolvida a partir de cada diferente tipo de propagação de falhas de borda (MORLEY, 1999). 22

Figura 13: Formação da rampa de revezamento entre duas falhas de mesma polaridade. Os diagramas c e d demonstram, transversalmente, a deformação causada por estas estruturas (PEACOCK & SANDERSON, 1994).	24
Figura 14: Modelo de rifteamento em caixas de argila, evidenciando os padrões de falhas de acordo com a variação da direção dos esforços distensionais (TRON & BRUN, 1991 <i>apud</i> MORLEY, 1999).	26
Figura 15: Compartimentação interna de um meio-gráben proposta por KÜCHLE <i>et al.</i> (2005).	27
Figura 16: Sumário dos principais controles da estratigrafia e preenchimento sedimentar de uma bacia rifte (modificado de BOSENCE, 1998).	29
Figura 17: Seções geológicas esquemáticas de bacias rifte ilustrando os principais efeitos da tectônica e do clima na estratigrafia dos riftes (modificado de BOSENCE, 1998).	30
Figura 18: (A) Classificação das unidades rifte, suas superfícies limítrofes e seus padrões estratais. Modificado de BOSENCE (1998); (B) Modelo elaborado por KÜCHLE <i>et al.</i> , (2005) para a ocorrência de discordâncias internas à fase rifte (KÜCHLE <i>et al.</i> , 2005).	32
Figura 19: Modelos deposicionais em riftes continentais (LEEDER & GAWTHORPE, 1987). A) meio-gráben continental com drenagem axial, dominado por sistemas fluviais; B) meio-gráben com drenagem interna, dominado por corpos lacustres.	33
Figura 20: Modelos deposicionais de lagos tectônicos. a) nível do lago alto; b) nível do lago baixo (SCHOLZ & ROSENDAHL, 1990).	35
Figura 21: Posição ideal da câmera para a obtenção de fotomosaicos de afloramentos com a mínima distorção em cada foto e entre as fotos que compõem o fotomosaico (modificado de ARNOT <i>et al.</i> , 1997).	37

Figura 22: Mudanças de escala entre fotografias adjacentes podem ser reduzidas significativamente mantendo-se uma distância constante do afloramento e fazendo-se uma sobreposição de 50-60% de fotos adjacentes (modificado de ARNOT et al., 1997).

38

Figura 23: Quadro contendo as 9 fácies mapeadas nas seções aflorantes estudadas. As fácies foram organizadas de acordo com a sua granulometria e energia de transporte e deposição.

44

Figura 24: Esta figura apresenta o fotomosaico do afloramento 1 (A), com os elementos arquiteturais interpretados, a linha processada do levantamento de georadar utilizando uma antena de 200 MHz (B), e a linha processada do levantamento de 400 MHz (C), ambas levantadas ao longo do topo deste afloramento. A imagem do afloramento, bem como a linha de GPR referente à antena de 400 MHz, tiveram sua escala vertical modificada para ficarem na mesma escala da linha de 200 MHz. A linha azul clara interpretada na figura B representa a base de uma canaleta de concreto que existe no topo do afloramento, a linha lilás e as linhas amarelas representam feições interpretadas como geológicas e que correspondem às cores utilizadas em A, e as áreas preenchidas em azul apresentam assinaturas semelhantes e podem estar relacionadas a efeitos de borda da linha de GPR.

74

Figura 25: Representação esquemática do zoneamento de um sistema de leques aluviais antigos em sub-ambientes (arenito Cambriano Van Horn, Texas) (Mc GOWEN & GROAT, 1971 *apud* FRASER & SUTTNER, 1986).

77

Figura 26: Seção longitudinal esquemática e vista em mapa de um leque aluvial, ilustrando a variação de processos/fácies em função do zoneamento morfológico (modificado de McGOWEN & GROAT, 1971 *apud* FRASER & SUTTNER, 1986).

77

Figura 27: Modelo geológico tridimensional dos afloramentos sem exagero (A) e com exagero vertical de 5X (B), mostrando ao fundo o

fotomosaico do afloramento 3. Observa-se que as geometrias tabulares (superfícies azul e verde) possuem maior continuidade lateral, enquanto que os canais dos elementos V (laranja) e VI (amarelo) são mais confinados. No caso do elemento V o canal é mais retilíneo e as suas bordas são simétricas. No caso dos canais do elemento VI, os canais possuem sinuosidade e bordas assimétricas.

79

Figura 28: Detalhe dos elementos de canal V e VII, mostrando a diferença de geometria entre eles. O elemento VI possui geometria sinuosa e bordas assimétricas do canal, enquanto que o elemento V é mais retilíneo e suas bordas são simétricas.

80

Figura 29: Localização dos afloramentos e do poço PINDA-01 no mapa estrutural baseado em dados gravimétricos de FERNANDES & CHANG (2003).

94

Figura 30: Localização do poço PINDA-01 no mapa estrutural sísmico do embasamento de MARQUES (1990). A localização dos afloramentos estudados não aparece neste mapa, pois estão a SW da linha sísmica B-B'.

95

Figura 31: Bloco-diagrama mostrando as principais características de uma bacia tipo rifte continental com drenagem interior (modificado de LEEDER & GAWTHORPE, 1987). Os depósitos de leques aluviais observados nos afloramentos representam os leques da borda flexural, enquanto que os depósitos observados no testemunho do poço PINDA-01 seriam os leques da borda falhada.

97

Figura 32: Bloco-diagrama de um rifte continental em fase de lago alto, onde está representada a sedimentação na borda de zonas de transferência (modificado de SCHOLZ & ROSENDAHL, 1990) (seta vermelha). Esta seria outra alternativa para a origem dos sedimentos de leque aluvial observados no testemunho do poço PINDA-01. No caso interpretado para os depósitos estudados, o nível de lago seria baixo ou o lago ainda não estaria estabelecido, fazendo com que os sedimentos subaquosos representados neste bloco-diagrama não estivessem

presentes no momento da deposição de leques aluviais na Bacia de Taubaté.

98

Figura 33: Imagem de satélite do Death Valley, na Califórnia. Observa-se a presença de leques aluviais típicos de borda falhada (seta amarela), pouco extensos, e leques típicos de borda flexural (seta vermelha), com grande extensão areal e com canais erosivos tardios incidindo sobre a superfície dos leques. Imagem obtida no site da NASA (programa gratuito Nasa World Wind 1.4).

99

Figura 34: Imagens de satélite obtidas do software Google Earth, mostrando em detalhe um leque de borda falhada (A) e um leque de borda flexural (B), onde se identifica os sete elementos arquiteturais descritos neste estudo. Observe a diferença de escala entre as imagens A e B.

100

ÍNDICE DE FOTOGRAFIAS

Fotografia 1: Foto da aquisição das linhas de GPR, onde observa-se a ferramenta de aquisição e a equipe trabalhando no levantamento de uma das linhas, que neste caso está sendo realizado com a antena de 400 MHz.	41
Fotografia 2: Camada de arenito conglomerático intraclástico.	45
Fotografia 3: Detalhe do caráter erosivo da fácies A, que nesta foto está erodindo uma camada composta pela fácies G. A seta amarela aponta um clasto que possui diâmetro similar à espessura total da camada.	46
Fotografia 4: Detalhe da fácies B, que apresenta estratificação cruzada pouco definida.	47
Fotografia 5: Detalhe das estratificações cruzadas acanaladas de grande porte da fácies C. Esta estratificação é evidenciada principalmente pelo alinhamento dos seixos e grânulos maiores.	48
Fotografia 6: Detalhe da fácies D, arenito grosso a conglomerático maciço com seixos e grânulos dispersos.	49
Fotografia 7: Detalhe da fácies E, arenito conglomerático gradado com grânulos e seixos dispersos.	51
Fotografia 8: Detalhe da base de uma camada formada pela fácies E, apresentando estruturas de carga. Observa-se também a presença de diversos ciclos de gradação normal. A aparente laminação da rocha é devido à oxidação.	52
Fotografia 9: Detalhe do aspecto homogêneo da fácies F, causado pela fluidização.	53
Fotografia 10: Nesta foto, observa-se a presença de estruturas de carga (seta vermelha) e a interrupção da camada (seta amarela) da fácies F ao	

longo do afloramento 3, que pode ser ocasionada por possíveis falhas sintectônicas (linhas vermelhas).	54
Fotografia 11: Detalhe da fácies G. Observa-se estratificações cruzadas de baixo ângulo em várias direções e a presença de seixos dispersos na base da camada.	55
Fotografia 12: Camadas tabulares de arenito médio maciço da fácies H no topo do afloramento 2. O quadrado amarelo representa o detalhe mostrado na fotografia 13.	56
Fotografia 13: Detalhe da fácies H.	57
Fotografia 14: Detalhe do nível esbranquiçado que forma um nível contínuo nos afloramentos estudados.	58
Fotografia 15: Siltito maciço com pequenas perfurações preenchidas pelo próprio siltito.	59
Fotografia 16: Siltito da fácies I sendo cortado por camadas de fácies arenosas e conglomeráticas. Observa-se também a continuidade do nível esbranquiçado na base do afloramento (seta amarela). As linhas vermelhas representam possíveis pares conjugados de falhas sintectônicas observadas principalmente no nível estratigráfico onde ocorre o elemento arquitetural II (ver item 5.2).	60
Fotografia 17: O elemento I consiste nas espessas camadas de siltitos maciços com grânulos e seixos dispersos, que pode ser observado na parte de baixo da fotografia. Sua geometria é aparentemente tabular, sendo cortada por elementos erosivos. Apresenta níveis tabulares.	66
Fotografia 18: Geometria característica do elemento II (em azul), camada tabular e contínua ao longo de todos os afloramentos. A sua integridade é interrompida em diversos locais devido a fluidizações.	66
Fotografia 19: Geometria lenticular do elemento III (base em cor	

vermelha), presente apenas no afloramento 1. Este elemento é constituído apenas pela fácies A. Possui base erosiva e seu topo também é erodido pelo elemento IV. 67

Fotografia 20: Detalhe do elemento IV, interpretado na cor lilás (base), no afloramento 1. Sua geometria é lenticular, porém mais extensa que o elemento III. Sua base é erosiva e o topo é erodido em parte por canais do elemento VI (cor amarela). 67

Fotografia 21: Dois exemplos do elemento V (cor laranja) no fotomosaico do afloramento 3. Este elemento possui uma geometria de canal com as bordas simétricas e, internamente, as camadas possuem contato plano. Os perfis 13, 14 e 15 do anexo I possuem a descrição das fácies que preenchem este elemento. 68

Fotografia 22: Fotografia mostrando a geometria característica do elemento VI, canais bem escavados com geometria assimétrica. O detalhe das fácies que preenchem este elemento pode ser observado nos perfis 03 e 04 do anexo I. O detalhe na foto é de um trecho do afloramento 1. 68

Fotografia 23: Detalhe da geometria lenticular delgada e extensa do elemento VII num trecho do afloramento 2. 69

Fotografia 24: Detalhe da fácies I (seta amarela) e da fácies II (seta vermelha). 82

Fotografia 25: Detalhe do aspecto variegado e blocoso do siltito maciço da fácies III. 84

Fotografia 26: Fácies V á esquerda da foto (seta amarela). É possível notar a diferença de textura desta fácies com as fácies I e II, que estão no centro da foto (seta vermelha). 85

Fotografia 27: Detalhe das microestratificações observadas na fácies VI. 87

Fotografia 28: Níveis bioturbados na fácies VI. 88

Fotografia 29: Diamictito da fácies VIII entre folhelhos laminados da fácies IX. 89

Fotografia 30: Folhelho escuro laminado da fácies VIII (setas vermelhas). 91

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Resumo da descrição e interpretação das fácies observadas nos afloramentos estudados.

61

I – INTRODUÇÃO

A caracterização de reservatórios é uma atividade essencial para a indústria do petróleo e vem ganhando cada vez mais importância à medida que as descobertas de novos campos não crescem proporcionalmente ao consumo deste insumo. Em decorrência disso, a otimização da produção em campos já conhecidos torna-se fundamental para que haja a reposição das reservas de petróleo.

A representação adequada das principais heterogeneidades que controlam o escoamento de fluidos no interior dos reservatórios constitui o principal objetivo dos estudos de caracterização de reservatórios. A expectativa é de que os modelos resultantes desses estudos descrevam de maneira precisa o que tem sido denominado de “sistema de encanamento hidráulico (*plumbing system*)” do reservatório, ou seja, o conjunto de condutos permeáveis através do qual os fluidos se movimentam. Se tal sistema for corretamente representado, todos os processos de gerenciamento do reservatório, incluindo a estimativa de reservas, o posicionamento dos poços, a previsão da curva de produção, entre outros, poderão ser significativamente melhorados. Por isso, como salientam MORAES *et al.* (2001), é fundamental procurar o aperfeiçoamento contínuo do entendimento e da representação das heterogeneidades críticas que definem o comportamento dos reservatórios.

Como principais ferramentas utilizadas na caracterização de reservatórios em subsuperfície, tem-se a sísmica 3D de alta resolução e os dados de poços. Como toda ferramenta de investigação, estas apresentam algumas limitações. A sísmica é capaz de identificar corpos de potenciais reservatórios em grande escala, fornecendo uma boa aproximação da área ocupada por estes corpos. Porém, na escala vertical, cada refletor sísmico equivale a cerca de 20 metros de espessura de rocha, representando diversas camadas deposicionais, o que impossibilita o mapeamento das heterogeneidades internas aos refletores. Os poços podem fornecer inúmeros e diferentes tipos de informação, desde dados indiretos (perfis de raios gama, perfis de eletrorresistividade, perfis sônicos,...) até dados diretos (testemunhos, amostras de calha e amostras laterais). Estes dados auxiliam bastante no entendimento do comportamento vertical das fácies, na interpretação dos sistemas deposicionais e no conhecimento das propriedades petrofísicas (porosidade e permeabilidade) das fácies-reservatório. No entanto, o dado de poço é um dado pontual, necessitando-se de diversos poços num determinado campo para que se possa fazer a correlação lateral das fácies, das geometrias dos depósitos e

das demais propriedades do reservatório. Mesmo assim, muitas das heterogeneidades presentes nos reservatórios possuem dimensões e continuidade menores do que o espaçamento entre poços. Nestes casos, a simples correlação entre poços não permite uma boa representação das propriedades dos reservatórios.

Um recurso que vem sendo muito utilizado para solucionar a questão das heterogeneidades na escala interpoços é o uso de afloramentos análogos aos reservatórios em subsuperfície, para auxiliar na parametrização dos elementos deposicionais dos modelos geológicos destes reservatórios.

1.1 - OBJETIVO

Tendo em vista a questão apresentada acima, este trabalho tem por objetivo realizar a caracterização detalhada de afloramentos associados a um sistema de leques aluviais no início da sedimentação rifte na Bacia de Taubaté. O mesmo visa definir suas geometrias deposicionais mais representativas e o arranjo faciológico observado nestes afloramentos, ou seja, caracterizar os elementos arquiteturais preservados. Assim, para se ter um melhor entendimento do comportamento tridimensional das fácies e das geometrias deposicionais, este trabalho apresenta também um modelo geológico tridimensional dos afloramentos estudados.

1.2 – LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A Bacia de Taubaté situa-se na região leste do Estado de São Paulo, sendo uma feição deprimida entre as serras do Mar e da Mantiqueira e alongada segundo a direção ENE-WSW. Possui comprimento de 170 km, apresentando como extremos as cidades de Jacareí, a sul; e Cruzeiro, a norte. A bacia tem largura variável entre 10 e 20 km e ocupa uma área de, aproximadamente, 3200 km² (RICCOMINI *et al.*, 2004).

Os afloramentos estudados neste trabalho localizam-se ao longo da Rodovia Dom Pedro I (SP-65), no km 5, trecho entre o cruzamento desta estrada com as Rodovias Via Dutra (BR-116) e Carvalho Pinto (SP-70), próximos à cidade de Jacareí, SP (**figura 1**).

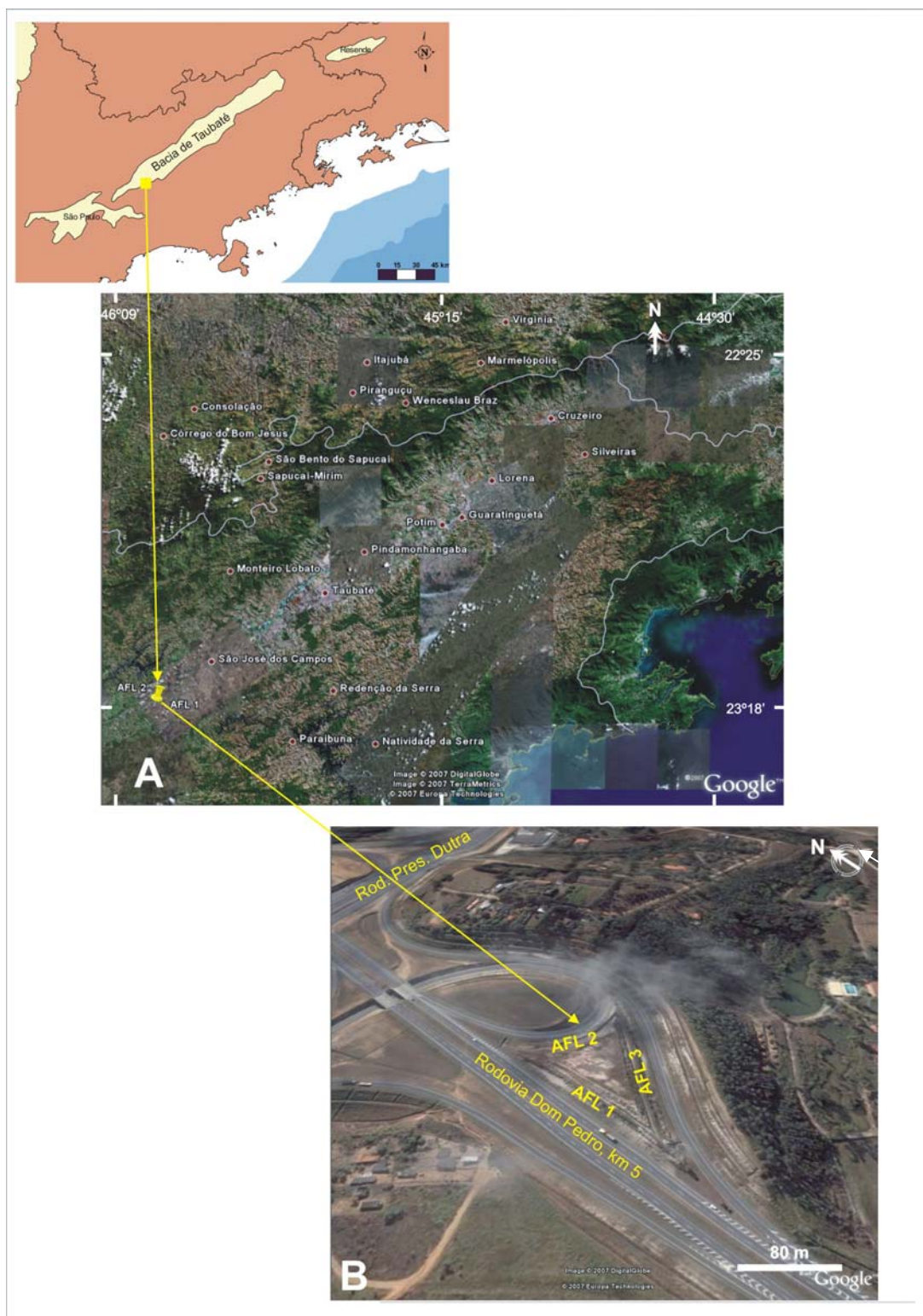


Figura 1: Mapa de localização dos afloramentos abordados nesta pesquisa. A) posição dos afloramentos em relação às cidades próximas no Estado de São Paulo; e B) detalhe dos 3 afloramentos estudados e suas posições em relações às principais rodovias de acesso.

II – CONTEXTO REGIONAL DA BACIA DE TAUBATÉ

2.1 – HISTÓRICO DAS PESQUISAS REALIZADAS

A Bacia de Taubaté é conhecida desde meados do século XIX, quando PISSIS (1842 *apud* HASUI & PONÇANO, 1978), mencionou a existência de sedimentos pliocênicos no Vale do Paraíba, denominando-a, nesta época, de Bacia Terciária “de la Parahyba”. Anos depois, em 1895, DERBY (*apud* YAMAMOTO, 1995) mapeou e descreveu estes sedimentos pela primeira vez.

A denominação de Bacia de Taubaté foi proposta por FLORENCE & PACHECO (1929 *apud* MEZZALIRA, 1962), para o pacote sedimentar de idade Terciária.

Desde então, mais que uma centena de títulos foram divulgados sobre a bacia, relacionados a diversos aspectos, como a origem da depressão, evolução tectônica, sedimentação, ambientes deposicionais, idade, entre outros.

A denominação de Formação Tremembé para os folhelhos betuminosos e fósseis da fase lacustre da bacia foi dada por ALMEIDA (1958 *apud* YAMAMOTO, 1995), que definiu uma discordância entre esta formação basal e uma superior, denominada “camadas de São Paulo” por MORAES REGO (1933 *apud* YAMAMOTO, 1995).

MEZZALIRA (1962) propôs chamar Série Taubaté ao conjunto das formações Tremembé e São Paulo.

Posteriormente, CARNEIRO *et al.*, (1976) denominaram de Formação Caçapava a unidade superior da Bacia de Taubaté, restringindo a Formação São Paulo apenas à bacia homônima, entendendo que as bacias evoluíram de forma independente, apesar de apresentarem um certo sincronismo.

Um trabalho mais abrangente no tocante à compartimentação da bacia foi realizado primeiramente por HASUI & PONÇANO (1978), quando um mapa geológico foi elaborado na escala de 1: 50.000, baseado em afloramentos, fotografias aéreas e perfis de poços. Os mapas anteriores a este, como os de DERBY (1895 *apud* HASUI & PONÇANO, 1978), BRANNER (1918 *apud* HASUI & PONÇANO, 1978) e SUGUIO (1969), mostravam somente o contorno da bacia.

Outro trabalho de grande importância no entendimento da bacia foi o de ALMEIDA (1976). No mesmo é indicado que a Bacia de Taubaté está implantada em um gráben que faz parte do sistema de *riffs* continentais que bordejam a Bacia de Santos, nomeando este conjunto de grábens de Sistema de Riftes da Serra do Mar. Posteriormente, RICCOMINI

(1989) denomina este sistema de *Rifts* Continentais do Sudeste do Brasil (RCSB), com algumas diferenças de interpretação em relação à sua origem. A maioria dos autores, atualmente, insere a Bacia de Taubaté neste contexto dos *rifts* continentais.

Na década de oitenta, além dos trabalhos de RICCOMINI (1989), foram importantes, dentre outros, os trabalhos de MELO *et al.* (1985), que estudaram a geologia e evolução do sistema de bacias continentais do sudeste do Brasil, ao qual denominaram de Sistema de Bacias Tafrogênicas do Sudeste Brasileiro, e VESPUCCI (1984), sobre os sistemas deposicionais e a evolução tectono-sedimentar da Bacia de Taubaté. Neste trabalho o autor sugere a designação Formação Jacareí para os depósitos de leques aluviais da porção basal e lateral da bacia, até então não enquadrados em nenhuma unidade litoestratigráfica formal. Posteriormente, RICCOMINI (1989) denominou o sistema de leques aluviais associados a planícies aluviais de rios entrelaçados de Formação Resende, tomando o nome emprestado da Bacia de Resende (AMADOR, 1975).

A PETROBRAS realizou estudos na bacia e um levantamento de 178 km de linhas sísmicas, em meados do ano de 1988, para verificar as perspectivas exploratórias da bacia. A pesquisa não encontrou bons resultados devido à pouca profundidade da mesma, apesar de apresentar folhelhos com um excelente potencial gerador para hidrocarbonetos líquidos (MARQUES, 1990).

Já na década de 90, FERNANDES (1993 *apud* YAMAMOTO, 1995) elaborou um modelo do arcabouço estrutural da Bacia de Taubaté, a partir da integração dos dados gravimétricos e sísmicos, onde identificou quatro compartimentos internos, separados por três altos estruturais.

Recentemente, dois importantes trabalhos foram publicados: o de RICCOMINI *et al.* (2004) e o de ZALÁN & OLIVEIRA (2005). O trabalho de RICCOMINI *et al.* (2004) faz uma revisão da evolução geológica do Rife Continental do Sudeste do Brasil (RCSB), que está publicada num livro em homenagem às obras do professor Fernando Flávio Marques de Almeida, importante colaborador no entendimento do Cenozóico no Brasil. O trabalho de ZALÁN & OLIVEIRA (2005) propõe uma nova perspectiva da análise estrutural dos grábens que compõem o RCSB, denominado por estes autores de Sistema de Rifes Cenozóicos do Sudeste do Brasil (SRCSB), onde tenta-se compreendê-los como entidades muito maiores que seus pequenos e restritos preenchimentos sedimentares residuais. Este trabalho apresenta também um modelo de evolução genética para o SRCSB, onde tenta-se concatenar os vários eventos geológicos

observados nas mesmas com a história do surgimento desses riftes continentais e a evolução das bacias marítimas de Santos e Campos.

2.2 – EVOLUÇÃO TECTÔNICA E ASPECTOS ESTRUTURAIS

Como apresentado anteriormente, é consenso entre a maioria dos autores que a Bacia de Taubaté está inserida num sistema de riftes continentais de idade cenozóica que ocorre no sudeste brasileiro. Apesar das diversas denominações dadas a este sistema, as interpretações dos diferentes autores quanto à origem e evolução do mesmo possuem muitas similaridades. A principal delas é de que os riftes teriam sido gerados por uma instabilidade isostática causada pelo soerguimento das áreas costeiras (Serra do Mar) e subsidência das bacias adjacentes (Santos e Campos).

A maior divergência entre os autores é quanto ao mecanismo de esforço e número de fases em que ocorreu o rifteamento. Alguns autores acreditam num mecanismo de ruptura puramente extensional de direção NNW-SSE (Eoceno-Oligoceno) com uma fase posterior de transcorrência sinistral de direção E-W (Mioceno?) (RICCOMINI, 1989, FERNANDES & CHANG, 1992), enquanto que outros autores (ZALÁN & OLIVEIRA, 2005; TEIXEIRA, 2003) atribuem uma única fase de transtensão para a formação dos riftes. Estes últimos apresentam divergências de interpretação em relação ao tipo de movimentação: segundo ZALÁN & OLIVEIRA (2005) houve movimentação sinistral N51W-S51E em todo o período de 58-20 Ma, e para TEIXEIRA (2003) houve uma movimentação lateral dextral no período Cretáceo Superior/Terciário Inferior.

Nesta dissertação, optou-se pela denominação de Sistema de Riftes Cenozóicos do Sudeste do Brasil (SRCSB) (ZALÁN & OLIVEIRA, 2005) por ser de um trabalho recente que engloba neste sistema as ombreiras dos riftes (Serra do Mar e da Mantiqueira) e a extensão destes riftes na plataforma continental das bacias de Campos e Santos, mostrando uma associação genética entre essas feições geológicas. No trabalho, os autores associam o soerguimento da Serra do Mar Cretácea à passagem da Placa Sul-Americana por uma anomalia térmica (*hot spot* de Trindade), constituindo um megaplanalto de cerca de 300.000 Km², que foi sendo erodido ao longo do tempo, servindo de área fonte de sedimentos para as bacias de Santos, Campos e Paraná. Exatamente no limite Cretáceo/Terciário, este megaplanalto parou de soerguer e uma

superfície de aplainamento nivelou-o em torno de 2000 m em relação ao nível do mar atual. A grande diferença de altitude entre esta Serra e as bacias marítimas adjacentes gerou uma instabilidade isostática, acarretando no colapso gravitacional do megaplanalto 7 m.y. após cessado o soerguimento, gerando os riftes, onde hoje encontram-se as bacias do SRCSB, bem como alterando a configuração da própria Serra do Mar, tornando-a mais parecida com o que observamos atualmente.

Quatro grandes riftes compõem o SRCSB: Paraíba do Sul, Litorâneo, Ribeira e Marítimo. Estes grandes riftes são formados por diversos grábens, separados entre si geralmente por altos estruturais. Preenchendo os grábens estão as bacias sedimentares, que encontram-se em diferentes estágios de preenchimento nos diferentes grábens (figura 2).

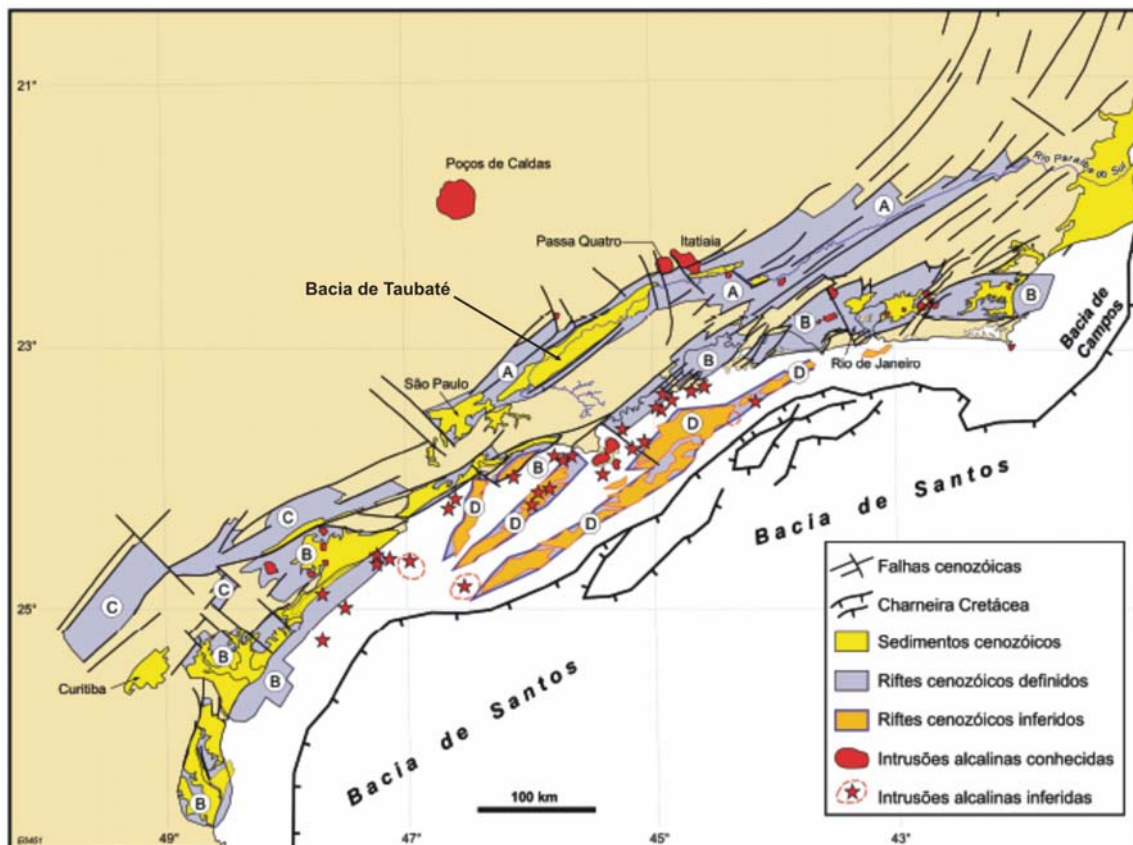


Figura 2: Mapa de distribuição dos quatro riftes do SRCSB: (A) Paraíba do Sul, (B) Litorâneo, (C) Ribeira, e (D) Marítimo; de suas falhas limitantes, preenchimentos sedimentares, intrusões/lavas alcalinas, charneira cretácea das bacias de Santos/Campos e o Rio Paraíba do Sul (ZALÁN & OLIVEIRA, 2005).

A Bacia de Taubaté pertence ao gráben de Taubaté, que faz parte do Rifte Paraíba do Sul. Este rifte encaixa completamente o curso do rio homônimo e compreende também os grábens de São Paulo, Resende/Volta Redonda e do Baixo Paraíba do Sul.

Esta bacia consiste na maior depressão tectônica do SRCBS e possui a seção sedimentar mais espessa, atingindo cerca de 800 m de espessura na sua porção central (RICCOMINI, 1989; FERNANDES & CHANG, 2003).

A Bacia de Taubaté apresenta as principais características que são normalmente associadas a bacias do tipo rifte descritas em todo o mundo (MORLEY *et al.*, 1990 *apud* FERNANDES & CHANG, 1992; ROSENDAHL, 1987 *apud* FERNANDES & CHANG, 1992). As principais características na Bacia de Taubaté são:

- a) forma alongada, bordejada pelas serras da Mantiqueira, a norte; e do Mar, a sul, sendo limitada pelas falhas do Alto da Fartura e Buquira;
- b) inversão dos depocentros (polaridade sedimentar) e assimetria do rifte, na direção longitudinal da bacia;
- c) compartimentos delimitados, nas partes mais próximas dos depocentros, por uma falha mestra de rejeito predominantemente normal, apresentando espessamento da seção sedimentar contra o seu plano, além de uma borda flexural ou uma falha de menor rejeito nas porções mais distantes destes depocentros;
- d) compartimentação regida pela existência de zonas de transferência, oblíquas às bordas da bacia, acomodando prováveis movimentações cisalhantes, sendo estas zonas representadas pelos altos estruturais de Caçapava, de direção N-S a NNE, e de Pindamonhangaba, que não apresenta orientação preferencial.

FERNANDES & CHANG (2003) definem três compartimentos na Bacia de Taubaté, de SW para NE: (a) O Compartimento São José dos Campos, correspondente à porção menos profunda da bacia; (b) o Compartimento Taubaté, que chega a alcançar 600 metros de espessura de sedimentos; e (c) o Compartimento Aparecida, com as maiores espessuras sedimentares, atingindo cerca de 800 metros (**figura 3**).

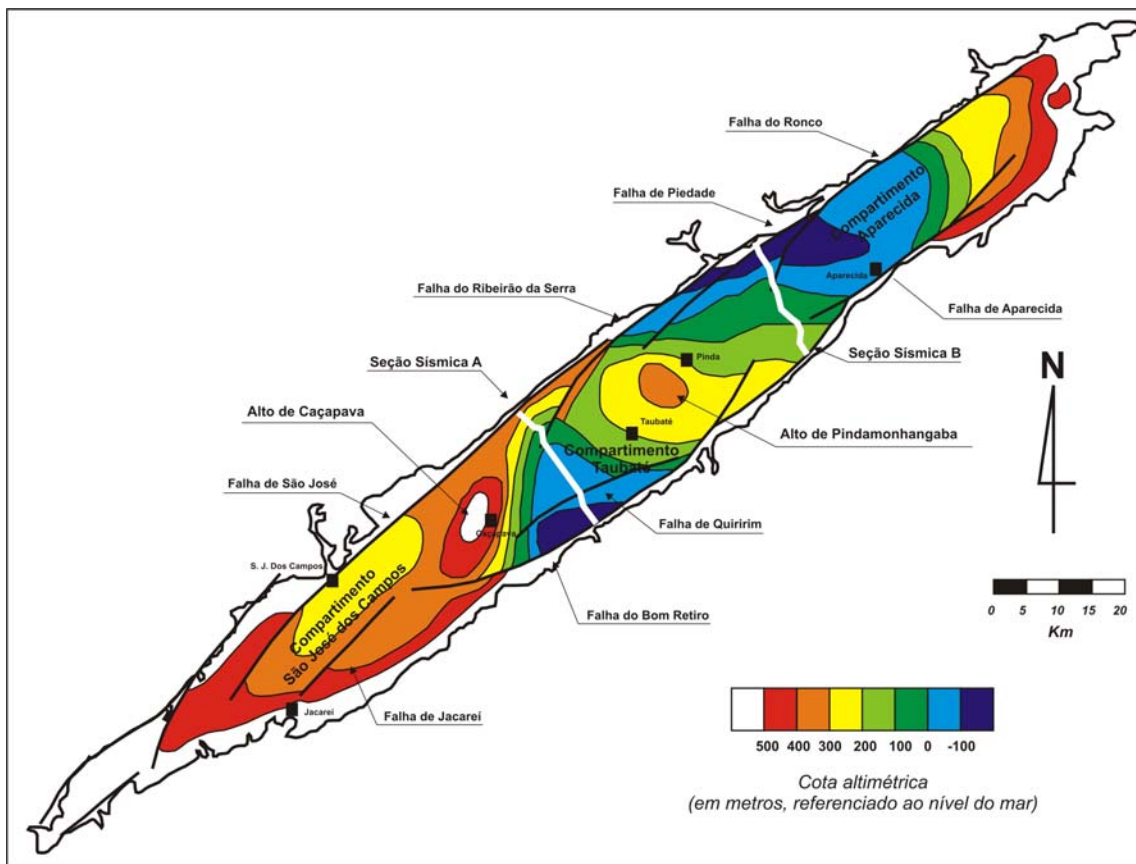


Figura 3: Mapa estrutural da Bacia de Taubaté segundo FERNANDES & CHANG (2003), baseado em dados gravimétricos e com contorno a nível do embasamento. Os compartimentos São José dos Campos e Taubaté são separados pelo Alto de Caçapava, e os compartimentos de Taubaté e de Aparecida são separados pelo Alto de Pindamonhangaba.

MARQUES (1990) propôs a divisão da bacia em seis sub-bacias, sendo que quatro destas apresentam depocentros mais expressivos (sub-bacias Eugênio de Melo, Quiririm, Roseira e Lorena) (**figura 4**).

Segundo este autor, as feições estruturais observadas na Bacia de Taubaté foram, em muito, influenciadas por zonas de cisalhamento subverticais de caráter dextral, formadas ao final do Ciclo Brasileiro, impressas no embasamento da bacia.

Este autor observou ainda a presença de falhas, em linhas sísmicas da Bacia de Taubaté, que são ativas até o recente e associou estas falhas à ocorrência de sismos nesta região. Estas evidências contribuem favoravelmente à teoria defendida por diversos autores (RICCOMINI, 1989; entre outros) da presença de atividade neotectônica na área da bacia (**figura 5**).

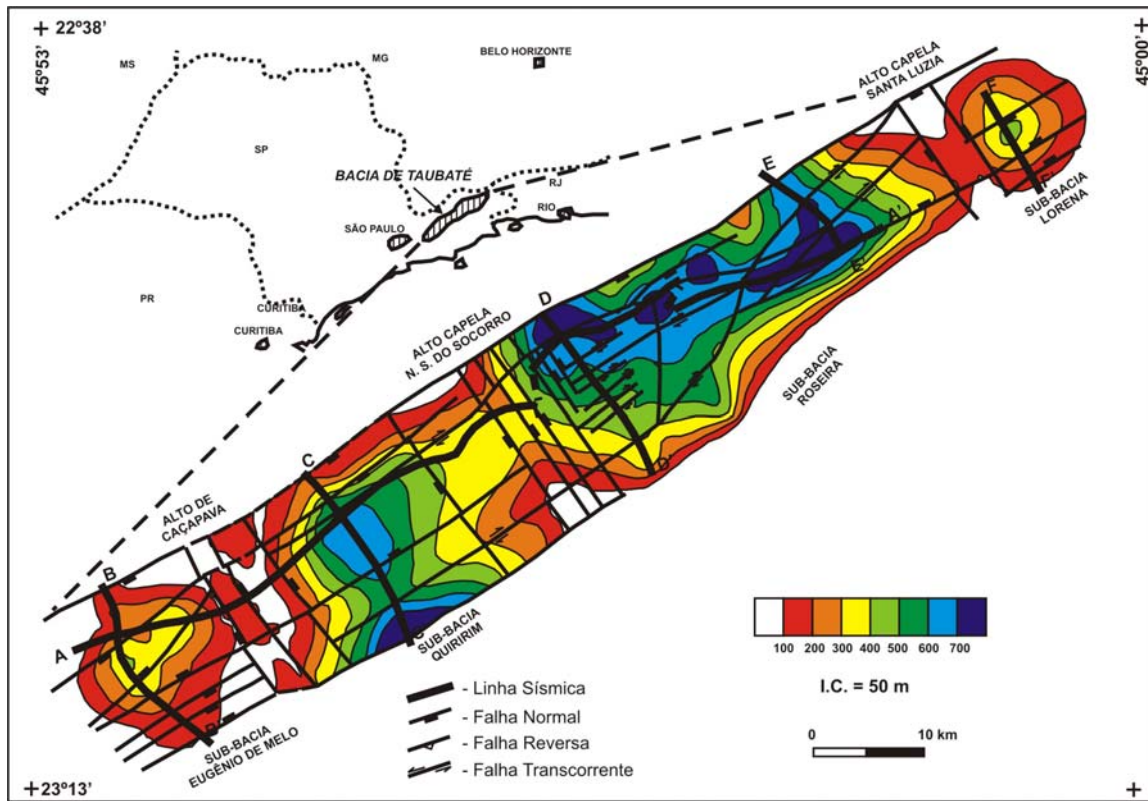


Figura 4: Mapa estrutural sísmico em profundidade do embasamento da Bacia de Taubaté de MARQUES (1990). A bacia é dividida em quatro compartimentos principais e dois menores.

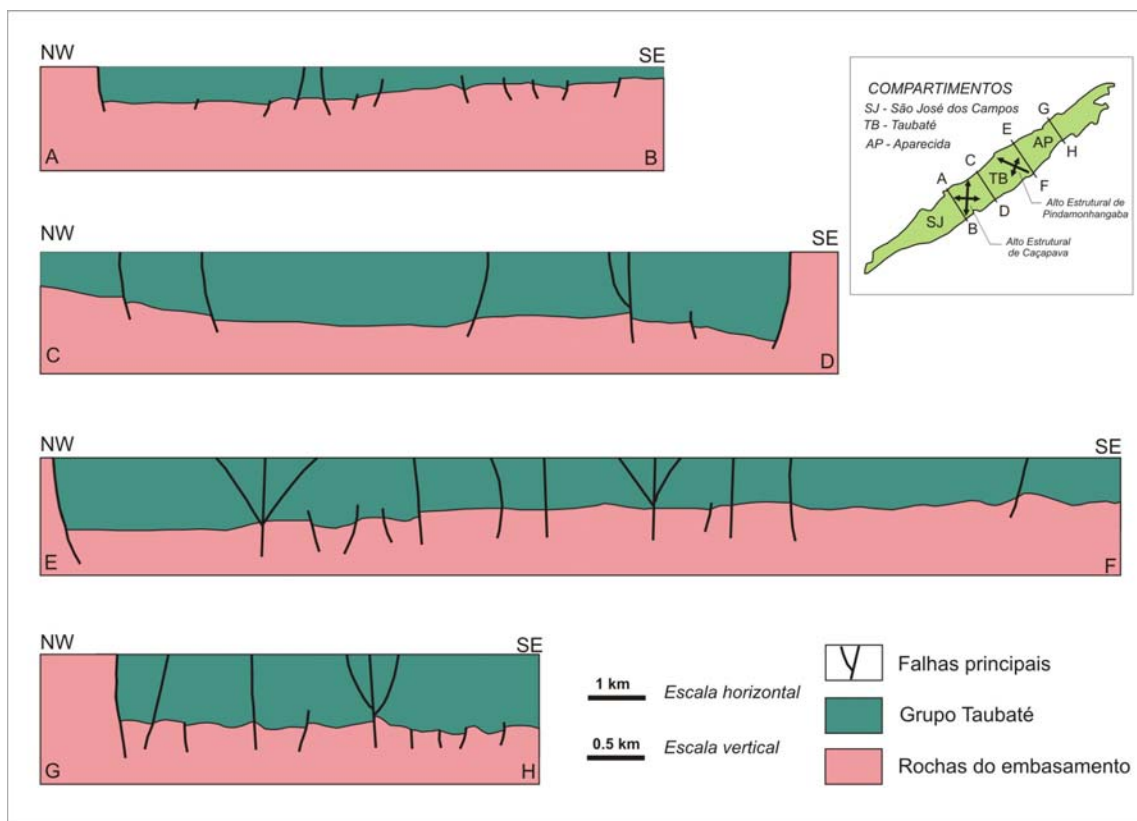


Figura 5: Seções geológicas da Bacia de Taubaté elaboradas a partir de dados sísmicos da Petrobrás. A localização das seções está no mapa posicionado no canto superior direito da figura. Seção A-B, porção nordeste do Compartimento São José dos Campos; seção C-D, parte central do Compartimento Taubaté; seção E-F, porção sudoeste do Compartimento Aparecida; seção G-H, porção centro-nordeste do Compartimento Aparecida. Figura de RICCOMINI *et al.* (2004).

RICCOMINI (1989) indicou um regime extensional de direção NW(WNW)-SE(ESSE) para o RCSB, afetando depósitos de terraços ligados à evolução da rede de drenagem do Rio Paraíba do Sul; e um regime compressional nos dias atuais, mas de atividade atenuada, provavelmente residual, embora não desprezível.

2.3 – ESTRATIGRAFIA E PREENCHIMENTO SEDIMENTAR

Os sedimentos que preenchem a Bacia de Taubaté estão depositados sobre um embasamento cristalino constituído de rochas metamórficas, ígneas e migmatitos de idade Pré-Cambriana, apresentando estruturas variadas relacionadas principalmente à Orogenia Brasileira.

Uma revisão estratigráfica realizada por RICCOMINI (1989) para as bacias de São Paulo, Taubaté, Volta Redonda e Resende, baseada principalmente na continuidade pretérita entre essas bacias e nas relações de transição entre os sistemas deposicionais oligocênicos, resultou na carta crono-litoestratigráfica apresentada na figura 6. Nesta carta, o preenchimento sedimentar das bacias é agrupado nos seguintes sistemas: a) leques aluviais associados à planície fluvial de rios entrelaçados (Formação Resende); b) lacustre (Formação Tremembé); c) fluvial meandrante das bacias de São Paulo, Resende e Taubaté (Formação São Paulo); d) fluvial entrelaçado de Itaquaquecetuba (Formação Itaquaquecetuba); e) fluvial meandrante da porção central da Bacia de Taubaté (Formação Pindamonhangaba); além de, f) vasta gama de depósitos colúvio-aluviais do Pleistoceno, que ocorrem em todas as bacias (**figuras 6 e 7**).

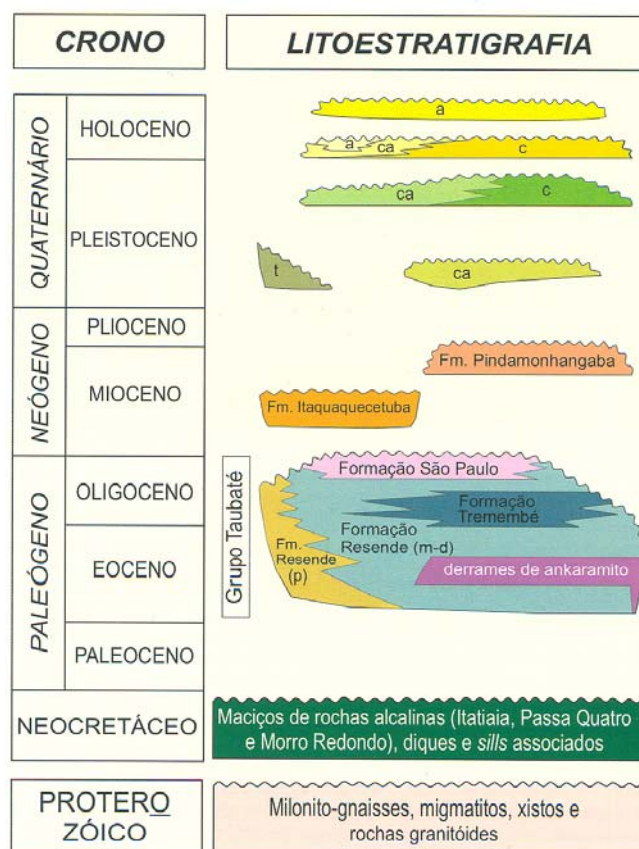


Figura 6: Carta crono-litoestratigráfica das bacias do Rife Paraíba do Sul do SRCBS (bacias de São Paulo, Taubaté, Resende e Volta Redonda). Letras: p – leques aluviais proximais; m-d – leques aluviais medianos a distais associados a planície aluvial de rios entrelaçados; t – depósitos de tálus; c – depósitos coluviais; ca – depósitos colúvio-aluviais; a – depósitos aluviais (modificado de RICCOMINI *et al.*, 2004).

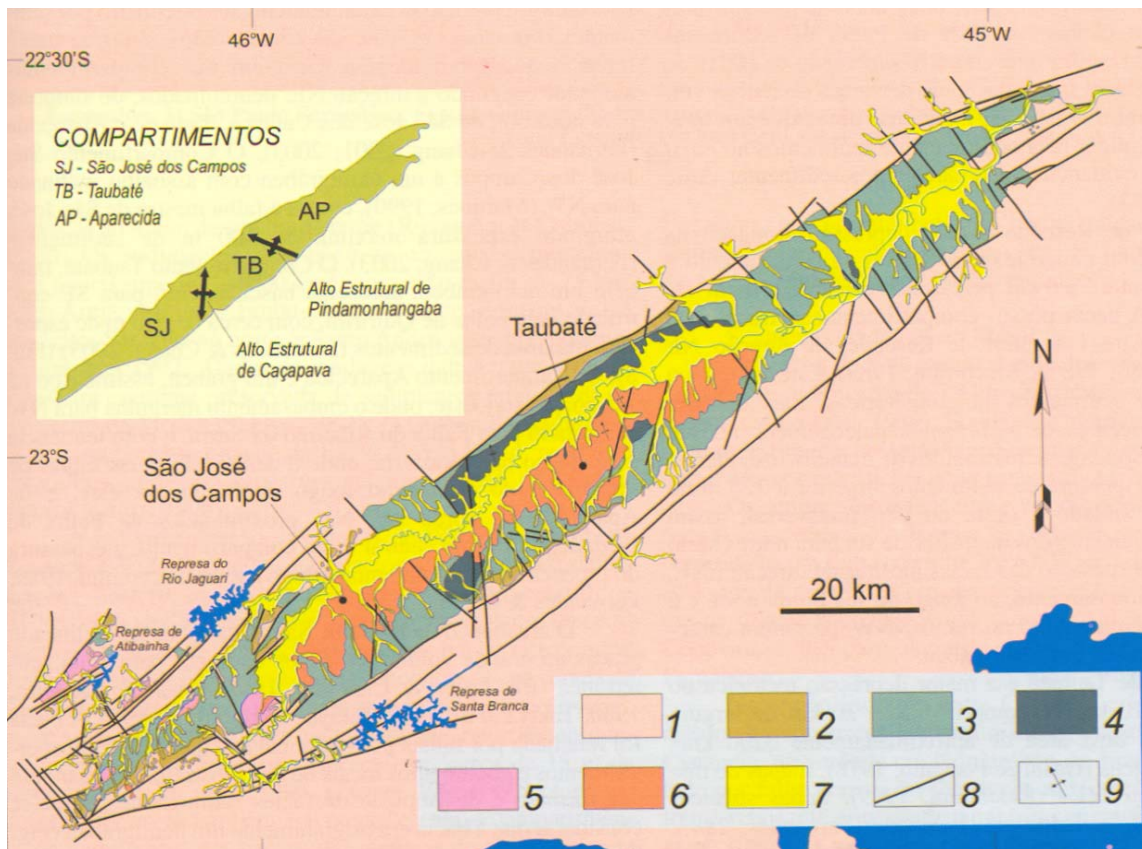


Figura 7: Mapa geológico da Bacia de Taubaté (RICCOMINI *et al.*, 2004): 1) rochas do embasamento pré-cambriano; 2) Formação Resende (sistema de leques aluviais proximais); 3) Formação Resende (sistema de leques aluviais medianos a distais associados a planície aluvial de rios entrelaçados); 4) Formação Tremembé; 5) Formação São Paulo; 6) Formação Pindamonhangaba; 7) sedimentos quaternários; 8) falhas cenozóicas, em parte reativadas do embasamento pré-cambriano; 9) eixos de dobras principais.

Na Bacia de Taubaté estão preservados os sedimentos associados ao Grupo Taubaté, redefinido por RICCOMINI (1989), e composto pelas formações Resende, Tremembé e São Paulo; e a Formação Pindamonhangaba, que ocorre na porção central da bacia e encontra-se em contato discordante com os sedimentos do Grupo Taubaté.

Na base do Grupo Taubaté e intercalados aos sedimentos deste grupo ocorrem derrames de rochas alcalinas, datadas do Cretáceo Superior a início do Terciário (RICCOMINI, 1989).

MARQUES (1990), através da análise de linhas sísmicas levantadas na Bacia de Taubaté, identificou duas unidades deposicionais às quais chamou de unidade sísmica A e unidade sísmica B, localizadas logo acima do embasamento cristalino e abaixo do

Grupo Taubaté. As mesmas não afloram em superfície. O autor atribuiu a estas unidades uma idade cretácea média a superior.

Apesar de algumas datações indicarem idades eocênicas para os primeiros sedimentos depositados no segmento Paraíba do Sul do SRCSB, na Bacia de Taubaté, particularmente, os dados bioestratigráficos situam toda a sua coluna sedimentar dentro do intervalo Oligoceno (ARAI, 1987 *apud* RICCOMINI *et al.*, 1987). YAMAMOTO (1995) também insere o Grupo Taubaté no intervalo Oligoceno, com exceção da Fm. Resende, que não é descrita pela autora na Bacia de Taubaté, mas na Bacia de Resende, onde a idade por ela definida está entre Neo-Eoceno e Oligoceno. O fato dos sedimentos da bacia pertencerem a um único intervalo bioestratigráfico impossibilita um maior detalhamento da evolução sedimentar da mesma. Para tornar possível este detalhamento, RICCOMINI *et al.* (1987) utilizaram a “geologia de eventos”, que caracteriza superfícies de transgressões, dissecações, etc., para estudar a evolução da bacia e, com isso, caracterizaram 3 fases de evolução para a Bacia de Taubaté (**figura 8**).

A fase I corresponde à sedimentação de leques aluviais e lamitos arenosos associados a uma planície de rios entrelaçados da Formação Resende, preenchendo o *rift* inicial, onde a maior subsidência e aporte sedimentar se processam na borda norte da bacia. A fase II consiste na instalação de um sistema lacustre (Formação Tremembé) que se expande no tempo, até um nível de lago máximo, que corresponde a camadas de folhelhos betuminosos. Nesta fase ocorrem cheias esporádicas que propiciam a deposição de corpos de inunditos nas bordas do lago e argilas maciças floculadas, intercaladas aos folhelhos no centro, além de um evento de ressecamento de grande intensidade, marcado pela presença de um paleossolo (caliche) (APPI & BRITO, 1985 *apud* RICCOMINI *et al.*, 1987; APPI *et al.*, 1986; FREITAS & APPI, 1987 *apud* RICCOMINI *et al.*, 1987). A fase III corresponde à implantação de um sistema fluvial, que persistiu até o Quaternário (Holoceno) (Formações São Paulo e Pindamonhangaba).

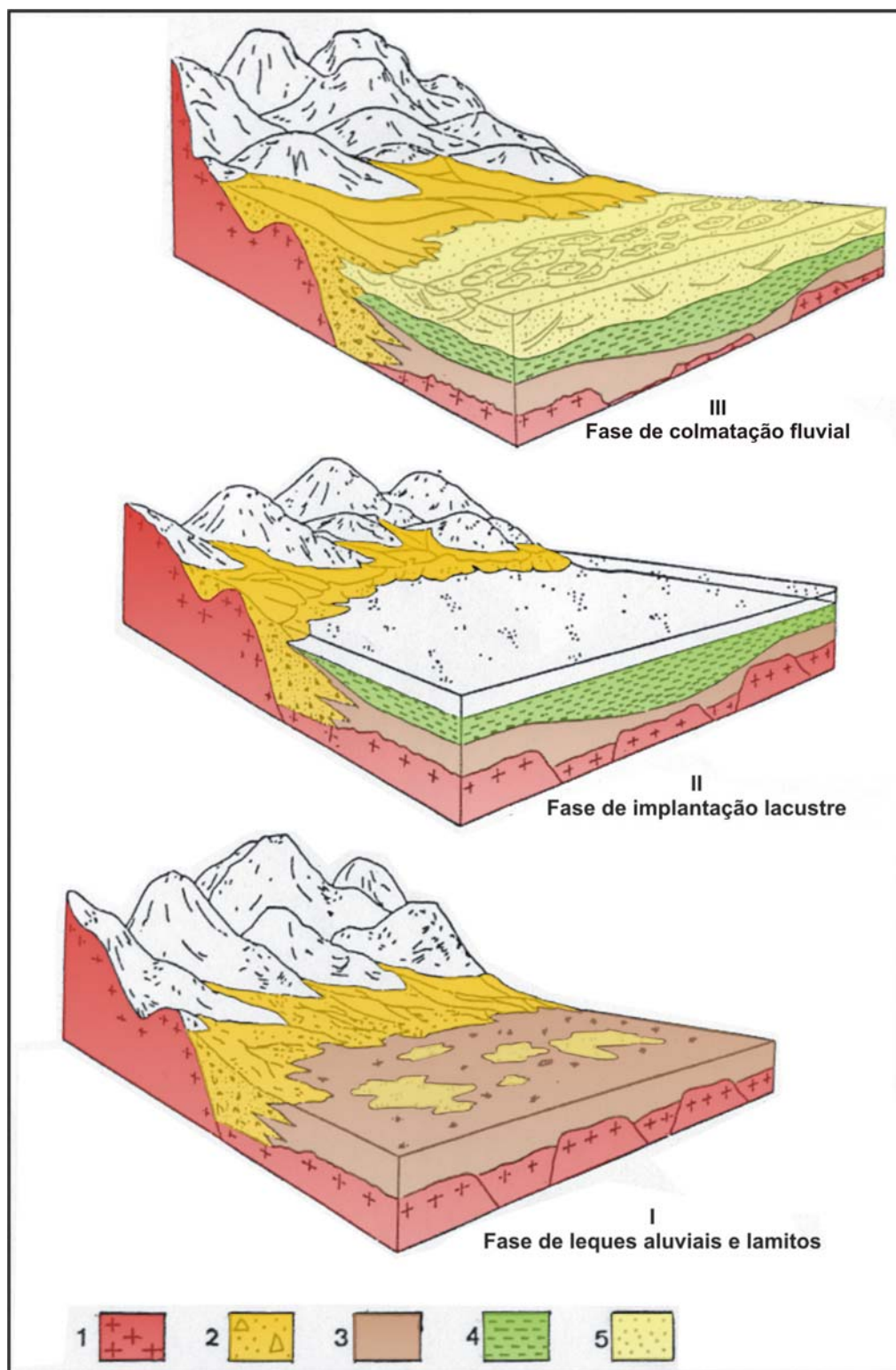


Figura 8: Modelos esquemáticos das três fases de evolução sedimentar da Bacia de Taubaté segundo APPI *et al.* (1986 *apud* RICCOMINI *et al.*, 1987). Legenda: 1) embasamento; 2) conglomerados e diamictitos; 3) inunditos e lamitos; 4) folhelhos lacustres e; 5) arenitos fluviais.

As principais rochas que compõem a Formação Resende, segundo RICCOMINI *et al.* (2004), são:

- orto e paraconglomerados depositados por processos de fluxos gravitacionais subaéreos nas bordas norte e sudeste da bacia. Constituem pacotes de espessuras decamétricas, com gradação normal ou inversa e acunhamento em direção ao eixo deposicional da bacia (RICCOMINI, 1989). Possuem composição polimítica, ocasionalmente oligomítica, com seixos a matacões líticos angulosos a subarredondados de rochas gnáissicas, graníticas e alcalinas. A matriz é lamítica arenosa arcoseana, de coloração esverdeada devido a sua abundância em argilominerais esmetíticos (SANT'ANNA, 1999);

- lamitos e lamitos arenosos maciços, por vezes conglomeráticos, das porções medianas e distais de leques aluviais. Estas rochas interdigitam-se lateralmente com os depósitos de leques aluviais proximais. A matriz dos lamitos é composta essencialmente por argilominerais esmetíticos detríticos e contém proporções variáveis de grãos de quartzo, feldspato, mica e minerais máficos disseminados (SUGUIO, 1969; SANT'ANNA, 1999);

- arenitos grossos a médios, localmente conglomeráticos, mal selecionados, geralmente subarcoseanos a arcoseanos, e compostos por grãos angulosos a subarredondados com contatos pontuais e envoltos pela matriz argilosa de infiltração (GOENOPAWIRO, 1997 *apud* RICCOMINI *et al.*, 2004; SANT'ANNA, 1999). Os arenitos são maciços e ocorrem sob a forma de pequenos corpos de extensão métrica e espessura decimétrica, ou com estratificações cruzadas acanaladas de médio porte (RICCOMINI, 1989). Possuem a geometria de canal preservada em seções transversais aos eixos das paleodrenagens, e com tendência a tabulares, de grande persistência lateral, em seções longitudinais aos paleocursos fluviais.

Segundo RICCOMINI *et al.* (2004), as principais litofácies que constituem a Formação Tremembé são:

- argilitos verdes maciços, constituindo pacotes com espessura métrica, freqüentemente fossilíferos e às vezes exibindo gretas de contração e concreções calcíferas de dimensões até decimétricas;

- ritmitos formados pela alternância de camadas centimétricas de folhelhos e margas. Os folhelhos são de cor castanha a cinza escura, localmente papiráceos,

fossilíferos e às vezes pirobetuminosos (SUGUIO, 1969). As margas são ricas em ostracodes e podem gradar para calcários;

- dolomitos de textura microesparítica e coloração verde-acinzentada, constituindo camadas tabulares e contínuas, de espessura decimétrica, intercaladas nos argilitos verdes maciços;

- arenitos finos a médios com estratificações cruzadas de grande porte, com direção de transporte para o centro da bacia. Estes são interpretados com depósitos de leques deltaicos;

- arenitos gradados, grossos a conglomeráticos na base e finos com estratificações cruzadas de pequeno porte (*ripples*) no topo. Apresentam seixos argilosos na base e composição arcoseana, enquanto que no topo são quartzosos. No topo dos arenitos ocorrem siltitos bioturbados e siltitos e argilitos com gretas de contração. Estes arenitos são identificados como inunditos ocasionadas por enchentes esporádicas, e como turbiditos lacustres.

Ainda segundo RICCOMINI *et al.* (2004), o sistema fluvial meandrante da Formação São Paulo é constituído por:

- arenitos grossos, conglomeráticos, com estratificações cruzadas, base erosiva e presença de clastos argilosos, representando depósitos de canais meandrantess;

- siltitos e argilitos laminados, às vezes fossilíferos (linhito), depositados em meandros abandonados;

- arenitos médios a grossos representando sedimentos de rompimento de diques marginaiss, que encontram-se associados a sedimentos finos, rítmicos e laminados de planície de inundação.

A Formação Itaquaquecetuba também representa um sistema fluvial meandrante, mas está estratigraficamente acima da Formação São Paulo. As fácies que preenchem esse sistema são similares às fácies da Formação São Paulo.

III – ASPECTOS FUNDAMENTAIS DOS RIFTES CONTINENTAIS

3.1 – HISTÓRICO E DEFINIÇÕES

O estudo das grandes depressões continentais iniciou-se no final do século XIX, na África. GREGORY (1896 *apud* ROSENDAHL, 1987) foi quem estabeleceu a primeira denominação de riftes, onde definiu um “*rift valley*” como sendo uma depressão alongada, limitada por falhas normais paralelas, formada a partir do abatimento central de áreas arqueadas da crosta terrestre.

Este termo foi utilizado erroneamente muitas vezes, pois blocos rebaixados de quaisquer dimensões eram denominados riftes, quando muitas vezes consistiam apenas de simples grábens. Todavia, McCONNELL (1972 *apud* CHAGAS, 1996), sugeriu que o termo rifte fosse utilizado para caracterizar feições intracontinentais maiores e meso-oceânicas.

Durante algum tempo ficou estabelecido o paradigma clássico de grábens simétricos nas bacias rifte, porém com a evolução dos estudos de subsuperfície foi possível se observar que havia uma maior complexidade estrutural nos riftes. Investigações geofísicas e tectônicas levaram ao reconhecimento de uma organização segmentada dos riftes segundo feições assimétricas ou meio-grábens (ROSENDAHL, 1987), com uma falha de borda principal e uma borda flexural de mergulho mais suave na margem oposta à falha de borda.

A definição de rifte adotada neste trabalho é a de ZALÁN & OLIVEIRA (2005), que definem este termo como sendo corredores de vales tectônicos deprimidos ao longo de falhamentos normais planares e rotacionais.

O termo tafrogênese (KRENKEL, 1922 *apud* SANTOS *et al.*, 2007), comumente observado em alguns trabalhos publicados na literatura analisada nesta pesquisa, é considerada como o mecanismo através do qual são formados os riftes. Por isso, neste trabalho, o termo bacia tafrogênica é considerado como sinônimo de bacia tipo rifte.

3.2 – MECANISMOS DE FORMAÇÃO

Durante as décadas de 70 e 80 foram propostos alguns modelos geotectônicos de formação de bacias tipo rifte, sendo os mesmos aplicados a regiões como o Mar do Norte, Golfo de Suez e o estágio inicial das margens do Oceano Atlântico. Estes modelos foram

classificados por SENGOR & BURKE (1978 *apud* BUENO, 2004) em riftes passivos (cisalhamento puro, cisalhamento simples e de estiramento heterogêneo), formados em resposta à distensão litosférica causada por um campo de tensões, onde a entrada de material astenosférico ocorre passivamente devido ao afinamento litosférico; e em riftes ativos, que ocorrem onde a distensão está relacionada à ascensão convectiva da astenosfera através da fusão por descompressão e de plumas mantélicas (**figura 9**).

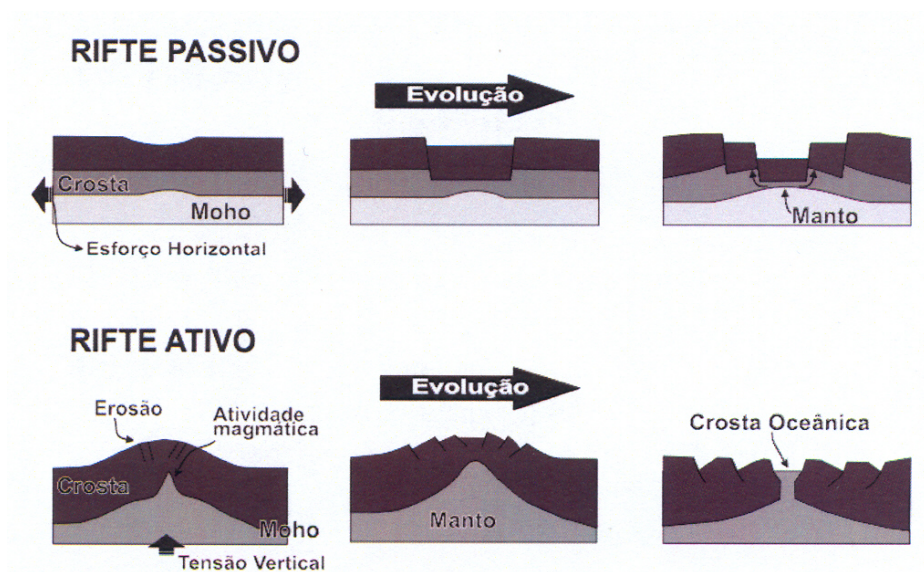


Figura 9: Modelos de rifte passivo e rifte ativo: no modelo passivo ocorre uma distensão litosférica com afinamento crustal, a fase rifte e posteriormente a ascensão do manto; no rifteamento ativo ocorre domeamento, vulcanismo e fase rifte (modificado de BUENO, 2004).

No modelo de rifteamento passivo por cisalhamento puro, de McKENZIE (1978 *apud* BOSENCE, 1998) (**figura 10**), a crosta sofre um estiramento mecânico uniforme e instantâneo, através de falhamentos e rotação dos estratos na crosta superior rúptil e deformação dúctil na crosta inferior, formando uma bacia simétrica definida por duas falhas de borda mergulhando uma em direção a outra.

O modelo de WERNICKE (1981; *in* ALLEN & ALLEN, 1990 *apud* MORLEY, 1999) propõe uma distensão dada pelo cisalhamento simples ao longo de uma superfície de descolamento intracrustal de baixo ângulo. Este modelo gera estruturas de grábens assimétricos, com uma margem de *footwall* (lapa), ou margem larga, ou proximal, com afinamento e associada subsidência de blocos de falha rotacionados na crosta superior rúptil, mas com pouco ou nenhum afinamento do manto litosférico. A margem de *hangingwall* (capa), ou margem estreita, ou distal da bacia, é afetada principalmente pelo

afinamento do manto litosférico, que sofrerá expansão térmica (McKENZIE, 1978), resultando em soerguimento e erosão, que é então seguida de subsidência térmica. Portanto, a área proximal distendida mecanicamente é lateralmente separada da bacia distal termicamente subsidida.

O modelo de estiramento heterogêneo de COWARD (1986 *apud* BOSENCE, 1998) envolve uma zona crustal superior de blocos de falha rotacionados, que se propagam lateralmente para longe do rifte num descolamento litosférico de baixo ângulo. Isto é acompanhado de distensão e afinamento da crosta inferior dúctil e manto litosférico subjacentes. Neste caso, um período de soerguimento e erosão dos blocos de falha ocorrerá sobre a zona dúctil afinada pela expansão térmica preferencialmente ao resfriamento térmico e subsidência.

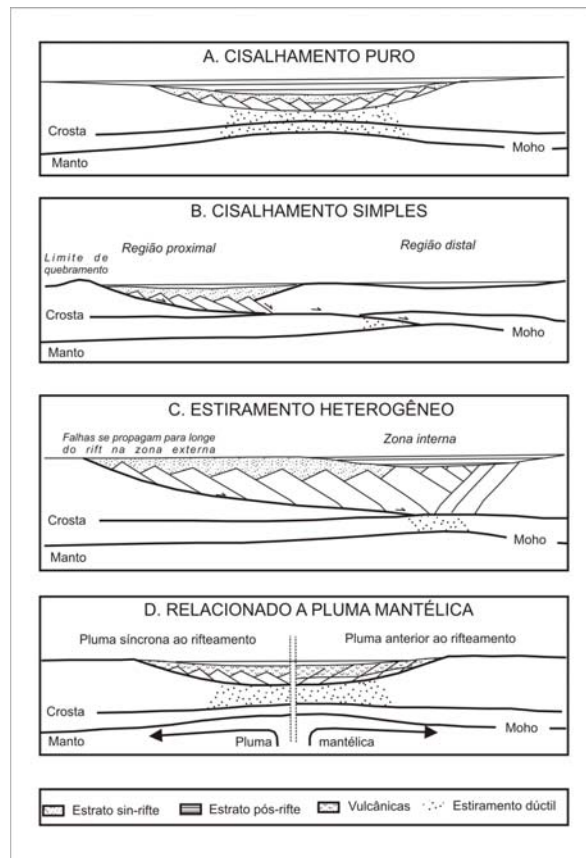


Figura 10: Modelos de formação de riftes. (A) Modelo de cisalhamento puro de McKENZIE (1978 *apud* BOSENCE, 1998); (B) Modelo de cisalhamento simples de WERNICKE & BURCHFIEL (1982 *apud* BOSENCE, 1998); (C) Modelo de estiramento heterogêneo de COWARD (1986 *apud* BOSENCE, 1998); (D) Modelo relacionado a pluma mantélica (rifte ativo) de WHITE & McKENZIE (1989 *apud* BOSENCE, 1998). Figura modificada de BOSENCE (1998).

3.3 – ELEMENTOS ESTRUTURAIS PRINCIPAIS

MAGNAVITA (1992), estudando o rifte do Recôncavo-Tucano-Jatobá, apresentou os principais elementos estruturais que compõem este rifte, mas que podem ser reconhecidos nos demais riftes ocorrentes no mundo. Estes elementos serão definidos a seguir (**figura 11**):

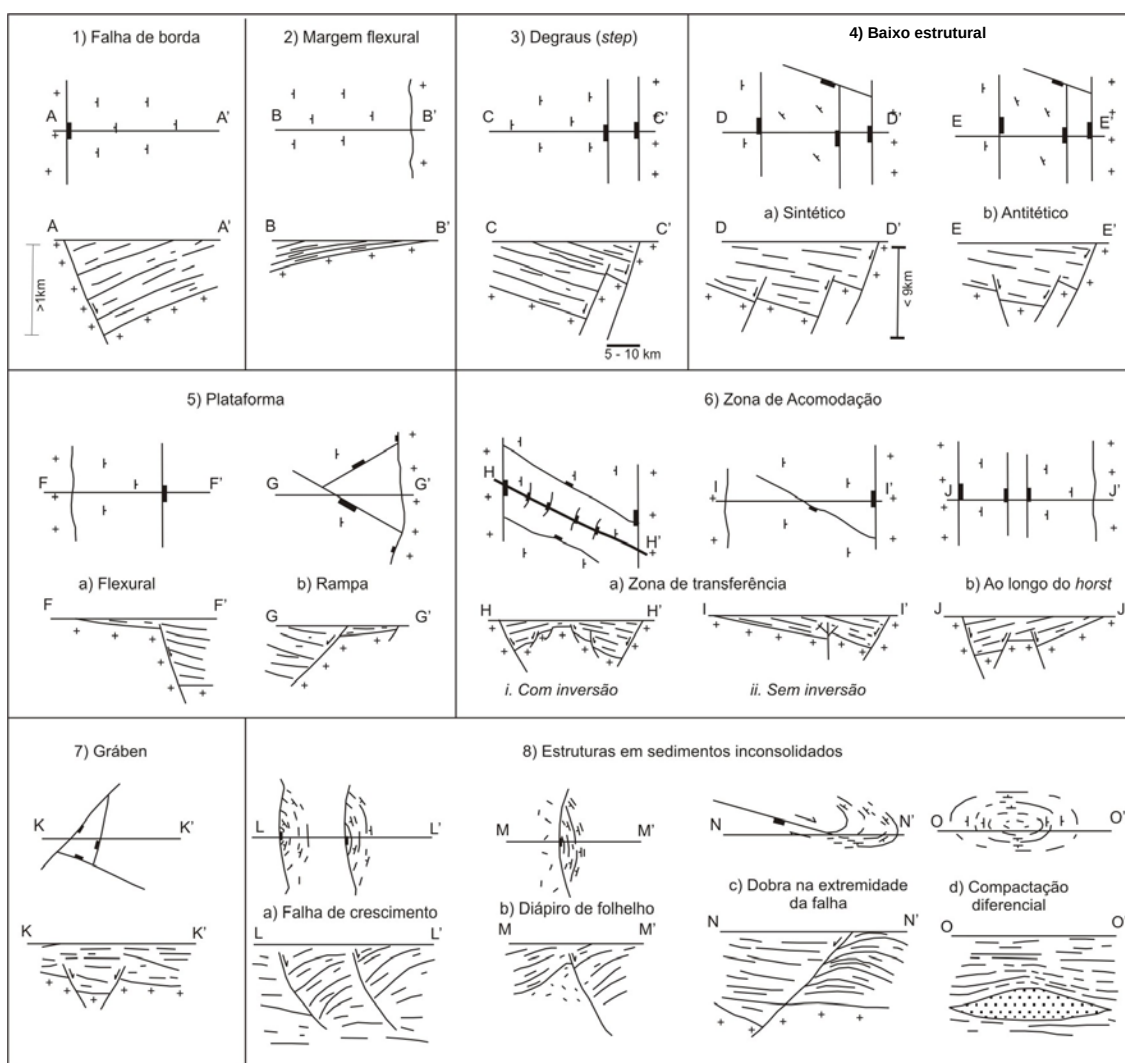


Figura 11: Elementos estruturais observados em riftes continentais (MAGNAVITA, 1992).

1) Falha de borda: é caracterizada por uma falha principal de grande extensão e profundidade, cujo deslocamento é da ordem de quilômetros. Sua localização espacial pode variar ao longo do rifte através das zonas de acomodação.

Este tipo de falha é fundamental na evolução tectônica do rifte, visto que a magnitude de seus pulsos tectônicos e a conseqüente taxa de subsidência da bacia agirão de forma decisiva no preenchimento sedimentar (SANTOS *et al.*, 2007).

MORLEY (1999) propõe que as falhas de borda crescem ao longo do *strike*, propagando-se lateralmente e podendo se unir a demais falhas durante a abertura de uma bacia (**figura 12**). Variações na forma de propagação das falhas irão afetar diretamente a posição e a espessura dos sedimentos depositados nos diversos estágios de desenvolvimento da bacia (SCHLISCHE & ANDERS, 1996).

Quando a falha se propaga lateralmente ao mesmo tempo em que a bacia se desenvolve (com sedimentação sintectônica), esta passa a ser denominada de falha de crescimento, resultando em configurações típicas no empilhamento sedimentar. As falhas de crescimento não se aplicam apenas a falhas de borda dos riftes, mas também a falhas internas aos mesmos.

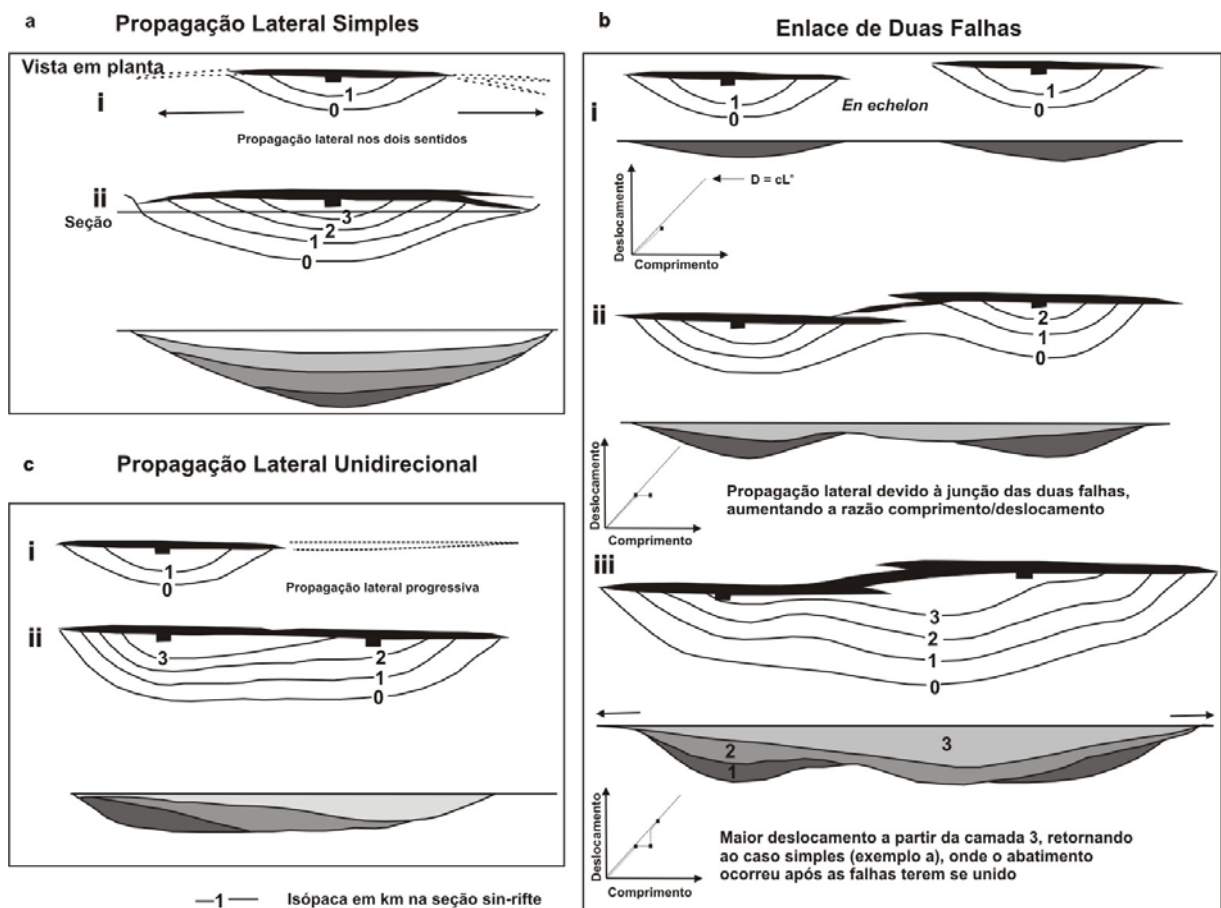


Figura 12: Exemplos de tipos de crescimento de falhas e da geometria de bacia desenvolvida a partir de cada diferente tipo de propagação de falhas de borda (MORLEY, 1999).

2) Margem flexural: esta borda, em forma de homoclinal, é situada do lado oposto à borda de falha principal, formando juntas uma configuração de semi-gráben. O contato da borda flexural com o embasamento pode se dar tanto por uma discordância ou por uma ou várias falhas, cujo deslocamento pode variar de dezenas a centenas de metros.

3) Degrau (*step*) de borda: situa-se entre a falha de borda e o baixo estrutural principal, e é resultante da presença comum de uma falha sintética paralela à falha de borda principal.

4) Baixo estrutural: esta região de grande subsidência age como o depocentro do meio-gráben durante toda a história do rifte. Localiza-se geralmente na interseção entre o degrau de borda e uma zona de transferência, ficando mais próximo da borda falhada do rifte. O outro limite poderá ser uma falha tanto antitética quanto sintética.

5) Plataforma: esta área estável pode ser tanto (a) uma plataforma flexural, formando a borda flexural do meio-gráben, ou (b) uma plataforma em rampa, constituída de uma superfície levemente inclinada, em blocos de duas falhas que se interferem.

6) Zona de acomodação: esta estrutura pode consistir numa zona de transferência ou em *horsts* ao longo do comprimento da bacia. Zonas de transferência truncam com alto ângulo todas as demais estruturas internas ao rifte e podem ser constituídas de zonas de falhas discretas ou difusas, sendo estas zonas responsáveis pela inversão de polaridade entre os grábens que compõem um rifte. *Horsts* ao longo do comprimento da bacia são fortemente paralelos à infraestrutura do meio-gráben, consistindo de altos do embasamento nos quais uma cobertura sedimentar relativamente fina é preservada.

As zonas de acomodação muitas vezes são denominadas também de zonas de transferência, porém alguns autores utilizam estes termos como sendo de elementos estruturais distintos. O termo zona de transferência, definido por DAHLSTROM (1970 *apud* MORLEY *et al.*, 1990), caracteriza-se por uma região localizada entre duas estruturas onde há conservação da deformação. No caso dos riftes, consiste de estruturas *en échelon* que interligam as falhas de borda de dois semi-grábens, através da qual transferem-se esforços distensivos, conservando a deformação distensional.

ROSENDAHL (1987) não atribui caráter de transferência para zonas de acomodação, uma vez que não assume a necessidade de sincronismo das deformações entre semi-grábens adjacentes.

Um tipo especial de zona de acomodação são as rampas de revezamento (*relay ramps*), elementos estruturais comuns nos riftes. Estas se desenvolvem quando há uma superposição em planta, de falhas normais que mergulham no mesmo sentido, formando um padrão *en échelon*. Na zona de sobreposição forma-se uma rampa bastante inclinada e, em geral, fortemente deformada por torção e falhas menores (**figura 13**). Estas rampas de revezamento podem ocorrer tanto associadas a grandes falhas de borda, como a falhas intrabacinais menores.

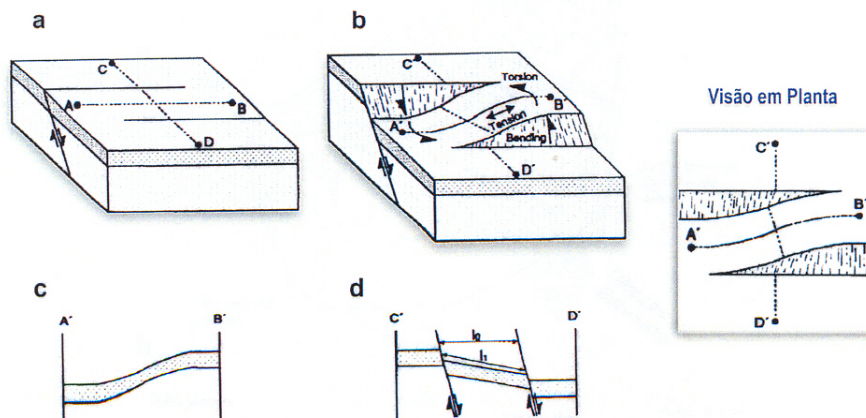


Figura 13: Formação da rampa de revezamento entre duas falhas de mesma polaridade. Os diagramas **c** e **d** demonstram, transversalmente, a deformação causada por estas estruturas (PEACOCK & SANDERSON, 1994).

7) Gráben: sub-compartimentos dos riftes, individualizados por zonas de acomodação. Esta unidade preserva a seção mais completa de um determinado tempo geológico na evolução do rifte. Pode acumular tanto estratos pré-rifte ou estratos tardios da fase rifte; por isso, não pode ser confundido com o baixo estrutural.

8) Estruturas em sedimentos inconsolidados: estas estruturas são formadas por processos de deformação que afetam principalmente ou exclusivamente a seção sedimentar. São caracterizadas por (a) estruturas de crescimento (*rollover*) na capa de falhas de crescimento, (b) diápiros de folhelho, (c) dobras nas extremidades de falhas de

transferência com um componente de deslocamento transcorrente, e (d) domos formados pela compactação diferenciada sobre depósitos arenosos espessos.

3.4 – GEOMETRIAS DE RIFTES

De acordo com a relação entre a direção predominante dos esforços atuantes na crosta a sofrer um processo de rifteamento e as estruturas preexistentes na mesma, as bacias rifte apresentarão diferentes características quanto à sua geometria e distribuição das falhas.

Alguns trabalhos utilizando modelos de argila e caixas de areia demonstram bem os diferentes padrões obtidos quando se modifica o ângulo do campo de esforços em relação às estruturas pretéritas do embasamento.

Em meios homogêneos, as tensões apenas geram rupturas ortogonais à distensão, sendo que essas rupturas também ocorrem onde as estruturas preexistentes também são ortogonais ao vetor distensivo. Os riftes ortogonais caracterizam-se por falhas de borda longas e retilíneas, com falhas intra-rifte perpendiculares à direção de distensão.

Os riftes com distensão oblíqua caracterizam-se pela posição do vetor distensivo em relação às estruturas preexistentes ser não-perpendicular, formando ângulos maiores que 0° e menores que 90°. Portanto, a ruptura oblíqua depende exclusivamente de fatores associados a descontinuidades preexistentes no embasamento e heterogeneidades reológicas (McCLAY & WHITE, 1995; MORLEY, 1999; MORLEY *et al.*, 2004).

Os riftes oblíquos apresentam padrão de distribuição de falhas *en échelon*, arranjos direcionais não perpendiculares ao vetor distensivo e mergulhos maiores que aqueles observados em riftes ortogonais. TRON & BRUN (1990), através de ensaios simulando condições rúpteis-dúcteis, observaram para baixas obliquidades ($\alpha > 45^\circ$) desenvolvimento de falhas curvadas e ocorrência limitada de estruturas transcorrentes. Nos experimentos executados com grandes obliquidades ($\alpha < 45^\circ$) há uma boa partição entre famílias distintas de falhas transcorrentes e normais. Ainda através de modelos análogos em escala, nota-se que aumento na obliquidade gera respectivo aumento na segmentação da borda do rifte e conseqüente majoração do deslocamento nos sistemas de falhas intra-rifte (McCLAY *et al.*, 2002). A **figura 14** mostra os padrões de falhamento com a variação do ângulo entre o esforço tectônico principal e a direção de estruturas preexistentes.

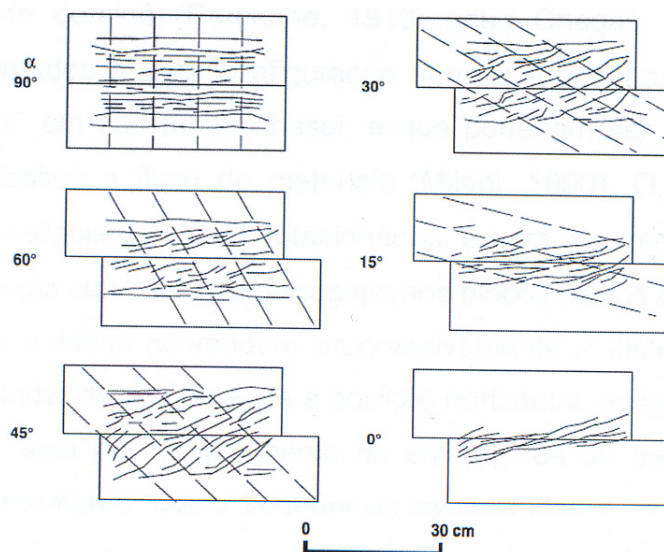


Figura 14: Modelo de rifteamento em caixas de argila, evidenciando os padrões de falhas de acordo com a variação da direção dos esforços distensionais (TRON & BRUN, 1991 *apud* MORLEY, 1999).

3.5 – ESTRATIGRAFIA E SEDIMENTAÇÃO EM BACIAS RIFTE

A estratigrafia e o preenchimento sedimentar de bacias rifte são controlados por uma variedade de processos geológicos e climáticos que imprimem diferentes feições no registro sedimentar, tornando a sedimentação bastante complexa nestes tipos de bacia.

Os estudos voltados para a estratigrafia e padrão arquitetural de sedimentação em bacias do tipo rifte utilizam como a unidade estrutural básica de um rifte o meio-gráben. A história tridimensional de evolução deste elemento de escala de sub-bacia, juntamente com zonas de transferência e acomodação são cruciais no entendimento do desenvolvimento de fácies e seqüências deposicionais.

O meio-gráben é composto basicamente por uma rampa de declive variável e uma falha de borda (*border fault*), conferindo-lhe a geometria de uma cunha (**figura 15**). A porção do meio-gráben que sofre um movimento relativo ascendente é denominada de *footwall* (lapa), enquanto a porção que sofre um movimento relativo descendente é denominada *hangingwall* (capa). Desta forma, a lapa apresenta sempre um soerguimento, enquanto que a capa é o domínio subsidente. Porém, conforme apresentado na figura 15, é comum a ocorrência de meio-grábens adjacentes. Desta forma, como a rampa do meio-

gráben sofre uma rotação durante o evento tectônico gerador da subsidência e do soerguimento, esta rampa é dividida em duas partes, uma pertencendo à capa do meio-gráben, e outra pertencendo à lapa do meio-gráben adjacente. Este ponto divisor é denominado por KÜCHLE (2004) de *tilt point* (ponto de rotação – **figura 15**). O ponto varia sua posição no espaço ao longo do tempo, pois cada sucessivo pulso tectônico apresenta uma intensidade diferente. Igualmente, é comum a terminação lateral da falha de borda, gerando, assim, zonas de transferência de sedimentos entre um meio-gráben e outro adjacente, caracterizando este como um caminho para uma sedimentação axial (KÜCHLE *et al.*, 2005).

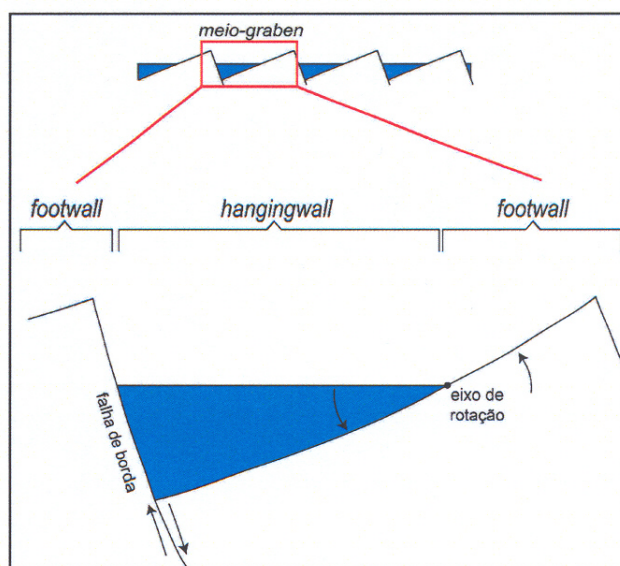


Figura 15: Compartimentação interna de um meio-gráben proposta por KÜCHLE *et al.* (2005).

3.5.1 – Parâmetros Controladores

Os principais fatores que controlam a sedimentação em riftes (**figura 16**) estão ligados à tectônica, sendo também importante o clima, e, em alguns casos, a ocorrência de magmatismo.

A discussão sobre a influência de cada um desses fatores é enunciada a seguir:

(1) Tectônica: este fator é fundamental no controle da preservação sedimentar nas bacias rifte, pois praticamente todo o espaço de acomodação gerado é associado a pulsos tectônicos, bem como a destruição de espaço, pois os pulsos tectônicos podem gerar

subsidência e soerguimento no sistema de meio-gráben, dependendo do posicionamento do *tilt-point*. O espaço de acomodação é um conceito clássico da estratigrafia de seqüências e é controlado principalmente pela tectônica e pela eustasia. Este espaço é considerado fundamental para a geração, preenchimento e preservação de bacias, pois não existem bacias sedimentares sem a criação de espaço, não existe preenchimento sucessivo sem um incremento no espaço criado, e não existe preservação se houver destruição do espaço até então criado (KÜCHLE *et al.*, 2005). O espaço de acomodação, no caso de bacias rifte, é criado pela tectônica distensional geradora dos riftes. No caso da eustasia, como os riftes quase sempre ocorrem sobre crosta continental e não possuem ligação com o oceano, as variações eustáticas do lago interior tornam-se muito dependentes da tectônica, bem como dos demais fatores apresentados a seguir.

(2) Clima: é um fator controlador fundamental para o preenchimento e preservação de bacias rifte, embora não seja determinante para sua geração (ou seja, riftes ocorrem em todas as zonas climáticas do mundo, porém o preenchimento e preservação de bacias rifte são fortemente dependentes do clima da região), agindo diretamente sobre os padrões, litologias e estilos de sedimentação, controlando as taxas de transporte e acumulação, taxas de intemperismo e erosão, composição clástica, produção de carbonatos, precipitação de evaporitos, variação do nível do lago e diagênese (BOSENCE, 1998) (**figura 17**). Um outro fator diretamente relacionado com o clima, e também com a tectônica, é o aporte sedimentar (**figura 17**), pois os sedimentos são oriundos do intemperismo e erosão de rochas da área fonte. Como o intemperismo e erosão estão diretamente ligados ao clima e a criação de área fonte de sedimentos (ombreiras dos riftes) depende da tectônica, o clima é considerado subordinado aos fatores já descritos.

(3) Magmatismo: é considerado um fator controlador da geração das denominadas bacias rifte ativas (i.e., associadas a uma pluma mantélica), ou seja, a ocorrência de magmatismo é um forte indicativo de rifte ativo (KÜCHLE *et al.*, 2005).

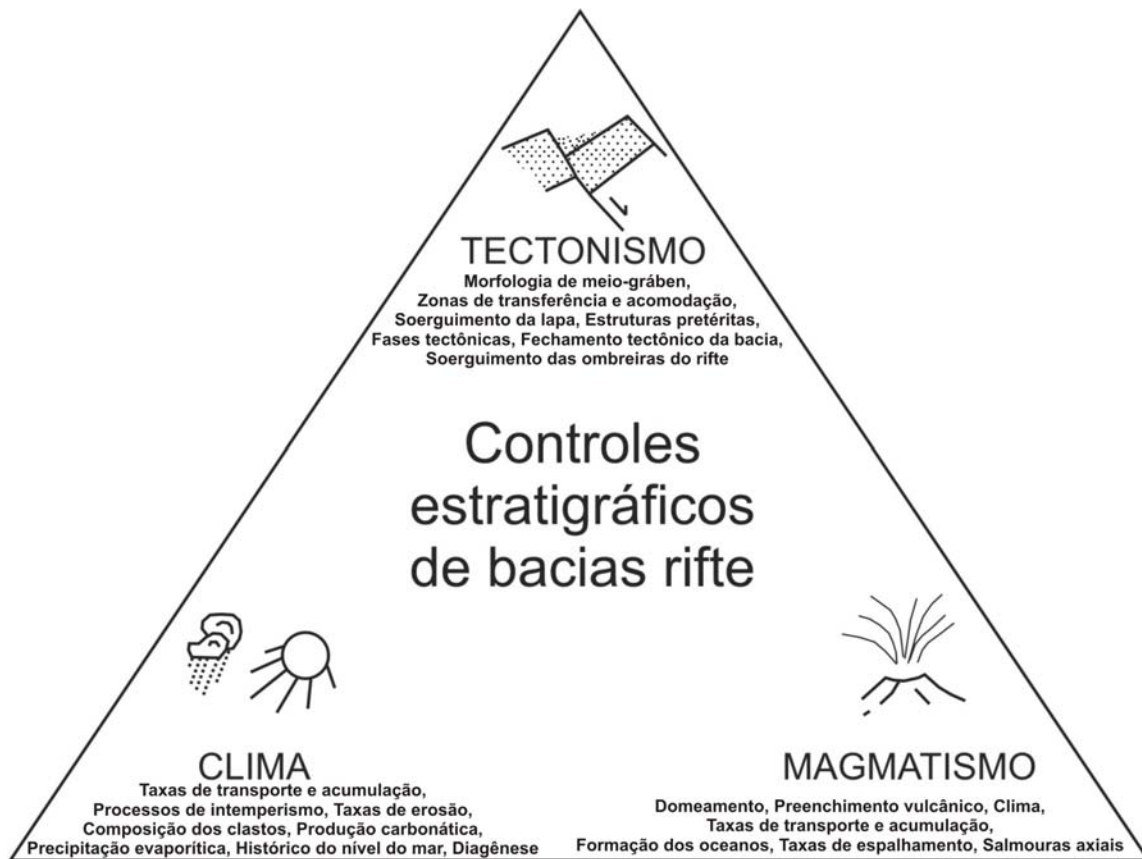


Figura 16: Sumário dos principais controles da estratigrafia e preenchimento sedimentar de uma bacia rifte (modificado de BOSENCE, 1998).

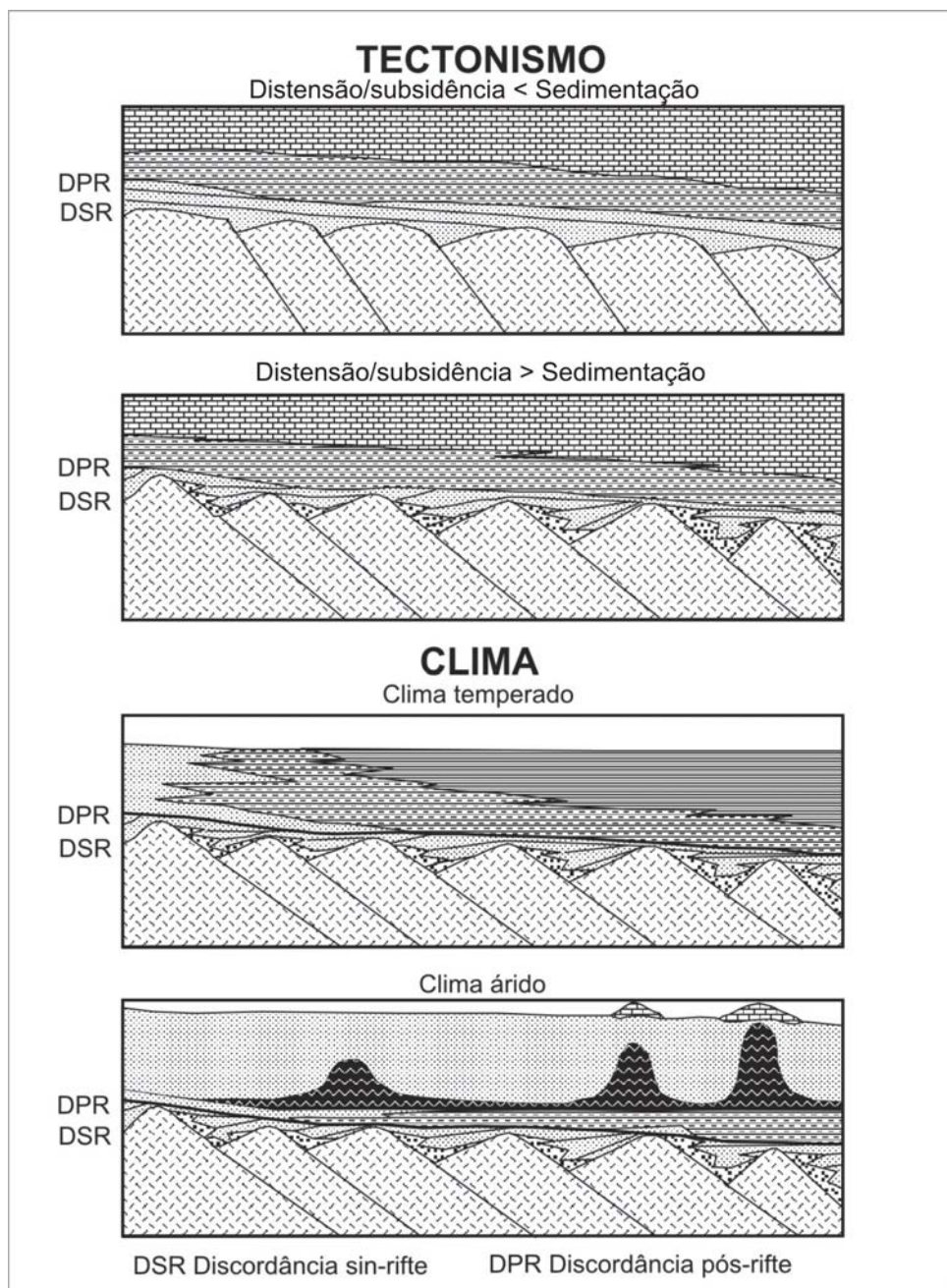


Figura 17: Seções geológicas esquemáticas de bacias rifte ilustrando os principais efeitos da tectônica e do clima na estratigrafia dos riftes (modificado de BOSENCE, 1998).

3.5.2 – Sequências Depositionais

O mapeamento de seqüências deposicionais na fase rifte é desenvolvido a partir do reconhecimento de discordâncias. Porém, a existência destas, suas expressões

espaciais e, principalmente, os fatores controladores de sua ocorrência, são extremamente complexos quando mapeados em bacias rifte.

De maneira bastante simples e prática, BOSENCE (1998) propõe a existência de, basicamente, duas discordâncias associadas a bacias rifte: a discordância sin-rifte (ou pré-rifte, para alguns autores) e a discordância pós-rifte. Assim, o conjunto sedimentar analisado seria facilmente descrito e posicionado em pré-rifte, sin-rifte e pós-rifte, conforme seu posicionamento entre as discordâncias e seus padrões geométricos estratais (**figura 18**). Dessa forma, os estratos pré-rifte encontram-se abaixo da discordância sin-rifte e apresentam um padrão geométrico inclinado e paralelo entre si. Já os estratos sin-rifte encontram-se entre as discordâncias sin-rifte e pós-rifte, e apresentam um padrão geométrico divergente e inclinado. Por fim, os estratos pós-rifte encontram-se acima da discordância pós-rifte e apresentam um padrão geométrico horizontal e paralelo.

A discordância sin-rifte, que marca o início da fase rifte, é caracterizada por um evento erosivo que pode ser local ou abrangente à bacia inteira, e é diretamente definido como uma superfície de *onlap* dos estratos sin-rifte, ponto a partir do qual ocorre sedimentação sin-tectônica caracterizada pela rotação de blocos (BOSENCE, 1998). Já a discordância pós-rifte pode ser também denominada de discordância de ruptura (*break-up unconformity*), caso a bacia rifte evolua para uma margem passiva, caracterizando assim uma ruptura continental. Esta discordância marca o final da sedimentação sin-tectônica, sob condições de subsidência mecânica (estratos inclinados e divergentes com espessamentos e adelgaçamentos) e o início da sedimentação pós-rifte, sob condições de subsidência termal (BOSENCE, 1998).

Na bibliografia (e.g., BUENO, 2004; ROSENDHAL *et al.*, 1986; PROSSER, 1993), a existência de discordâncias internas à fase sin-rifte é bem documentada. Ou seja, sabe-se claramente que existem processos atuantes dentro da fase rifte que são capazes de gerar hiatos geológicos compatíveis com discordâncias (apresentando grandes períodos de tempo geológico envolvido, com abrangência regional). No entanto, também é documentado que estas discordâncias nem sempre são observadas em todas as porções da bacia e, principalmente nos depocentros, não são identificados hiatos correlatos a elas (RAVNAS & STEEL, 1998). KÜCHLE *et al.* (2005) propõem um modelo para a ocorrência de discordâncias internas à fase rifte, composto basicamente de 2 estágios, podendo ser observado na figura 18B. PROSSER (1993) também divide a fase rifte em dois estágios principais (*rift initiation* e *rift climax*), sendo que reconhece ainda 3 subdivisões dentro do estágio de *climax* do rifte (*early*, *mid* e *late rift climax*).

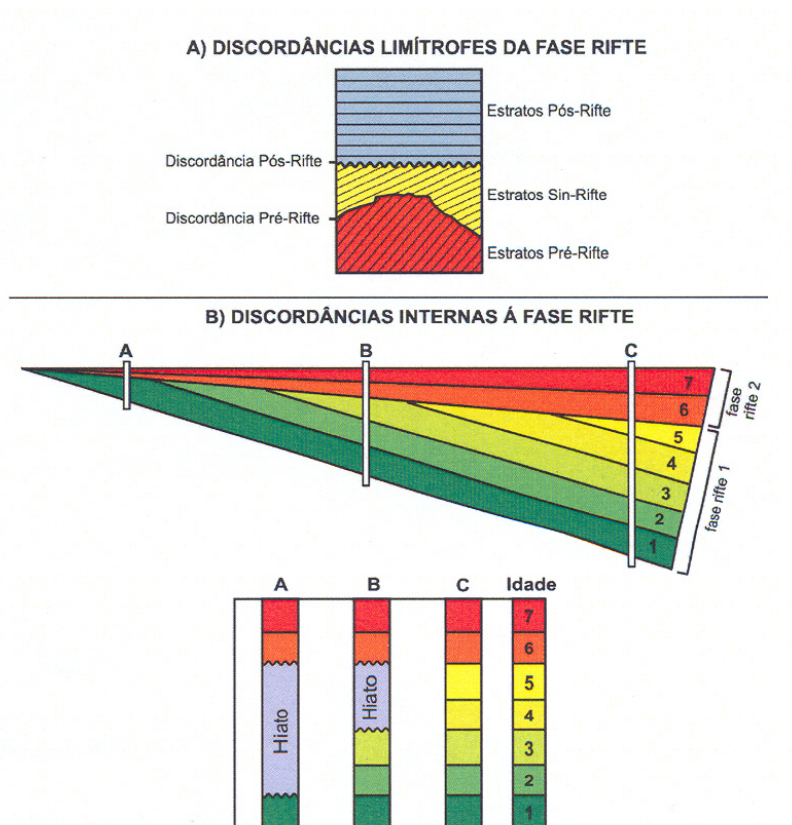


Figura 18: (A) Classificação das unidades rifte, suas superfícies limítrofes e seus padrões estratais. Modificado de BOSENCE (1998); (B) Modelo elaborado por KÜCHLE *et al.*, (2005) para a ocorrência de discordâncias internas à fase rifte (KÜCHLE *et al.*, 2005).

3.5.3 – Sedimentologia

A sedimentação em bacias tipo rifte é bastante complexa e pode abranger uma grande variedade de sistemas deposicionais, uma vez que esta depende fortemente de fatores geológicos e climáticos, conforme apresentado anteriormente.

As principais associações de fácies reconhecidas nos riftes intracontinentais são relacionadas a lagos, deltas, rios, planícies aluviais, *playas*, desertos e bacias evaporíticas. Estas fácies se alternam lateral e verticalmente de acordo com as modificações dos parâmetros que condicionam a sedimentação.

Os dois principais padrões deposicionais que normalmente ocorrem nos riftes continentais são o padrão fluvial e o lacustre, sendo o padrão fluvial predominante quando a taxa de subsidência é reduzida e o aporte sedimentar é alto. A predominância do padrão lacustre ocorre quando a taxa de subsidência é elevada e há uma relativa

deficiência na taxa de aporte sedimentar. Os modelos de sedimentação da **figura 19**, apresentados por LEEDER & GAWTHORPE (1987), resumem bem os ambientes deposicionais que normalmente ocorrem em cada um desses padrões deposicionais.

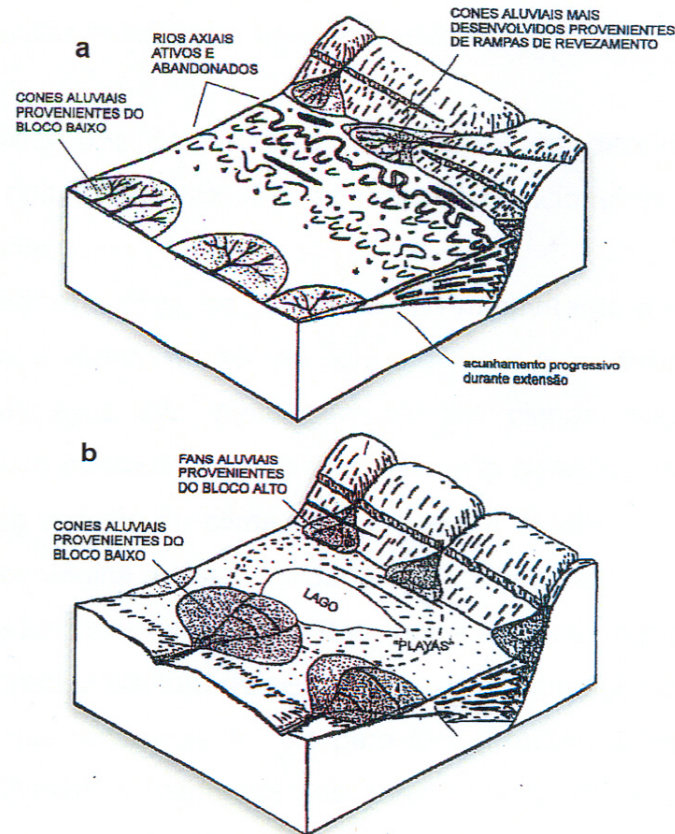


Figura 19: Modelos deposicionais em riftes continentais (LEEDER & GAWTHORPE, 1987). A) meio-gráben continental com drenagem axial, dominado por sistemas fluviais; B) meio-gráben com drenagem interna, dominado por corpos lacustres.

O sistema fluvial geralmente forma sistemas de drenagens axiais bem desenvolvidos, que se interligam lateralmente a sistemas de leques aluviais transversais ao eixo da bacia, provenientes das margens soerguidas dos riftes. Este sistema de canais axiais é sensível aos episódios tectônicos que ocorrem ao longo da evolução da bacia rifte. Nestes episódios ocorrem basculamentos de blocos, avulsionando os canais, que passam a ocupar o eixo de máxima subsidência da bacia. Isto resulta num padrão de empilhamento preferencial dos corpos de areia contra as bordas falhadas do rifte (BRIDGE & LEEDER, 1979 *apud* CHIOSSI, 1997).

A ocorrência de clima árido ou úmido irá controlar o padrão fluvial em sistemas de canais entrelaçados ou meandranes. Os canais entrelaçados irão ocorrer normalmente em clima árido, onde há o predomínio do intemperismo físico, enquanto que o sistema de canais meandranes ocorrerá preferencialmente em clima úmido, onde predomina o intemperismo químico e a disponibilidade de sedimentos é reduzida pela presença da vegetação, que fixa os sedimentos.

Já no sistema lacustre, a variedade de depósitos pode ser muito grande, uma vez que os lagos se comportam de forma dinâmica, respondendo a diversos tipos de agentes físicos, como a ação dos ventos, influxo dos rios, calor atmosférico e efeitos de marés (SLY 1978 *apud* CHIOSSI, 1997). Em bacias rifte lacustres, a sedimentação pode ser terrígena, biogênica ou química.

Ambientes lacustres incluem *playa*, sistemas semipermanentes e permanentes formados de acordo com o nível de influxo de água doce local em relação à evaporação. A rápida subsidência dos riftes possibilita condições de águas muito profundas, que para existirem devem apresentar um balanço de água favorável.

Bacias continentais fechadas e áridas normalmente contêm *playa lakes*, cujos depósitos químicos refletem a composição iônica das águas subterrâneas e a lixiviação de terras altas do entorno. Lagos rasos permanentes ocorrem em climas menos evaporativos, bordejados por leques e deltas axiais, leques sublacustrinos, lamas biogênicas e sedimentos clásticos finos. Lagos mais profundos desenvolvem estratificação permanente, permitindo boa preservação da matéria orgânica e o desenvolvimento de varves sazonais. Por exemplo, o Lago Malawi é termicamente estratificado, com mistura ocorrendo apenas nos 250 m superiores de coluna d'água, abaixo do qual o lago é permanentemente anóxico (HALFMAN, 1993).

Lagos são altamente sensíveis a mudanças no balanço de água induzidas pelo clima. O resultado da subida e descida do nível do lago exerce um controle fundamental na arquitetura da bacia. Estudos de reflexão sísmica identificaram fácies grossas tanto de nível alto quanto de nível baixo de lago. Canais subaquosos proeminentes formados pela incisão fluvial ocorrem durante as fases de nível baixo de lago. Estes canais e seus *leaves* bem desenvolvidos são normalmente paralelos às falhas de borda principais e suas posições devem ser controladas por falhas sintéticas intra-rifte (e.g. SOREGHAN *et al.*, 1999 *apud* BOSENCE, 1998). Durante os níveis de lago alto, a deposição clástica grossa ocorre nas bacias de lago profundo por correntes de turbidez vindas de canais subaquosos e pela diluição talude abaixo de fluxos gravitacionais e *slumps*. Pequenos

deltas de nível alto do lago se desenvolvem, mas tendem a ser erodidos durante os períodos de nível baixo de lago. Em áreas de reduzido aporte sedimentar podem se desenvolver biohermas, depósitos oolíticos e de coquinas. Deltas de nível de lago baixo que progradam para dentro dos lagos são muito mais reduzidos que os de nível de lago alto, porém possuem maior potencial de preservação por serem cobertos por sedimentos finos da transgressão posterior (**figura 20**). Arenitos das praias marginais estão presentes quaisquer que sejam os níveis do lago, embora seu potencial de preservação seja duvidoso, uma vez que são amplamente erodidos em todas as circunstâncias (SANTOS *et al.*, 2007).

O retrabalhamento de areias aluviais e costeiras de lagos pelo vento é comum em muitas bacias áridas e semi-áridas. A localização exata de pequenos *ergs* reflete a orientação da bacia em relação à direção de vento predominante. As areias eólicas interdigitam-se e são retrabalhadas por canais fluviais.

A sedimentação biogênica de lagos rifte ocorre onde a sedimentação terrígena é reduzida, em áreas costeiras afastadas da desembocadura de rios ou em altos estruturais submersos. Os principais componentes sedimentares biogênicos incluem fragmentos de conchas e esqueletos (comumente ostracodes, gastrópodes e bivalves), vazas diatomáceas (em lagos modernos) e carapaças de raros organismos planctônicos (SANTOS *et al.*, 2007).

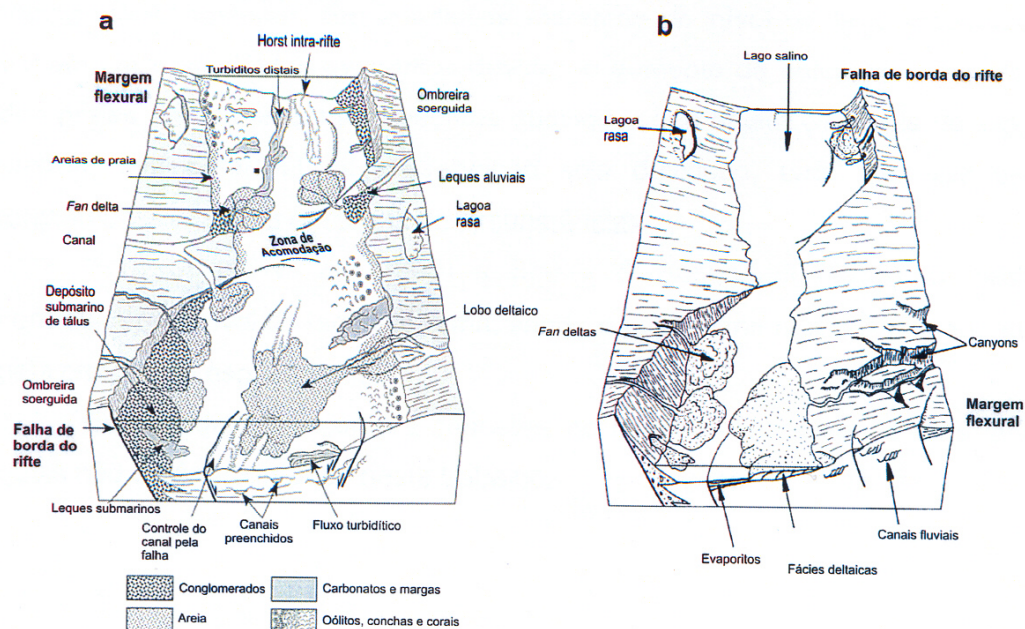


Figura 20: Modelos deposicionais de lagos tectônicos. a) nível do lago alto; b) nível do lago baixo (SCHOLZ & ROSENDAHL, 1990).

3.6 – MODELO DE EVOLUÇÃO TECTONO-ESTRATIGRÁFICA DOS RIFTES CONTINENTAIS

LAMBIASE (1990), analisando diversas sucessões estratigráficas, sugere que os riftes passam por diferentes estágios tectônicos, desde o rifteamento inicial até a subsidência pós-rifte, cada um deles acompanhado por um estilo deposicional particular. No seu modelo, a estratigrafia dos riftes é subdividida em cinco estágios, com base na variação das taxas de subsidência e na modificação estrutural dos riftes.

No início (estágio 1), a deformação tectônica se distribui de forma complexa entre diversas pequenas bacias, sem que haja a formação de grandes ombreiras, permitindo que a drenagem regional penetre livremente na depressão, caracterizando uma unidade basal composta por depósitos predominantemente fluviais e aluviais. À medida que a subsidência se amplia ao longo das falhas de borda e a assimetria das bacias se desenvolve, as margens soerguidas passam a desviar grande parte das drenagens, reduzindo o aporte sedimentar. Com a disponibilidade suficiente de água, lagos relativamente profundos e famintos se formam, compondo o estágio 2. Esta situação pode persistir por tempo suficientemente longo para que haja a deposição de espessas sucessões de folhelhos ricos em matéria orgânica.

Durante o estágio 3, a redução das taxas de subsidência e aumento das taxas de aporte sedimentar permitem o estabelecimento de importantes sistemas flúvio-deltaicos que passam a preencher a bacia mais rapidamente. O estágio 4 é composto por sedimentos predominantemente fluviais, em função do contínuo “raseamento” da bacia, do aumento da maturidade das drenagens e das taxas de subsidência cada vez menores. Este processo continua até que o preenchimento do rifte e a erosão tenham arrasado a topografia das ombreiras. O estágio 5 (último episódio), é representado por uma subsidência regional lenta, que permite que a sedimentação ultrapasse os limites anteriores do rifte. Nesta fase ainda predomina a sedimentação fluvial e aluvial, além de alguns depósitos lacustres delgados.

Com relação à atividade vulcânica continental, o vulcanismo pode se estabelecer em qualquer estágio de evolução do rifte (MOHR, 1982). Entretanto, algumas bacias rifte não possuem o registro deste vulcanismo, e podem estar associadas a baixas taxas de deformação (CHANG *et al.*, 1991), e ao lento e progressivo processo de afundamento da região.

IV – METODOLOGIA

O desenvolvimento deste trabalho levou em conta as etapas descritas a seguir. A ordem em que as etapas são apresentadas não necessariamente correspondem à ordem cronológica em que foram realizadas, pois em alguns casos ocorreu a sobreposição de tarefas ou a retomada de uma tarefa no transcorrer do trabalho devido a novas informações ou interpretações surgidas com o cumprimento de outras tarefas subsequentes. Associada a todas as etapas descritas ocorreu a aquisição e leitura de fontes bibliográficas relacionadas aos assuntos abordados nesta dissertação.

4.1 – LEVANTAMENTOS DE CAMPO

Foram realizadas três visitas à área de estudo no decorrer deste trabalho, totalizando cerca de 10 dias no campo. Na primeira visita foram obtidas as fotografias dos afloramentos para a montagem dos fotomosaicos. A aquisição das fotografias seguiu a técnica apresentada por ARNOT *et al.* (1997) (**figuras 21 e 22**), a fim de minimizar a variação de escala entre cada imagem que compõe um fotomosaico e as distorções ao longo deste. Nesta visita, aproveitou-se também para se realizar uma análise preliminar das fácies presentes nos afloramentos. A caracterização das fácies em todas as etapas do trabalho levou em conta características das rochas como composição, granulometria, seleção dos grãos, estruturas sedimentares, relações de limites entre fácies adjacentes e coloração.

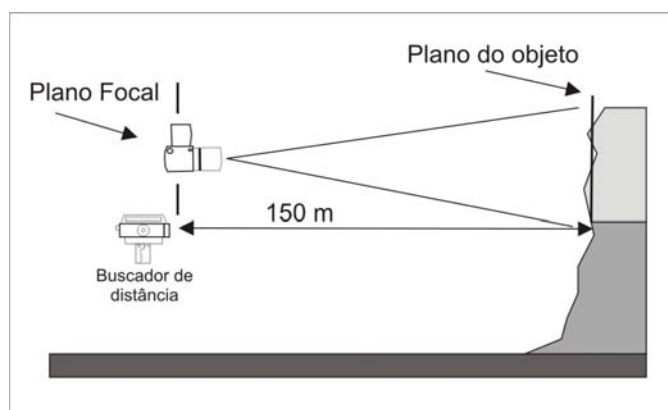


Figura 21: Posição ideal da câmera para a obtenção de fotomosaicos de afloramentos com a mínima distorção em cada foto e entre as fotos que compõem o fotomosaico (modificado de ARNOT *et al.*, 1997).

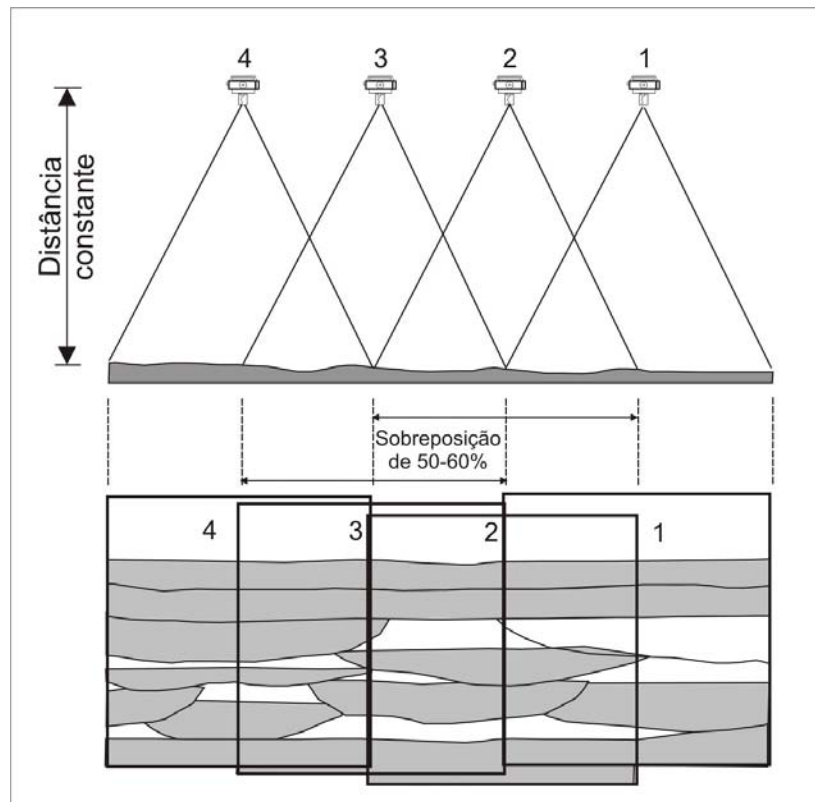


Figura 22: Mudanças de escala entre fotografias adjacentes podem ser reduzidas significativamente mantendo-se uma distância constante do afloramento e fazendo-se uma sobreposição de 50-60% de fotos adjacentes (modificado de ARNOT et al., 1997).

Na segunda visita, realizou-se o levantamento de perfis sedimentológicos ao longo dos afloramentos. Além disso, foi feita uma checagem de campo das superfícies mapeadas nos fotomosaicos e o preenchimento faciológico de cada elemento de arquitetura mapeado foi descrito.

Na terceira ida ao campo, realizou-se a aquisição das linhas de GPR e, uma análise final das interpretações a respeito do sistema deposicional e de sua arquitetura.

Na aquisição de linhas GPR, foram levantadas 12 linhas com uma antena de 200 MHz e 27 linhas com uma antena de 400 MHz, totalizando 626 e 990 metros, respectivamente. Estas linhas foram adquiridas na área entre os afloramentos mapeados, com o objetivo de se observar a continuidade das geometrias entre os afloramentos.

4.2 – TRABALHO DE LABORATÓRIO

O trabalho de laboratório compreendeu a descrição dos testemunhos de rocha do poço PINDA-01 da Bacia de Taubaté, perfurado no âmbito do projeto BACINT *Evolução das Seqüências Sedimentares do Sistema de Bacias Cenozóicas da Serra do Mar* (CTPetro-FINEP/Petrobras, conv. Petrobras 650.4.055.01-0, conv. FINEP 21.01.0347-00), coordenado pelo Prof. Dr. Carlos Jorge de Abreu (Departamento de Geologia-IGEO-UFRJ). Este poço vertical perfurou uma seção de mais de 500m de rocha, localizada próxima ao depocentro da bacia, atingindo o embasamento cristalino da mesma. Para esta dissertação, descreveu-se a seção basal perfurada, que consiste nos depósitos da fase inicial de rifteamento da bacia, até se estabelecer a sedimentação lacustre. Esta seção totalizou cerca de 94 metros de rochas, que foram descritas na escala de 1:40, no laboratório de testemunhos da UFRJ.

A descrição destes testemunhos teve como objetivo comparar as fácies observadas no poço com as fácies mapeadas nos afloramentos.

4.3 – TRABALHOS DE ESCRITÓRIO

Os trabalhos de escritório compreenderam:

a) a interpretação da arquitetura deposicional dos afloramentos estudados, através do mapeamento de superfícies nos fotomosaicos. Para facilitar a correlação das superfícies entre os afloramentos, foram utilizadas cores diferenciadas para cada elemento arquitetural. Nas superfícies principais foram usados traços grossos, enquanto que nas superfícies internas às geometrias principais foram usados traços finos.

Para a interpretação destas superfícies, algumas regras foram seguidas (BORGHI, 2000): uma superfície de determinada ordem não muda de ordem lateralmente; uma superfície de determinada ordem dentro de um elemento arquitetural pode ser truncada por outra de ordem menor ou igual, mas não de ordem maior; e a ordem de uma superfície é melhor determinada pela relação com os estratos superiores do que pela relação com os estratos sotopostos.

b) a classificação e nomenclatura das diferentes fácies descritas no campo e no laboratório de testemunhos. Nos afloramentos foram definidas nove fácies, nomeadas

com letras maiúsculas de A a I. Nos testemunhos foram reconhecidas nove fácies, nomeadas com algarismos romanos de I a IX.

c) a montagem dos perfis sedimentológicos dos afloramentos e do testemunho PINDA-01 no software CorelDraw. Posteriormente, foi feita a correlação das superfícies mapeadas nos afloramentos com as superfícies interpretadas nos perfis sedimentológicos dos mesmos.

d) O processamento e a interpretação das linhas de GPR.

O processamento das linhas de GPR foi realizado com o software Radan (*Radar Data Analyser*) da empresa GSSI, fabricante do equipamento utilizado na aquisição das linhas de GPR (**fotografia 1**).

Numa etapa preliminar do processamento foram realizados vários testes, com o objetivo de definir um fluxo de processamento para o conjunto de linhas adquiridas com a antena de 200 MHz e um outro fluxo de processamento para as linhas adquiridas com a antena de 400 MHz. Com isso, as seguintes etapas de processamento foram definidas:

Etapa 1 – Filtragem para delimitação de frequências

Para as linhas de 200 MHz utilizou-se um filtro passa banda com janela passante entre 100 e 370 MHz, e para as linhas de 400 MHz, utilizou-se um filtro passa banda com janela passante entre 160 e 495 MHz.

Nesta etapa foi utilizada uma filtragem tipo FIR (*Finite Impulse Response*), com formato *boxcar*. É um filtro recursivo que percorre o sinal no domínio do tempo. O formato *boxcar* confere ao filtro uma janela retangular que percorre o dado e obtém médias de acordo com o tamanho assinalado para o filtro (resultante das frequências de corte escolhidas).

Etapa 2 – Supressão das reverberações de superfície (*flat lying ringing*)

Foi utilizada uma filtragem denominada banda passante horizontal, que elimina refletores perfeitamente lineares ao longo de uma determinada distância. Esses refletores são geralmente causados pela reverberação da onda de radar nas camadas superiores do solo, e não representam, na realidade, nenhuma camada da subsuperfície. Como parâmetro para essa filtragem, foi utilizado o valor de 100 traços, ou seja, são eliminados os refletores perfeitamente horizontais ao longo de 100 ou mais traços.

Etapa 3 – Ajuste dos ganhos

Em todos os perfis georadar, foi utilizado um ajuste de ganhos tipo exponencial. Nesse tipo de ajuste, as amplitudes de cada traço são amplificadas ou reduzidas mediante curvas compostas por funções exponenciais. O objetivo nessa etapa do processamento é compensar as perdas por absorção da energia das ondas do georadar pelas camadas geológicas.

Etapa 4 – Deconvolução

A deconvolução foi realizada nos perfis georadar que apresentavam eventos de reverberação pronunciados. O método utilizado foi a deconvolução preditiva, que prevê o comportamento do pulso transmitido pelo georadar ao longo de um traço, subtraindo (ou deconvolvendo) do registro as amplitudes do pulso de entrada. Como produto ocorre a compressão do pulso refletido, com a conseqüente diminuição dos efeitos das reverberações.



Fotografia 1: Foto da aquisição das linhas de GPR, onde observa-se a ferramenta de aquisição e a equipe trabalhando no levantamento de uma das linhas, que neste caso está sendo realizado com a antena de 400 MHz.

A interpretação das linhas de GPR foram realizadas no software CorelDraw 12.

e) A integração de todos os dados interpretados através da montagem de um modelo tridimensional dos afloramentos mapeados, utilizando o software GOCAD.

A construção do modelo tridimensional dos elementos de arquitetura observados nos afloramentos foi realizada com a ferramenta KINE-3D do GOCAD. Esta ferramenta permite que se carregue figuras com a extensão jpeg no GOCAD e que se faça o georeferenciamento dessas figuras, posicionando-as no local correto. Posteriormente, é possível fazer a interpretação das superfícies nas seções de afloramentos (que são bidimensionais) e correlacionar as superfícies nas diferentes seções, gerando-se uma superfície tridimensional para cada elemento arquitetural. Nas regiões onde não há informação da superfície (áreas entre os afloramentos ou entre as linhas de GPR), é possível editar a superfície, fazendo com que o modelo apresente uma aparência mais próxima à realidade geológica.

V – ANÁLISE DOS DADOS DE AFLORAMENTO

5.1 – FACIOLOGIA

O termo fácies pode ser definido como um conjunto de feições que caracteriza uma rocha sedimentar, sejam elas a cor, granulação, estruturas internas, geometria deposicional, espessura, fósseis ou paleocorrentes (DELLA FAVERA, 2001).

As fácies são geradas por processos sedimentares particulares, que são definidos através de ensaios de simulação em laboratório e por analogia com casos de estudo em ambientes de sedimentação atuais. O reconhecimento das fácies é de grande importância em estudos de sedimentologia e estratigrafia, pois além de serem elementos de descrição de um pacote sedimentar, auxiliam na interpretação genética quando analisadas em conjunto, formando uma sucessão de fácies. A descrição de uma associação de fácies permite a interpretação do paleoambiente de sedimentação.

Neste trabalho, a importância do estudo de fácies também reside no fato de que elas são o preenchimento dos elementos arquiteturais, sendo indispensáveis na interpretação destes elementos e na elaboração do modelo deposicional.

A caracterização das fácies observadas nos afloramentos foi realizada separadamente das fácies observadas no testemunho, recebendo inclusive nomenclaturas diferentes, por se tratarem de diferentes tipos de dados e estarem localizados em posições distantes entre si na bacia. Posteriormente, no capítulo VII, será feita uma comparação desses dados e uma interpretação de suas diferenças, relacionando-as com o contexto geotectônico da bacia.

A partir de uma descrição detalhada de perfis sedimentológicos (**anexo I**) levantados ao longo dos afloramentos estudados, foram definidas 9 fácies sedimentares, nomeadas por letras maiúsculas de A a I. O quadro da **figura 23** apresenta um resumo das fácies mapeadas, e a descrição completa e interpretação de cada uma delas será apresentada adiante.

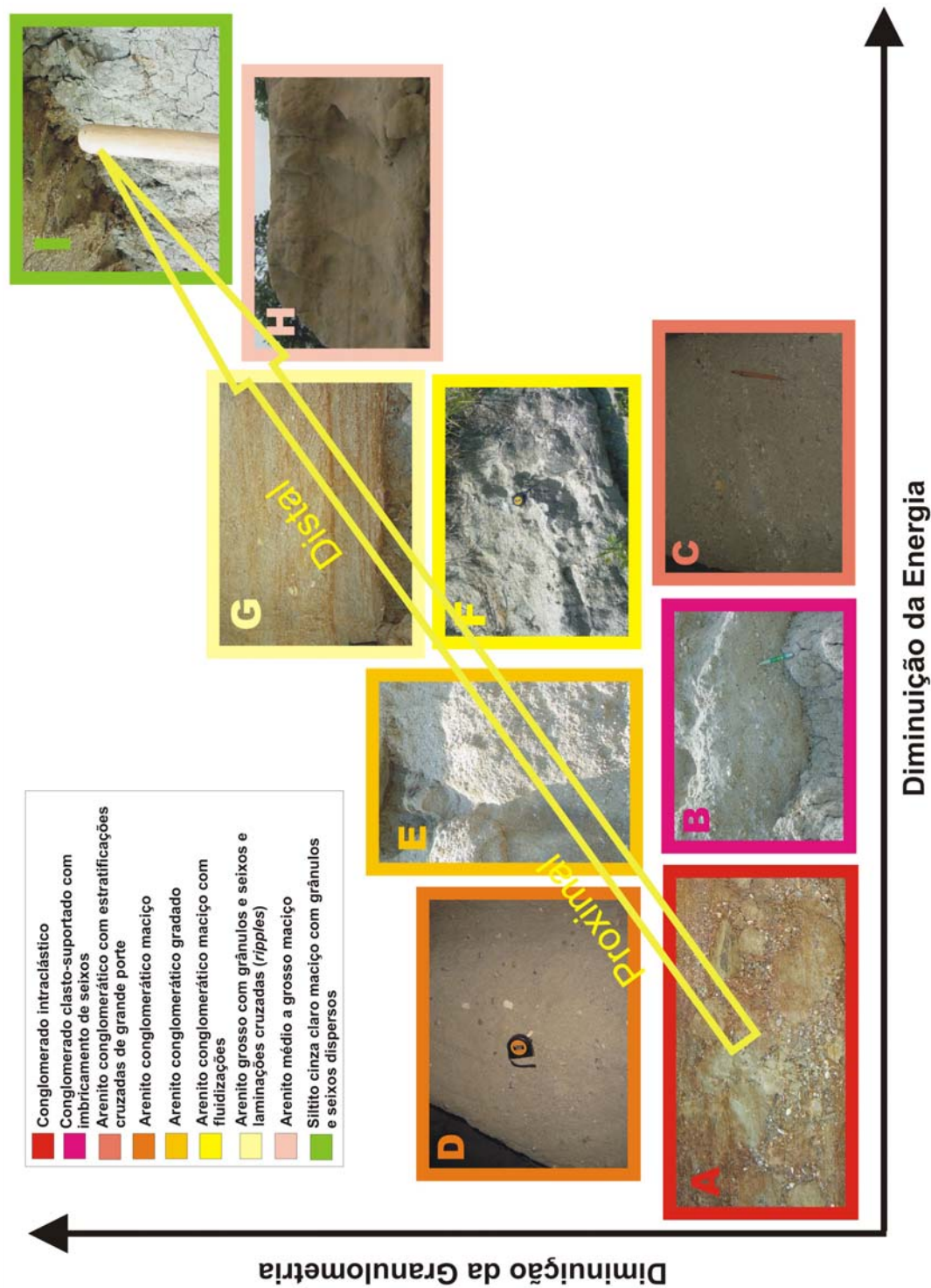
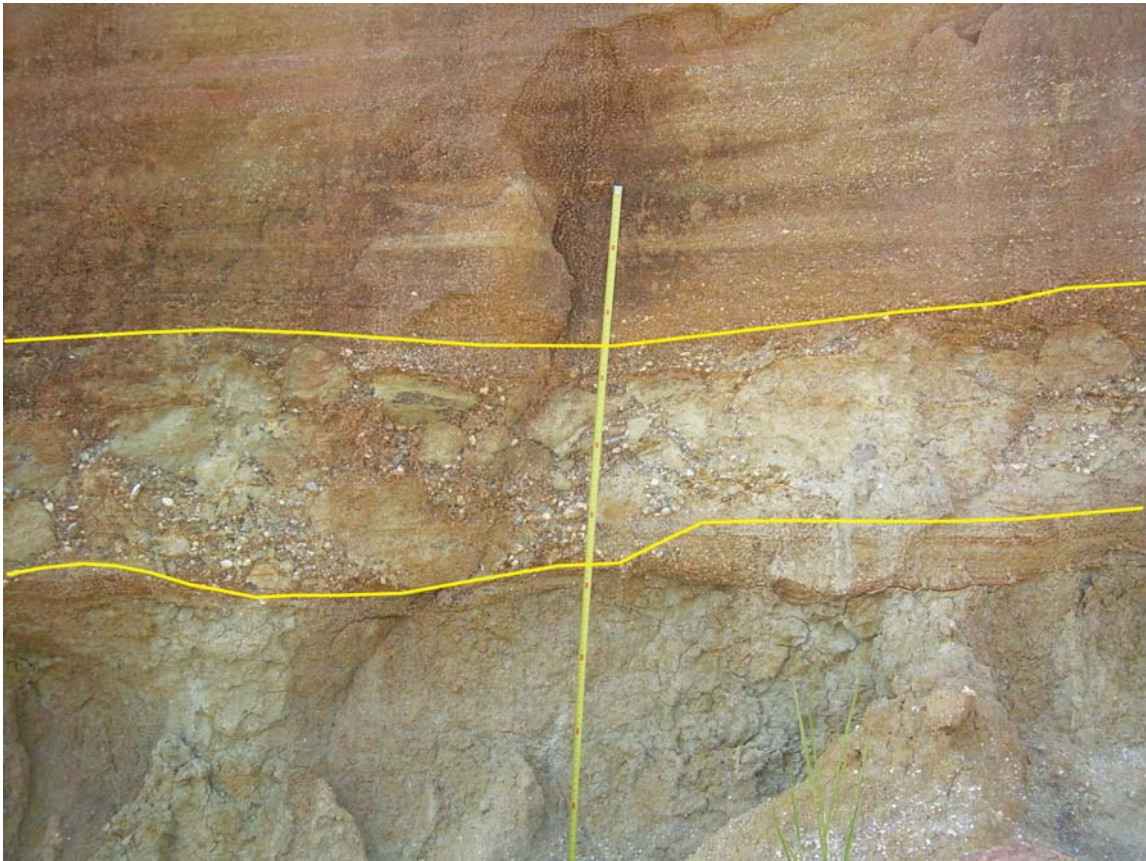


Figura 23: Quadro contendo as 9 fácies mapeadas nas seções aflorantes estudadas. As fácies foram organizadas de acordo com a sua granulometria e energia de transporte e deposição.

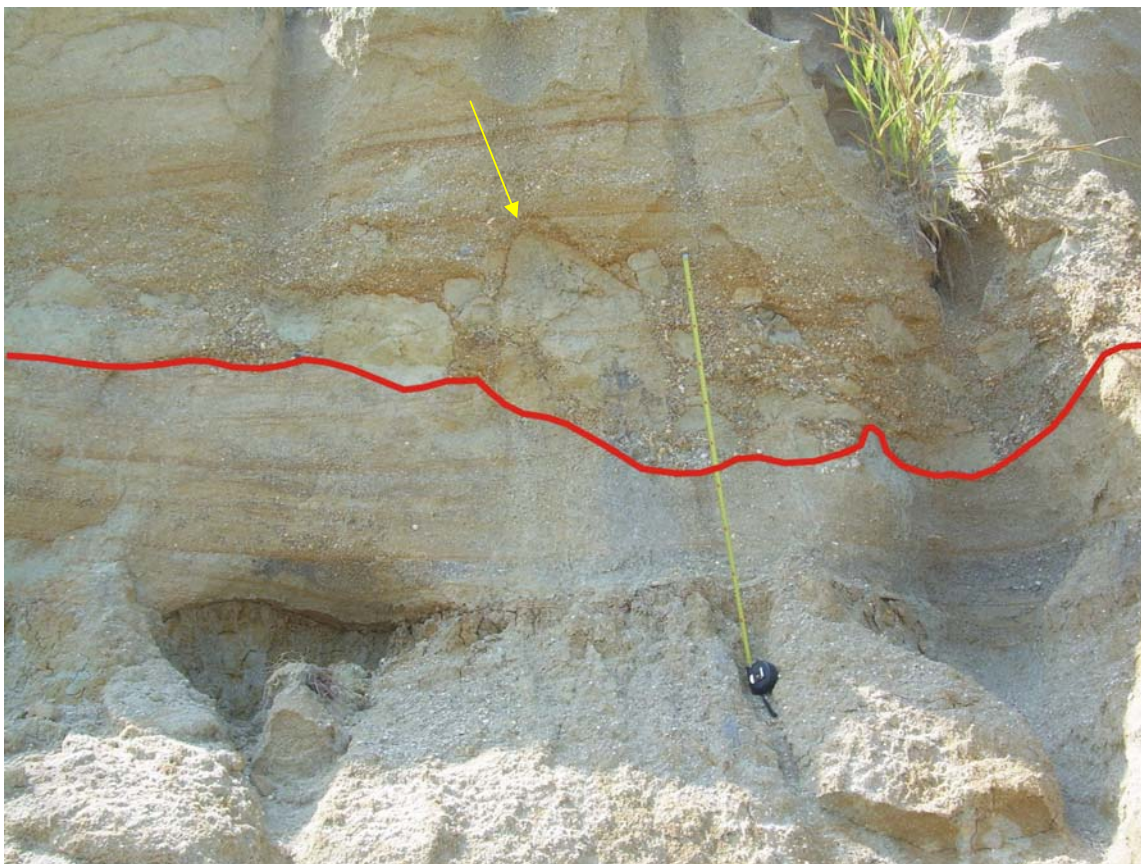
5.1.1) Fácies A

a) Descrição

Conglomerado polimítico contendo uma grande quantidade de intraclastos argilosos. Estes intraclastos chegam a medir dezenas de centímetros de diâmetro e possuem formato de grandes blocos ou de lascas aplainadas (**fotografia 2**). Apresenta contato basal erosivo (**fotografia 3**). Esta litofácies ocorre apenas no afloramento 1 e mede cerca de 30 centímetros de espessura.



Fotografia 2: Camada de arenito conglomerático intraclástico.



Fotografia 3: Detalhe do caráter erosivo da fácies A, que nesta foto está erodindo uma camada composta pela fácies G. A seta amarela aponta um clasto que possui diâmetro similar à espessura total da camada.

b) Interpretação

Esta fácies representa fluxos hiperconcentrados de forte poder erosivo capazes de arrancar clastos lamosos do substrato por onde passam. Devido à grande concentração do fluxo, a capacidade de transporte é baixa, fazendo com que o material grosso presente no fluxo se deposite na forma de *lags*, normalmente preenchendo a base de feições canalizadas. Segundo FRASER & SUTNER (1986), uma das características desses fluxos é a espessura das camadas ser similar ao tamanho dos clastos maiores, como observado na **fotografia 3**.

5.1.2) Fácies B

a) Descrição

Conglomerado composto por seixos de composição variada como fragmentos líticos, quartzo e feldspato, clasto-suportado. Os grãos apresentam-se organizados, conferindo uma estratificação cruzada tabular à rocha (**fotografia 4**). Esta fácies ocorre em camadas pouco espessas e pouco contínuas lateralmente, normalmente preenchendo a base de geometrias canalizadas. Possui caráter erosivo, porém não se observa a presença de intraclastos argilosos na rocha.



Fotografia 4: Detalhe da fácies B, que apresenta estratificação cruzada pouco definida.

b) Interpretação

Os conglomerados da fácies B são interpretados como sendo gerados por correntes trativas de fundo de canal (carga de fundo), formando barras seixosas.

5.1.3) Fácies C

a) Descrição

Arenito conglomerático, contendo grânulos e seixos de composição variada, com estratificações cruzadas de baixo ângulo e acanaladas bem definidas (**fotografia 5**). Possui contato basal erosivo. Esta fácies ocorre no topo do afloramento 1 e possui espessura em torno de um metro.



Fotografia 5: Detalhe das estratificações cruzadas acanaladas de grande porte da fácies C. Esta estratificação é evidenciada principalmente pelo alinhamento dos seixos e grânulos maiores.

b) Interpretação

Esta fácies representa depósitos de canais formados por correntes trativas, com a migração de formas de leito 3D.

5.1.4) Fácies D

a) Descrição

Arenito maciço grosso a conglomerático com grânulos e seixos dispersos por toda a camada. Esta fácies assemelha-se muito com a fácies E, porém não apresenta gradação dos grãos. Ocorre em camadas que vão de cerca de 20 centímetros a 1,5 metro de espessura. No topo do afloramento 1, esta fácies apresenta seixos muito grandes dispersos na camada, que neste ponto possui 1,5 metro de espessura (**fotografia 6**).



Fotografia 6: Detalhe da fácies D, arenito grosso a conglomerático maciço com seixos e grânulos dispersos.

b) Interpretação

À fácies D é atribuída uma sedimentação por fluxos gravitacionais de alta densidade, de fração granulosa, subaérea. Estes depósitos seriam formados imediatamente após a transformação de um fluxo hiperconcentrado numa corrente de turbidez de alta densidade. O fato de apresentar estrutura maciça indica um fluxo menos eficiente que os fluxos responsáveis pela deposição da fácies E, que apresenta gradação normal, havendo uma rapidez maior no “congelamento” do fluxo.

5.1.5) Fácies E

a) Descrição

Arenito conglomerático bege claro com grânulos e seixos dispersos em toda a matriz, porém mais concentrados na base das camadas. Apresenta estrutura maciça e gradação normal com diminuição da granulometria para o topo, variando de granuloso a grosso (**fotografia 7**). Por vezes, observa-se um leve imbricamento dos seixos na base das camadas, ou então, níveis de seixos maiores imbricados no meio de uma camada. A rocha é imatura, contendo grãos de quartzo e feldspato, por vezes alterado, além de grânulos e seixos compostos de fragmentos líticos, quartzo e feldspato. Esta litofácies ocorre em camadas que variam de cerca de 50 centímetros a 1,5 metro de espessura, podendo haver amalgamações de diversas dessas camadas, formando pacotes de cerca de 2 metros de espessura. A base desses pacotes apresenta estruturas de carga (**fotografia 8**).



Fotografia 7: Detalhe da fácies E, arenito conglomerático gradado com grânulos e seixos dispersos.



Fotografia 8: Detalhe da base de uma camada formada pela fácies E, apresentando estruturas de carga. Observa-se também a presença de diversos ciclos de gradação normal. A aparente laminação da rocha é devido à oxidação.

b) Interpretação

O processo de deposição da fácies E é similar ao da fácies D, isto é, sedimentação por fluxos gravitacionais de alta densidade, de fração granulosa, subaérea. A principal diferença entre eles é que na deposição da fácies E, a descarga da corrente é decrescente, gerando gradação normal na rocha.

5.1.6) Fácies F

a) Descrição

Arenito conglomerático com porções fluidizadas e concentração mais alta de grânulos e seixos na base das camadas (**fotografia 9**). Esta fácies ocorre como uma

única camada contínua em todo o afloramento, formada por cerca de 2 a 3 pacotes de ciclos menores de gradação normal para o topo. Apesar de contínua, esta camada apresenta variações na espessura, que vai de cerca de 50 a 90 centímetros, e em alguns locais é interrompida. É freqüente a ocorrência de estruturas de carga na base da camada **(fotografia 10)**.



Fotografia 9: Detalhe do aspecto homogêneo da fácies F, causado pela fluidização.



Fotografia 10: Nesta foto, observa-se a presença de estruturas de carga (seta vermelha) e a interrupção da camada (seta amarela) da fácies F ao longo do afloramento 3, que pode ser ocasionada por possíveis falhas sin-tectônicas (linhas vermelhas).

b) Interpretação

A fácies F está relacionada a processos deposicionais similares ao da fácies E (fluxos gravitacionais de alta densidade), porém deve ter sofrido fluidização e deformação durante a deposição, causada provavelmente por sismos decorrentes do tectonismo ativo na região à época da deposição, que também podem ter ocasionado falhamentos sintectônicos, responsáveis pela interrupção das camadas e variações de espessura nas mesmas. A melhor denominação do processo deposicional que originou esta fácies seria, então, a de fluxo gravitacional fluidizado.

5.1.7) Fácies G

a) Descrição

Arenito grosso com grânulos e seixos na base, que somem para o topo. Apresentam laminações ou estratificações cruzadas na base das camadas, evidenciadas principalmente pelos grãos maiores (**fotografia 11**). O contato basal das camadas é abrupto, geralmente com o siltito da fácies I, apresentando estruturas de carga. Esta fácies ocorre nos afloramentos 1 e 3, onde as camadas possuem cerca de 50 centímetros de espessura. No afloramento 1, essa fácies possui coloração avermelhada de oxidação, que realça as estratificações na rocha. As direções de paleocorrentes medidas apresentam uma dispersão nas direções, mas, a maioria aponta para WSW.



Fotografia 11: Detalhe da fácies G. Observa-se estratificações cruzadas de baixo ângulo em várias direções e a presença de seixos dispersos na base da camada.

b) Interpretação

Esta fácies é interpretada como sendo associada a depósitos de barras longitudinais ou transversais depositadas por correntes trativas. De acordo com FRASER & SUTNER (1986), quando as espessuras dessas camadas são da ordem de centímetros a decímetros, que é o caso da fácies G, implicam em fluxos que migram rapidamente em canais entrelaçados rasos. Esta fácies estaria numa posição mais distal em relação às demais fácies.

5.1.8) Fácies H

a) Descrição

Arenito maciço cinza claro de granulometria média a grossa. Esta fácies ocorre principalmente no afloramento 2 preenchendo geometrias mais tabulares e pouco espessas (**fotografia 12 e 13**). Constitui camadas de cerca de 60 centímetros a mais de um metro de espessura.



Fotografia 12: Camadas tabulares de arenito médio maciço da fácies H no topo do afloramento 2. O quadrado amarelo representa o detalhe mostrado na fotografia 13.



Fotografia 13: Detalhe da fácies H.

b) Interpretação

A fácies H provavelmente depositou-se através de correntes de turbidez diluídas em uma porção relativamente distal. Suas características levam a crer que a deposição ocorreu pela entrada do fluxo em um corpo aquoso, gerando uma desaceleração do mesmo.

Apesar dos afloramentos apresentarem características de deposição subaérea, é possível ocorrer a deposição de fluxos de corrente de turbidez em lagos efêmeros posicionados nas depressões adjacentes a leques aluviais de clima árido, os quais são formados em períodos de inundações (HEWARD, 1978 *apud* DELLA FAVERA, 2004). Estes tipos de depósitos foram denominados de inunditos por SEILACHER (1982 *apud* DELLA FAVERA, 2004). Os processos de formação destes depósitos foram detalhados por meio de uma nova abordagem de análise (transformação de fluxo) desenvolvida por MUTTI *et al.* (1996) para o estudo de fluxos gravitacionais.

5.1.9) Fácies I

a) Descrição

Siltito maciço de coloração cinza-esverdeada, com presença de grânulos e seixos de composição variada dispersos na matriz. Pode apresentar níveis de coloração mais

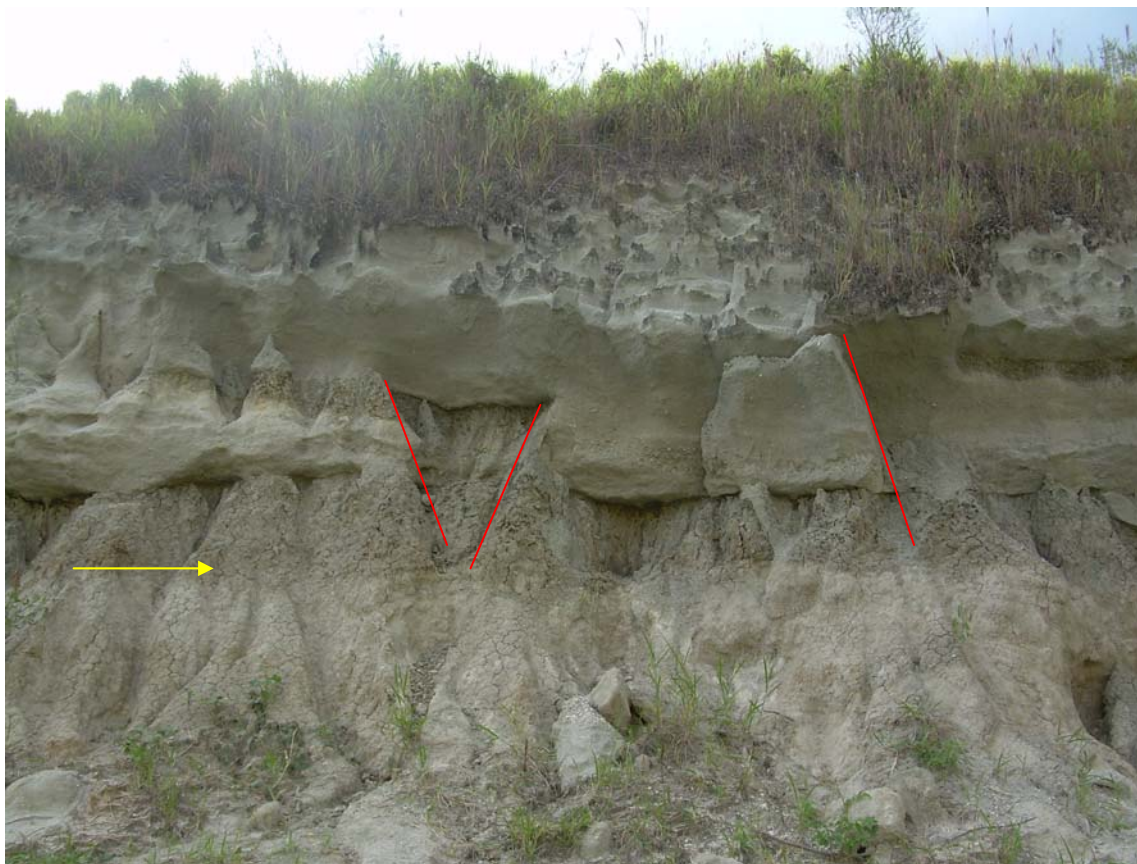
esbranquiçada, contínuos ao longo dos afloramentos, e em alguns locais ser mais argiloso, tornando-se cinza escuro e com raros ou nenhum grânulo disperso na matriz (**fotografia 14**). Sua aparência muitas vezes é blocosa, com manchas avermelhadas de oxidação. Em alguns locais observa-se feições que lembram pequenas perfurações, preenchidas pelo próprio siltito (**fotografia 15**). Esta litofácies ocorre em camadas bastante espessas, podendo chegar a 3 metros de espessura, que são contínuas lateralmente ao longo de todos os afloramentos, sendo apenas interrompidas quando são cortadas por camadas erosivas arenosas ou conglomeráticas (**fotografia 16**).



Fotografia 14: Detalhe do nível esbranquiçado que forma um nível contínuo nos afloramentos estudados.



Fotografia 15: Siltito maciço com pequenas perfurações preenchidas pelo próprio siltito.



Fotografia 16: Siltito da fácies I sendo cortado por camadas de fácies arenosas e conglomeráticas. Observa-se também a continuidade do nível esbranquiçado na base do afloramento (seta amarela). As linhas vermelhas representam possíveis pares conjugados de falhas sin-tectônicas observadas principalmente no nível estratigráfico onde ocorre o elemento arquitetural II (ver item 5.2).

b) Interpretação

Esta fácies é interpretada como sendo o resultado da rápida deposição de fluxos gravitacionais (fluxos de detritos coesos) gerados em períodos de enxurradas, numa porção distal da bacia em relação aos depósitos de fácies arenosas descritas nos afloramentos. O aspecto blocoso e algumas feições verticais observadas nesta fácies, provavelmente são o resultado da exposição subaérea do depósito, podendo representar paleossolos. O nível esbranquiçado e contínuo observado nos afloramentos também estaria relacionado à exposição subaérea do depósito.

A **tabela 1** resume as principais características e a interpretação do processo deposicional formador de cada uma das fácies descritas anteriormente:

Código	Litofácies	Estruturas sedimentares	Interpretação
A	Arenito conglomerático intraclástico	Maciça	Fluxos gravitacionais (fluxos hiperconcentrados)
B	Conglomerado polimítico clasto-suportado	Estratificação cruzada tabular	Correntes trativas (barras seixosas de fundo de canal)
C	Arenito grosso com grânulos e seixos dispersos na matriz	Estratificação cruzada acanalada de grande porte	Correntes trativas (barras longitudinais ou transversais)
D	Arenito grosso com grânulos e seixos dispersos na matriz	Maciça	Fluxos gravitacionais de alta densidade
E	Arenito conglomerático com grânulos e seixos dispersos na matriz	Gradada	Fluxos gravitacionais de alta densidade
F	Arenito conglomerático	Maciça, fluidizações	Fluxos gravitacionais (fluxos fluidizados)
G	Arenito grosso com grânulos e seixos dispersos na matriz	Estratificação cruzada de baixo ângulo de pequeno porte (ripples)	Correntes trativas (barras longitudinais ou transversais)
H	Arenito médio a grosso	Maciça	Fluxos gravitacionais (correntes de turbidez diluídas)
I	Siltito/Lamito com grânulos e seixos dispersos na matriz	Maciça	Fluxos gravitacionais (corridas de lama)

Tabela 1: Resumo da descrição e interpretação das fácies observadas nos afloramentos estudados.

5.2 – ELEMENTOS ARQUITETURAIS

Relações, sucessões, associações e modelos de fácies são conceitos amplamente utilizados na análise de fácies pela Sedimentologia e pela Estratigrafia (q.v. MIAL, 1990; READING, 1996; WALKER & JAMES, 1992 *apud* BORGHI, 2000). Outros conceitos, como sistemas deposicionais (*sensu* FISCHER & MCGOWEN, 1969 *apud* BORGHI, 2000), tratos de sistemas (*sensu* BROWN & FISCHER, 1977 *apud* DELLA FAVERA, 2001), seqüências e parasseqüências deposicionais (*sensu* POSAMENTIER *et al.*, 1988) e os elementos arquiteturais (*sensu* ALLEN, 1983), também se consagraram na prática da análise de fácies através do desenvolvimento de diversos métodos de investigação, tais como linhas sísmicas, perfis geofísicos em poços e seções sedimentográficas, em afloramentos.

BORGHI (2000) adota a análise de fácies sob o enfoque da arquitetura deposicional como o caminho para o estabelecimento do modelo de fácies. Sob esse enfoque, um dos métodos que se utiliza é o uso de superfícies de acamamento na caracterização dos elementos arquiteturais.

Em afloramentos com boa preservação e continuidade lateral, podem ser mapeadas as superfícies deposicionais, de forma a estabelecer elementos arquiteturais. Esses procedimentos desenvolvidos nos afloramentos são a base da interpretação dos ambientes e sistemas deposicionais no novo cenário da análise estratigráfica.

O termo “arquitetura deposicional” refere-se a um campo de estudo da Geologia Sedimentar que tem se difundido na literatura desde o final da década de 80, em função de sua larga aplicação no estudo das heterogeneidades das rochas-reservatório (e.g. MIAL & TYLER, 1991). O mesmo foi originalmente aplicado para caracterizar a geometria e o arranjo tridimensional de estratos areníticos; particularmente antigos depósitos fluviais (q.v. ALLEN, 1978 *apud* FREITAS BRAZIL, 2004; GALLOWAY, 1981; FRIEND, 1983). Todavia, hoje aplica-se a quaisquer sucessões estratigráficas, independente da idade, litologia e de sua gênese, tais como sucessões deltaicas e de planície de maré (ERIKSSON *et al.*, 1995 *apud* FREITAS BRAZIL, 2004), sucessões turbidíticas (MUTTI & NORMARK, 1987) e sucessões vulcanoclásticas (PALMER & NEALL, 1991 *apud* FREITAS BRAZIL, 2004), para abordar a disposição das fácies e de suas associações no espaço. ALLEN (1983) deu o nome de “elemento arquitetural” à unidade que compõe a arquitetura deposicional.

MIALL (1985) define elemento arquitetural como um conjunto de sedimentos ou de rochas sedimentares caracterizado e diferenciado dos demais pela sua geometria externa, escala (espessura e extensão lateral), natureza das superfícies superiores e inferiores (gradacional ou erosional; planar, irregular ou curva) e geometria interna (assembléia de litofácies, seqüência vertical, presença de superfícies erosivas secundárias e suas orientações, direção de paleofluxo de leito e relação entre acamamento interno com contato das superfícies (paralelo, *downlap*, *onlap*).

Com base nesse conceito, sete elementos arquiteturais foram definidos nos afloramentos estudados (ver fotomosaicos interpretados do **anexo II**), sendo nomeados por algarismos romanos de I a VII. Suas descrições e a interpretação da arquitetura deposicional de cada um dos elementos arquiteturais são apresentadas a seguir:

5.2.1) Descrição

a) Elemento I

Este elemento corresponde a pacotes contínuos e espessos de siltito/argilito maciço com grânulos dispersos (fácies I), cuja geometria é aparentemente tabular e os depósitos são contínuos ao longo dos afloramentos. Os topos dos pacotes são planos e, provavelmente, as bases também, pois quando há dois pacotes do elemento I sobrepostos, não se observa feições erosivas e o contato entre eles é plano. Este elemento ocorre na base do empilhamento sedimentar observado nos afloramentos **(fotografia 17)**.

b) Elemento II

O elemento II possui geometria tabular com topo e base planos, apresenta grande extensão e continuidade nos afloramentos, sendo segmentado por fluidizações. Sua espessura é relativamente constante com cerca de um metro **(fotografia 18)**. Este elemento é composto por pacotes de arenitos da fácies F. Sua superfície basal é irregular, apresentando estruturas de carga e estruturas em chama, deformando os lamitos do elemento I, que ocorrem sotopostos ao elemento II. O topo deste elemento é relativamente plano.

c) Elemento III

Elemento arquitetural de geometria lenticular, pouco espessa, medindo cerca de 30 centímetros de espessura, com base irregular erosiva e topo relativamente plano. Este elemento é preenchido por conglomerados intraclásticos da fácies A. Sua geometria é pouco contínua, medindo cerca de 15 metros de largura, ocorrendo apenas na parte norte do afloramento 1 (**fotografia 19**).

d) Elemento IV

O elemento IV possui geometria lenticular, porém é mais extenso e bem mais espesso que o elemento III, que ocorre sotoposto a este. Apresenta base irregular, com marcas de carga, e topo plano (**fotografia 20**). Seu preenchimento é dado basicamente por arenitos conglomeráticos das fácies D, E e G, depositados em pacotes de cerca de 1 metro de espessura, onde internamente as camadas são amalgamadas.

e) Elemento V

Elemento de geometria de canal que se alarga para o topo e possui as bordas laterais simétricas quando observado em seção transversal (**fotografia 21**). No afloramento 2, este elemento é observado num corte longitudinal do canal, adquirindo uma geometria lenticular e contínua no afloramento. O elemento V possui dezenas de metros de largura e cerca de 1,5 a 2 metros de espessura, sendo o elemento de canal mais espesso observado nos afloramentos. Este elemento é dominado por arenitos conglomeráticos da fácies E, porém pode apresentar, no topo, fácies formadas por correntes trativas (fácies G). As camadas arenosas que preenchem esses elementos são amalgamadas internamente.

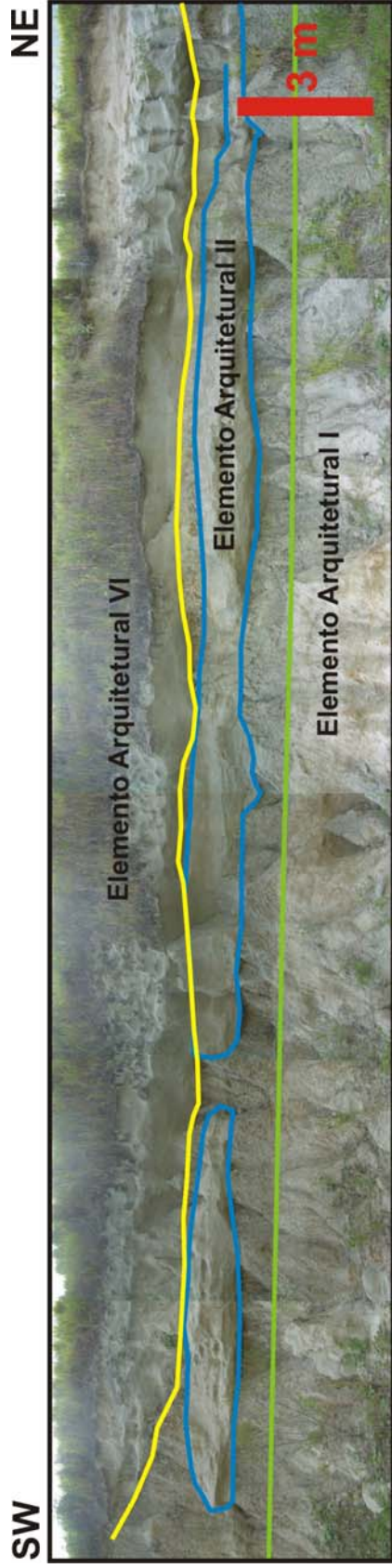
f) Elemento VI

O elemento VI, assim como o elemento V, apresenta geometria de canal, porém se diferencia deste por apresentar maior razão entre a altura e a largura do canal, sendo mais confinado (pouca expansão lateral do canal). Sua base é côncava e topo plano ou convexo. Ocorre no topo dos afloramentos, erodindo outras geometrias de canal e lamitos

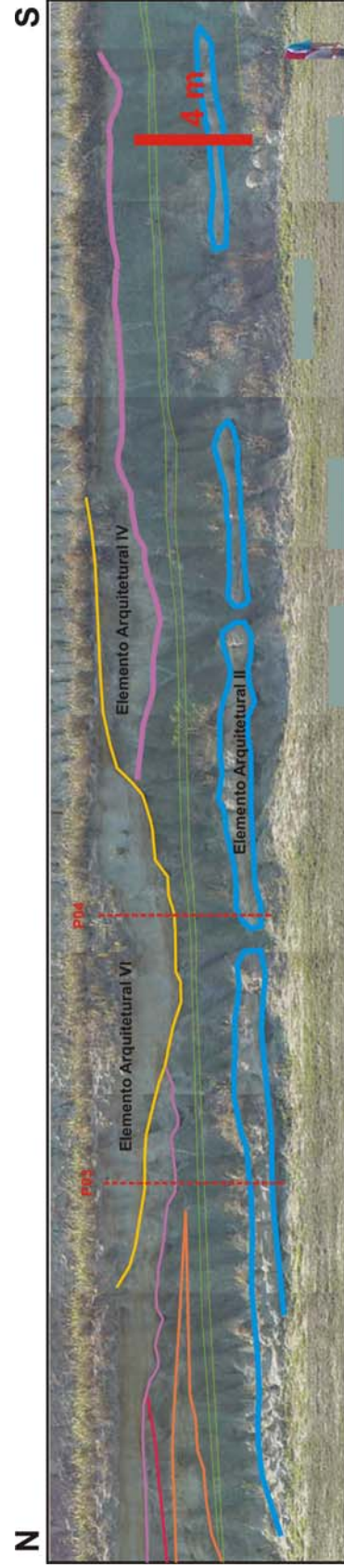
da fácies I (**fotografia 22**). Este elemento é formado por fácies mais grossas, como conglomerados das fácies A e B, arenitos conglomeráticos da fácies E. A fácies conglomerática B ocorre na forma de lentes, na base desses elementos, enquanto que as fácies A e E são mais contínuas, apresentando contato erosivo na base das camadas.

g) Elemento VII

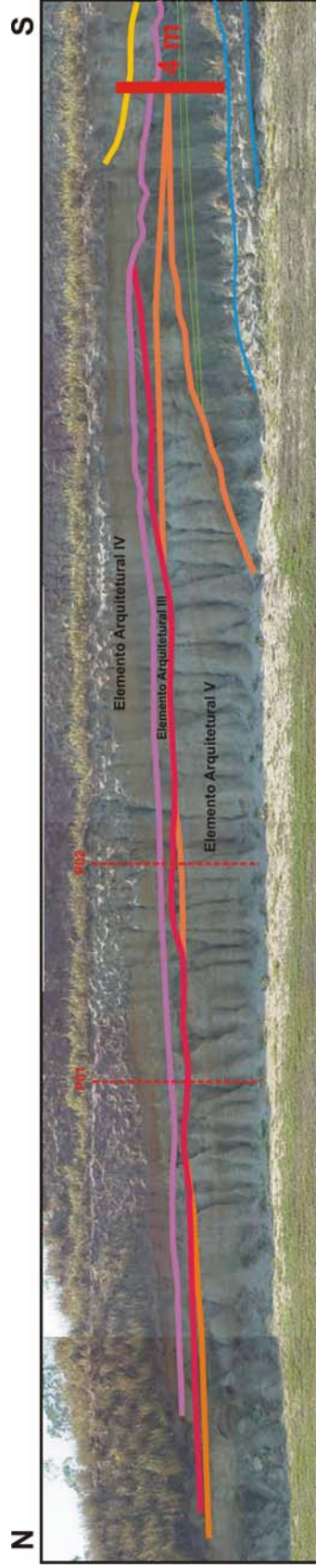
O elemento VII é observado nos afloramentos 2 e 3 e consiste em geometrias lenticulares delgadas com espessura em torno de 50 centímetros. Essas lentes apresentam topo e base planos e são preenchidas por arenitos maciços da fácies H (**fotografia 23**).



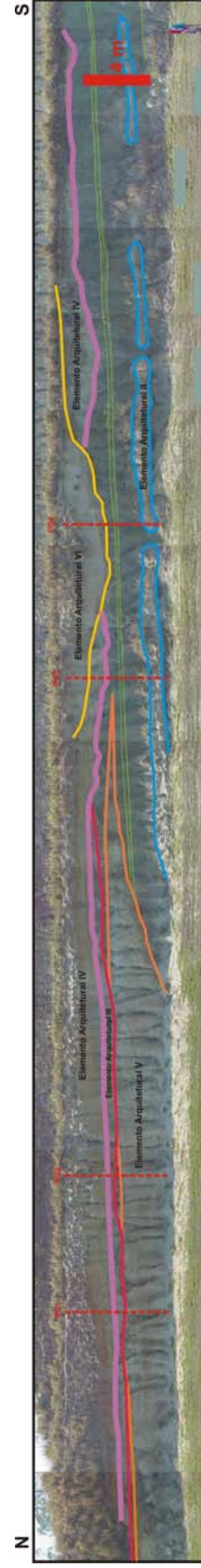
Fotografia 17: O elemento I consiste nas espessas camadas de siltitos maciços com grânulos e seixos dispersos, que pode ser observado na parte de baixo da fotografia. Sua geometria é aparentemente tabular, sendo cortada por elementos erosivos. Apresenta níveis tabulares.



Fotografia 18: Geometria característica do elemento II (em azul), camada tabular e contínua ao longo de todos os afloramentos. A sua integridade é interrompida em diversos locais devido a fluidizações.



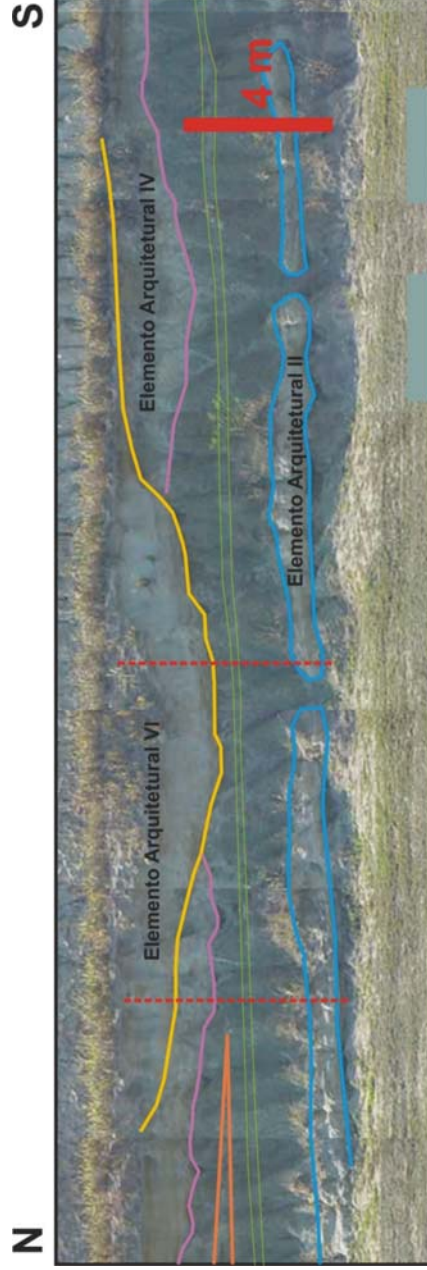
Fotografia 19: Geometria lenticular do elemento III (base em cor vermelha), presente apenas no afloramento 1. Este elemento é constituído apenas pela fácies A. Possui base erosiva e seu topo também é erodido pelo elemento IV.



Fotografia 20: Detalhe do elemento IV, interpretado na cor lilás (base), no afloramento 1. Sua geometria é lenticular, porém mais extensa que o elemento III. Sua base é erosiva e o topo é erodido em parte por canais do elemento VI (cor amarela).



Fotografia 21: Dois exemplos do elemento V (cor laranja) no fotomosaico do afloramento 3. Este elemento possui uma geometria de canal com as bordas simétricas e, internamente, as camadas possuem contato plano. Os perfis 13, 14 e 15 do anexo I possuem a descrição das fácies que preenchem este elemento.



Fotografia 22: Fotografia mostrando a geometria característica do elemento VI, canais bem escavados com geometria assimétrica. O detalhe das fácies que preenchem este elemento pode ser observado nos perfis 03 e 04 do anexo I. O detalhe na foto é de um trecho do afloramento 1.

W

E



Fotografia 23: Detalhe da geometria lenticular delgada e extensa do elemento VII num trecho do afloramento 2.

5.2.2) Interpretação

Os elementos arquiteturais mapeados foram separados em elementos confinados e não confinados. Os elementos confinados correspondem àqueles com geometria de canal ou lenticular com pouca continuidade lateral (III, IV, V e VI), preenchidos por sedimentos de granulometria mais grossa e com alta capacidade de erosão. Os elementos não confinados correspondem àqueles que se apresentam na forma de camadas tabulares ou lenticulares, com uma boa continuidade lateral nos afloramentos (I, II e VII). Os mesmos são preenchidos por fácies de granulometria mais fina. Estas geometrias estão controladas pela distância entre a posição de deposição dos elementos e o local de origem do fluxo de sedimentos. Os elementos mais próximos à origem dos fluxos apresentam geometrias confinadas. Quanto mais distantes da fonte, estes fluxos tendem a se expandir, por se tornarem mais diluídos devido à perda de sedimentos mais grossos, gerando os elementos tabulares e contínuos de caráter deposicional, preenchidos por sedimentos de granulação mais fina.

Dentre os elementos arquiteturais confinados, pode-se concluir que o elemento III é o mais proximal, seguido dos elementos VI, IV e V. Os principais critérios utilizados para posicionar esses elementos arquiteturais em relação à fonte de sedimentos foram os seus preenchimentos sedimentares. O elemento III é o que apresenta o preenchimento por fácies de granulometria mais grossa e com maior poder erosivo, além de possuir uma geometria lenticular pouco extensa. O elemento VI apresenta geometria de canal com uma alta razão espessura/largura, preenchido por fácies de granulometria grossa (conglomerados e arenitos conglomeráticos), depositadas por fluxos gravitacionais e por correntes trativas, com alta capacidade erosiva. O elemento IV também apresenta fácies de granulação grossa, sendo que predominam as fácies depositadas por fluxos gravitacionais de alta densidade, sendo sua geometria lenticular. O elemento V apresenta geometria de canal, porém sua razão espessura/largura é menor que a do elemento VI. As fácies que o preenchem apresentam granulometria grossa, porém mais fina e associadas a fluxos com menor capacidade erosiva do que as fácies que compõem o elemento VI.

Os elementos não confinados também são controlados pela distância em relação à área fonte. Dentre os elementos não confinados, o elemento II é o mais proximal, pois é preenchido por fácies de arenito grosso a conglomerático com fluidizações que acabam por interromper a continuidade lateral desta geometria, deixando-a com um aspecto

“boudinado”. O elemento arquitetural VII é mais distal que o elemento II, pois é preenchido por arenito médio a grosso, formando lentes delgadas e contínuas de caráter deposicional. O elemento I é o mais distal dos elementos arquiteturais mapeados, sendo preenchido por siltitos e lamitos seixosos maciços, formando pacotes tabulares e contínuos ao longo dos afloramentos.

Os elementos definidos neste trabalho empilham-se verticalmente nos afloramentos, apresentando uma tendência geral de se tornarem mais proximais para o topo. Esta tendência é observada não só pelo aumento da granulometria das fácies para o topo, como também pela tendência das geometrias se tornarem mais confinadas para o topo, com canais mais estreitos e profundos. Devido a presença de vegetação um pouco mais densa no topo do afloramento 1, não foi possível realizar a montagem e interpretação de fotomosaicos nesta parte do afloramento. No entanto, em alguns perfis sedimentológicos, a interpretação das geometrias foram realizadas, e estas foram classificadas como canais, com as mesmas características do elemento VI, onde apresentam a maior razão profundidade/largura entre os canais observados nos afloramentos.

Com base nas medidas de paleocorrentes, no padrão de distribuição das fácies dentro dos elementos arquiteturais e da configuração da bacia estudada (posição das bordas de embasamento da bacia, depocentro, entre outros), conclui-se que o sentido de deposição dos canais mapeados se deu aproximadamente de E para W, consistindo de canais transversais à borda da bacia, que possui orientação NE/SW. Com isso, os canais teriam se depositado do afloramento 3 para o afloramento 1, e o afloramento 2 representa uma seção longitudinal à direção principal dos canais.

Sobre um ponto de vista mais aplicado, acredita-se que os elementos arquiteturais de geometria de canal V e VI possuem características mais favoráveis a constituírem reservatórios de melhor qualidade, pois são preenchidos por fácies arenosas e conglomeráticas mais porosas, que se organizam em pacotes amalgamados e espessos, conferindo boa conectividade vertical a esses elementos. Apesar de serem elementos confinados, o que lhes confere pouca continuidade lateral, apresentam grande continuidade no sentido do eixo deposicional dos canais, melhorando a continuidade destes reservatórios na horizontal.

5.3 – DADOS DE GPR

As seções levantadas por meio do equipamento de GPR foram realizadas com a intenção de complementar a interpretação das seções de afloramentos, auxiliando na definição dos elementos arquiteturais na área interna aos mesmos, melhorando assim a qualidade do modelo geológico tridimensional. No entanto, os resultados obtidos nas duas diferentes aquisições de georadar realizadas (antenas de 200 e 400 MHz), não surtiram o resultado esperado, impossibilitando a utilização destes dados na construção do modelo 3D.

O primeiro efeito negativo nos dados foi a resolução vertical, que não conseguiu imagear as superfícies mais profundas mapeadas nos afloramentos. A maior profundidade imageada ocorreu no levantamento utilizando a antena de 200 MHz, como era esperado, pois a relação de profundidade atingida é inversamente proporcional à frequência de antena utilizada. Mesmo com esta antena, os dados atingiram a profundidade máxima de cinco metros, sendo que a seção vertical possui, em média, oito metros de altura. A provável causa deste problema é o fato do terreno possuir uma capa de solo com caráter condutivo, o que absorve a maior parte do sinal, não permitindo a sua penetração nas regiões mais profundas do terreno.

O segundo efeito negativo observado foi a interrupção lateral de algumas superfícies imageadas, causadas não por fator geológico, mas por defeitos de aquisição. Estas interrupções ocorreram principalmente pelo fato do terreno não possuir uma superfície regular, o que algumas vezes faz com que o equipamento de aquisição, que é arrastado ao longo da linha, perca temporariamente o contato com o solo, diminuindo a penetração nesses pontos.

Apesar dos resultados dos levantamentos de GPR não terem sido totalmente satisfatórios neste estudo, este tipo de dado é aqui considerado muito útil no estudo de afloramentos, sendo mais recomendado em terrenos bem secos e com a topografia mais regular possível.

Devido aos resultados descritos acima, os dados de GPR foram utilizados apenas de maneira comparativa com os fotomosaicos de afloramentos. Comparando-se as superfícies mapeadas nos afloramentos com os horizontes observados nas linhas de GPR levantadas junto à face dos afloramentos, observa-se que é possível reconhecer geometrias que lembram canais no topo das seções de GPR, mas estas não aparecem na mesma direção que os canais observados nos afloramentos. Já as superfícies mais

planas e contínuas nos afloramentos não são observadas claramente nas seções de GPR e os canais mais profundos não são imageados no levantamento de georadar (**figura 24**).

Alguns fatores podem explicar esta diferença no posicionamento dos canais do topo dos afloramentos em relação àqueles observados nas linhas de GPR. O primeiro fator pode ser devido a uma distorção das imagens dos afloramentos quando feita a montagem dos fotomosaicos, mas acredita-se que este erro seja pequeno, devido aos cuidados tomados na aquisição das fotos, tentando minimizar possíveis efeitos de distorção (técnica proposta por ARNOT *et al.*, 1997). O segundo fator seria em relação à maneira como os dados de GPR são adquiridos. Na aquisição dos dados, algumas estacas são colocadas sobre as linhas para servirem como pontos de amarração. Depois disso, desliza-se o equipamento, que possui uma roda que gira ao longo da linha, e a cada estaca, anota-se o número de traços adquiridos até aquela distância. O número de traços está relacionado com o número de giros da roda, podendo ser calibrado antes do início da aquisição (exemplo: 5 traços a cada giro completo). Quando o terreno é irregular, como no caso deste estudo, a roda gira mais vezes do que se a superfície fosse plana, podendo causar alguma distorção no resultado das imagens.

Quanto ao não imageamento das superfícies planas e contínuas e dos canais da base dos afloramentos, os fatores que impossibilitam este imageamento são aqueles descritos no início deste item: a presença de uma capa de solo condutiva, no topo do afloramento e a provável utilização de uma antena de frequência mais alta que a recomendada.

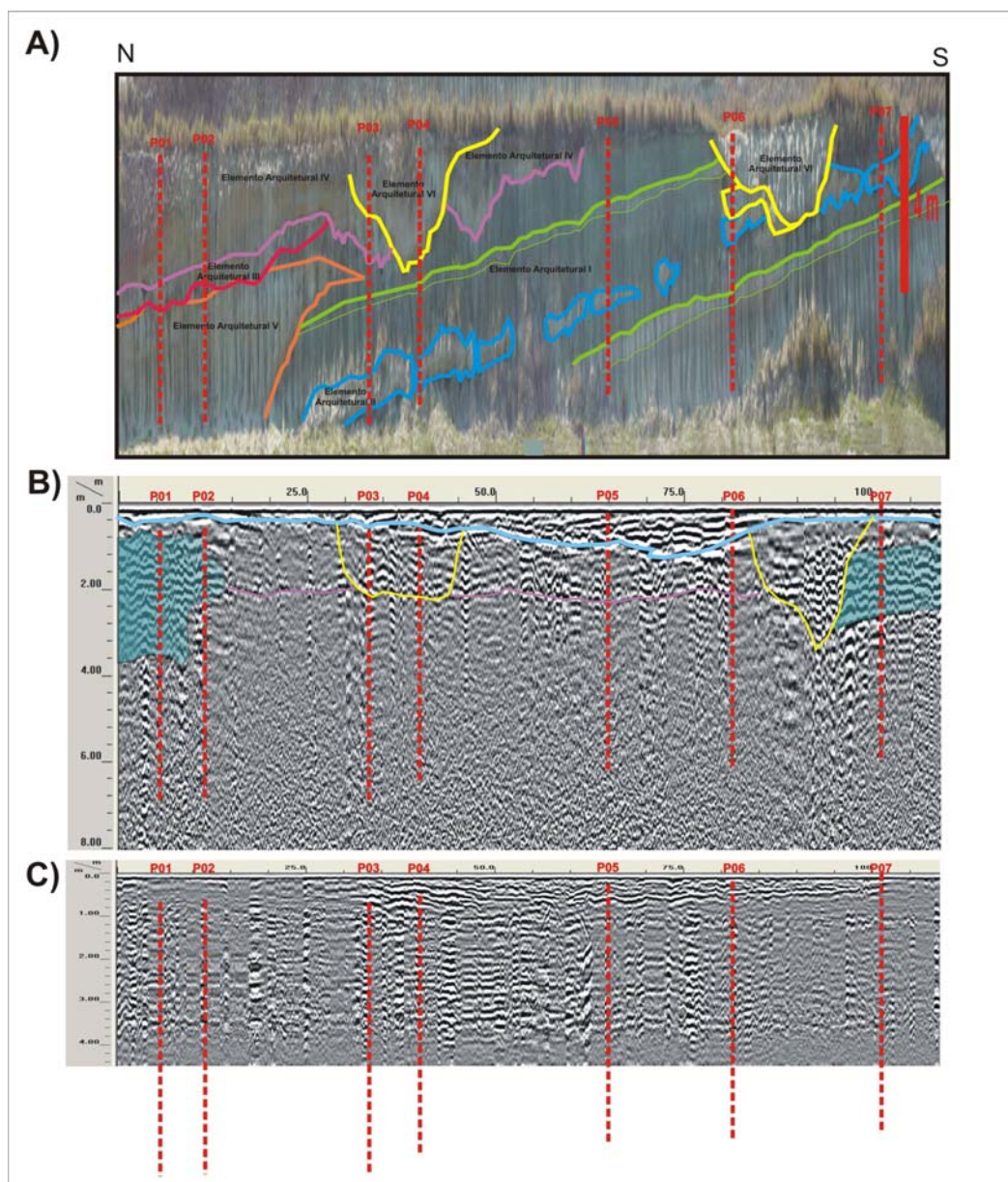


Figura 24: Esta figura apresenta o fotomosaico do afloramento 1 (A), com os elementos arquiteturais interpretados, a linha processada do levantamento de georadar utilizando uma antena de 200 MHz (B), e a linha processada do levantamento de 400 MHz (C), ambas levantadas ao longo do topo deste afloramento. A imagem do afloramento, bem como a linha de GPR referente à antena de 400 MHz, tiveram sua escala vertical modificada para ficarem na mesma escala da linha de 200 MHz. A linha azul clara interpretada na figura B representa a base de uma canaleta de concreto que existe no topo do afloramento, a linha lilás e as linhas amarelas representam feições interpretadas como geológicas e que correspondem às cores utilizadas em A, e as áreas preenchidas em azul apresentam assinaturas semelhantes e podem estar relacionadas a efeitos de borda da linha de GPR.

5.4 – MODELO DEPOSICIONAL DOS AFLORAMENTOS

A descrição e interpretação das fácies, juntamente com a interpretação dos elementos arquiteturais descritos nos afloramentos, permitiram definir que os sedimentos estudados foram depositados em um leque aluvial de clima árido. Os principais fatores utilizados para o diagnóstico do sistema deposicional foram: o predomínio de fácies de granulometria grossa, conglomerados e arenitos conglomeráticos, depositados por fluxos gravitacionais e por fluxos trativos; o caráter imaturo das fácies; a presença de feições de exposição subaérea dos sedimentos; bem como a posição dos depósitos no contexto do rifte intracontinental. A presença significativa de depósitos de siltitos maciços com grânulos e seixos dispersos na matriz, formados por fluxos de detritos coesos, foi também um dos principais fatores para a definição do sistema de leque aluvial de clima árido. Outros fatores, como a imaturidade textural das rochas e a presença de grânulos e seixos angulosos nas fácies descritas, auxiliaram nesta interpretação.

Como descrito por FRASER & SUTTNER (1986), a principal classificação dos leques aluviais está associada ao clima, podendo ser de clima úmido, onde processos ligados à dinâmica fluvial são predominantes, ou de clima árido. Esses últimos, melhor estudados, estão normalmente associados a altos gradientes em bacias tectonicamente ativas, onde os principais processos deposicionais atuantes são associados a fluxos gravitacionais, ocorrendo também processos associados a correntes trativas.

Os leques aluviais são divididos em diferentes sub-ambientes, de acordo com a posição em relação à área fonte de sedimentos. Estes depósitos podem ser classificados em leque proximal, leque mediano e leque distal. As **figuras 25 e 26** ilustram a distribuição dos sub-ambientes de um leque aluvial, bem como a distribuição de fácies característica de cada um desses sub-ambientes.

Segundo FRASER & SUTTNER (1986), as características predominantes do leque proximal é a presença de uma porção confinada, que pode ter dezenas de metros de profundidade e pode ou não ser bordejada por depósitos naturais de *levees*. A deposição por correntes trativas de fundo de canal, fluxos gravitacionais (fluxos de detritos, deslizamentos) e depósitos tipo *sieve* (peneiramento) são processos característicos do leque proximal, e todos estes podem resultar na acumulação de conglomerados. Depósitos de sedimentos grossos da porção confinada do leque podem ser separados por amplas áreas de sedimentos mais finos intercanais.

A área de leque mediano começa atrás da interseção da porção confinada com a superfície do leque. Centenas de canais distributários rasos do tipo entrelaçado poderão cruzar o leque médio, que é dominado, conseqüentemente, por depósitos de fluxos de correnteza. Em contraste com a porção proximal, o leque mediano é dominado pela fração areia/seixo. Os corpos arenosos são altamente descontínuos lateralmente, mas semi-contínuos ao longo de seções radiais.

O leque distal é caracterizado pela deposição de fluxos do tipo *sheetflood* não canalizados. Depósitos de areia e clásticos mais finos com geometria em lençol são as fácies mais abundantes. Um número limitado de canais entrelaçados também ocorre cruzando o leque distal.

Com base nas características descritas acima, conclui-se que a classificação dos depósitos estudados em um único sub-ambiente não é algo simples, pois características de todos os sub-ambientes foram diagnosticadas nos afloramentos estudados. Segundo FRASER & SUTTNER (1986), a morfologia externa de leques atuais sugere que classificações tão simplificadas são incomuns de ocorrerem e que o zoneamento de leques de clima árido são uma tentativa muito simplificada de se modelar leques antigos.

O que se observa nos afloramentos é uma tendência dos depósitos tornarem-se mais proximais para o topo, partindo desde fluxos de detritos lamosos não confinados de região mais distal até canais erosivos formados por fácies arenosas e conglomeráticas, depositadas tanto por fluxos gravitacionais quanto por fluxos trativos. Devido ao maior percentual de fácies geradas por fluxos gravitacionais do que trativos e a proximidade dos depósitos com a borda da bacia (área fonte dos sedimentos), os depósitos confinados observados nos afloramentos pertenceriam preferencialmente a uma porção proximal de um leque aluvial.

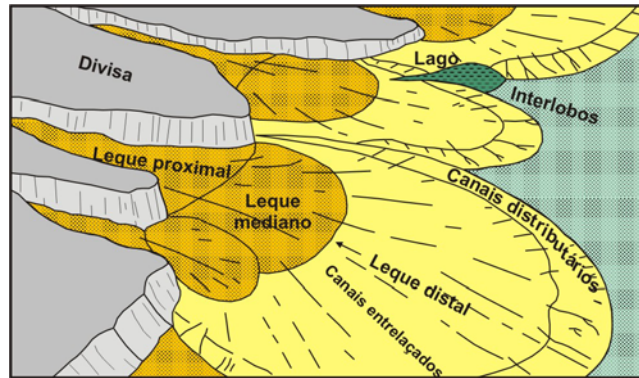


Figura 25: Representação esquemática do zoneamento de um sistema de leques aluviais antigos em sub-ambientes (arenito Cambriano Van Horn, Texas) (McGOWEN & GROAT, 1971 *apud* FRASER & SUTTNER, 1986).

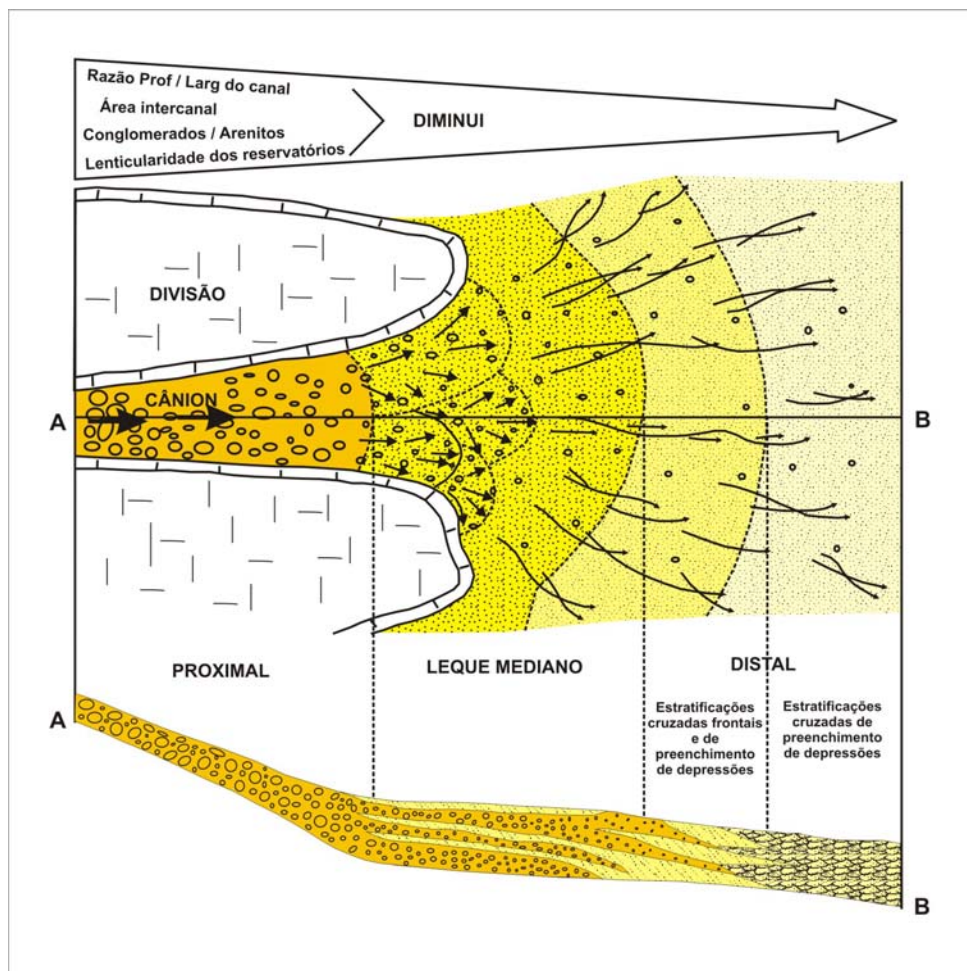


Figura 26: Seção longitudinal esquemática e vista em mapa de um leque aluvial, ilustrando a variação de processos/fácies em função do zoneamento morfológico (modificado de McGOWEN & GROAT, 1971 *apud* FRASER & SUTTNER, 1986).

A construção de um modelo geológico tridimensional dos elementos arquiteturais mapeados nos afloramentos (**figura 27**), assim como a análise do preenchimento faciológico destes elementos permitiram que os mesmos fossem classificados em elementos arquiteturais vinculados aos leques aluviais e aos depósitos fluviais.

O elemento I, caracterizado por fácies depositadas por fluxos de detritos lamosos e geometrias tabulares espessas e contínuas nos afloramentos representa um dos principais componentes de leques aluviais (RUST & KOSTER, 1984). Quando a geometria desse elemento é mais contínua e o fluxo de detritos é sustentado pela matriz lamosa, que é o caso do elemento I, se associa a formação desses elementos às regiões mais distais do leque, logo após o seu desconfinamento.

Os elementos confinados com geometria de canal (V e VI), quando observados no modelo tridimensional (**figura 28**), apresentam diferenças significativas quanto à geometria. O elemento V consiste em um canal retilíneo, com bordas simétricas e, internamente é formado por pacotes arenosos com contatos quase plano-paralelos. O elemento VI apresenta-se como canais mais estreitos, levemente sinuosos e com bordas assimétricas. O mesmo é composto internamente por pacotes com granulação mais grossa, em relação ao elemento V, que apresentam contatos bastante erosivos entre si, formando geometrias internas lenticulares. No elemento VI é comum a presença de fácies com estratificações cruzadas e de seixos imbricados, que variam de direção de um afloramento para outro.

Os demais elementos confinados, cuja geometria é lenticular (III e IV) não são facilmente interpretados e visualizados no modelo 3-D, pois não possuem continuidade nos afloramentos. Contudo, de acordo com as suas fácies e com as geometrias em seção 2-D, os mesmos representam depósitos de barras seixosas, comuns nas porções proximais de leques aluviais.

Os elementos arenosos não-confinados (II e VII) possuem geometrias planares e contínuas, representando elementos depositados na saída de vales aluviais, na porção mediana de leques aluviais, onde há um maior desconfinamento dos fluxos, mas a granulometria dos depósitos ainda é de areia média a grossa. A principal diferença destes elementos para o elemento não confinado I é a composição das fácies e a espessura das camadas tabulares, que é muito menor nos elementos II e VII.

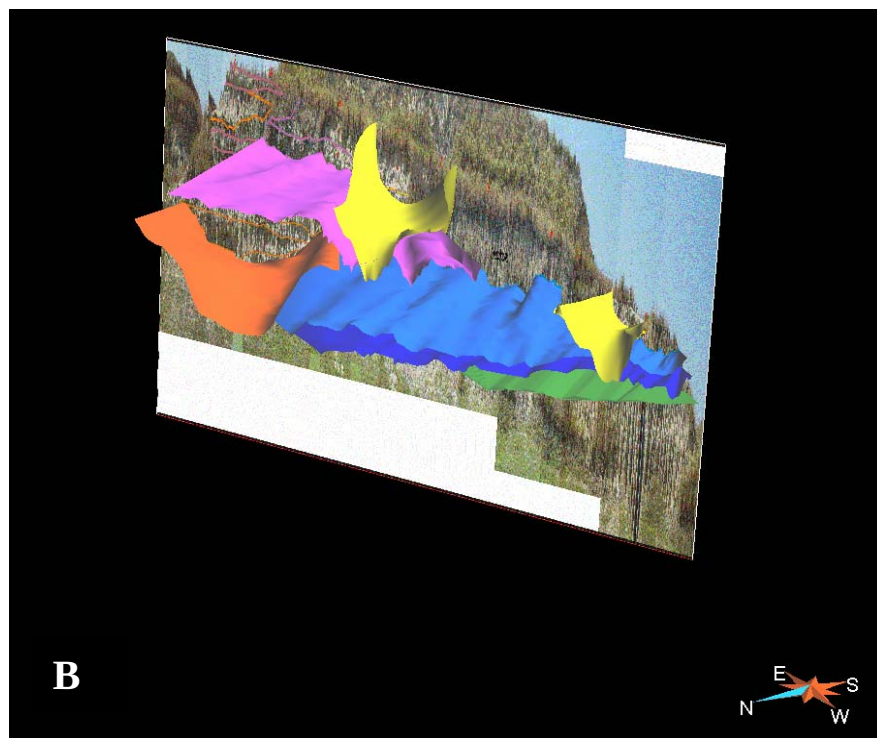
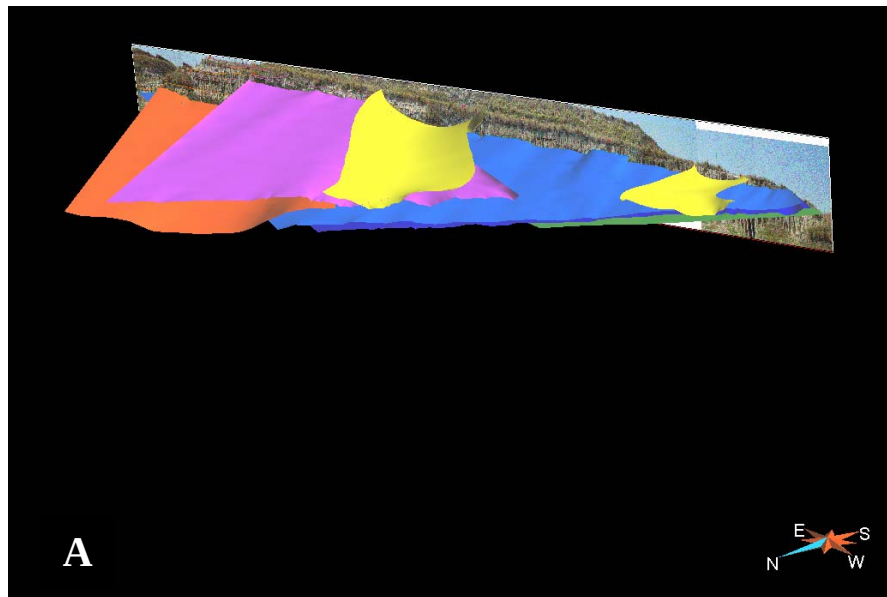


Figura 27: Modelo geológico tridimensional dos afloramentos sem exagero (A) e com exagero vertical de 5X (b), mostrando ao fundo o fotomosaico do afloramento 3. Observa-se que as geometrias tabulares (superfícies azul e verde) possuem maior continuidade lateral, enquanto que os canais dos elementos V (laranja) e VI (amarelo) são mais confinados. No caso do elemento V o canal é mais retilíneo e as suas bordas são simétricas. No caso dos canais do elemento VI, os canais possuem sinuosidade e bordas assimétricas.

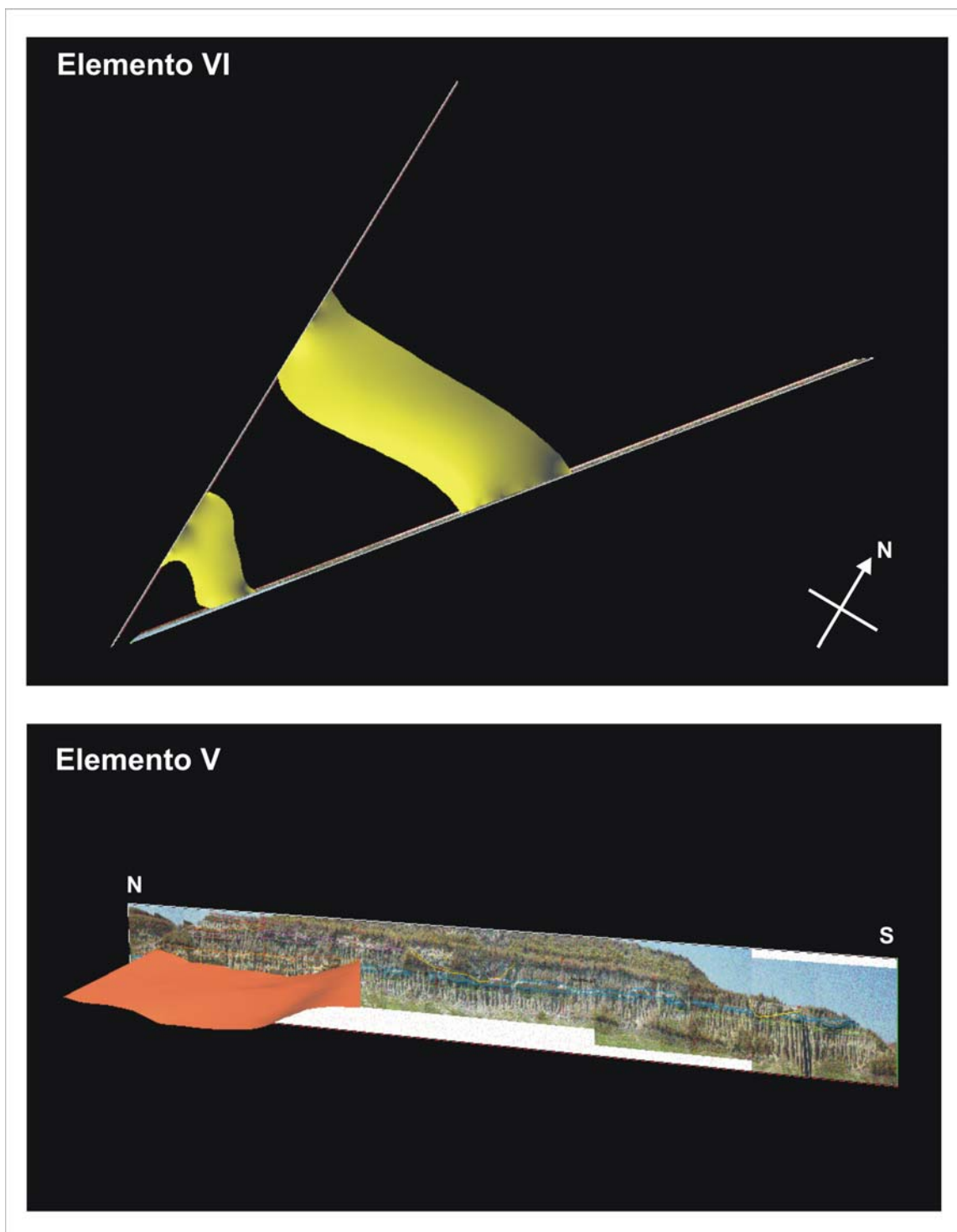


Figura 28: Detalhe dos elementos de canal V e VII, mostrando a diferença de geometria entre eles. O elemento VI possui geometria sinuosa e bordas assimétricas do canal, enquanto que o elemento V é mais retilíneo e suas bordas são simétricas.

VI – ANÁLISE DOS DADOS DE SUBSUPERFÍCIE

6.1 – FÁCIES DO TESTEMUNHO

A partir da descrição do testemunho do poço PINDA-01 (ver fichas de descrição no **anexo III**), definiu-se 9 fácies presentes no intervalo descrito neste estudo. Estas fácies foram nomeadas por algarismos romanos de I a IX. As descrições e interpretações das fácies são apresentados a seguir.

6.1.1) Fácies I e fácies II

a) Descrição

Fácies I - Arenito conglomerático com matriz de areia média/grossa e coloração cinza, contendo muitos grânulos e seixos de composição variada (gnaisse, quartzo, feldspato) dispersos na matriz (**fotografia 24**). Apresenta estrutura maciça. Ocorre em camadas de até 40 centímetros de espessura, na base de camadas de arenitos finos/médios (fácies II), formando pacotes de gradação normal com estas fácies.

Fácies II - Arenito maciço de granulometria média/grossa, contendo uma grande concentração de grânulos dispersos na matriz (**fotografia 24**). Apresenta coloração cinza clara a esverdeada, sendo comum a ocorrência de níveis cimentados por calcita (coloração cinza clara). Esta fácies apresenta-se em camadas de cerca de 20 até 80 centímetros de espessura, sendo mais comum as camadas menos espessas.



Fotografia 24: Detalhe da fácies I (seta amarela) e da fácies II (seta vermelha).

b) Interpretação

As fácies I e II são interpretadas como depósitos resultantes de fluxos gravitacionais de alta densidade, onde houve pequeno transporte dos sedimentos. A composição imatura destes depósitos é uma evidência deste pequeno transporte e indica também uma proximidade da área fonte. A principal diferença entre estas fácies é a granulometria e a presença de níveis cimentados por calcita apenas na fácies II.

6.1.2) Fácies III e fácies IV

a) Descrição

Fácies III - Siltito esverdeado maciço com presença de grãos de areia muito grossa dispersos na matriz. Os grãos dispersos na matriz possuem composição variada, sendo visível a presença de grãos de quartzo, feldspato e fragmentos líticos, e às vezes, concentram-se mais na base das camadas. É comum esta fácies apresentar uma gradação normal, variando de uma granulometria de areia muito fina na base a siltito no topo. Esta fácies apresenta manchas vermelhas de oxidação, conferindo-lhe um aspecto variegado (**fotografia 25**). Esta fácies ocorre apenas na porção basal do trecho descrito do testemunho.

Fácies IV - Argilito esverdeado maciço com níveis avermelhados de oxidação. Apresenta uma textura sedosa similar a do talco e em alguns locais contém grãos de areia muito grossa dispersos na matriz, mas em maior concentração na base das camadas. Seu aspecto é blocoso (fraturado). Ocorre em camadas de espessuras bastante variáveis, desde cerca de 20 centímetros até 5 metros de espessura. Esta fácies é muito semelhante à fácies III, sendo que a principal diferença é o tamanho de grão predominante em cada uma das fácies.



Fotografia 25: Detalhe do aspecto variegado e blocoso do siltito maciço da fácies III.

b) Interpretação

As fácies III e IV representam depósitos de fluxos de detritos de matriz lamosa que posteriormente devem ter sofrido exposição sub-aérea, formando níveis de oxidação e ressecamento, ou mesmo paleossolos.

Estas fácies, em geral, diferem-se apenas quanto à granulometria.

6.1.3) Fácies V

a) Descrição

Arenito bege claro maciço, de granulometria muito fina a fina, podendo apresentar raros grãos de areia muito grossa dispersos na matriz (**fotografia 26**). Alguns pacotes apresentam gradação normal ou inversa. As espessuras das camadas variam em torno de dezenas de centímetros. Esta fácies é recorrente em todo o trecho analisado do testemunho.



Fotografia 26: Fácies V á esquerda da foto (seta amarela). É possível notar a diferença de textura desta fácies com as fácies I e II, que estão no centro da foto (seta vermelha).

b) Interpretação

A fácies V representa arenitos depositados por correntes de turbidez mais diluídas e com uma maior distância de transporte do fluxo quando comparada às fácies I e II. Essas características permitem uma melhor seleção granulométrica e uma organização maior (gradação normal) dos sedimentos depositados.

6.1.4) Fácies VI e fácies VII

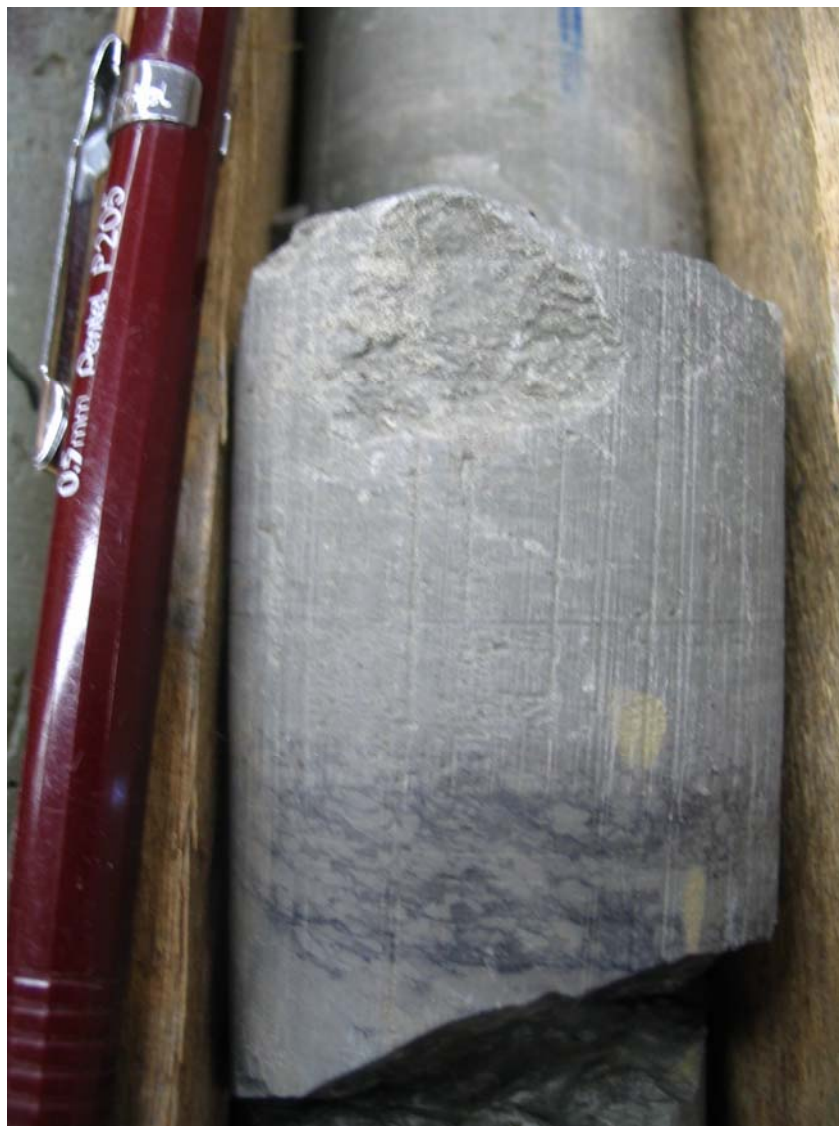
a) Descrição

Fácies VI - Arenito fino de coloração bege clara com microestratificações cruzadas de baixo ângulo (**fotografia 27**) geradas por corrente. Apresenta também filmes (*drapes*) de lama e níveis intensamente bioturbados (fotografia 28), bem como porções deformadas por dobras convolutas. As microestratificações observadas aparentam ter direções variadas (**fotografia 27**). Esta fácies ocorre normalmente em camadas pouco espessas de cerca de 20 centímetros de espessura, sendo descrita apenas uma camada mais espessa com 70 centímetros de espessura. A fácies VI é observada na porção superior do trecho descrito, ocorrendo sempre intercalada com espessas camadas de folhelho da fácies VIII ou argilitos da fácies IV.

Fácies VII - Siltito castanho amarelado, apresentando níveis com bioturbações intensas. Apresenta trechos com estrutura maciça e trechos com laminação plano-paralela. O contato superior das camadas é gradacional com os folhelhos laminados da fácies IX. Ocorrem em camadas de espessuras que variam de 60 centímetros a dois metros de espessura.



Fotografia 27: Detalhe das microestratificações observadas na fácies VI.



Fotografia 28: Níveis bioturbados na fácies VI.

b) Interpretação

Estas fácies são formadas por fluxos trativos de baixa energia, que podem estar associados a barras de desembocadura. A forte bioturbação, modificando as camadas, indica um ambiente subaquoso.

6.1.5) Fácies VIII

a) Descrição

Diamictito cinza escuro, contendo fragmentos milimétricos de composição variada dispersos na matriz lamosa. Ocorre em camadas de espessura milimétrica a centimétrica entre folhelhos cinza escuros da fácies VIII (**fotografia 29**). São observados apenas dois níveis dessa fácies na porção superior do testemunho.



Fotografia 29: Diamictito da fácies VIII entre folhelhos laminados da fácies IX.

b) Interpretação

Esta fácies representa a chegada de fluxos de detritos coesos num corpo aquoso.

6.1.6) Fácies IX

a) Descrição

Folhelho cinza escuro quase preto, carbonoso, com laminação plano-paralela e níveis bioturbados. Apresenta finas intercalações de níveis escuros do próprio folhelho e níveis mais claros de folhelho contendo um maior teor arenoso, dando um aspecto rítmico à rocha (**fotografia 30**). Esta fácies predomina na porção superior do trecho de testemunho descrito e as camadas possuem de um a dois metros de espessura.



Fotografia 30: Folhelho escuro laminado da fácies IX (setas vermelhas).

b) Interpretação

O folhelho da fácies IX representa a sedimentação hemipelágica num corpo aquoso de nível d'água relativamente alto, com caráter redutor, evidenciado pela sua riqueza em carbono. A ritmicidade do depósito evidencia intercalações de períodos de maior aporte sedimentar, quando sedimentos mais grossos atingem o fundo do corpo aquoso, e de períodos de parada na deposição, onde predomina a deposição de sedimentos finos (lâminas mais escuras).

6.2 – MODELO DEPOSICIONAL DE SUBSUPERFÍCIE

Analisando as fácies descritas no testemunho PINDA-01, observou-se a presença de duas associações de fácies distintas. A primeira associação compreende as fácies I, II, III, IV e V, e consiste de depósitos gerados por fluxos gravitacionais, com granulometria predominantemente grossa e estrutura maciça, podendo apresentar gradação normal e inversa. Estes depósitos são interpretados como leques aluviais subaéreos de clima árido, provavelmente depositados na borda de uma escarpa de alto gradiente, onde não houve transporte suficiente dos sedimentos, tornando as fácies areníticas mal selecionadas e de composição imatura. Os siltitos e argilitos maciços, contendo grãos maiores dispersos na matriz, também confirmam esta interpretação. O fato das fácies finas apresentarem intensa oxidação, gerando um aspecto variegado na rocha, indica que os sedimentos sofreram exposição subaérea.

A segunda associação de fácies compreende as fácies V, VI, VII, VIII e IX. Esta associação indica um sistema deposicional lacustre, principalmente devido à presença de folhelhos escuros carbonosos e laminados, e à intensa bioturbação das fácies arenosas. A granulometria mais fina e a melhor seleção granulométrica nas fácies arenosas desta associação, bem como a presença de estratificações cruzadas de pequeno porte (*ripples*) na fácies VI, indicam que essas fácies depositaram-se em condição mais distal que as fácies de leques aluviais da associação de fácies anterior. As fácies arenosas dessa associação são interpretadas por RICCOMINI (1989) como inunditos gerados por enchentes esporádicas ou como turbiditos lacustres.

A relação entre as duas associações de fácies descritas no testemunho PINDA-01 indicam uma passagem progressiva do sistema deposicional de leques aluviais, observado na base do testemunho, para o sistema lacustre, que ocorre da metade para o topo do trecho de testemunho descrito. Não se observa uma interdigitação entre estes dois sistemas, mas sim uma passagem relativamente abrupta de um para o outro.

Segundo LAMBIASE (1990), a sobreposição abrupta de folhelhos lacustres sobre unidades arenosas de fácies continentais é uma característica comum em riftes continentais. Este autor ressalta ainda que normalmente os sedimentos lacustres de água mais profunda ocorrem logo na base da seqüência lacustre, e as fácies vão ficando com características de bacia mais rasa para o topo, sendo a principal característica o aumento no tamanho de grão. O autor atribui como principais fatores controladores da formação de lagos em bacias tipo rifte continental o clima e a tectônica.

VII – COMPARAÇÃO DOS DADOS DE AFLORAMENTO COM DADOS DE SUBSUPERFÍCIE

Comparando-se os dados analisados nos afloramentos com os dados analisados em subsuperfície, importantes diferenças faciológicas são observadas. Os principais fatores interpretados como causadores dessas diferenças serão discutidos neste capítulo.

Antes de apresentar a comparação dos dados citados acima, é importante ressaltar que a diferença entre os tipos de dados dificulta a comparação dos mesmos. No caso dos afloramentos, há uma boa informação da continuidade lateral das fácies de leques aluviais, bem como da geometria dos corpos que compõem o sistema deposicional. No entanto, a espessura de sedimentos analisados é muito menor do que a seção analisada do testemunho, tornando-se impossível a obtenção de dados quanto à passagem do sistema de leques aluviais para o sistema deposicional que teria se sobreposto a este. Já no testemunho, as condições são inversas: é possível se ter um bom conhecimento do empilhamento vertical dos sistemas deposicionais na bacia, porém a análise do sistema aluvial interpretado no testemunho fica carente de dados relacionados à geometria dos corpos. Por este motivo, a comparação dos dados foi concentrada nas fácies de leques aluviais, por esta ser a única informação presente nos dois tipos de dados.

A principal característica que diferencia as fácies de leques aluviais observadas é a presença exclusiva de depósitos gerados por processos de fluxos gravitacionais no testemunho, enquanto que nos afloramentos, além de depósitos de fluxos gravitacionais, observa-se também a presença de depósitos gerados por correntes trativas. Quanto à composição das fácies areno-conglomeráticas, ambos apresentam composição polimítica, com grande imaturidade textural e relativamente baixa seleção dos grãos. As fácies finas (siltitos e argilitos maciços) também são similares, com estrutura maciça e presença de grânulos e seixos dispersos. Ambos apresentam feições de exposição, sendo que nas fácies do testemunho é mais comum a presença de manchas de oxidação avermelhadas, enquanto que nos afloramentos a feição dominante é a presença de níveis contínuos endurecidos e esbranquiçados, provavelmente relacionados à cimentação em períodos de exposição desses sedimentos.

Analisando a posição dos dados analisados nos mapas estruturais da Bacia de Taubaté (**figuras 29 e 30**), observa-se que os afloramentos estudados encontram-se numa posição próxima à borda flexural do compartimento mais a sul da bacia, enquanto

que o poço do qual foi obtido o dado de testemunho encontra-se próximo ao Alto de Pindamonhangaba, que é uma zona de transferência que divide o compartimento central do compartimento norte da bacia. Este poço está localizado no compartimento central, que é o segundo maior depocentro na bacia. A posição dos depósitos na bacia sugere importantes diferenças quanto ao contexto deposicional dos sedimentos.

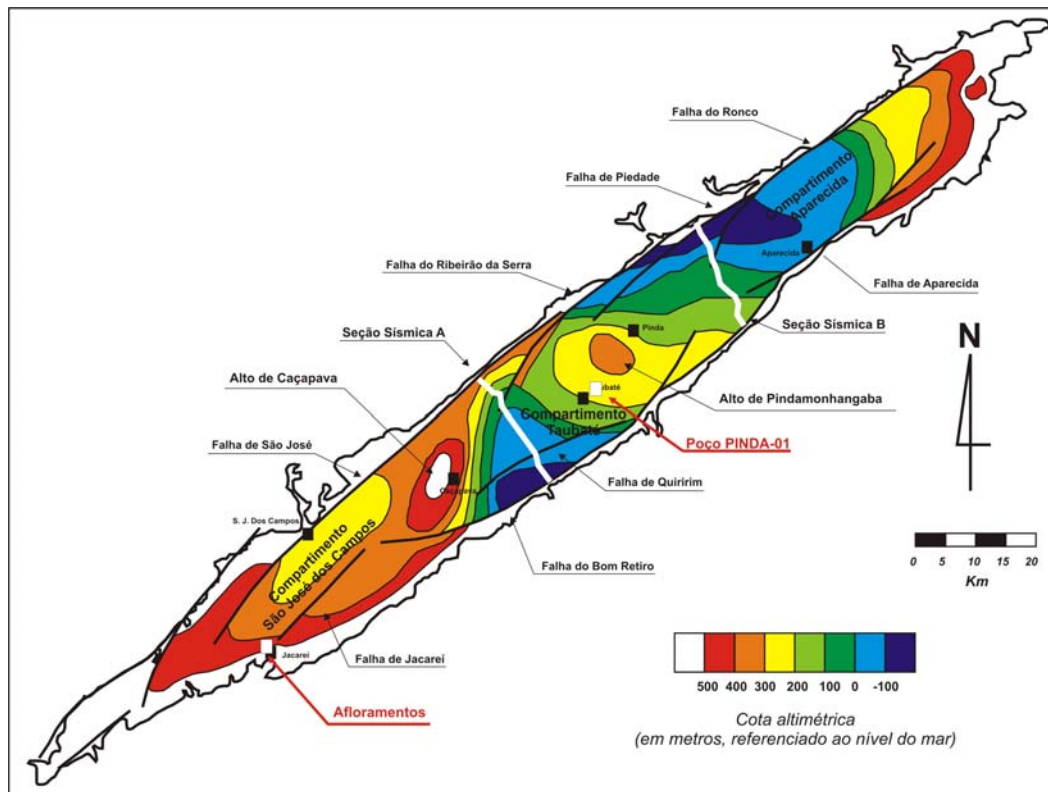


Figura 29: Localização dos afloramentos e do poço PINDA-01 no mapa estrutural baseado em dados gravimétricos de FERNANDES & CHANG (2003).

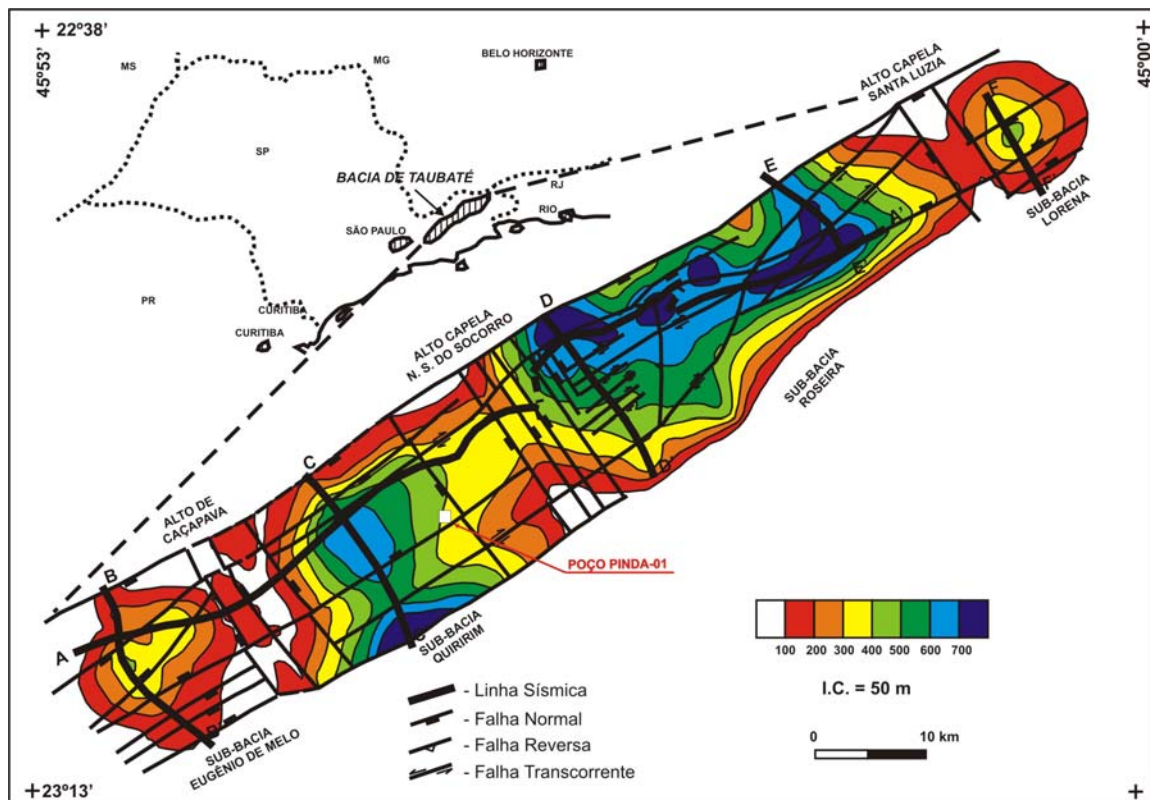


Figura 30: Localização do poço PINDA-01 no mapa estrutural sísmico do embasamento de MARQUES (1990). A localização dos afloramentos estudados não aparece neste mapa, pois estão a SW da linha sísmica B-B'.

Com base na posição dos depósitos e nos dados de paleocorrentes medidos nos afloramentos, os sedimentos de leques aluviais são provavelmente provenientes da borda flexural da bacia, apresentando um talude menos íngreme se comparado à borda falhada, bem como uma maior área para que os depósitos possam se expandir. Estas características permitem o desenvolvimento de fluxos trativos, pois há uma maior distância de transporte que permite que o fluxo passe de um fluxo gravitacional para um fluxo trativo.

Estes depósitos representariam leques aluviais de porção proximal, com presença de fluxos de detritos lamosos que posteriormente tiveram o topo dos pacotes incididos por canais formados por fácies de fluxos gravitacionais e trativos. Estes provavelmente foram gerados em fases de rotação da borda flexural em períodos de reativação de falhas, quando ocorre um rejuvenescimento dos processos de sedimentação, marcados por uma progradação de fácies mais grossas sobre fácies de granulação mais fina. Os depósitos

analisados nos afloramentos teriam sedimentação transversal à borda da bacia, saindo da margem E-SE em direção a W-NW.

Quanto às fácies de leques aluviais observadas nos testemunhos, estas estariam relacionadas à borda falhada da bacia ou à zona de transferência que formou o Alto de Pindamonhangaba, sendo caracterizada, portanto, por depósitos de pequenos leques aluviais vindos de taludes íngremes, onde o transporte dos sedimentos foi curto e dominado por processos de fluxos gravitacionais. Apesar destes depósitos encontrarem-se próximos ao depocentro da bacia, onde ocorrem as fácies lacustres, na época da deposição dos leques, o lago provavelmente não havia se estabelecido, pois as fácies finas associadas ao sistema de leques apresentam intensa oxidação e possíveis estruturas de ressecamento (aspecto blocoso dos siltitos e argilitos), que indicam períodos de exposição subaérea. Além disso, o contato entre a associação de fácies de leques aluviais e a de fácies lacustre é relativamente abrupta no testemunho, mostrando que não houve uma interdigitação desses dois sistemas no local onde foi perfurado o poço PINDA-01.

Um dos melhores modelos de bacia tipo rifte continental existente na literatura que representa a situação observada nos dados de leques aluviais da Bacia de Taubaté é o modelo de LEEDER & GAWTHORPE (1987) (**figura 31**), sendo que nos dados analisados não se observa a presença de depósitos do tipo *playa* descritos por estes autores próximos aos sistemas lacustres. No caso dos sedimentos observados no testemunho terem se originado do Alto de Pindamonhangaba, o modelo da **figura 32** representaria bem essa situação.

Um bom análogo para os depósitos estudados é também a bacia transtensional conhecida como Death Valley, situada na Califórnia, que é um caso atual de bacia tipo rifte continental com sedimentação de leques aluviais (**figura 33**). Nas imagens de satélite deste sistema de leques aluviais (**figura 34**) é possível observar claramente as diferenças de geometria entre os leques de borda flexural e os leques de borda falhada discutidos anteriormente. Além disso, é possível identificar a ocorrência dos elementos arquiteturais descritos nesta dissertação nos leques de borda flexural (**figura 34b**).

Como exemplo de campo petrolífero brasileiro com reservatório pertencente a um sistema de leques aluviais, pode-se citar uma área do campo de Canto do Amaro, na Bacia Potiguar, situada no NE do Brasil. Esta área do campo possui diferentes zonas produtoras, sendo a principal delas a seção areno-conglomerática da Fm. Alagamar, que corresponde aos leques aluviais oriundos do Alto de Mossoró, situado no limite norte do

campo. As litofácies identificadas vão desde conglomerados até siltitos e folhelhos, passando por arenitos de granulometria variada, todas com estruturas que caracterizam processos deposicionais de fluxos gravitacionais. Estas características indicam um depósito de leques aluviais oriundo de uma borda falhada (Alto de Mossoró), interpretação esta confirmada também pela ocorrência areal restrita destes depósitos, e com espessuras consideráveis, podendo chegar a 200 metros de espessura de sedimentos.

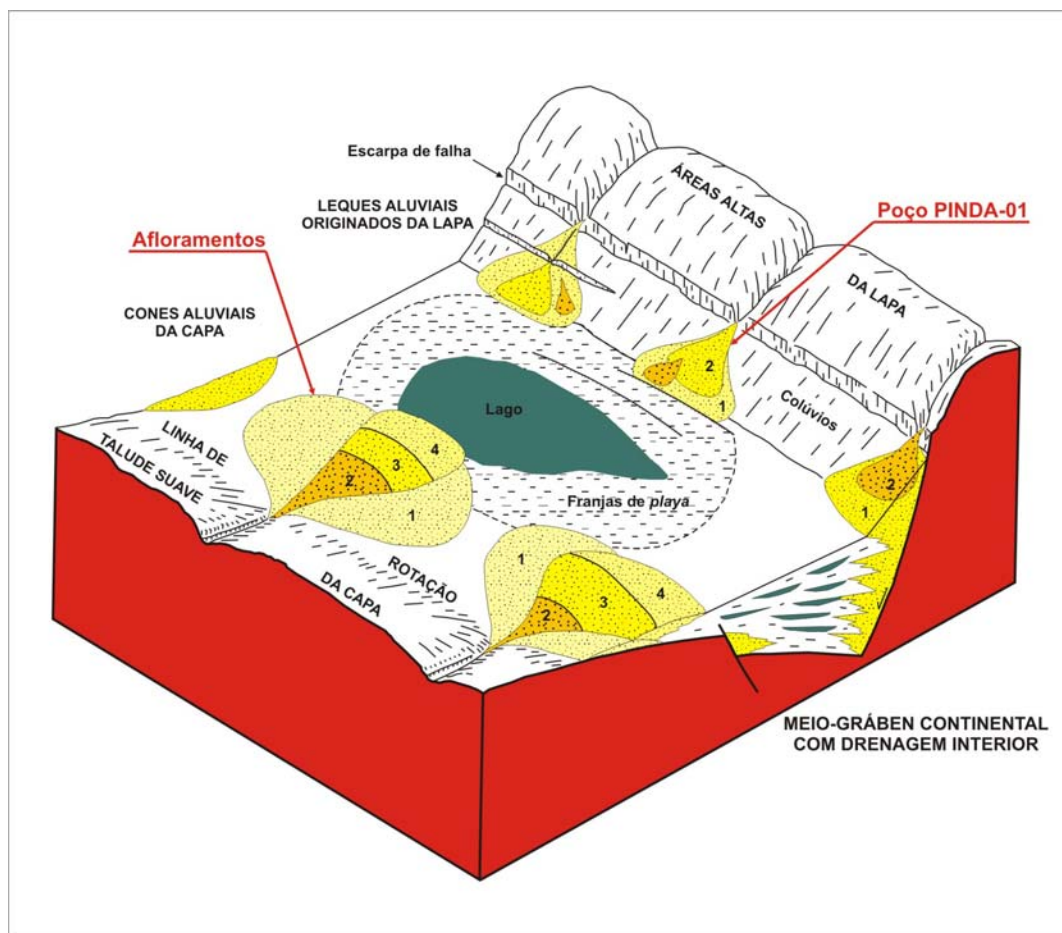


Figura 31: Bloco-diagrama mostrando as principais características de uma bacia tipo rifte continental com drenagem interior (modificado de LEEDER & GAWTHORPE, 1987). Os depósitos de leques aluviais observados nos afloramentos representam os leques da borda flexural, enquanto que os depósitos observados no testemunho do poço PINDA-01 seriam os leques da borda falhada.

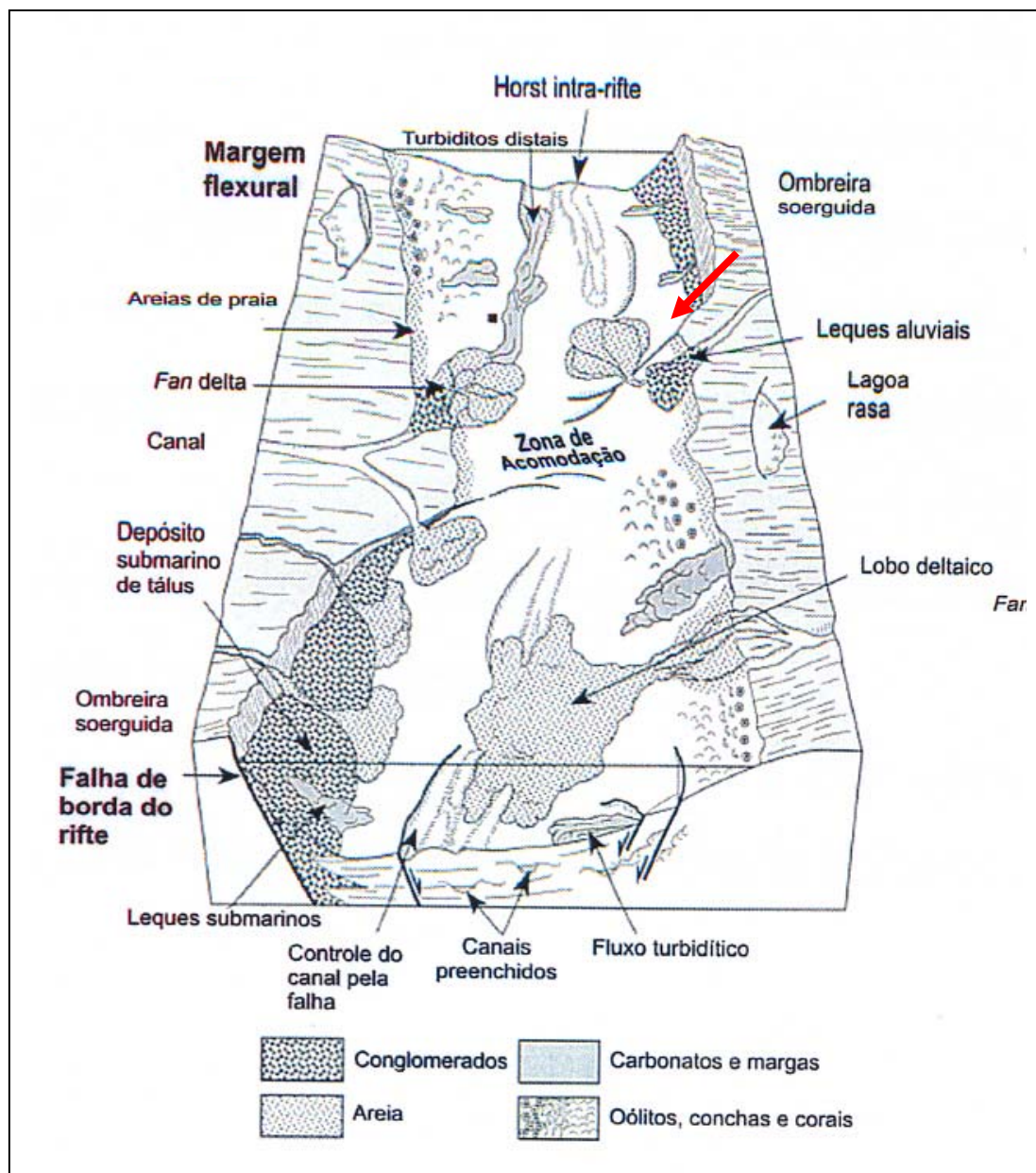


Figura 32: Bloco-diagrama de um rifte continental em fase de lago alto, onde está representada a sedimentação na borda de zonas de transferência (modificado de SCHOLZ & ROSENDAHL, 1990) (seta vermelha). Esta seria uma outra alternativa para a origem dos sedimentos de leque aluvial observados no testemunho do poço PINDA-01. No caso interpretado para os depósitos estudados, o nível de lago seria baixo ou o lago ainda não estaria estabelecido, fazendo com que os sedimentos subaquosos representados neste bloco-diagrama não estivessem presentes no momento da deposição de leques aluviais na Bacia de Taubaté.

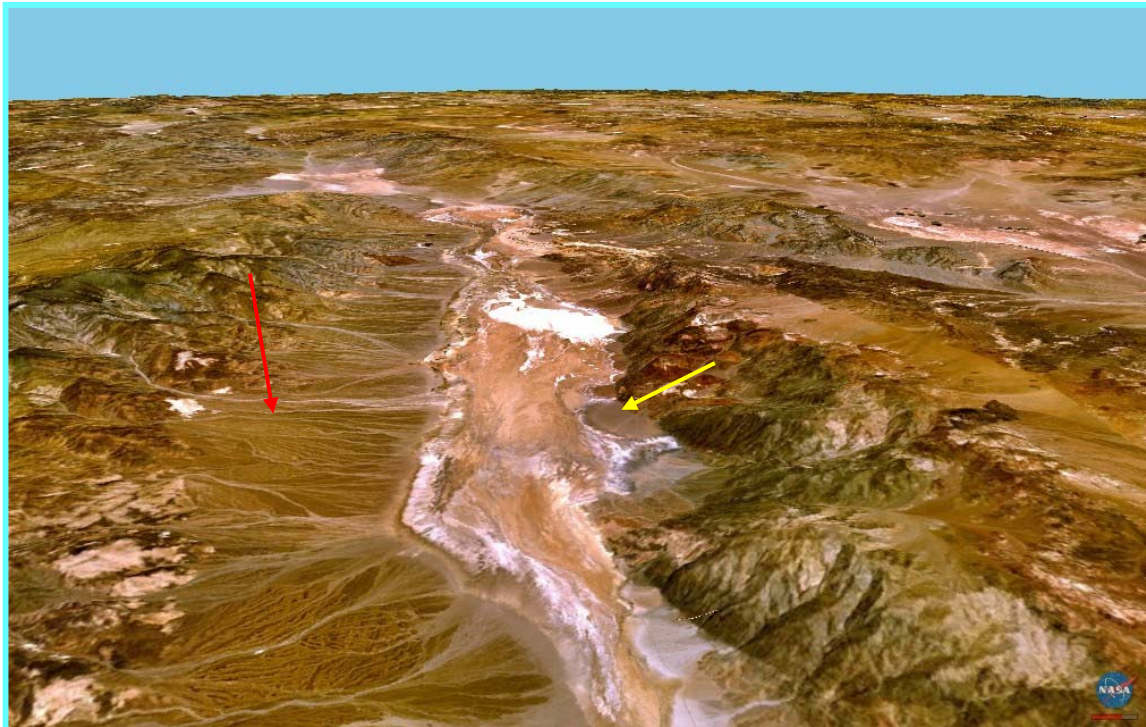


Figura 33: Imagem de satélite do Death Valley, na Califórnia. Observa-se a presença de leques aluviais típicos de borda falhada (seta amarela), pouco extensos, e leques típicos de borda flexural (seta vermelha), com grande extensão areal e com canais erosivos tardios incidindo sobre a superfície dos leques. Imagem obtida no site da NASA (programa gratuito Nasa World Wind 1.4).

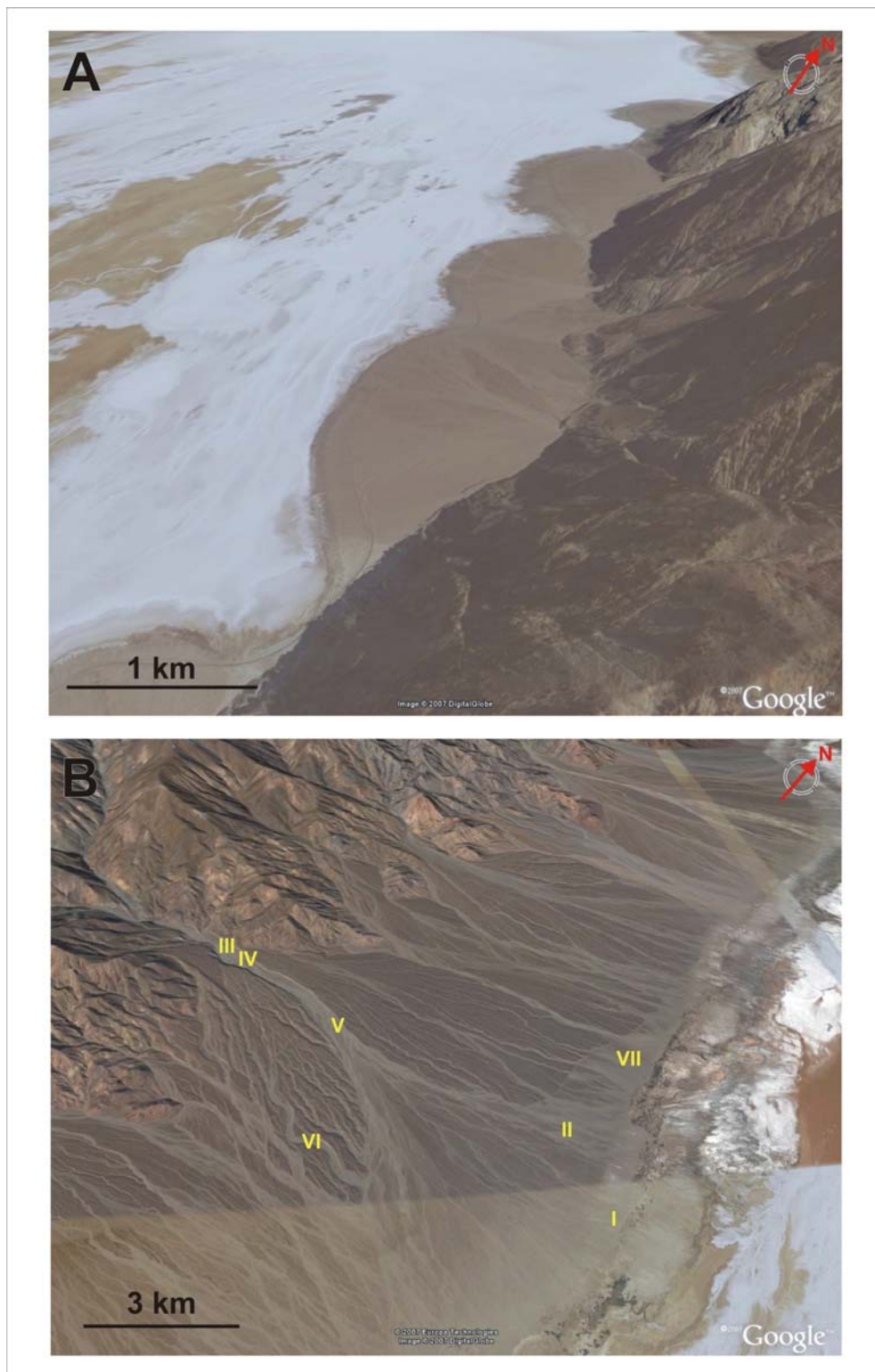


Figura 34: Imagens de satélite obtidas do software Google Earth, mostrando em detalhe um leque de borda falhada (A) e um leque de borda flexural (B), onde se identifica os sete elementos arquiteturais descritos neste estudo. Observe a diferença de escala entre as imagens A e B.

VIII – CONCLUSÕES

A partir da análise sedimentológica e estratigráfica dos afloramentos e do testemunho estudado, bem como da interpretação de fotomosaicos dos afloramentos, foram definidas nove fácies sedimentares nos afloramentos, nomeadas de A a I, e também nove fácies no testemunho estudado, nomeadas de I a IX. Foram ainda caracterizados sete elementos arquiteturais, nos afloramentos estudados, definidos por algarismos romanos de I a VII.

As fácies sedimentares descritas e interpretadas nos afloramentos apresentam uma associação relacionada a leques aluviais de clima árido, onde é comum a ocorrência de conglomerados em associação com arenitos, depositados por processos de fluxos gravitacionais e fluxos de correntes trativas, além de fácies finas geradas por fluxos de detritos lamosos, com indicações de exposição subaérea, como níveis endurecidos cimentados e prováveis marcas de raízes ou bioturbações.

Os elementos arquiteturais definidos nos afloramentos foram classificados em confinados e não confinados. Os elementos confinados são aqueles com geometrias de canal ou lenticulares, onde predominam as fácies conglomeráticas e arenosas de caráter erosivo, representando a porção mais proximal do sistema deposicional. Os elementos não confinados apresentam geometrias tabulares ou lenticulares com grande continuidade lateral nos afloramentos. Os mesmos apresentam fácies de granulação relativamente mais fina (areia média/grossa, areia fina e silte) e com estrutura maciça. Estes elementos representam porções mais distais em relação aos elementos confinados.

Uma aquisição de linhas de georadar (GPR) foi realizada na área compreendida entre os afloramentos com o objetivo de auxiliar na construção de um modelo geológico tridimensional destes afloramentos. Entretanto, os dados de GPR não apresentaram resolução satisfatória para serem utilizados para este fim.

Os principais problemas apresentados nos dados de GPR foram a baixa profundidade de imageamento e a interrupção da continuidade horizontal das camadas. Estes problemas estão provavelmente relacionados ao uso de uma antena de frequência mais alta do que a ideal para o caso estudado, a presença de uma capa de solo condutiva no terreno, uma vez que a mesma absorve todo o sinal e não permite que este atinja as camadas mais profundas, e ao fato da superfície do terreno ser muito irregular, fazendo com que a ferramenta de aquisição de GPR perca momentaneamente o contato com o solo em alguns locais, não permitindo um bom imageamento da área.

Devido aos problemas apresentados com os dados de GPR, o modelo tridimensional dos afloramentos foi construído apenas a partir das seções interpretadas dos fotomosaicos obtidos nos mesmos, valendo-se bastante da interpretação geológica que foi baseada na variação faciológica interna aos elementos arquiteturais e na mudança de direção de paleocorrentes dentro destes elementos, para se construir os elementos de canal nas áreas onde faltavam informações.

Como resultado, observou-se que os elementos de geometria não confinada possuem, em geral, superfícies planas e contínuas nos afloramentos, e dificilmente as terminações laterais destas geometrias podem ser mapeadas. Em relação aos elementos confinados, três diferentes sub-tipos podem ser determinados. O primeiro é o de elementos com geometria lenticular, caracterizados por superfícies basais irregulares de caráter erosivo e formados por fácies de granulação grossa, com baixa continuidade nos afloramentos. Na maioria dos casos, ocorrem em apenas um dos afloramentos, o que impossibilita a representação destes elementos no modelo 3-D. O segundo elemento consiste de canais com as bordas simétricas e de caráter retilíneo, formado por fácies areno-conglomeráticas amalgamadas, cujo contato entre elas é relativamente plano. O terceiro elemento consiste de canais mais estreitos que os anteriores, com bordas assimétricas e de caráter levemente sinuoso, formado por fácies conglomeráticas com imbricamento de seixos na base, em forma de pequenas lentes, e arenitos conglomeráticos no topo.

Analisando o empilhamento destas geometrias, observa-se uma tendência de serem mais confinadas para o topo do afloramento, sendo as fácies também mais proximais para o topo dos afloramentos.

Na descrição do testemunho PINDA-01, as fácies descritas foram agrupadas em duas diferentes associações de fácies. Na porção basal dos testemunhos ocorre a associação de fácies relacionada a depósitos de leques aluviais, caracterizados pela presença de fácies areno-conglomeráticas maciças de composição polimítica e, fácies lamosas também maciças com presença de grânulos e seixos dispersos, apresentando manchas avermelhadas de oxidação. Na parte superior do trecho descrito do testemunho, observa-se uma associação de fácies relacionada a um sistema lacustre, caracterizado pela presença de folhelhos escuros laminados e fácies arenosas melhor selecionadas que as da associação anterior, com presença de estratificações cruzadas de pequeno porte e intensa bioturbação.

Comparando-se os dados dos afloramentos com os dados do testemunho, observam-se diferenças nas características dos sistemas de leques aluviais presentes em ambos. Estas diferenças são interpretadas como causadas principalmente pela diferença na posição em que estes leques foram depositados na bacia. No caso do sistema de leques aluviais definido para os afloramentos, a presença de canais com fácies organizados e feições mais sinuosas, os quais erodem as fácies depositadas por fluxos gravitacionais indicam um sistema com maior distância de transporte dos sedimentos. Além disso, a posição dos afloramentos, próxima à borda flexural do gráben mais a sul da bacia e as medidas de paleocorrentes indicando a origem do transporte de ENE para WSW, levam à interpretação de que os afloramentos representam leques aluviais oriundos de uma margem flexural do rifte.

Quanto aos depósitos de leques analisados no testemunho, estes representam um sistema de leques aluviais originados de uma escarpa mais íngreme, com pouco transporte, próximo à fonte dos sedimentos, provavelmente de uma borda falhada do rifte ou da zona de acomodação de Pindamonhangaba (Alto de Pindamonhangaba). As características que reforçam esta interpretação são a ausência de fácies arenosas geradas por correntes trativas, ou seja, a presença de depósitos exclusivamente gerados por fluxos gravitacionais, e a relativa ciclicidade dos depósitos, onde intercalam-se argilitos maciços e conglomerados e arenitos conglomeráticos maciços, representando a deposição por pulsos relacionados à reativação de falhas.

Outra observação importante é a de que o sistema lacustre observado no testemunho não ocorre interdigitado com o sistema de leques aluviais, levando-se à conclusão de que estes sistemas não ocorreram contemporaneamente. Provavelmente, o lago foi estabelecido a partir de um pulso maior de distensão do rifte, fazendo com que grande parte da depressão fosse preenchida por água, ocasionando uma diminuição significativa e rápida da taxa de sedimentação. Durante a fase de deposição dos leques, possivelmente os movimentos distensionais eram de menor magnitude e a bacia ainda bastante rasa.

Quanto à qualidade dos reservatórios dos sistemas de leques aluviais, conclui-se que estes são bastante heterogêneos tanto verticalmente quanto horizontalmente. O caráter da sedimentação por pulsos faz com que haja uma grande intercalação de sedimentos finos não-reservatórios com as fácies de reservatório. As fácies reservatório são formadas, em geral, por geometrias pouco contínuas lateralmente, da ordem de dezenas a centenas de metros de largura e relativamente pouco espessas (alguns poucos

metros), podendo a espessura ser aumentada para dezenas de metros quando há a amalgamação de camadas. Internamente aos elementos, as fácies costumam ser mal selecionadas, com matriz arenosa fina ou, em alguns casos, lamosa. A composição polimítica das rochas e a comum presença de intraclastos argilosos, especialmente nas fácies mais erosivas, podem levar à obliteração da porosidade pela diagênese quando estas rochas forem submetidas ao soterramento.

Ao comparar os sistemas de leques aluviais de borda flexural com os de borda falhada ou de zona de acomodação, conclui-se que os primeiros apresentam espessuras totais menores, mas uma extensão areal maior, e os últimos apresentam uma maior restrição areal, mas podem apresentar grandes espessuras. Baseado nas observações dos dados analisados nesta dissertação acredita-se que os reservatórios de leques aluviais de borda flexural possuem melhor qualidade que os reservatórios de leques aluviais de borda falhada, pois além da maior extensão areal, possuem uma melhor seleção granulométrica das fácies, principalmente em regiões medianas a distais, melhorando assim as suas características permo-porosas.

Por fim, pode-se destacar que as principais contribuições desta dissertação para a indústria do petróleo foram à utilização da metodologia de caracterização da arquitetura deposicional para depósitos de leques aluviais; a avaliação do potencial para fácies-reservatório dos depósitos de sistemas de leques aluviais, a definição das fácies e geometrias com melhor potencial para constituírem reservatórios nestes sistemas, e a caracterização do sistema de leques aluviais nos diferentes compartimentos tectônicos de uma bacia tipo rifte.

IX – BIBLIOGRAFIA

- ALLEN, J. R. L., 1983, "Studies in fluvial sedimentation: bar, bar-complexes and sandstone sheets (low sinuosity braided streams) in the Brownstones (L. Devonian), Welsh Borders", *Sedimentary Geology*, Amsterdam, v. 33, pp. 237-293.
- ALMEIDA, F. F. M., 1976, "The system of continental bordering the Santos Basin, Brazil". In: anais da *Acad. Brasil. Ciênc.*, v. 48 (suplemento), pp. 15-26.
- AMADOR, E.S., 1975, "Estratigrafia e sedimentação da Bacia de Resende". In: anais da *Academia Brasileira de Ciências*, v. 47 (suplemento), pp. 181-225.
- APPI, C. J.; FREITAS, E. L.; CASTRO, J. C., 1986, *Faciologia e estratigrafia da Bacia de Taubaté*. Relatório Interno, CENPES/PETROBRAS.
- ARNOT, M. J.; GOOD, T. R. & LEWIS, J. J. M., 1997, "Photogeological and image analysis techniques for collection of large scale outcrop data", *Journal of Sedimentary Research*, v. 67, n. 5 (Sep), pp. 984-987.
- BORGHI, L., 2000, "Visão geral da análise de fácies sedimentares do ponto de vista da arquitetura deposicional", *Boletim do Museu Histórico Nacional*, Rio de Janeiro, v. 53, pp. 1-26.
- BOSENCE, D. W. J., 1998, "Stratigraphic and sedimentological models of rift basins". In: Purser, B. H., Bosence, D. W. J. (eds), *Sedimentation and tectonics in rift basins Red Sea – Gulf of Aden*, chapter A2, Cambridge, Chapman & Hall.
- BUENO, G. V., 2004, "Diacronismo de eventos no rifte Sul-Atlântico", *Boletim de Geociências da Petrobras*, v. 12, n. 2 (mai/nov), pp. 203-229.
- CARNEIRO, C.D.R.; HASUI, Y.; GIANCURSI, F.D., 1976, "Estrutura da Bacia de Taubaté na região de São José dos Campos". In: anais do *29º Congresso Brasileiro de Geologia*, v. 4, pp. 247-256, Ouro Preto – MG, .

- CHAGAS, L. S., 1996, *Tectono-sedimentação das bacias do tipo rifte: aplicação na porção emersa das bacias de Sergipe e Alagoas*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil.
- CHANG, H. K., KOWSMANN, R. O., FIGUEIREDO, A. M. F., 1991, "Novos conceitos sobre o desenvolvimento das bacias marginais do leste brasileiro". In: Raja Gabaglia, G. P., Milani, E. J., *Origem e Evolução de Bacias Sedimentares*, Petrobras, pp. 269-289.
- CHIOSSI, D. S. N., 1997, *Estratigrafia de seqüências e condicionamento tectono-climático num rifte continental (Bacia de Sergipe-Alagoas)*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil.
- DELLA FAVERA, J. C., 2001, *Fundamentos de estratigrafia moderna*. 1 ed., Rio de Janeiro, EdUERJ.
- FERNANDES, F. L. & CHANG, H. K., 1992, "Compartimentação e evolução tectônica da Bacia de Taubaté". In: *37º Congresso Brasileiro de Geologia: boletim de resumos expandidos*, v. 1, pp. 570-572, São Paulo.
- FERNANDES, F. L., CHANG, H.K., 2003, "Arcabouço estrutural da Bacia de Taubaté – SP". In: *IX Simpósio Nacional de Estudos Tectônicos: boletim de resumos*, v. único, pp. 367-370, Búzios - Rio de Janeiro, Maio.
- FRASER, G. S. & SUTTNER, L., 1986, *Alluvial fans and fan deltas: a guide to exploration for oil and gas*, 1 ed., Boston/Houston/London, International Human Resources Development Corporation.
- FREITAS BRAZIL, F. A., 2004, *Estratigrafia de seqüências e processo diagenético: exemplo dos arenitos marinho-rasos da Formação Ponta Grossa, NW da Bacia do Paraná*. Dissertação de mestrado, Faculdade de Geologia da UERJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

- FRIEND, P. F., 1983, "Toward the field classification of alluvial architecture or sequence". In: *Modern and ancient fluvial systems*, v. 6, *International Association of Sedimentologists Special Publication*, pp. 345-354.
- GALLOWAY, W. E., 1981, "Depositional architecture of Cenozoic gulf coastal plain fluvial system". In: *Recent and ancient nonmarine depositional environments*, v. 31, *Society of Economic Paleontologists and Mineralogists Special Publication*, pp. 127-156.
- HALFMAN, J. D., 1993, "Water column characteristics from modern CTD data, Lake Malawi, East Africa", v. 19, *J. Great Lakes Res.*, pp. 512-520.
- HASUI, Y. & PONÇANO, W. L., 1978, "Organização estrutural e evolução na Bacia de Taubaté". In: *anais do 30º Congresso Brasileiro de Geologia*, v. 1, pp. 368-381, Recife, Pernambuco.
- KÜCHLE, J., 2004, *Análise estratigráfica da seção rift da bacia de Camamu-Almada, Bahia*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil.
- KÜCHLE, J., HOLZ, M., BRITO, A.F. DE, BEDREGAL, R. P., 2005. "Análise estratigráfica de bacias rifte: aplicação de conceitos genéticos nas bacias de Camamu-Almada e Jequitinhonha", *Boletim de Geociências da Petrobras*, v. 13, n. 2, pp. 227-244.
- LAMBIASE, J. J., 1990, "A model for tectonic control of lacustrine stratigraphic sequences in continental rift basins". In: *Lacustrine Exploration: Case Studies and Modern Analogues*, v. 50, *AAPG Memoir*, pp. 265-276.
- LEEDER, M. R. & GOWTHORPE, R. L., 1987, "Sedimentary models for extensional tilt-block/half-graben basins". In: *Continental Extensional Tectonics*, v. 28, *Geological Society of London Special Publications*, Blackwell Scientific, pp. 139-152.
- MAGNAVITA, L. P., 1992, *Geometry and kinematics of the Recôncavo-Tucano-Jatoba rift, NE, Brazil*. Tese de Doutorado, University of Oxford, Oxford, E.U.A.

- MARQUES, A., 1990, "Evolução tectono-sedimentar e perspectivas exploratórias da Bacia de Taubaté, São Paulo, Brasil", *Boletim de Geociências da Petrobrás*, v. 4, n. 3, pp. 253-262.
- MCCLAY, K. R.; DOOLEY, T.; WHITEHOUSE, P.; *et al.*, 2002, "4-D evolution of rift systems: insights from scaled physical models". *AAPG Bulletin*, v. 86, n. 6, pp. 935-959.
- MCCLAY, K. R. & WHITE, M. J., 1995, "Analogue modeling of orthogonal and oblique rifting", *Marine and Petroleum Geology*, v. 12, pp. 137-151.
- MCKENZIE, D., 1978, "Some remarks on the development of sedimentary basins", *Earth and Planetary Science Letters*, v. 40, pp. 25-32.
- MELO, M. S. DE; RICCOMINI, C.; HASUI, Y.; *et al.*, 1985, "Geologia e evolução do sistema de bacias tafrogênicas continentais do sudeste do Brasil", *Revista Brasileira de Geociências*, v. 15, n. 3, pp. 193-201.
- MEZZALIRA, S., 1962, "Novas ocorrências de vegetais fósseis cenozóicas no Estado de São Paulo". *O IGG*, v. 15, pp. 73-94.
- MIALL, A. D., 1985, "Architectural element analysis: a new method of facies analysis applied to fluvial deposits", *Earth Sciences Review*, v. 22, pp. 261-308.
- MIALL, A. D. & TYLER, N. (eds), 1991, "The three-dimensional facies architecture of terrigenous clastic sediments and its implications for hydrocarbon discovery and recovery". In: *Concepts in Sedimentology and Paleontology*, v. 3, *Society for Sedimentary Geology*, 308 p.
- MOHR, P., 1982, "Musings on continental rifts". In: *Continental and Oceanic Rifts*, v. 8, *American Geophysical Union Geodynamics Series*, pp. 293-309.

- MORAES, M.A.S.; BLASKOWSKI, P.R.; PARAÍZO, P.L.B.; *et al.*, 2001, *Heterogeneidades críticas em turbiditos*. Relatório Interno da Petrobras.
- MORLEY, C. K., NELSON, R. A., PATTON, T. L., *et al.*, 1990, "Transfer zones in the East African Rift System and their relevance to hydrocarbon exploration in rifts", *AAPG Bulletin*, v. 74, n. 8, pp. 1234-1253.
- MORLEY, C. K., 1999, "Patterns of displacement along large normal faults: implications for basin evolution and fault propagation, base don examples from East África", *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, v. 83, n. 1, pp. 613-634.
- MORLEY, C.K.; HARANYA, C.; PHOOSONGSEE, W.; *et al.*, 2004, "Activation of rift oblique and rift parallel pre-existing fabrics during extension and their effect on deformation style: examples from the rifts of Thailand", *Journal of Structural Geology*, v.26, n. 10 (out), pp. 1803-1829.
- MUTTI, E.; DAVOLI, G.; TINTERRI, R. & ZAVALA, C., 1996, "The Importance of ancient fluvio-deltaic systems dominated by catastrophic flooding in tectonically active basins", *Estratto de Memorie di Scienze Geologiche*, v. 48, pp. 233-291.
- MUTTI, E. & NORMARK, W. R., 1987, "Comparing examples of modern and ancient turbidite systems – problems and concepts". In: Legget, J. K. & Zuffa, G. G. (eds), *Marine Clastic Sedimentology*, London, England, Graham & Trotman, pp.1-38.
- PEACOCK, D. C. P. & SANDERSON, D. J., 1994, "Displacements, segment linkage and relay ramps in normal fault zones", *Journal of Structural Geology*, v. 13, pp. 721-733.
- POSAMENTIER, H. W.; JERVEY, M. T; VAIL, P. R., 1988, "Eustatic control on clastic deposition I – conceptual framework". In: *Sea-level changes – an integrated approach*, v. 42, *Society os Economic Paleontologists and Mineralogists Special Publication*, pp. 109-124.

- PROSSER, S., 1993, "Rift-related linked depositional systems and their seismic expression". In: *Tectonics and Seismic Sequence Stratigraphy*, n. 71, *Geological Society of London Special Publication*, Blackwell Scientific, pp. 35-66.
- RAVNAS, R., STEEL, R. J., 1998, "Architecture of marine rift-basin successions", *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, v. 82, n. 1, pp. 110-146.
- 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)". In: *anais do 1º Simpósio de Geologia RJ-ES*, v. 1, pp.253-298, Rio de Janeiro, Ago.
- RICCOMINI, C., 1989, *O rift continental do sudeste do Brasil*. Tese de doutoramento, Instituto de Geociências – USP, São Paulo, SP, Brasil.
- RICCOMINI, C.; SANT'ANNA, L. G., FERRARI, A. L., 2004, "Evolução geológica do rift continental do sudeste do Brasil". In: Mantesso-Neto, V.; Bartorelli, A.; Carneiro, C.D.R.; *et al.* (eds), *Geologia do continente Sul-Americano: evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida*, 1 ed., cap. 23, São Paulo, Beca Produções Culturais Ltda.
- ROSENDAHL, B. R.; REYNOLDS, D. J.; LORBER, P. M.; *et al.*, 1986, "Structural expressions of rifting: lessons from Lake Tanganyika, Africa". In: *Sedimentation in the African Rifts*, n. 25, *Geological Society of London Special Publication*, Blackwell Scientific, pp. 29-43.
- ROSENDAHL, B. R., 1987, "Architecture of the continental rifts with special reference to East Africa", *Annual Reviews of Earth and Planetary Science*, v. 15, pp. 445-503.
- RUST, B. R. & KOSTER, E. H., 1984, "Coarse alluvial deposits". In: Walker, R. G. (ed), *Facies Models*, reprint series 1, cap. 5, Ontario, Geoscience Canada.
- SANT'ANNA, L.G, 1999, *Geologia mineralogia e gênese das esmectitas dos depósitos paleogênicos do Rift Continental do Sudeste do Brasil: mineralogia e relações*

- tectônicas*. Tese de doutoramento, Instituto de Geociências da USP, São Paulo, SP, Brasil.
- SANTOS, B. T., BRANDÃO, G. M. S., GOMES, L. C., et al., 2007, *Estágios evolutivos da tectônica rifte nas bacias do Recôncavo-Tucano e Sergipe-Alagoas*. Monografia (Especialização), Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
- SCHLISCHE, R. W., ANDERS, M. N., 1996, "Stratigraphic effects and tectonic applications of the growth of normal faults and extensional basins", *Geological Society of America Special Publication*, 303, pp. 183-203.
- SCHOLZ, C. A. & ROSENDAHL, B. R., 1990, "Coarse clastic facies and stratigraphic sequence models from lakes Malawi and Tanganyika, East Africa". In: *Lacustrine basin exploration: case studies and modern analogues*, v. 50, *AAPG Memoir*, pp. 151-167.
- SUGUIO, K., 1969, "Contribuição à geologia da Bacia de Taubaté, Vale do Paraíba, Estado de São Paulo". Boletim especial da *Fac. Fil. Ciênc. Letr. – USP*, São Paulo, SP.
- TEIXEIRA, L. B., 2003, "Uma visão sísmica da Bacia de Taubaté". In: *IX Simpósio Nacional de Estudos Tectônicos: boletim de resumos*, v. único, pp. 311-312, Búzios - Rio de Janeiro, Maio.
- TRON, V. & BRUN, J. P., 1990, "Experiments on oblique rifting in brittle-ductile systems", *Tectonophysics*, v. 188, n.1-2 (mar), pp. 71-84.
- VESPUCCI, J. B. O., 1984, *Sistemas Depositionais e evolução tectono-sedimentar da Bacia de Taubaté – SP*. Dissertação de mestrado, Instituto de Geociências da USP, São Paulo, SP, Brasil.
- YAMAMOTO, I.T., 1995, *Palinologia das bacias Tafrogênicas do Sudeste (Bacias de Taubaté, São Paulo e Resende): análise bioestratigráfica integrada e interpretação*

paleoambiental. Dissertação de mestrado, Universidade Estadual Paulista. Instituto de Geociências e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Rio Claro, SP, Brasil.

ZALÁN, P.V. & OLIVEIRA, J.A.B., 2005, "Origem e evolução estrutural do Sistema de Riftes Cenozóicos do Sudeste do Brasil", *Boletim de Geociências da Petrobras*, v.13, n.2 (Mai/Nov), pp. 269-300.

ANEXO I – PERFIS SEDIMENTOLÓGICOS DOS AFLORAMENTOS

FICHA DE DESCRIÇÃO DE AFLORAMENTOS			
AFLORAMENTO: 01	PERFIL Nº: 01	BACIA: TAUBATÉ	Fm.: RESENDE
GEÓLOGO: THAÍS C. ALMEIDA	DATA: 03/04/2007	ESCALA: 1:20	FOLHA: 01/02

Fm.: RESENDE

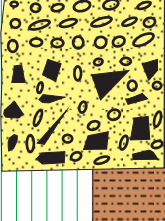
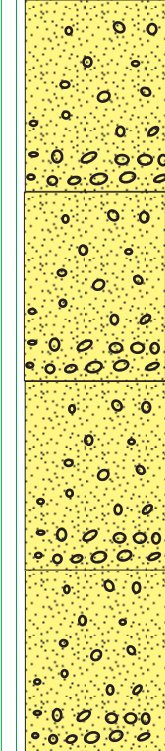
FOLHA: 01/02

LEGENDA:

- INTRACLASTO ARGILOSO
- MACIÇO
- CONTATO EROSIVO
- GRÃOS ALINHADOS
- GRADAÇÃO NORMAL



GRÃOS ALINHADOS

PROF. (m)	GRANULOMETRIA E ESBOÇO	ESTRUTURAS E DEMAIS FEIÇÕES	CIMENTO	DESCRIÇÃO	FÁCIES
	GR SX AREIA MGG M F MF S A				
3		M		Arenito grosso/muito grosso com presença de grânulos dispersos em toda a camada.	D
		M	Elemento IV	Arenito conglomerático maciço com presença de grânulos e seixos que se concentram mais na base e vão sendo menores e mais dispersos para o topo. Observa-se um leve imbricamento dos seixos na base, que possui um contato difuso com a porção de arenito intraclástico.	E
		M			
2			Elemento III	Arenito conglomerático intraclástico imaturo, com presença de grânulos e seixos dispersos, maciço. Os intraclastos são argilosos e chegam a medir dezenas de centímetros de diâmetro.	A
		M		Elem. I	Siltito de coloração cinza com presença de grânulos dispersos na matriz (diamictito), maciço.
1		M	Elemento V	Arenito conglomerático maciço grosso/muito grosso, imaturo com presença de grânulos dispersos que são mais concentrados na base das camadas, formando uma gradação normal. Apresentam bases erosivas	E
					
		M			
					
		M			

FICHA DE DESCRIÇÃO DE AFLORAMENTOS			
AFLORAMENTO: 01	PERFIL Nº: 01	BACIA: TAUBATÉ	Fm.: RESENDE
GEÓLOGO: THAÍS C. ALMEIDA	DATA: 03/04/2007	ESCALA: 1:20	FOLHA: 02/02

Fm.: RESENDE

FOLHA: 02/02

LEGENDA: M MACIÇO

[illegible]

FICHA DE DESCRIÇÃO DE AFLORAMENTOS

AFLORAMENTO: 01

PERFIL Nº: 02

BACIA: TAUBATÉ

Fm.: RESENDE

GEÓLOGO: THAÍS C. ALMEIDA

DATA: 03/04/2007

ESCALA: 1:20

FOLHA: 01/02

LEGENDA:



INTRACLASTO ARGILOSO



GRADAÇÃO NORMAL

M

MACIÇO



MARCAS DE CARGA



CONTATO EROSIVO



ESTRATIFICAÇÃO CRUZADA (RIPPLES)



GRÃOS ALINHADOS

PROF. (m)	GRANULOMETRIA E ESBOÇO	ESTRUTURAS E DEMAIS FEIÇÕES	CIMENTO	DESCRIÇÃO	FÁCIES
	GR SX AREIA MG G M F MF S A				
3		M Elemento IV 		Arenito conglomerático maciço com presença de grânulos e raros seixos que se concentram mais na base e vão sendo menores e mais dispersos para o topo. Observa-se um leve imbricamento dos seixos na base, que possui um contato difuso com a porção de arenito intraclástico.	E
2		M Elem. III 		Arenito conglomerático intraclástico imaturo, com presença de grânulos e seixos dispersos, maciço. Os intraclastos são argilosos e chegam a medir dezenas de centímetros de diâmetro. A camada apresenta contato erosivo na base.	A
		Elemento IV 		Arenito grosso com grânulos e seixos dispersos na base e que vão desaparecendo para o topo. Apresenta laminação cruzada de direção W/SW.	G
		Elemento I 		Siltito de coloração cinza com presença de grânulos dispersos na matriz (diamictito), Maciço.	I
1		Elemento V 		Arenito conglomerático maciço grosso/muito grosso, imaturo com presença de grânulos dispersos que são mais concentrados na base das camadas, formando uma gradação normal. Apresentam bases erosivas. Geometria de canal.	E

FICHA DE DESCRIÇÃO DE AFLORAMENTOS

AFLORAMENTO: 01

PERFIL Nº: 02

BACIA: TAUBATÉ

Fm.: RESENDE

GEÓLOGO: THAÍS C. ALMEIDA

DATA: 03/04/2007

ESCALA: 1:20

FOLHA: 02/02

LEGENDA: M MACIÇO

PROF. (m)	GRANULOMETRIA E ESBOÇO	ESTRUTURAS E DEMAIS FEIÇÕES	CIMENTO	DESCRIÇÃO	FÁCIES
	GR SX AREIA MGG M F MF S A				
7					
6					
5					
		Elemento IV		Arenito grosso/muito grosso com presença de grânulos e seixos dispersos, imaturo.	E

FICHA DE DESCRIÇÃO DE AFLORAMENTOS

AFLORAMENTO: 01

PERFIL Nº: 03

BACIA: TAUBATÉ

Fm.: RESENDE

GEÓLOGO: THAÍS C. ALMEIDA

DATA: 03/04/2007

ESCALA: 1:20

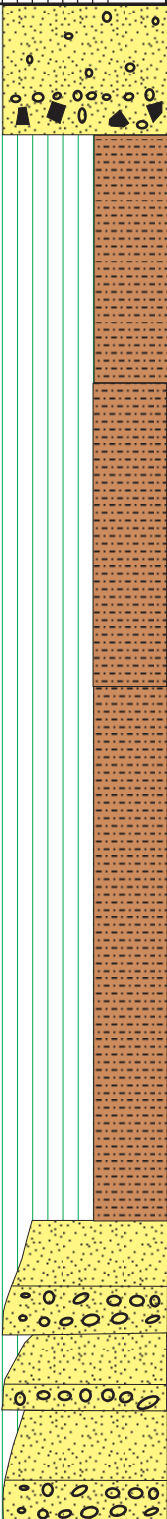
FOLHA: 01/02

LEGENDA:  INTRACLASTO ARGILOSO

 MACIÇO

 MARCAS DE CARGA

 GRÃOS ALINHADOS

PROF. (m)	GRANULOMETRIA E ESBOÇO	ESTRUTURAS E DEMAIS FEIÇÕES	CIMENTO	DESCRIÇÃO	FÁCIES
	GR SX AREIA MG G M F MF S A				
		Elemento IV  M M Elemento I M M M Elemento II M M M 	Elemento IV Elemento I Elemento II	Arenito conglomerático com intraclastos argilosos e imbricamento dos seixos na base da camada. O percentual de grânulos e seixos tende a diminuir para o topo da camada. Siltito de coloração cinza, maciço e com níveis esbranquiçados no topo das camadas, indicando provável cimentação. Apresenta grânulos dispersos na matriz. Arenito conglomerático com porções fluidizadas, tornando a rocha com aspecto maciço. A base do pacote apresenta estruturas de carga.	E A I I I F

FICHA DE DESCRIÇÃO DE AFLORAMENTOS

AFLORAMENTO: 01

PERFIL Nº: 03

BACIA: TAUBATÉ

Fm.: RESENDE

GEÓLOGO: THAÍS C. ALMEIDA

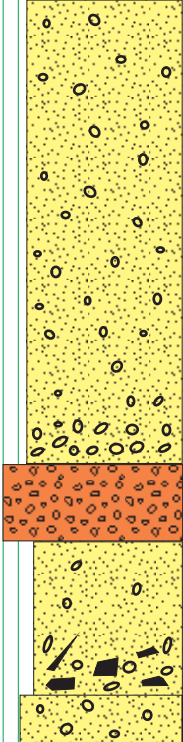
DATA: 03/04/2007

ESCALA: 1:20

FOLHA: 02/02

LEGENDA:  INTRACLASTO ARGILOSO

M MACIÇO

PROF. (m)	GRANULOMETRIA E ESBOÇO	ESTRUTURAS E DEMAIS FEIÇÕES	CIMENTO	DESCRIÇÃO	FÁCIES
	GR SX AREIA MGG M F MF S A				
7					
6					
5		M Elemento VI M M  M		Arenito conglomerático muito grosso com níveis de grânulos mais concentrados na base e rareando para o topo. Conglomerado clasto-suportado, maciço. Arenito conglomerático com grânulos e raros seixos dispersos e com presença de intraclastos argilosos na base. Arenito conglomerático imaturo maciço, com grânulos e seixos dispersos	E B D A E

FICHA DE DESCRIÇÃO DE AFLORAMENTOS

AFLORAMENTO: 01

PERFIL Nº: 04

BACIA: TAUBATÉ

Fm.: RESENDE

GEÓLOGO: THAÍS C. ALMEIDA

DATA: 03/04/2007

ESCALA: 1:20

FOLHA: 01/02

LEGENDA:



INTRACLASTO ARGILOSO



CONTATO EROSIVO

M

MACIÇO



MARCAS DE CARGA



GRÃOS ALINHADOS

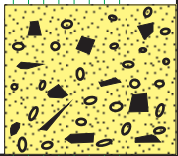
PROF. (m)	GRANULOMETRIA E ESBOÇO	ESTRUTURAS E DEMAIS FEIÇÕES	CIMENTO	DESCRIÇÃO	FÁCIES
	GR SX AREIA MG G M F MF S A				
3		 Elemento VI		Arenito conglomerático com intraclastos argilosos e grânulos e seixos dispersos.	A
		 Elemento VI		Arenito conglomerático maciço muito grosso, imaturo com presença de grânulos dispersos que são mais concentrados na base das camadas, formando níveis de seixos alinhados dentro da camada.	E
		M		Arenito muito grosso com presença de grânulos dispersos em toda a camada.	D
2		 M			
		M Elemento I		Siltito de coloração cinza, maciço. Apresenta grânulos dispersos na matriz.	I
1		M			
		M Elemento II		Arenito conglomerático com porções fluidizadas, tornando a rocha com aspecto maciço. A base do pacote apresenta estruturas de carga.	F
		 M		Siltito de coloração cinza, maciço. Apresenta grânulos dispersos na matriz.	I

FICHA DE DESCRIÇÃO DE AFLORAMENTOS

AFLORAMENTO: 01	PERFIL Nº: 04	BACIA: TAUBATÉ	Fm.: RESENDE
GEÓLOGO: THAÍS C. ALMEIDA	DATA: 03/04/2007	ESCALA: 1:20	FOLHA: 02/02

LEGENDA:  INTRACLASTO ARGILOSO

M MACIÇO

PROF. (m)	GRANULOMETRIA E ESBOÇO	ESTRUTURAS E DEMAIS FEIÇÕES	CIMENTO	DESCRIÇÃO	FÁCIES
	GR SX AREIA MG G M F MF S A				
7					
6					
5					
		 M Elemento VI		Arenito conglomerático com intraclastos argilosos e grânulos e seixos dispersos.	A

FICHA DE DESCRIÇÃO DE AFLORAMENTOS

AFLORAMENTO: 01

PERFIL Nº: 05

BACIA: TAUBATÉ

Fm.: RESENDE

GEÓLOGO: THAÍS C. ALMEIDA

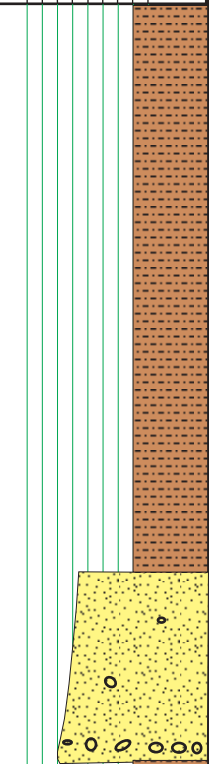
DATA: 03/04/2007

ESCALA: 1:20

FOLHA: 01/02

LEGENDA: M MACIÇO

 MARCAS DE CARGA

PROF. (m)	GRANULOMETRIA E ESBOÇO	ESTRUTURAS E DEMAIS FEIÇÕES	CIMENTO	DESCRIÇÃO	FÁCIES
	GR SX AREIA MG G M F MF S A				
3		M Elemento I M Elemento II		Siltito de coloração cinza, maciço e com níveis esbranquiçados no topo das camadas, indicando provável cimentação. Apresenta grânulos dispersos na matriz. Arenito conglomerático com porções fluidizadas, tornando a rocha com aspecto maciço. A base do pacote apresenta estruturas de carga.	I F
2		M Elemento I		Siltito de coloração cinza, maciço e com níveis esbranquiçados no topo das camadas, indicando provável cimentação. Apresenta grânulos dispersos na matriz.	I
1		M Elemento I		Siltito de coloração cinza, maciço e com níveis esbranquiçados no topo das camadas, indicando provável cimentação. Apresenta grânulos dispersos na matriz (maior percentual de grânulos em relação às camadas de siltito sobrejacentes).	I

FICHA DE DESCRIÇÃO DE AFLORAMENTOS

AFLORAMENTO: 01

PERFIL Nº: 05

BACIA: TAUBATÉ

Fm.: RESENDE

GEÓLOGO: THAÍS C. ALMEIDA

DATA: 03/04/2007

ESCALA: 1:20

FOLHA: 02/02

LEGENDA: M MACIÇO

PROF. (m)	GRANULOMETRIA E ESBOÇO	ESTRUTURAS E DEMAIS FEIÇÕES	CIMENTO	DESCRIÇÃO	FÁCIES
	GR SX AREIA MGG M F MF S A				
7					
6					
5		M			
		M	Elemento I	Siltito de coloração cinza, maciço e com níveis esbranquiçados no topo das camadas, indicando provável cimentação. Apresenta grânulos dispersos na matriz.	I
		M			I

FICHA DE DESCRIÇÃO DE AFLORAMENTOS

AFLORAMENTO: 01

PERFIL Nº: 06

BACIA: TAUBATÉ

Fm.: RESENDE

GEÓLOGO: THAÍS C. ALMEIDA

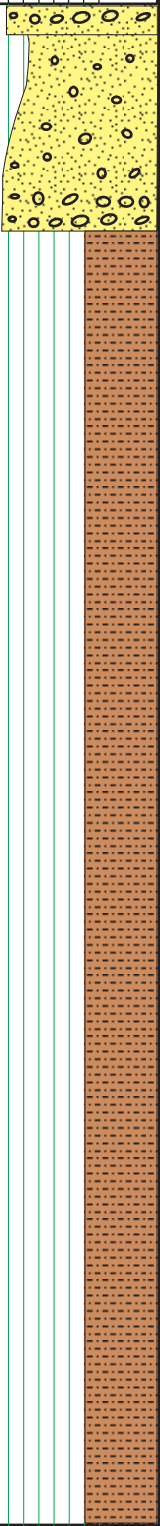
DATA: 03/04/2007

ESCALA: 1:20

FOLHA: 01/02

LEGENDA: M MACIÇO

 MARCAS DE CARGA

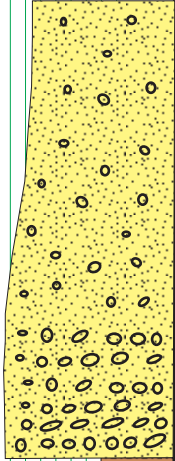
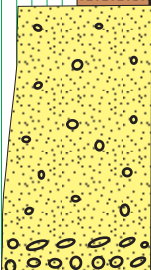
PROF. (m)	GRANULOMETRIA E ESBOÇO	ESTRUTURAS E DEMAIS FEIÇÕES	CIMENTO	DESCRIÇÃO	FÁCIES
	GR SX AREIA MGG M F MF S A 	M Elemento II  M M Elemento I M M		Arenito conglomerático com porções fluidizadas, tornando a rocha com aspecto maciço. A base do pacote apresenta estruturas de carga. Siltito de coloração cinza, maciço e com níveis esbranquiçados no topo das camadas, indicando provável cimentação. Apresenta grânulos dispersos na matriz.	C F I

FICHA DE DESCRIÇÃO DE AFLORAMENTOS

AFLORAMENTO: 01	PERFIL Nº: 06	BACIA: TAUBATÉ	Fm.: RESENDE
GEÓLOGO: THAÍS C. ALMEIDA	DATA: 03/04/2007	ESCALA: 1:20	FOLHA: 02/02

LEGENDA:

-  GRADAÇÃO NORMAL
- M** MACIÇO
-  GRÃOS ALINHADOS
-  CONTATO EROSIVO

PROF. (m)	GRANULOMETRIA E ESBOÇO	ESTRUTURAS E DEMAIS FEIÇÕES	CIMENTO	DESCRIÇÃO	FÁCIES
	GR SX				
	AREIA MGG M F MF S A				
7					
6		M Elemento VI M 		Arenito conglomerático maciço com presença de grânulos e seixos que se concentram mais na base e vão sendo menores e mais dispersos para o topo. Observa-se um leve imbricamento dos seixos na base. O contato basal é erosivo.	E
5		M Elemento I		Siltito de coloração cinza, maciço e com níveis esbranquiçados no topo das camadas, indicando provável cimentação. Apresenta grânulos dispersos na matriz.	I
		M Elemento VI		Arenito conglomerático maciço com presença de grânulos e seixos que se concentram mais na base e vão sendo menores e mais dispersos para o topo. Observa-se um leve imbricamento dos seixos na base.	E

FICHA DE DESCRIÇÃO DE AFLORAMENTOS

AFLORAMENTO: 01

PERFIL Nº: 07

BACIA: TAUBATÉ

Fm.: RESENDE

GEÓLOGO: THAÍS C. ALMEIDA

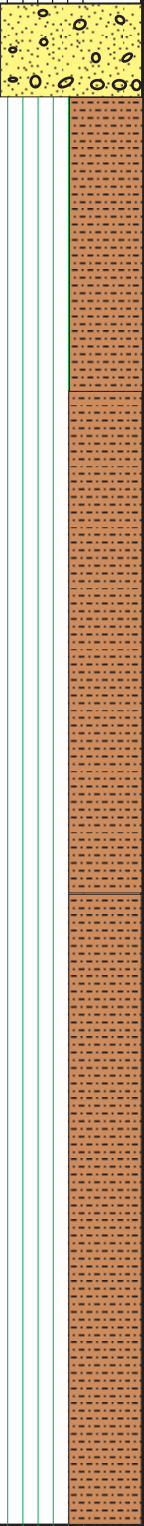
DATA: 03/04/2007

ESCALA: 1:20

FOLHA: 01/02

LEGENDA: M MACIÇO

 MARCAS DE CARGA

PROF. (m)	GRANULOMETRIA E ESBOÇO	ESTRUTURAS E DEMAIS FEIÇÕES	CIMENTO	DESCRIÇÃO	FÁCIES
	GR SX AREIA MGG M F MF S A 	M  M M M M M M	Elem. II Elemento I	Arenito conglomerático com porções fluidizadas, tornando a rocha com aspecto maciço. A base do pacote apresenta estruturas de carga. Siltito de coloração cinza, maciço e com níveis esbranquiçados no topo das camadas, indicando provável cimentação. Apresenta grânulos dispersos na matriz.	II I I I I

FICHA DE DESCRIÇÃO DE AFLORAMENTOS			
AFLORAMENTO: 01	PERFIL Nº: 07	BACIA: TAUBATÉ	Fm.: RESENDE
GEÓLOGO: THAÍS C. ALMEIDA	DATA: 03/04/2007	ESCALA: 1:20	FOLHA: 02/02

Fm.: RESENDE

FOLHA: 02/02

LEGENDA: M MACIÇO

PROF. (m)	GRANULOMETRIA E ESBOÇO										ESTRUTURAS E DEMAIS FEIÇÕES	CIMENTO	DESCRIÇÃO	FÁCIES
	SX	GR	MG	G	M	F	MF	S	A					
7														
6														
5											M		Siltito de coloração cinza, maciço e com grânulos dispersos na matriz.	I
											M			
											M		Arenito conglomerático com porções fluidizadas, tornando a rocha com aspecto maciço. A base do pacote apresenta estruturas de carga.	F

FICHA DE DESCRIÇÃO DE AFLORAMENTOS

AFLORAMENTO: 03

PERFIL Nº: 08

BACIA: TAUBATÉ

Fm.: RESENDE

GEÓLOGO: THAÍS C. ALMEIDA

DATA: 03/04/2007

ESCALA: 1:20

FOLHA: 01/02

LEGENDA: M MACIÇO

PROF. (m)	GRANULOMETRIA E ESBOÇO						ESTRUTURAS E DEMAIS FEIÇÕES	CIMENTO	DESCRIÇÃO	FÁCIES
	GR	AREIA			S	A				
	SX	MG	G	M	F	MF				
3							M			
2							M	Elemento I	Siltito de coloração cinza, maciço e com níveis esbranquiçados no topo das camadas, indicando provável cimentação. Apresenta grânulos dispersos na matriz.	I
1							M			

FICHA DE DESCRIÇÃO DE AFLORAMENTOS

AFLORAMENTO: 03

PERFIL Nº: 08

BACIA: TAUBATÉ

Fm.: RESENDE

GEÓLOGO: THAÍS C. ALMEIDA

DATA: 03/04/2007

ESCALA: 1:20

FOLHA: 02/02

LEGENDA: ○○○ GRÃOS ALINHADOS



GRADAÇÃO NORMAL

M

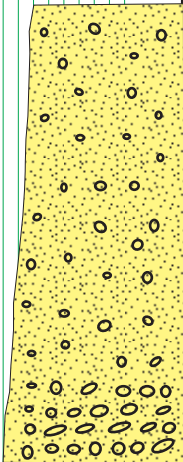
MACIÇO



CONTATO EROSIVO



MARCAS DE CARGA

PROF. (m)	GRANULOMETRIA E ESBOÇO	ESTRUTURAS E DEMAIS FEIÇÕES	CIMENTO	DESCRIÇÃO	FÁCIES
	GR SX	AREIA MGG M F MF S A			
7					
6		 Elemento VI		Arenito conglomerático maciço com presença de grânulos e seixos que se concentram mais na base e vão sendo menores e mais dispersos para o topo. Observa-se um leve imbricamento dos seixos na base. O contato basal é erosivo.	E
5		M Elemento I		Siltito de coloração cinza, maciço. Apresenta grânulos dispersos na matriz.	I
		M Elemento II		Arenito conglomerático com porções fluidizadas, tornando a rocha com aspecto maciço. A base do pacote apresenta estruturas de carga.	F
		M Elemento I		Siltito de coloração cinza, maciço e com níveis esbranquiçados no topo das camadas, indicando provável cimentação. Apresenta grânulos dispersos na matriz.	I

FICHA DE DESCRIÇÃO DE AFLORAMENTOS

AFLORAMENTO: 03	PERFIL Nº: 09	BACIA: TAUBATÉ	Fm.: RESENDE
GEÓLOGO: THAÍS C. ALMEIDA	DATA: 03/04/2007	ESCALA: 1:20	FOLHA: 01/02

LEGENDA: M MACIÇO
U MARCAS DE CARGA

PROF. (m)	GRANULOMETRIA E ESBOÇO	ESTRUTURAS E DEMAIS FEIÇÕES	CIMENTO	DESCRIÇÃO	FÁCIES
	GR SX AREIA MGG M F MF S A				
3		M Elemento I		Siltito de coloração cinza, maciço. Apresenta grânulos dispersos na matriz.	I
		M Elemento II		Arenito conglomerático com porções fluidizadas, tornando a rocha com aspecto maciço. A base do pacote apresenta estruturas de carga.	F
2		M Elemento I			I
1		M Elemento I		Siltito de coloração cinza, maciço e com níveis esbranquiçados no topo das camadas, indicando provável cimentação. Apresenta grânulos dispersos na matriz.	I
		M			I

FICHA DE DESCRIÇÃO DE AFLORAMENTOS

AFLORAMENTO: 03

PERFIL Nº: 09

BACIA: TAUBATÉ

Fm.: RESENDE

GEÓLOGO: THAÍS C. ALMEIDA

DATA: 03/04/2007

ESCALA: 1:20

FOLHA: 02/02

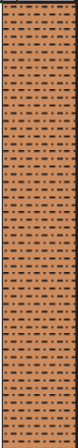
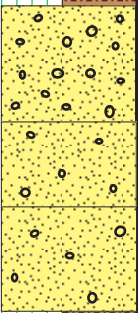
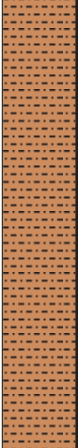
LEGENDA: M MACIÇO

PROF. (m)	GRANULOMETRIA E ESBOÇO	ESTRUTURAS E DEMAIS FEIÇÕES	CIMENTO	DESCRIÇÃO	FÁCIES
	GR SX AREIA MG G M F MF S A				
7					
6					
5					
		M			
		M			
		Elemento I			I

FICHA DE DESCRIÇÃO DE AFLORAMENTOS

AFLORAMENTO: 03	PERFIL Nº: 10	BACIA: TAUBATÉ	Fm.: RESENDE
GEÓLOGO: THAÍS C. ALMEIDA	DATA: 03/04/2007	ESCALA: 1:20	FOLHA: 01/02

LEGENDA: M MACIÇO
 MARCAS DE CARGA

PROF. (m)	GRANULOMETRIA E ESBOÇO	ESTRUTURAS E DEMAIS FEIÇÕES	CIMENTO	DESCRIÇÃO	FÁCIES
	GR SX	AREIA MGG M F MF S A			
3		M		Siltito de coloração cinza, maciço, blocoso. Apresenta grânulos dispersos na matriz (maior quantidade de grânulos que a camada de siltito da base do perfil).	I
		M			
		M			
2		 M		Arenito grosso com porções fluidizadas, tornando a rocha com aspecto maciço. Apresenta grânulos e raros seixos dispersos. A base do pacote apresenta estruturas de carga.	D
		M		Arenito grosso com porções fluidizadas, tornando a rocha com aspecto maciço. Apresenta grânulos dispersos. A base do pacote apresenta estruturas de carga.	F
		M			
		M			
1		 M		Siltito de coloração cinza, maciço, blocoso. Apresenta poucos grânulos dispersos na matriz.	I
		M			

FICHA DE DESCRIÇÃO DE AFLORAMENTOS

AFLORAMENTO: 03

PERFIL Nº: 10

BACIA: TAUBATÉ

Fm.: RESENDE

GEÓLOGO: THAÍS C. ALMEIDA

DATA: 03/04/2007

ESCALA: 1:20

FOLHA: 02/02

LEGENDA: M MACIÇO

PROF. (m)	GRANULOMETRIA E ESBOÇO	ESTRUTURAS E DEMAIS FEIÇÕES	CIMENTO	DESCRIÇÃO	FÁCIES
	GR SX AREIA MGG M F MF S A				
7					
6					
5					
		M			
		M		Siltito de coloração cinza, maciço, blocoso. Apresenta grânulos dispersos na matriz (maior quantidade de grânulos que a camada de siltito da base do perfil).	I

FICHA DE DESCRIÇÃO DE AFLORAMENTOS

AFLORAMENTO: 03	PERFIL Nº: 11	BACIA: TAUBATÉ	Fm.: RESENDE
GEÓLOGO: THAÍS C. ALMEIDA	DATA: 03/04/2007	ESCALA: 1:20	FOLHA: 01/01

LEGENDA: GRÃOS ALINHADOS GRADAÇÃO NORMAL

M MACIÇO

 CONTATO EROSIVO

 MARCAS DE CARGA

PROF. (m)	GRANULOMETRIA E ESBOÇO	ESTRUTURAS E DEMAIS FEIÇÕES	CIMENTO	DESCRIÇÃO	FÁCIES
	GR SX				
	AREIA MGG M F MF S A				
3		 Elemento VI		Arenito conglomerático maciço com presença de grânulos que se concentram mais na base e vão sendo menores e mais dispersos para o topo. Observa-se um leve imbricamento dos seixos na base. O contato basal é erosivo.	E
2		 M Elemento II		Arenito grosso com porções fluidizadas, tornando a rocha com aspecto maciço. Apresenta grânulos dispersos. A base do pacote apresenta estruturas de carga.	F
1		 M Elemento I M		Siltito de coloração cinza, maciço, blocoso. Apresenta poucos grânulos dispersos na matriz.	I

FICHA DE DESCRIÇÃO DE AFLORAMENTOS

AFLORAMENTO: 03

PERFIL Nº: 12

BACIA: TAUBATÉ

Fm.: RESENDE

GEÓLOGO: THAÍS C. ALMEIDA

DATA: 03/04/2007

ESCALA: 1:20

FOLHA: 01/02

LEGENDA:

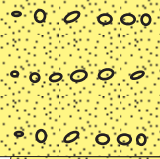
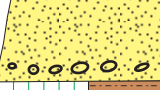
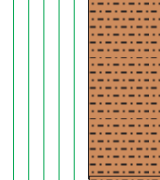
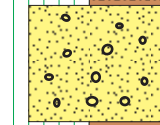
 GRADAÇÃO NORMAL

 CONTATO EROSIVO

 MARCAS DE CARGA

 ESTRATIFICAÇÃO CRUZADA DE BAIXO ÂNGULO

M MACIÇO

PROF. (m)	GRANULOMETRIA E ESBOÇO	ESTRUTURAS E DEMAIS FEIÇÕES	CIMENTO	DESCRIÇÃO	FÁCIES
	GR SX	AREIA MGG M F MF S A			
		 Elemento VI		Arenito muito grosso com grânulos e uma incipiente estratificação cruzada.	G
		  		Arenito conglomerático maciço com presença de grânulos que se concentram mais na base e vão sendo menores e mais dispersos para o topo. O contato basal é erosivo.	E
3		M		Siltito de coloração cinza escuro, maciço, argiloso.	I
		M		Nível cimentado do siltito.	I
		M		Siltito de coloração cinza escuro, maciço, argiloso.	
2		 Elemento II		Arenito grosso com porções fluidizadas, tornando a rocha com aspecto maciço. Apresenta grânulos dispersos. A base do pacote apresenta estruturas de carga.	F
		 M		Siltito de coloração cinza escuro, maciço. Apresenta-se mais argiloso que o siltito subjacente.	I
1		M		Siltito de coloração cinza, maciço, blocoso. Apresenta grânulos e seixos dispersos na matriz.	I

FICHA DE DESCRIÇÃO DE AFLORAMENTOS

AFLORAMENTO: 03

PERFIL Nº: 12

BACIA: TAUBATÉ

Fm.: RESENDE

GEÓLOGO: THAÍS C. ALMEIDA

DATA: 03/04/2007

ESCALA: 1:20

FOLHA: 02/02

LEGENDA:

ooo

GRÃOS ALINHADOS

///

ESTRATIFICAÇÃO CRUZADA DE BAIXO ÂNGULO

M

MACIÇO

~~~~~

CONTATO EROSIVO

▲

GRADAÇÃO NORMAL

| PROF.<br>(m) | GRANULOMETRIA<br>E ESBOÇO  | ESTRUTURAS<br>E DEMAIS<br>FEIÇÕES | CIMENTO | DESCRIÇÃO                                                                                                                                        | FÁCIES |
|--------------|----------------------------|-----------------------------------|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
|              | GR<br>SX                   |                                   |         |                                                                                                                                                  |        |
|              | AREIA<br>MGG M F MF S<br>A |                                   |         |                                                                                                                                                  |        |
| 7            |                            |                                   |         |                                                                                                                                                  |        |
| 6            |                            | M<br>Elemento I                   |         | Siltito de coloração cinza, maciço, argiloso.                                                                                                    | I      |
| 5            |                            | M<br>▲<br>Elemento VI             |         | Arenito maciço grosso/muito grosso com presença de grânulos que se concentram mais na base e vão sendo menores e mais dispersos para o topo.     | E      |
|              |                            | ooo<br>ooo<br>~~~~~               |         | Conglomerado clasto-suportado com estratificação em lençol dada pelo alinhamento dos seixos. O contato com o arenito sobrejacente é gradacional. | B      |
|              |                            | ///                               |         | Arenito muito grosso com grânulos e uma incipiente estratificação cruzada.                                                                       | G      |



# FICHA DE DESCRIÇÃO DE AFLORAMENTOS

AFLORAMENTO: 03

PERFIL Nº: 13

BACIA: TAUBATÉ

Fm.: RESENDE

GEÓLOGO: THAÍS C. ALMEIDA

DATA: 03/04/2007

ESCALA: 1:20

FOLHA: 01/02

## LEGENDA:



GRADAÇÃO NORMAL

M

MACIÇO



ESTRATIFICAÇÃO CRUZADA DE BAIXO ÂNGULO



MARCAS DE CARGA

| PROF.<br>(m) | GRANULOMETRIA<br>E ESBOÇO | ESTRUTURAS<br>E DEMAIS<br>FEIÇÕES | CIMENTO | DESCRIÇÃO                                                                                                                                                                                          | FÁCIES |
|--------------|---------------------------|-----------------------------------|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
|              | GR<br>SX                  | AREIA<br>MGG M F MF S A           |         |                                                                                                                                                                                                    |        |
| 3            |                           | <br>Elemento VI<br><br>M          |         | Arenito conglomerático maciço com presença de grânulos que se concentram mais na base. A rocha apresenta estratificação cruzada, evidenciada principalmente pelo alinhamento de grânulos e seixos. | G      |
| 2            |                           | M<br>Elemento I                   |         | Siltito de coloração cinza escuro, maciço, argiloso.                                                                                                                                               | I      |
| 1            |                           | M<br>Elemento II<br><br>M         |         | Arenito muito grosso com porções fluidizadas, tornando a rocha com aspecto maciço. Apresenta grânulos dispersos. A base do pacote apresenta estruturas de carga.                                   | F      |
|              |                           | M<br>Elemento I                   |         | Siltito de coloração cinza escuro, maciço. Apresenta-se mais argiloso que o siltito subjacente.                                                                                                    | I      |
|              |                           | M                                 |         | Siltito de coloração cinza, maciço, blocoso. Apresenta grânulos e seixos dispersos na matriz.                                                                                                      | I      |

FICHA DE DESCRIÇÃO DE AFLORAMENTOS

AFLORAMENTO: 03

PERFIL Nº: 13

BACIA: TAUBATÉ

Fm.: RESENDE

GEÓLOGO: THAÍS C. ALMEIDA

DATA: 03/04/2007

ESCALA: 1:20

FOLHA: 02/02

LEGENDA: M MACIÇO

CONTATO EROSIVO

| PROF.<br>(m) | GRANULOMETRIA<br>E ESBOÇO | ESTRUTURAS<br>E DEMAIS<br>FEIÇÕES | CIMENTO                   | DESCRIÇÃO                                                                                                                                                                                                                                             | FÁCIES           |
|--------------|---------------------------|-----------------------------------|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
|              | GR<br>SX                  | AREIA<br>MGG M F MF S<br>A        |                           |                                                                                                                                                                                                                                                       |                  |
| 7            |                           |                                   |                           |                                                                                                                                                                                                                                                       |                  |
| 6            |                           |                                   |                           |                                                                                                                                                                                                                                                       |                  |
| 5            |                           | M<br>M<br>M<br>M                  | Elemento I<br>Elemento VI | Siltito de coloração cinza escuro, maciço, argiloso.<br><br>Arenito maciço conglomerático com presença de grânulos que se concentram mais na base.<br><br>Arenito maciço grosso/muito grosso com presença de grânulos que se concentram mais na base. | I<br>E<br>E<br>E |

# FICHA DE DESCRIÇÃO DE AFLORAMENTOS

AFLORAMENTO: 03

PERFIL Nº: 14

BACIA: TAUBATÉ

Fm.: RESENDE

GEÓLOGO: THAÍS C. ALMEIDA

DATA: 03/04/2007

ESCALA: 1:20

FOLHA: 01/02

## LEGENDA:



GRADAÇÃO NORMAL



ESTRATIFICAÇÃO PLANO-PARALELA

M

MACIÇO

| PROF.<br>(m) | GRANULOMETRIA<br>E ESBOÇO | ESTRUTURAS<br>E DEMAIS<br>FEIÇÕES | CIMENTO | DESCRIÇÃO | FÁCIES |
|--------------|---------------------------|-----------------------------------|---------|-----------|--------|
|              | GR<br>SX                  | AREIA<br>MGG M F MF S A           |         |           |        |
|              |                           |                                   |         |           | D      |
|              |                           |                                   |         |           |        |
| 3            |                           |                                   |         |           | I      |
|              |                           |                                   |         |           |        |
| 2            |                           |                                   |         |           | G      |
|              |                           |                                   |         |           |        |
| 1            |                           |                                   |         |           | E      |
|              |                           |                                   |         |           |        |
|              |                           |                                   |         |           | I      |

## FICHA DE DESCRIÇÃO DE AFLORAMENTOS

**AFLORAMENTO: 03**

**PERFIL N°: 14**

**BACIA:** TAUBATÉ

**Fm.: RESENDE**

**GEÓLOGO:** THAÍS C. ALMEIDA

DATA: 03/04/2007

**ESCALA: 1:20**

FOLHA: 02/02

**LEGENDA: M** MACIÇO

| PROF.<br>(m) | GRANULOMETRIA E ESBOÇO |    |    |   |   |   |    |   |   |  | ESTRUTURAS E DEMAIS FEIÇÕES | CIMENTO | DESCRIÇÃO | FÁCIES |  |
|--------------|------------------------|----|----|---|---|---|----|---|---|--|-----------------------------|---------|-----------|--------|--|
|              | SX                     | GR | MG | G | M | F | MF | S | A |  |                             |         |           |        |  |
| 7            |                        |    |    |   |   |   |    |   |   |  |                             |         |           |        |  |
| 6            |                        |    |    |   |   |   |    |   |   |  |                             |         |           |        |  |
| 5            |                        |    |    |   |   |   |    |   |   |  |                             |         |           |        |  |
|              |                        |    |    |   |   |   |    |   |   |  |                             |         |           |        |  |
|              |                        |    |    |   |   |   |    |   |   |  |                             |         |           |        |  |
|              |                        |    |    |   |   |   |    |   |   |  |                             |         |           |        |  |
|              |                        |    |    |   |   |   |    |   |   |  |                             |         |           |        |  |
|              |                        |    |    |   |   |   |    |   |   |  |                             |         |           |        |  |
|              |                        |    |    |   |   |   |    |   |   |  |                             |         |           |        |  |
|              |                        |    |    |   |   |   |    |   |   |  |                             |         |           |        |  |
|              |                        |    |    |   |   |   |    |   |   |  |                             |         |           |        |  |
|              |                        |    |    |   |   |   |    |   |   |  |                             |         |           |        |  |
|              |                        |    |    |   |   |   |    |   |   |  |                             |         |           |        |  |
|              |                        |    |    |   |   |   |    |   |   |  |                             |         |           |        |  |
|              |                        |    |    |   |   |   |    |   |   |  |                             |         |           |        |  |
|              |                        |    |    |   |   |   |    |   |   |  |                             |         |           |        |  |
|              |                        |    |    |   |   |   |    |   |   |  |                             |         |           |        |  |
|              |                        |    |    |   |   |   |    |   |   |  |                             |         |           |        |  |
|              |                        |    |    |   |   |   |    |   |   |  |                             |         |           |        |  |
|              |                        |    |    |   |   |   |    |   |   |  |                             |         |           |        |  |
|              |                        |    |    |   |   |   |    |   |   |  |                             |         |           |        |  |
|              |                        |    |    |   |   |   |    |   |   |  |                             |         |           |        |  |
|              |                        |    |    |   |   |   |    |   |   |  |                             |         |           |        |  |
|              |                        |    |    |   |   |   |    |   |   |  |                             |         |           |        |  |
|              |                        |    |    |   |   |   |    |   |   |  |                             |         |           |        |  |
|              |                        |    |    |   |   |   |    |   |   |  |                             |         |           |        |  |
|              |                        |    |    |   |   |   |    |   |   |  |                             |         |           |        |  |
|              |                        |    |    |   |   |   |    |   |   |  |                             |         |           |        |  |
|              |                        |    |    |   |   |   |    |   |   |  |                             |         |           |        |  |
|              |                        |    |    |   |   |   |    |   |   |  |                             |         |           |        |  |
|              |                        |    |    |   |   |   |    |   |   |  |                             |         |           |        |  |
|              |                        |    |    |   |   |   |    |   |   |  |                             |         |           |        |  |
|              |                        |    |    |   |   |   |    |   |   |  |                             |         |           |        |  |
|              |                        |    |    |   |   |   |    |   |   |  |                             |         |           |        |  |
|              |                        |    |    |   |   |   |    |   |   |  |                             |         |           |        |  |
|              |                        |    |    |   |   |   |    |   |   |  |                             |         |           |        |  |
|              |                        |    |    |   |   |   |    |   |   |  |                             |         |           |        |  |
|              |                        |    |    |   |   |   |    |   |   |  |                             |         |           |        |  |
|              |                        |    |    |   |   |   |    |   |   |  |                             |         |           |        |  |
|              |                        |    |    |   |   |   |    |   |   |  |                             |         |           |        |  |
|              |                        |    |    |   |   |   |    |   |   |  |                             |         |           |        |  |
|              |                        |    |    |   |   |   |    |   |   |  |                             |         |           |        |  |
|              |                        |    |    |   |   |   |    |   |   |  |                             |         |           |        |  |
|              |                        |    |    |   |   |   |    |   |   |  |                             |         |           |        |  |
|              |                        |    |    |   |   |   |    |   |   |  |                             |         |           |        |  |
|              |                        |    |    |   |   |   |    |   |   |  |                             |         |           |        |  |
|              |                        |    |    |   |   |   |    |   |   |  |                             |         |           |        |  |
|              |                        |    |    |   |   |   |    |   |   |  |                             |         |           |        |  |
|              |                        |    |    |   |   |   |    |   |   |  |                             |         |           |        |  |
|              |                        |    |    |   |   |   |    |   |   |  |                             |         |           |        |  |
|              |                        |    |    |   |   |   |    |   |   |  |                             |         |           |        |  |
|              |                        |    |    |   |   |   |    |   |   |  |                             |         |           |        |  |
|              |                        |    |    |   |   |   |    |   |   |  |                             |         |           |        |  |
|              |                        |    |    |   |   |   |    |   |   |  |                             |         |           |        |  |
|              |                        |    |    |   |   |   |    |   |   |  |                             |         |           |        |  |
|              |                        |    |    |   |   |   |    |   |   |  |                             |         |           |        |  |
|              |                        |    |    |   |   |   |    |   |   |  |                             |         |           |        |  |
|              |                        |    |    |   |   |   |    |   |   |  |                             |         |           |        |  |
|              |                        |    |    |   |   |   |    |   |   |  |                             |         |           |        |  |
|              |                        |    |    |   |   |   |    |   |   |  |                             |         |           |        |  |
|              |                        |    |    |   |   |   |    |   |   |  |                             |         |           |        |  |
|              |                        |    |    |   |   |   |    |   |   |  |                             |         |           |        |  |
|              |                        |    |    |   |   |   |    |   |   |  |                             |         |           |        |  |
|              |                        |    |    |   |   |   |    |   |   |  |                             |         |           |        |  |
|              |                        |    |    |   |   |   |    |   |   |  |                             |         |           |        |  |
|              |                        |    |    |   |   |   |    |   |   |  |                             |         |           |        |  |
|              |                        |    |    |   |   |   |    |   |   |  |                             |         |           |        |  |
|              |                        |    |    |   |   |   |    |   |   |  |                             |         |           |        |  |
|              |                        |    |    |   |   |   |    |   |   |  |                             |         |           |        |  |
|              |                        |    |    |   |   |   |    |   |   |  |                             |         |           |        |  |
|              |                        |    |    |   |   |   |    |   |   |  |                             |         |           |        |  |
|              |                        |    |    |   |   |   |    |   |   |  |                             |         |           |        |  |
|              |                        |    |    |   |   |   |    |   |   |  |                             |         |           |        |  |
|              |                        |    |    |   |   |   |    |   |   |  |                             |         |           |        |  |
|              |                        |    |    |   |   |   |    |   |   |  |                             |         |           |        |  |
|              |                        |    |    |   |   |   |    |   |   |  |                             |         |           |        |  |
|              |                        |    |    |   |   |   |    |   |   |  |                             |         |           |        |  |
|              |                        |    |    |   |   |   |    |   |   |  |                             |         |           |        |  |
|              |                        |    |    |   |   |   |    |   |   |  |                             |         |           |        |  |

# FICHA DE DESCRIÇÃO DE AFLORAMENTOS

AFLORAMENTO: 03

PERFIL Nº: 15

BACIA: TAUBATÉ

Fm.: RESENDE

GEÓLOGO: THAÍS C. ALMEIDA

DATA: 03/04/2007

ESCALA: 1:20

FOLHA: 01/02

## LEGENDA:



GRADAÇÃO NORMAL

M

MACIÇO



MARCAS DE CARGA

| PROF.<br>(m) | GRANULOMETRIA<br>E ESBOÇO | ESTRUTURAS<br>E DEMAIS<br>FEIÇÕES | CIMENTO                               | DESCRIÇÃO                                                                                                                                                                                                                                                                                 | FÁCIES      |
|--------------|---------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
|              | GR<br>SX                  | AREIA<br>MGG M F MF S A           |                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                           |             |
| 3            |                           | <br>M<br>M<br>M<br>M              | Elemento V<br>Elem. I<br>Elemento VII | Gradação de conglomerado a arenito grosso com presença de grânulos e seixos que se concentram base e ficam menores e mais dispersos no topo<br><br>Siltito de coloração cinza escuro, maciço, argiloso.<br><br>Arenito grosso maciço com presença de grânulos dispersos em toda a camada. | E<br>I<br>D |
| 2            |                           | M                                 | Elemento I                            | Siltito de coloração cinza escuro, maciço. Apresenta-se mais argiloso que o siltito subjacente.                                                                                                                                                                                           | I           |
| 1            |                           | M                                 | Elemento V                            | Arenito maciço grosso com presença de grânulos e raros seixos que se concentram mais na base.                                                                                                                                                                                             | E           |
|              |                           | M                                 | Elemento I                            | Siltito de coloração cinza, maciço, blocoso. Apresenta grânulos e seixos dispersos na matriz.                                                                                                                                                                                             | I           |

FICHA DE DESCRIÇÃO DE AFLORAMENTOS

AFLORAMENTO: 03

PERFIL Nº: 15

BACIA: TAUBATÉ

Fm.: RESENDE

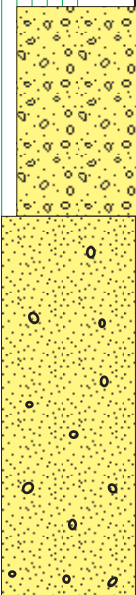
GEÓLOGO: THAÍS C. ALMEIDA

DATA: 03/04/2007

ESCALA: 1:20

FOLHA: 02/02

LEGENDA: ≡≡≡ ESTRATIFICAÇÃO PLANO-PARALELA INCIPIENTE  
M MACIÇO

| PROF.<br>(m) | GRANULOMETRIA<br>E ESBOÇO                                                                      | ESTRUTURAS<br>E DEMAIS<br>FEIÇÕES                                                      | CIMENTO | DESCRIÇÃO                                                                                                                                                                                                         | FÁCIES                    |
|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
|              | <div>GR<br/>SX</div> <div>AREIA<br/>MGG M F MF S<br/>A</div>                                   |                                                                                        |         |                                                                                                                                                                                                                   |                           |
| 7            |                                                                                                |                                                                                        |         |                                                                                                                                                                                                                   |                           |
| 6            |                                                                                                |                                                                                        |         |                                                                                                                                                                                                                   |                           |
| 5            | <div></div> | <div>M</div> <div>Elemento VII</div> <div>M</div> <div>Elemento V</div> <div>≡≡≡</div> |         | <div>Arenito grosso maciço com presença de grânulos dispersos em toda a camada.</div> <div>Arenito grosso com grânulos dispersos e uma estratificação plano-paralela incipiente em alguns níveis da camada.</div> | <div>D</div> <div>E</div> |

# FICHA DE DESCRIÇÃO DE AFLORAMENTOS

AFLORAMENTO: 02

PERFIL Nº: 16

BACIA: TAUBATÉ

Fm.: RESENDE

GEÓLOGO: THAÍS C. ALMEIDA

DATA: 03/04/2007

ESCALA: 1:20

FOLHA: 01/02

LEGENDA: M MACIÇO

| PROF.<br>(m) | GRANULOMETRIA<br>E ESBOÇO | ESTRUTURAS<br>E DEMAIS<br>FEIÇÕES | CIMENTO | DESCRIÇÃO                                                         | FÁCIES |
|--------------|---------------------------|-----------------------------------|---------|-------------------------------------------------------------------|--------|
|              | GR<br>SX                  | AREIA<br>MGG M F MF S A           |         |                                                                   |        |
|              |                           | M Elem. V                         |         | Arenito maciço grosso.                                            | H      |
|              |                           | M Elem. I                         |         | Siltito de coloração cinza, maciço, com raros grânulos dispersos. | I      |
|              |                           | M Elemento VII                    |         | Arenito maciço grosso.                                            | H      |
| 3            |                           | M Elemento I                      |         | Siltito de coloração cinza, maciço, com raros grânulos dispersos. | I      |
| 2            |                           | M Elemento V                      |         | Arenito maciço médio/grosso.                                      | H      |
| 1            |                           | M Elemento I                      |         | Siltito de coloração cinza, maciço, com raros grânulos dispersos. | I      |



FICHA DE DESCRIÇÃO DE AFLORAMENTOS

AFLORAMENTO: 02

PERFIL Nº: 16

BACIA: TAUBATÉ

Fm.: RESENDE

GEÓLOGO: THAÍS C. ALMEIDA

DATA: 03/04/2007

ESCALA: 1:20

FOLHA: 02/02

LEGENDA: M MACIÇO

| PROF.<br>(m) | GRANULOMETRIA<br>E ESBOÇO                                                                                                        | ESTRUTURAS<br>E DEMAIS<br>FEIÇÕES | CIMENTO      | DESCRIÇÃO                                                         | FÁCIES |
|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|--------------|-------------------------------------------------------------------|--------|
|              | <div><div>GR</div><div>SX</div><div>AREIA</div><div>MGG</div><div>M</div><div>F</div><div>MF</div><div>S</div><div>A</div></div> |                                   |              |                                                                   |        |
| 7            |                                                                                                                                  |                                   |              |                                                                   |        |
| 6            |                                                                                                                                  | M                                 | Elem. I      | Siltito de coloração cinza, maciço, com raros grânulos dispersos. | I      |
|              |                                                                                                                                  | M                                 | Elemento VII | Arenito maciço grosso.                                            | H      |
| 5            |                                                                                                                                  | M                                 | Elemento V   | Arenito maciço médio/grosso.                                      | H      |
|              |                                                                                                                                  | M                                 |              |                                                                   |        |

# FICHA DE DESCRIÇÃO DE AFLORAMENTOS

AFLORAMENTO: 02

PERFIL Nº: 17

BACIA: TAUBATÉ

Fm.: RESENDE

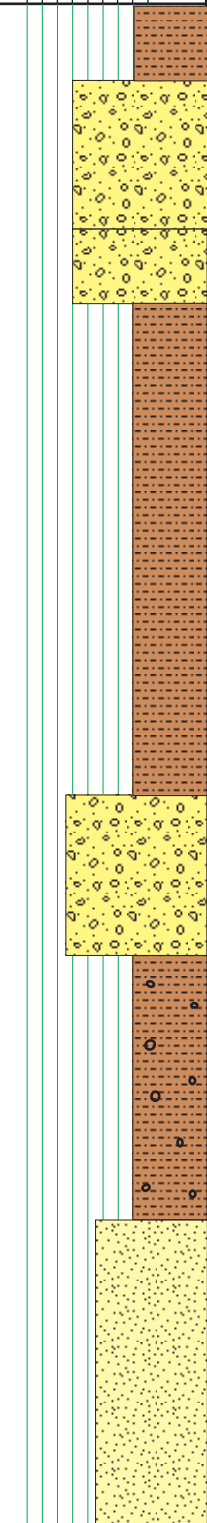
GEÓLOGO: THAÍS C. ALMEIDA

DATA: 03/04/2007

ESCALA: 1:20

FOLHA: 01/02

LEGENDA: M MACIÇO

| PROF.<br>(m) | GRANULOMETRIA<br>E ESBOÇO                                                          | ESTRUTURAS<br>E DEMAIS<br>FEIÇÕES | CIMENTO     | DESCRIÇÃO                                                                                | FÁCIES |
|--------------|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
|              | GR<br>SX                                                                           | AREIA<br>MGG M F MF S<br>A        |             |                                                                                          |        |
| 3            |  | M                                 | Elem. I     | Siltito de coloração cinza, maciço, com raros grânulos dispersos.                        | I      |
|              |                                                                                    | M                                 | Elemento VI | Arenito grosso maciço com presença de grânulos dispersos em toda a camada.               | D      |
|              |                                                                                    | M                                 | Elemento I  | Siltito de coloração cinza, maciço, com raros grânulos dispersos.                        | I      |
|              |                                                                                    | M                                 | Elemento II | Arenito grosso/muito grosso, maciço com presença de grânulos dispersos em toda a camada. | D      |
| 2            |                                                                                    | M                                 | Elemento I  | Siltito de coloração cinza, maciço, com grânulos dispersos.                              | I      |
| 1            |                                                                                    | M                                 |             | Arenito maciço fino/médio.                                                               | H      |

| FICHA DE DESCRIÇÃO DE AFLORAMENTOS |                  |                |              |
|------------------------------------|------------------|----------------|--------------|
| AFLORAMENTO: 02                    | PERFIL Nº: 17    | BACIA: TAUBATÉ | Fm.: RESENDE |
| GEÓLOGO: THAÍS C. ALMEIDA          | DATA: 03/04/2007 | ESCALA: 1:20   | FOLHA: 02/02 |

**Fm.: RESENDE**

FOLHA: 02/02

**LEGENDA: M** MACIÇO

| PROF.<br>(m) | GRANULOMETRIA<br>E ESBOÇO |              |   |   |    |        |  | ESTRUTURAS<br>E DEMAIS<br>FEIÇÕES | CIMENTO | DESCRIÇÃO                                                         | FÁCIES |
|--------------|---------------------------|--------------|---|---|----|--------|--|-----------------------------------|---------|-------------------------------------------------------------------|--------|
|              | GR<br>SX                  | AREIA<br>MGG | M | F | MF | S<br>A |  |                                   |         |                                                                   |        |
| 7            |                           |              |   |   |    |        |  |                                   |         |                                                                   |        |
| 6            |                           |              |   |   |    |        |  |                                   |         |                                                                   |        |
| 5            |                           |              |   |   |    |        |  | M                                 |         | Siltito de coloração cinza, maciço, com raros grânulos dispersos. | I      |

# FICHA DE DESCRIÇÃO DE AFLORAMENTOS

AFLORAMENTO: 01 (patamar alto)

PERFIL Nº: 18

BACIA: TAUBATÉ

Fm.: RESENDE

GEÓLOGO: THAÍS C. ALMEIDA

DATA: 03/04/2007

ESCALA: 1:20

FOLHA: 01/02

## LEGENDA:

**M** MACIÇO



ESTRATIFICAÇÃO CRUZADA ACANALADA



CONTATO EROSIVO



ESTRATIFICAÇÃO CRUZADA DE BAIXO ÂNGULO



ESTRATIFICAÇÃO PLANO-PARALELA

| PROF.<br>(m) | GRANULOMETRIA<br>E ESBOÇO            | ESTRUTURAS<br>E DEMAIS<br>FEIÇÕES | CIMENTO    | DESCRIÇÃO                                                                                                                                                                                                       | FÁCIES |
|--------------|--------------------------------------|-----------------------------------|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
|              | GR<br>SX<br>AREIA<br>MG G M F MF S A |                                   |            |                                                                                                                                                                                                                 |        |
|              |                                      | M                                 |            | Arenito gradado conglomerático, maciço com presença de grânulos dispersos em toda a camada.                                                                                                                     | D      |
|              |                                      |                                   |            |                                                                                                                                                                                                                 |        |
|              |                                      |                                   |            | Conglomerado clasto-suportado com estratificação plano-paralela.                                                                                                                                                | B      |
|              |                                      |                                   |            |                                                                                                                                                                                                                 |        |
| 3            |                                      |                                   |            | Arenito muito grosso com presença de grânulos e seixos dispersos na camada. Apresenta uma estratificação cruzada acanalada de direção N/NE, evidenciada principalmente pelo alinhamento dos grãos mais grossos. | C      |
|              |                                      | Elemento VI                       |            |                                                                                                                                                                                                                 |        |
| 2            |                                      |                                   |            | Arenito muito grosso com presença de grânulos e seixos dispersos mais concentrados na base da camada. Apresenta uma estratificação cruzada de baixo ângulo de direção N.                                        | C      |
|              |                                      |                                   |            |                                                                                                                                                                                                                 |        |
| 1            |                                      | M                                 |            | Arenito muito grosso maciço com presença de grânulos dispersos em toda a camada.                                                                                                                                | D      |
|              |                                      |                                   |            |                                                                                                                                                                                                                 |        |
|              |                                      |                                   |            | Arenito muito grosso com presença de grânulos dispersos mais concentrados na base da camada. Apresenta uma estratificação cruzada de baixo ângulo incipiente de direção W.                                      | C      |
|              |                                      |                                   |            |                                                                                                                                                                                                                 |        |
|              |                                      | M                                 | Elemento I | Siltito de coloração cinza, maciço, com grânulos dispersos.                                                                                                                                                     | I      |

## FICHA DE DESCRIÇÃO DE AFLORAMENTOS

**AFLORAMENTO:** 01 (patamar alto)

**PERFIL N°: 18**

**BACIA:** TAUBATÉ

**Fm.: RESENDE**

**GEÓLOGO:** THAÍS C. ALMEIDA

DATA: 03/04/2007

**ESCALA: 1:20**

FOLHA: 02/02

**LEGENDA: M** MACIÇO

| PROF.<br>(m) | GRANULOMETRIA<br>E ESBOÇO |    |    |   |   |   |    |   |   |    | ESTRUTURAS<br>E DEMAIS<br>FEIÇÕES | CIMENTO | DESCRIÇÃO | FÁCIES |  |
|--------------|---------------------------|----|----|---|---|---|----|---|---|----|-----------------------------------|---------|-----------|--------|--|
|              | SX                        | GR | MG | G | M | F | MF | S | A | D  |                                   |         |           | H      |  |
| 7            |                           |    |    |   |   |   |    |   |   |    |                                   |         |           |        |  |
| 6            |                           |    |    |   |   |   |    |   |   |    |                                   |         |           |        |  |
| 5            |                           |    |    |   |   |   |    |   |   |    |                                   |         |           |        |  |
|              |                           |    |    |   |   |   |    |   |   |    |                                   |         |           |        |  |
|              |                           |    |    |   |   |   |    |   |   |    |                                   |         |           |        |  |
|              |                           |    |    |   |   |   |    |   |   |    |                                   |         |           |        |  |
|              |                           |    |    |   |   |   |    |   |   |    |                                   |         |           |        |  |
|              |                           |    |    |   |   |   |    |   |   |    |                                   |         |           |        |  |
|              |                           |    |    |   |   |   |    |   |   |    |                                   |         |           |        |  |
|              |                           |    |    |   |   |   |    |   |   |    |                                   |         |           |        |  |
|              |                           |    |    |   |   |   |    |   |   |    |                                   |         |           |        |  |
|              |                           |    |    |   |   |   |    |   |   |    |                                   |         |           |        |  |
|              |                           |    |    |   |   |   |    |   |   |    |                                   |         |           |        |  |
|              |                           |    |    |   |   |   |    |   |   |    |                                   |         |           |        |  |
|              |                           |    |    |   |   |   |    |   |   |    |                                   |         |           |        |  |
|              |                           |    |    |   |   |   |    |   |   |    |                                   |         |           |        |  |
|              |                           |    |    |   |   |   |    |   |   |    |                                   |         |           |        |  |
|              |                           |    |    |   |   |   |    |   |   |    |                                   |         |           |        |  |
|              |                           |    |    |   |   |   |    |   |   |    |                                   |         |           |        |  |
|              |                           |    |    |   |   |   |    |   |   |    |                                   |         |           |        |  |
|              |                           |    |    |   |   |   |    |   |   |    |                                   |         |           |        |  |
|              |                           |    |    |   |   |   |    |   |   |    |                                   |         |           |        |  |
|              |                           |    |    |   |   |   |    |   |   |    |                                   |         |           |        |  |
|              |                           |    |    |   |   |   |    |   |   |    |                                   |         |           |        |  |
|              |                           |    |    |   |   |   |    |   |   |    |                                   |         |           |        |  |
|              |                           |    |    |   |   |   |    |   |   |    |                                   |         |           |        |  |
|              |                           |    |    |   |   |   |    |   |   |    |                                   |         |           |        |  |
|              |                           |    |    |   |   |   |    |   |   |    |                                   |         |           |        |  |
|              |                           |    |    |   |   |   |    |   |   |    |                                   |         |           |        |  |
|              |                           |    |    |   |   |   |    |   |   |    |                                   |         |           |        |  |
|              |                           |    |    |   |   |   |    |   |   |    |                                   |         |           |        |  |
|              |                           |    |    |   |   |   |    |   |   |    |                                   |         |           |        |  |
|              |                           |    |    |   |   |   |    |   |   |    |                                   |         |           |        |  |
|              |                           |    |    |   |   |   |    |   |   |    |                                   |         |           |        |  |
|              |                           |    |    |   |   |   |    |   |   |    |                                   |         |           |        |  |
|              |                           |    |    |   |   |   |    |   |   |    |                                   |         |           |        |  |
|              |                           |    |    |   |   |   |    |   |   |    |                                   |         |           |        |  |
|              |                           |    |    |   |   |   |    |   |   |    |                                   |         |           |        |  |
|              |                           |    |    |   |   |   |    |   |   |    |                                   |         |           |        |  |
|              |                           |    |    |   |   |   |    |   |   |    |                                   |         |           |        |  |
|              |                           |    |    |   |   |   |    |   |   |    |                                   |         |           |        |  |
|              |                           |    |    |   |   |   |    |   |   |    |                                   |         |           |        |  |
|              |                           |    |    |   |   |   |    |   |   |    |                                   |         |           |        |  |
|              |                           |    |    |   |   |   |    |   |   |    |                                   |         |           |        |  |
|              |                           |    |    |   |   |   |    |   |   |    |                                   |         |           |        |  |
|              |                           |    |    |   |   |   |    |   |   |    |                                   |         |           |        |  |
|              |                           |    |    |   |   |   |    |   |   |    |                                   |         |           |        |  |
|              |                           |    |    |   |   |   |    |   |   |    |                                   |         |           |        |  |
|              |                           |    |    |   |   |   |    |   |   |    |                                   |         |           |        |  |
|              |                           |    |    |   |   |   |    |   |   |    |                                   |         |           |        |  |
|              |                           |    |    |   |   |   |    |   |   |    |                                   |         |           |        |  |
|              |                           |    |    |   |   |   |    |   |   |    |                                   |         |           |        |  |
|              |                           |    |    |   |   |   |    |   |   |    |                                   |         |           |        |  |
|              |                           |    |    |   |   |   |    |   |   |    |                                   |         |           |        |  |
|              |                           |    |    |   |   |   |    |   |   |    |                                   |         |           |        |  |
|              |                           |    |    |   |   |   |    |   |   |    |                                   |         |           |        |  |
|              |                           |    |    |   |   |   |    |   |   |    |                                   |         |           |        |  |
|              |                           |    |    |   |   |   |    |   |   |    |                                   |         |           |        |  |
|              |                           |    |    |   |   |   |    |   |   |    |                                   |         |           |        |  |
|              |                           |    |    |   |   |   |    |   |   |    |                                   |         |           |        |  |
|              |                           |    |    |   |   |   |    |   |   |    |                                   |         |           |        |  |
|              |                           |    |    |   |   |   |    |   |   |    |                                   |         |           |        |  |
|              |                           |    |    |   |   |   |    |   |   |    |                                   |         |           |        |  |
|              |                           |    |    |   |   |   |    |   |   |    |                                   |         |           |        |  |
|              |                           |    |    |   |   |   |    |   |   |    |                                   |         |           |        |  |
|              |                           |    |    |   |   |   |    |   |   |    |                                   |         |           |        |  |
|              |                           |    |    |   |   |   |    |   |   |    |                                   |         |           |        |  |
|              |                           |    |    |   |   |   |    |   |   |    |                                   |         |           |        |  |
|              |                           |    |    |   |   |   |    |   |   |    |                                   |         |           |        |  |
|              |                           |    |    |   |   |   |    |   |   |    |                                   |         |           |        |  |
|              |                           |    |    |   |   |   |    |   |   |    |                                   |         |           |        |  |
|              |                           |    |    |   |   |   |    |   |   |    |                                   |         |           |        |  |
|              |                           |    |    |   |   |   |    |   |   |    |                                   |         |           |        |  |
|              |                           |    |    |   |   |   |    |   |   |    |                                   |         |           |        |  |
|              |                           |    |    |   |   |   |    |   |   |    |                                   |         |           |        |  |
|              |                           |    |    |   |   |   |    |   |   |    |                                   |         |           |        |  |
|              |                           |    |    |   |   |   |    |   |   |    |                                   |         |           |        |  |
|              |                           |    |    |   |   |   |    |   |   |    |                                   |         |           |        |  |
|              |                           |    |    |   |   |   |    |   |   | </ |                                   |         |           |        |  |

# FICHA DE DESCRIÇÃO DE AFLORAMENTOS

**AFLORAMENTO:** 01 (patamar alto)

**PERFIL Nº:** 19

**BACIA:** TAUBATÉ

**Fm.:** RESENDE

**GEÓLOGO:** THAÍS C. ALMEIDA

**DATA:** 03/04/2007

**ESCALA:** 1:20

**FOLHA:** 01/01

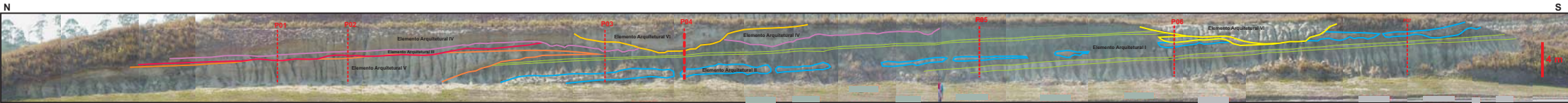
**LEGENDA:** M MACIÇO

| PROF.<br>(m) | GRANULOMETRIA<br>E ESBOÇO                                                                                                                  | ESTRUTURAS<br>E DEMAIS<br>FEIÇÕES | CIMENTO     | DESCRIÇÃO                                                                                | FÁCIES |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
|              | <div> <div>GR</div> <div>SX</div> <div>AREIA</div> <div>MGG</div> <div>M</div> <div>F</div> <div>MF</div> <div>S</div> <div>A</div> </div> |                                   |             |                                                                                          |        |
|              |                                                                                                                                            | M                                 |             | Arenito maciço grosso.                                                                   | H      |
| 3            |                                                                                                                                            | M                                 | Elemento VI | Arenito maciço grosso com presença de seixos muito grandes dispersos em toda a camada.   | D      |
|              |                                                                                                                                            | M                                 |             |                                                                                          |        |
| 2            |                                                                                                                                            | M                                 | Elemento I  | Siltito de coloração cinza, maciço. Apresenta-se mais argiloso que o siltito subjacente. | I      |
|              |                                                                                                                                            | M                                 |             |                                                                                          |        |
| 1            |                                                                                                                                            | M                                 |             | Arenito maciço médio/grosso.                                                             | H      |
|              |                                                                                                                                            | M                                 | Elemento I  | Siltito de coloração cinza, maciço, com grânulos dispersos.                              | I      |

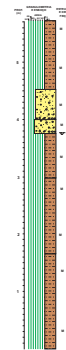
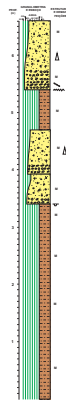
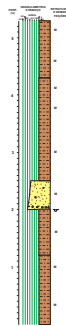
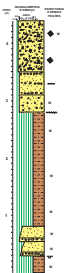
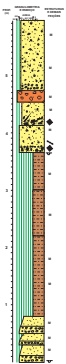
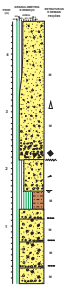
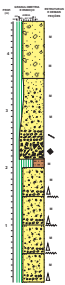
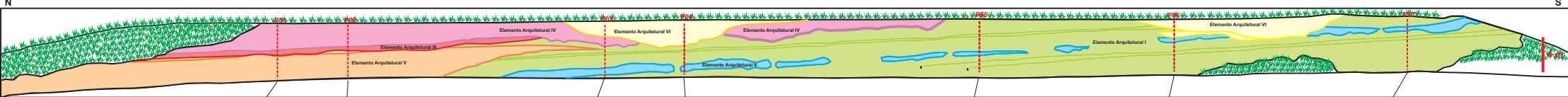
**ANEXO II – FOTOMOSAICOS E SEÇÕES INTERPRETADAS DOS  
AFLORAMENTOS**



INTERPRETAÇÃO DA ARQUITETURA DEPOSICIONAL DO AFLORAMENTO 1, RODOVIA DOM PEDRO I, KM 5



SEÇÃO GEOLÓGICA INTERPRETADA DO AFLORAMENTO 1, RODOVIA DOM PEDRO I, KM 5

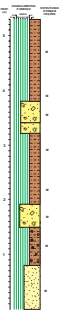
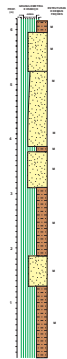
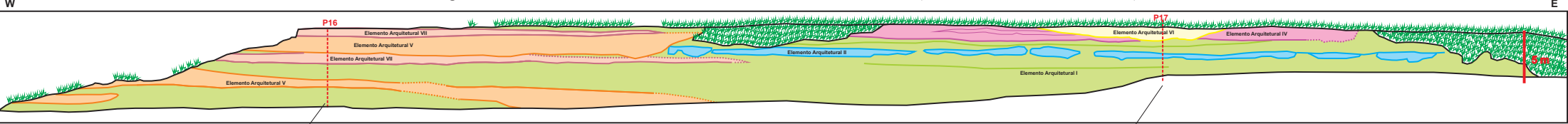


| LEGENDA DOS PERFIS              |                                  |
|---------------------------------|----------------------------------|
| <b>Litologia:</b>               |                                  |
|                                 | Arenito                          |
|                                 | Siltito                          |
|                                 | Conglomerado                     |
| <b>Estruturas Sedimentares:</b> |                                  |
|                                 | Intracasto argiloso              |
|                                 | Gradação normal                  |
|                                 | Maciço                           |
|                                 | Estratificação cruzada (ripples) |
|                                 | Marcas de carga                  |
|                                 | Grãos alinhados                  |
|                                 | Contato erosivo                  |
|                                 | Grãos alinhados                  |

INTERPRETAÇÃO DA ARQUITETURA DEPOSICIONAL DO AFLORAMENTO 2, RODOVIA DOM PEDRO I, KM 5



SEÇÃO GEOLÓGICA INTERPRETADA DO AFLORAMENTO 2, RODOVIA DOM PEDRO I, KM 5



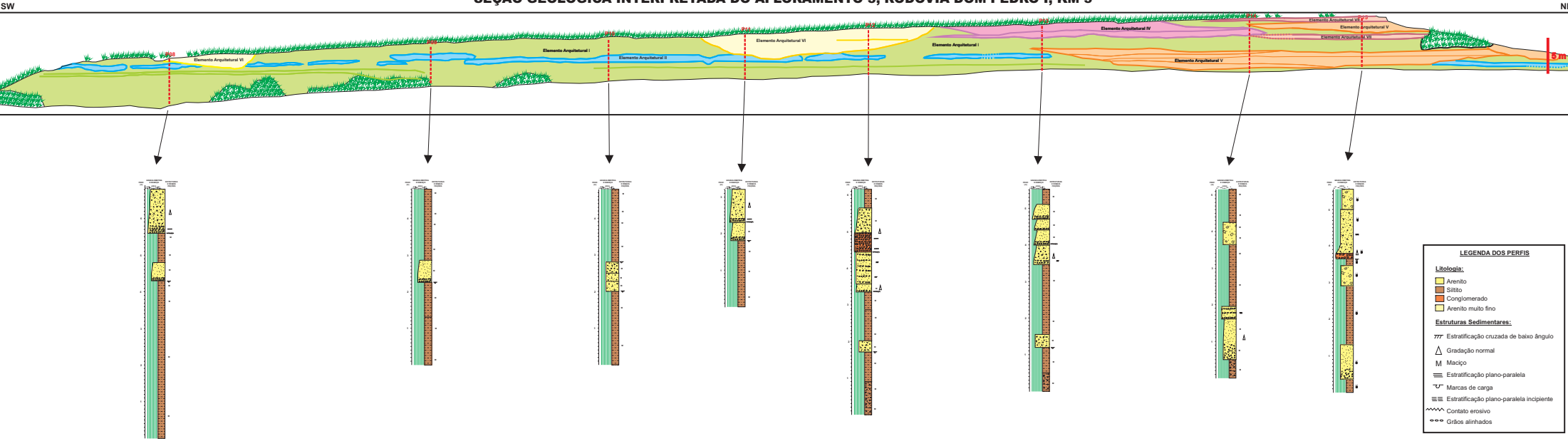
LEGENDA DOS PERFIS

|                          |                    |
|--------------------------|--------------------|
| Litológia:               |                    |
|                          | Arenito            |
|                          | Siltito            |
|                          | Arenito muito fino |
| Estruturas Sedimentares: |                    |
|                          | Maciço             |

INTERPRETAÇÃO DA ARQUITETURA DEPOSICIONAL DO AFLORAMENTO 3, RODOVIA DOM PEDRO I, KM 5



SEÇÃO GEOLÓGICA INTERPRETADA DO AFLORAMENTO 3, RODOVIA DOM PEDRO I, KM 5



**ANEXO III – FICHAS DE DESCRIÇÃO DO TESTEMUNHO DO POÇO PINDA-01**

FICHA DE DESCRIÇÃO DE TESTEMUNHOS

POÇO: PINDA - 01

BACIA: TAUBATÉ

Fm.: Resende / Tremembé (?)

CAMPO / ÁREA: 5 km a NE da cidade de Taubaté

GEÓLOGO: THAÍS C. ALMEIDA

DATA: 19/10/2006

ESCALA: 1:40

FOLHA: 01/12

LEGENDA: BIOTURBAÇÃO INTENSA  
 LAMINAÇÃO PLANO-PARALELA

| PROF.<br>(m) | CAIXA | AMOSTRAG | GRANULOMETRIA<br>E ESBOÇO                                                                                                                   | ESTRUTURAS<br>E DEMAIS<br>FEIÇÕES | CIMENTO | DESCRIÇÃO                                                                                                                                                                                               | FÁCIES   |
|--------------|-------|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
|              |       |          | <div><div>GR</div><div>SX</div><div>AREIA</div><div>MG</div><div>G</div><div>M</div><div>F</div><div>MF</div><div>S</div><div>A</div></div> |                                   |         |                                                                                                                                                                                                         |          |
| 480          |       |          |                                                                                                                                             |                                   |         |                                                                                                                                                                                                         |          |
| 481          |       |          |                                                                                                                                             |                                   |         | Folhelho laminado cinza escuro a preto, carbonoso,                                                                                                                                                      | IX       |
| 482          |       |          |                                                                                                                                             |                                   |         |                                                                                                                                                                                                         |          |
| 483          | 142   |          |                                                                                                                                             |                                   |         | Siltito argiloso intercalado com lâminas milimétricas de siltito / arenito muito fino. Apresenta intensa bioturbação na base e para o topo apresenta laminação plano-paralela e fragmentos de vegetais. | VII      |
| 484          |       |          |                                                                                                                                             |                                   |         |                                                                                                                                                                                                         |          |
| 485          |       |          |                                                                                                                                             | <br>                              |         |                                                                                                                                                                                                         | VI<br>IX |
| 486          | 143   |          |                                                                                                                                             | <br>                              |         |                                                                                                                                                                                                         | IX       |

# FICHA DE DESCRIÇÃO DE TESTEMUNHOS

POÇO: PINDA - 01

BACIA: TAUBATÉ

Fm.: Resende / Tremembé (?)

CAMPO / ÁREA: 5 km a NE da cidade de Taubaté

GEÓLOGO: THAÍS C. ALMEIDA

DATA: 19/10/2006

ESCALA: 1:40

FOLHA: 02/12

**LEGENDA:**  BIOTURBAÇÃO INTENSA  
 LAMINAÇÃO PLANO-PARALELA  
**M** MACIÇO  
 BIOTURBAÇÃO FRACA  
 GRÃOS ALINHADOS

 BIOTURBAÇÃO MODERADA

| PROF.<br>(m) | CAIXA | AMOSTRAG | GRANULOMETRIA<br>E ESBOÇO | ESTRUTURAS<br>E DEMAIS<br>FEIÇÕES                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | CIMENTO | DESCRIÇÃO | FÁCIES                                                                                                                    |          |
|--------------|-------|----------|---------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
|              |       |          | GR<br>SX                  | AREIA<br>MGG M F MF                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | S<br>A  |           |                                                                                                                           |          |
| 488          | 143   |          |                           | <br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br> |         |           | Arenito muito fino de coloração bege amarelada, intensamente bioturbado.                                                  | IX<br>VI |
| 489          |       |          |                           | <br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |         |           |                                                                                                                           | III      |
| 490          | 144   |          |                           | <br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |         |           |                                                                                                                           | IX       |
| 491          |       |          |                           | <br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |         |           | Folhelho cinza escuro laminado com níveis bioturbados e porções com granulometria aparentemente maior e menos carbonosas. | IX       |
| 492          |       |          |                           | <br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |         |           |                                                                                                                           | III      |
| 493          |       |          |                           | <br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |         |           | Siltito castanho-amarelado, maciço, mas com níveis com laminação plano-paralela, e bioturbado.                            | III      |
| 494          | 145   |          |                           | <br><br><br><br><br>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |         |           |                                                                                                                           | IX       |

FICHA DE DESCRIÇÃO DE TESTEMUNHOS

POÇO: PINDA - 01

BACIA: TAUBATÉ

Fm.: Resende / Tremembé (?)

CAMPO / ÁREA: 5 km a NE da cidade de Taubaté

GEÓLOGO: THAÍS C. ALMEIDA

DATA: 19/10/2006

ESCALA: 1:40

FOLHA: 03/12

LEGENDA:

BIOTURBAÇÃO INTENSA

LAMINAÇÃO PLANO-PARALELA

MACIÇO

ESTRATIFICAÇÃO CRUZADA DE BAIXO ÂNGULO

GRÃOS ALINHADOS

BIOTURBAÇÃO MODERADA

FILMES (DRAPES) DE LAMA

LAMINAÇÃO CRUZADA (RIPPLES)

FALHA OU FRATURA

| PROF.<br>(m) | CAIXA | AMOSTRAG | GRANULOMETRIA<br>E ESBOÇO | ESTRUTURAS<br>E DEMAIS<br>FEIÇÕES                                                                                                                                        | CIMENTO | DESCRIÇÃO                                                                                                                                                                                                                        | FÁCIES |
|--------------|-------|----------|---------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
|              |       |          | GR<br>SX                  | AREIA<br>MG G M F MF S A                                                                                                                                                 |         |                                                                                                                                                                                                                                  |        |
| 496          | 145   |          |                           | <div><div>BIOTURBAÇÃO INTENSA</div><div>LAMINAÇÃO PLANO-PARALELA</div><div>MACIÇO</div><div>ESTRATIFICAÇÃO CRUZADA DE BAIXO ÂNGULO</div><div>GRÃOS ALINHADOS</div></div> |         | Diamictito.                                                                                                                                                                                                                      | IX     |
| 497          |       |          |                           | <div><div>BIOTURBAÇÃO INTENSA</div><div>LAMINAÇÃO PLANO-PARALELA</div><div>MACIÇO</div><div>ESTRATIFICAÇÃO CRUZADA DE BAIXO ÂNGULO</div><div>GRÃOS ALINHADOS</div></div> |         | Folhelho cinza escuro, quase preto, carbonoso, com laminação plano-paralela e com níveis bioturbados. O folhelho apresenta finas intercalações de camadas milimétricas de material bem escuro com outro de coloração mais clara. | IX     |
| 498          | 146   |          |                           | <div><div>BIOTURBAÇÃO INTENSA</div><div>LAMINAÇÃO PLANO-PARALELA</div><div>MACIÇO</div><div>ESTRATIFICAÇÃO CRUZADA DE BAIXO ÂNGULO</div><div>GRÃOS ALINHADOS</div></div> |         | Siltito / arenito muito fino de coloração bege amarelada. A cor vai ficando mais escura (marrom) para o topo.                                                                                                                    | VII    |
| 499          |       |          |                           | <div><div>BIOTURBAÇÃO INTENSA</div><div>LAMINAÇÃO PLANO-PARALELA</div><div>MACIÇO</div><div>ESTRATIFICAÇÃO CRUZADA DE BAIXO ÂNGULO</div><div>GRÃOS ALINHADOS</div></div> |         | Arenito fino com filmes de argila formando microestratificações cruzadas de baixo ângulo e prováveis hummockys. As estratificações cruzadas parecem ter mais de uma direção.                                                     | VI     |
| 500          |       |          |                           | <div><div>BIOTURBAÇÃO INTENSA</div><div>LAMINAÇÃO PLANO-PARALELA</div><div>MACIÇO</div><div>ESTRATIFICAÇÃO CRUZADA DE BAIXO ÂNGULO</div><div>GRÃOS ALINHADOS</div></div> |         | Arenito muito fino contendo lentes de areia mais grossa.                                                                                                                                                                         | VI     |
| 501          | 147   |          |                           | <div><div>BIOTURBAÇÃO INTENSA</div><div>LAMINAÇÃO PLANO-PARALELA</div><div>MACIÇO</div><div>ESTRATIFICAÇÃO CRUZADA DE BAIXO ÂNGULO</div><div>GRÃOS ALINHADOS</div></div> |         |                                                                                                                                                                                                                                  | IX     |
| 502          |       |          |                           | <div><div>BIOTURBAÇÃO INTENSA</div><div>LAMINAÇÃO PLANO-PARALELA</div><div>MACIÇO</div><div>ESTRATIFICAÇÃO CRUZADA DE BAIXO ÂNGULO</div><div>GRÃOS ALINHADOS</div></div> |         | Siltito de coloração cinza, aparentemente maciço e com níveis de provável bioturbação. O contato com o folhelho cinza escuro que está acima é gradacional.                                                                       | VII    |



FICHA DE DESCRIÇÃO DE TESTEMUNHOS

POÇO: PINDA - 01

BACIA: TAUBATÉ

Fm.: Resende / Tremembé (?)

CAMPO / ÁREA: 5 km a NE da cidade de Taubaté

GEÓLOGO: THAÍS C. ALMEIDA

DATA: 19/10/2006

ESCALA: 1:40

FOLHA: 04/12

LEGENDA: BIOTURBAÇÃO INTENSA  
 FILMES (DRAPES) DE LAMA  
 DEFORMAÇÃO POR DOBRAS CONVOLUTAS  
 FALHA OU FRATURA

| PROF.<br>(m) | CAIXA | AMOSTRAG. | GRANULOMETRIA<br>E ESBOÇO |              |   |   |    |         |  | ESTRUTURAS<br>E DEMAIS<br>FEIÇÕES | CIMENTO | DESCRIÇÃO                                                                                                                                                                                                                                                               | FÁCIES |
|--------------|-------|-----------|---------------------------|--------------|---|---|----|---------|--|-----------------------------------|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
|              |       |           | GR-<br>SX                 | AREIA<br>MGG | M | F | MF | S<br>-A |  |                                   |         |                                                                                                                                                                                                                                                                         |        |
| 504          | 148   |           |                           |              |   |   |    |         |  |                                   |         | Arenito fino com presença de drapes e deformações que devem estar associadas a fluidização. Apresenta também níveis com bioturbação.                                                                                                                                    | VI     |
|              |       |           |                           |              |   |   |    |         |  |                                   |         |                                                                                                                                                                                                                                                                         |        |
|              |       |           |                           |              |   |   |    |         |  |                                   |         |                                                                                                                                                                                                                                                                         |        |
| 505          | 148   |           |                           |              |   |   |    |         |  |                                   |         | Arenito médio / grosso com presença de grânulos dispersos na matriz. Observa-se a presença de material mais fino intercalado com areia e retorcido dentro do arenito médio / grosso. Este material constitui o contato entre os dois pacotes de arenito médio / grosso. | II     |
|              |       |           |                           |              |   |   |    |         |  |                                   |         |                                                                                                                                                                                                                                                                         |        |
|              |       |           |                           |              |   |   |    |         |  |                                   |         |                                                                                                                                                                                                                                                                         |        |
| 506          | 148   |           |                           |              |   |   |    |         |  |                                   |         | Siltito maciço esverdeado.                                                                                                                                                                                                                                              | IV     |
|              |       |           |                           |              |   |   |    |         |  |                                   |         |                                                                                                                                                                                                                                                                         |        |
|              |       |           |                           |              |   |   |    |         |  |                                   |         |                                                                                                                                                                                                                                                                         |        |
| 507          | 148   |           |                           |              |   |   |    |         |  |                                   |         |                                                                                                                                                                                                                                                                         |        |
|              |       |           |                           |              |   |   |    |         |  |                                   |         |                                                                                                                                                                                                                                                                         |        |
|              |       |           |                           |              |   |   |    |         |  |                                   |         |                                                                                                                                                                                                                                                                         |        |
| 508          | 149   |           |                           |              |   |   |    |         |  |                                   |         | Argilito maciço, apresentando aspecto de talco e alguns níveis fraturados e variegados.                                                                                                                                                                                 | IV     |
|              |       |           |                           |              |   |   |    |         |  |                                   |         |                                                                                                                                                                                                                                                                         |        |
|              |       |           |                           |              |   |   |    |         |  |                                   |         |                                                                                                                                                                                                                                                                         |        |
| 509          | 149   |           |                           |              |   |   |    |         |  |                                   |         |                                                                                                                                                                                                                                                                         |        |
|              |       |           |                           |              |   |   |    |         |  |                                   |         |                                                                                                                                                                                                                                                                         |        |
|              |       |           |                           |              |   |   |    |         |  |                                   |         |                                                                                                                                                                                                                                                                         |        |
| 510          | 149   |           |                           |              |   |   |    |         |  |                                   |         |                                                                                                                                                                                                                                                                         |        |
|              |       |           |                           |              |   |   |    |         |  |                                   |         |                                                                                                                                                                                                                                                                         |        |
|              |       |           |                           |              |   |   |    |         |  |                                   |         |                                                                                                                                                                                                                                                                         |        |

FICHA DE DESCRIÇÃO DE TESTEMUNHOS

POÇO: PINDA - 01

BACIA: TAUBATÉ

Fm.: Resende / Tremembé (?)

CAMPO / ÁREA: 5 km a NE da cidade de Taubaté

GEÓLOGO: THAÍS C. ALMEIDA

DATA: 19/10/2006

ESCALA: 1:40

FOLHA: 05/12

LEGENDA:

LAMINAÇÃO CRUZADA (RIPPLES)

FILMES (DRAPES) DE LAMA

MARCAS DE CARGA

BIOTURBAÇÃO MODERADA

LAMINAÇÃO PLANO-PARALELA INCIPIENTE

FALHA OU FRATURA

| PROF.<br>(m) | CAIXA | AMOSTRAG | GRANULOMETRIA<br>E ESBOÇO | ESTRUTURAS<br>E DEMAIS<br>FEIÇÕES | CIMENTO | DESCRIÇÃO                                                                                        | FÁCIES |
|--------------|-------|----------|---------------------------|-----------------------------------|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
|              |       |          | GR<br>SX                  | AREIA<br>MGG M F MF               | S<br>A  |                                                                                                  |        |
| 512          | 150   |          |                           |                                   |         | Arenito fino com estratificação cruzada de baixíssimo ângulo e presença de drapes de lama.       | IV     |
|              |       |          |                           |                                   |         |                                                                                                  | VI     |
|              |       |          |                           |                                   |         |                                                                                                  | IV     |
|              |       |          |                           |                                   |         |                                                                                                  | VI     |
| 513          | 151   |          |                           |                                   |         | Arenito grosso com drapes de argila. No topo o contato é irregular com o arenito que está acima. | II     |
|              |       |          |                           |                                   |         |                                                                                                  | II     |
| 514          |       |          |                           |                                   |         |                                                                                                  |        |
| 515          |       |          |                           |                                   |         |                                                                                                  | IV     |
| 516          | 151   |          |                           |                                   |         | Arenito maciço.                                                                                  | V      |
| 517          |       |          |                           |                                   |         | Argilito cinza-esverdeado com porções variegadas.                                                | V      |
|              |       |          |                           |                                   |         |                                                                                                  | IV     |
|              |       |          |                           |                                   |         |                                                                                                  | IV     |
| 518          | 151   |          |                           |                                   |         | Arenito fino maciço com grânulos dispersos.                                                      | II     |
|              |       |          |                           |                                   |         | Argilito cinza, com porções variegadas.                                                          | II     |
|              |       |          |                           |                                   |         |                                                                                                  | II     |
|              |       |          |                           |                                   |         |                                                                                                  | IV     |

# FICHA DE DESCRIÇÃO DE TESTEMUNHOS

POÇO: PINDA - 01

BACIA: TAUBATÉ

Fm.: Resende / Tremembé (?)

CAMPO / ÁREA: 5 km a NE da cidade de Taubaté

GEÓLOGO: THAÍS C. ALMEIDA

DATA: 19/10/2006

ESCALA: 1:40

FOLHA: 06/12

LEGENDA:  FALHA OU FRATURA

| PROF.<br>(m) | CAIXA | AMOSTRAG | GRANULOMETRIA<br>E ESBOÇO |       |   |    |   |   | ESTRUTURAS<br>E DEMAIS<br>FEIÇÕES | CIMENTO | DESCRIÇÃO                                                                                                    | FÁCIES |
|--------------|-------|----------|---------------------------|-------|---|----|---|---|-----------------------------------|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
|              |       |          | GR-                       | AREIA | S | MG | G | M |                                   |         |                                                                                                              |        |
|              |       |          | SX                        | M     | F | MF |   | A |                                   |         |                                                                                                              |        |
| 520          | 152   |          |                           |       |   |    |   |   |                                   |         | Arenito maciço, muito mal selecionado, contendo grânulos e seixos de composição variada dispersos na matriz. | II     |
|              |       |          |                           |       |   |    |   |   |                                   |         | Arenito gradado de fino / médio a fino, contendo grânulos dispersos na base da camada.                       | V      |
| 521          |       |          |                           |       |   |    |   |   |                                   |         | Arenito fino, maciço.                                                                                        | V      |
| 522          | 153   |          |                           |       |   |    |   |   |                                   |         | Argilito cinza médio com algumas manchas avermelhadas de oxidação. Maciço.                                   | IV     |
|              |       |          |                           |       |   |    |   |   |                                   |         |                                                                                                              | II     |
| 523          |       |          |                           |       |   |    |   |   |                                   |         |                                                                                                              | IV     |
| 524          |       |          |                           |       |   |    |   |   |                                   |         |                                                                                                              |        |
| 525          |       |          |                           |       |   |    |   |   |                                   |         | Arenito muito fino contendo grãos de areia muito grossa dispersos.                                           | V      |
| 526          |       |          |                           |       |   |    |   |   |                                   |         | Argilito variegado.                                                                                          | IV     |

# FICHA DE DESCRIÇÃO DE TESTEMUNHOS

POÇO: PINDA - 01

BACIA: TAUBATÉ

Fm.: Resende / Tremembé (?)

CAMPO / ÁREA: 5 km a NE da cidade de Taubaté

GEÓLOGO: THAÍS C. ALMEIDA

DATA: 19/10/2006

ESCALA: 1:40

FOLHA: 07/12

LEGENDA:  MARCAS DE CARGA

 FALHA OU FRATURA

| PROF.<br>(m) | CAIXA | AMOSTRAG | GRANULOMETRIA<br>E ESBOÇO | ESTRUTURAS<br>E DEMAIS<br>FEIÇÕES | CIMENTO | DESCRIÇÃO                                                                                                                  | FÁCIES |
|--------------|-------|----------|---------------------------|-----------------------------------|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
|              |       |          | GR<br>SX                  | AREIA<br>MG G M F MF S A          |         |                                                                                                                            |        |
| 528          | 154   |          |                           |                                   |         | Argilito maciço, variegado.                                                                                                | IV     |
| 529          |       |          |                           |                                   |         | Arenito grosso, mal selecionado, contendo fragmentos de composição variada e sem organização interna (sandy debris flow?)  | II     |
|              |       |          |                           |                                   |         |                                                                                                                            | II     |
| 530          |       |          |                           |                                   |         | Arenito gradado de fino a muito grosso com grânulos e seixos de composição variada. Não se observa imbricamento de seixos. | IV     |
|              |       |          |                           |                                   |         |                                                                                                                            | II     |
| 531          |       |          |                           |                                   |         |                                                                                                                            | IV     |
| 532          |       |          |                           |                                   |         | Arenito maciço médio com alguns grânulos dispersos.                                                                        | II     |
|              |       |          |                           |                                   |         |                                                                                                                            | V      |
| 533          | 155   |          |                           |                                   |         | Siltito cinza esverdeado com aspecto de talco.                                                                             | IV     |
|              |       |          |                           |                                   |         |                                                                                                                            | II     |
|              |       |          |                           |                                   |         |                                                                                                                            | IV     |
| 534          |       |          |                           |                                   |         | Arenito maciço com poucos grânulos dispersos.                                                                              | II     |
|              |       |          |                           |                                   |         |                                                                                                                            | II     |

# FICHA DE DESCRIÇÃO DE TESTEMUNHOS

|                             |                                              |              |              |
|-----------------------------|----------------------------------------------|--------------|--------------|
| POÇO: PINDA - 01            | BACIA: TAUBATÉ                               |              |              |
| Fm.: Resende / Tremembé (?) | CAMPO / ÁREA: 5 km a NE da cidade de Taubaté |              |              |
| GEÓLOGO: THAÍS C. ALMEIDA   | DATA: 19/10/2006                             | ESCALA: 1:40 | FOLHA: 08/12 |

## LEGENDA:

| PROF.<br>(m) | CAIXA | AMOSTRAG | GRANULOMETRIA<br>E ESBOÇO              | ESTRUTURAS<br>E DEMAIS<br>FEIÇÕES | CIMENTO | DESCRIÇÃO                                                                                                                                               | FÁCIES |
|--------------|-------|----------|----------------------------------------|-----------------------------------|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
|              |       |          | GR-<br>SX-<br>AREIA<br>MG G M F MF S A |                                   |         |                                                                                                                                                         |        |
| 536          | 156   |          |                                        |                                   |         |                                                                                                                                                         | V      |
|              |       |          |                                        |                                   |         |                                                                                                                                                         | V      |
| 537          |       |          |                                        |                                   |         |                                                                                                                                                         | V      |
|              |       |          |                                        |                                   |         |                                                                                                                                                         | V      |
| 538          |       |          |                                        |                                   |         | Arenito maciço médio de coloração bege, imaturo, com os grãos feldspáticos caulinizados. O topo da camada apresenta uma maior concentração de grânulos. | II     |
|              |       |          |                                        |                                   |         |                                                                                                                                                         | V      |
| 539          |       |          |                                        |                                   |         | Arenito grosso, mal selecionado, imaturo, semi-friável.                                                                                                 | II     |
|              |       |          |                                        |                                   |         |                                                                                                                                                         | II     |
|              |       |          |                                        |                                   |         |                                                                                                                                                         | II     |
| 540          |       |          |                                        |                                   |         | Arenito médio com grânulos e seixos bem grandes dispersos. Os seixos e grânulos tendem a sumir para o topo.                                             | II     |
|              |       |          |                                        |                                   |         |                                                                                                                                                         | II     |
| 541          | 157   |          |                                        |                                   |         | Arenito médio, micáceo, coloração cinza. Apresenta alguns grãos maiores dispersos (poucos).                                                             | V      |
|              |       |          |                                        |                                   |         |                                                                                                                                                         | II     |
| 542          |       |          |                                        |                                   |         | Argilito de coloração cinza esverdeada e com aspecto de talco. Apresenta fraturas de alto ângulo.                                                       | IV     |

# FICHA DE DESCRIÇÃO DE TESTEMUNHOS

POÇO: PINDA - 01

BACIA: TAUBATÉ

Fm.: Resende / Tremembé (?)

CAMPO / ÁREA: 5 km a NE da cidade de Taubaté

GEÓLOGO: THAÍS C. ALMEIDA

DATA: 19/10/2006

ESCALA: 1:40

FOLHA: 09/12

**LEGENDA:** ≡ ≡ LAMINAÇÃO PLANO-PARALELA INCIPIENTE

↖ LAMINAÇÃO CRUZADA (RIPPLES)

~~~~~ SUPERFÍCIE EROSIVA

| PROF.
(m) | CAIXA | AMOSTRAG | GRANULOMETRIA
E ESBOÇO | ESTRUTURAS
E DEMAIS
FEIÇÕES | CIMENTO | DESCRIÇÃO | FÁCIES |
|--------------|-------|----------|--|-----------------------------------|---------|---|--|
| | | | <div> <div>GR</div> <div>SX</div> <div>AREIA</div> <div>MGG</div> <div>M</div> <div>F</div> <div>MF</div> <div>S</div> <div>A</div> </div> | | | | |
| 544 | 158 | | | | | Arenito médio com grânulos e seixos dispersos e coloração cinza. | IV |
| 545 | | | | | | | V |
| 546 | | | | | | | II |
| 547 | | | | | | Arenito fino / médio cinza claro e com poucos grânulos.
Arenito grosso com grânulos, semi-friável.
Argilito variegado. | V
II
V
II
IV |
| 548 | | | | | | | II |
| 549 | 159 | | | | | Argilito variegado com aspecto blocoso. | II
IV |
| 550 | | | | | | Arenito gradado de grosso a fino / médio, sendo que no meio da camada ocorrem os maiores grânulos dispersos.

Arenito gradado de médio a fino com grande concentração de grânulos na porção de arenito médio.
Siltito com grânulos dispersos (parece um diamictito).
Argilito esverdeado com aparência de talco e vai ficando mais siltico para o topo. | II
V
II
II
II
III
IV |

FICHA DE DESCRIÇÃO DE TESTEMUNHOS

POÇO: PINDA - 01

BACIA: TAUBATÉ

Fm.: Resende / Tremembé (?)

CAMPO / ÁREA: 5 km a NE da cidade de Taubaté

GEÓLOGO: THAÍS C. ALMEIDA

DATA: 19/10/2006

ESCALA: 1:40

FOLHA: 10/12

LEGENDA:  FALHA OU FRATURA

| PROF.
(m) | CAIXA | AMOSTRAG | GRANULOMETRIA E ESBOÇO | | | | | | | | | | ESTRUTURAS E DEMAIS FEIÇÕES | CIMENTO | DESCRIÇÃO | FÁCIES | | |
|--------------|-------|----------|------------------------|----|----|---|---|---|----|---|---|--|-----------------------------|---------|-----------|--|--|----|
| | | | SX | GR | MG | G | M | F | MF | S | A | | | | | | | |
| 552 | 160 | | | | | | | | | | | | | | | Arenito fino com grânulos dispersos. Coloração cinza, micáceo. | | V |
| | | | | | | | | | | | | | | | | Pode haver uma laminação incipiente no siltito do topo. | | V |
| 553 | | | | | | | | | | | | | | | | Arenito grosso / muito grosso com grânulos dispersos, principalmente na base da camada. | | II |
| 554 | | | | | | | | | | | | | | | | Apresenta topo mais siltico. | | |
| 555 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 556 | | | | | | | | | | | | | | | | Argilito cinza escuro a variegado com aspecto blocoso (fraturado), mas com poucos níveis bem maciços e com aspecto de talco. | | IV |
| 557 | 161 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 558 | | | | | | | | | | | | | | | | Arenito grosso acinzentado com grânulos dispersos. | | II |
| | | | | | | | | | | | | | | | | Presença de raros grânulos dispersos. | | IV |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | V |

FICHA DE DESCRIÇÃO DE TESTEMUNHOS

POÇO: PINDA - 01

BACIA: TAUBATÉ

Fm.: Resende / Tremembé (?)

CAMPO / ÁREA: 5 km a NE da cidade de Taubaté

GEÓLOGO: THÁIS C. ALMEIDA

DATA: 19/10/2006

ESCALA: 1:40

FOLHA: 11/12

LEGENDA: ≡ ≡ LAMINAÇÃO PLANO-PARALELA INCIPIENTE

| PROF.
(m) | CAIXA | AMOSTRAG | GRANULOMETRIA
E ESBOÇO | ESTRUTURAS
E DEMAIS
FEIÇÕES | CIMENTO | DESCRIÇÃO | FÁCIES |
|--------------|-------|----------|---------------------------------------|-----------------------------------|---------|--|--------|
| | | | GR-
SX-AREIA
MGG M F MF S
-A | | | | V |
| | | | | | | | II |
| | | | | | | | II |
| | | | | | | | V |
| 568 | | | | | | | I |
| | | | | | | | V |
| | | | | | | | V |
| | | | | | | | V |
| 569 | 162 | | | | | Este nível está todo esverdeado, não apresenta-se variegado. | V |
| | | | | | | | IV |
| | | | | | | Arenito com grânulos dispersos e coloração cinza. | |
| 570 | | | | | | | II |
| | | | | ≡ ≡ | | Arenito gradado de grosso a fino, coloração bege, apresentando grênulos dispersos na matriz e uma laminação plano-paralela incipiente no topo. O pacote da base deste arenito apresenta porções cimentadas. | V |
| | | | | | | | II |
| 571 | | | | | | | II |
| | | | | | | Siltito esverdeado com manchas vermelhas de oxidação e grãos dispersos de areia muito grossa. Esses grãos possuem composição variada (feldspato, quartzo, fragmentos líticos). Os grãos ficam mais concentrados na base de cada ciclo. Apresenta fraturas. | IV |
| 572 | | | | | | Arenito grosso, com grânulos dispersos. | II |
| | | | | | | Arenito muito fino esverdeado com níveis ricos em grânulos dispersos, maciço e apresenta manchas avermelhadas de oxidação no topo. | II |
| 573 | 163 | | | | | | V |
| | | | | | | | II |
| | | | | | | | I |
| 574 | | | | | | | II |
| | | | | | | | II |

FICHA DE DESCRIÇÃO DE TESTEMUNHOS

POÇO: PINDA - 01

BACIA: TAUBATÉ

Fm.: Resende / Tremembé (?)

CAMPO / ÁREA: 5 km a NE da cidade de Taubaté

GEÓLOGO: THAÍS C. ALMEIDA

DATA: 19/10/2006

ESCALA: 1:40

FOLHA: 12/12

LEGENDA:  FALHA OU FRATURA

| PROF.
(m) | CAIXA | AMOSTRAG | GRANULOMETRIA
E ESBOÇO | | | | | | | ESTRUTURAS
E DEMAIS
FEIÇÕES | CIMENTO | DESCRIÇÃO | FÁCIES |
|--------------|-------|----------|---------------------------|----|-------|----|---|---|----|-----------------------------------|---------|--|--------|
| | | | GR | SX | AREIA | MG | M | F | MF | S | A | | |
| 568 | 164 | | | | | | | | | | | Arenito fino com raros grãos mais grossos dispersos (Obs.: Verificar se a lama é da perfuração) | V |
| | | | | | | | | | | | | Arenito bege claro, fino a médio, maciço. | II |
| 569 | | | | | | | | | | | | Não se nota claramente um nível basal com grânulos, mas ocorrem níveis com maiores concentrações de grânulos. | V |
| | | | | | | | | | | | | A coloração mudou um pouco, está mais bege amarelado. | II |
| 570 | 165 | | | | | | | | | | | Argilito maciço com um nível de coloração vermelha na base (oxidação). O contato com a fácies B é gradacional. O topo é esverdeado e apresenta textura sedosa (similar a do talco). | I |
| | | | | | | | | | | | | Arenito com matriz de areia fina contendo muitos grânulos e seixos de composição variada (gnaisse, quartzo, feldspato) e coloração cinza | II |
| 571 | | | | | | | | | | | | Arenito médio com grânulos dispersos (alta concentração), coloração cinza clara esverdeada. | IV |
| | | | | | | | | | | | | Siltito esverdeado com manchas vermelhas de oxidação e grãos dispersos de areia muito grossa. Esses grãos possuem composição variada (feldspato, quartzo, fragmentos líticos). Os grãos ficam mais concentrados na base de cada ciclo. | II |
| 572 | 165 | | | | | | | | | | | | III |
| | | | | | | | | | | | | | III |
| 573 | | | | | | | | | | | | | II |
| 574 | | | | | | | | | | | | Embasamento gnaissico | |

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)