



**Fácies e Paleoambientes do Membro São Tomé  
(Formação Emborê) na Porção Emersa da Bacia de Campos**  
Facies and Paleoenvironments of São Tomé Member  
(Emborê Formation) in the Onshore Portion of Campos Basin

Thiago Gonçalves Carelli<sup>1</sup>; Josiane Branco Plantz<sup>1</sup>; Claudio Limeira Mello<sup>2</sup> & Leonardo Borghi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal do Rio de Janeiro, Centro de Ciências Matemáticas e da Natureza, Instituto de Geociências,  
Departamento de Geologia, Laboratório de Geologia Sedimentar (Lagesed),

Av. Athos da Silveira Ramos, 274, bloco J1, s/J1-011, 21.941-916, Campus Ilha do Fundão, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

<sup>2</sup>Universidade Federal do Rio de Janeiro, Centro de Ciências Matemáticas e da Natureza, Instituto de Geociências, Departamento  
de Geologia. Av. Athos da Silveira Ramos, 274, bloco G, 21.941-916, Campus Ilha do Fundão, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

E-mails: carelli@geologia.ufrj.br; josiane@geologia.ufrj.br; limeira@geologia.ufrj.br; lborghi@geologia.ufrj.br

Recebido em: 12/10/2018 Aprovado em: 30/01/2019

DOI: [http://dx.doi.org/10.11137/2019\\_1\\_454\\_470](http://dx.doi.org/10.11137/2019_1_454_470)

## Resumo

A porção submersa da Bacia de Campos apresenta um vasto conhecimento geológico acumulado ao longo de décadas de exploração petrolífera. Todavia, sua porção emersa é, ainda hoje, carente de estudos estratigráficos devido à escassez de dados de subsuperfície profundos, sobretudo quando relacionado ao Membro São Tomé da Formação Emborê, uma unidade não aflorante interpretada como o registro de sistemas deltaicos de alta energia (*fan deltas*). Tendo em vista contribuir para o conhecimento da região, este estudo teve por objetivo a caracterização sedimentológica e paleoambiental dos depósitos do Membro São Tomé que ocorrem em quatro testemunhos de sondagem (2-LF-1-RJ, 2-BG-1-RJ, 2-MU-1-RJ e 2-TO-1-RJ) recuperados na área do Complexo Deltaico do Rio Paraíba do Sul (CDRPS), porção emersa da Bacia de Campos. Oito fácies sedimentares foram caracterizadas (Lm, lamito maciço; LAm, lamito arenoso maciço; Het, acamamento heterolítico ondulado e/ou lenticular; Ae, arenito com estratificação cruzada; Am, arenito maciço; ALm, arenito lamoso maciço; ACm, arenito conglomerático maciço e Ccm, conglomerado fino maciço, sustentado pelos clastos), interpretadas em termos de processo deposicional e agrupadas em quatro associações de fácies (LA1, LA2, FL1 e FL2), permitindo assim a identificação de paleoambientes de leque aluvial e fluvial. As associações LA1 (constituída pelas fácies ACm, ALm, Am e LAm) e LA2 (constituída pelas fácies ALm, Am, LAm e Lm), que ocorrem nos testemunhos 2-MU-1-RJ, 2-BG-1-RJ e 2-TO-1-RJ, são interpretadas como o registro de leques aluviais desenvolvidos em áreas adjacentes aos principais sistemas de falhas (NE-SW) da região norte do estado do Rio de Janeiro. A associação FL1 (constituída pelas fácies ACm, Am, Ae, LAm e Lm), que ocorre no testemunho 2-TO-1-RJ, corresponde a depósitos de um sistema fluvial entrelaçado. Já a associação FL2 (constituída pelas fácies Ccm, Am, Ae, Het e Lm), que ocorre nos testemunhos 2-MU-1-RJ, 2-LF-1-RJ e 2-BG-1-RJ, sendo bem caracterizada neste último em função de seu maior percentual de recuperação, é interpretada como o registro de um sistema fluvial do tipo meandrante de baixa sinuosidade ou *wandering*.

**Palavras-chave:** Bacia de Campos; Formação Emborê; Estratigrafia

## Abstract

The offshore portion of the Campos Basin, an important passive margin basin located in the southeastern Brazil, presents an extensive geological background accumulated during decades of oil exploration. By contrast, its onshore portion is still devoid of stratigraphic studies due the paucity of deep subsurface data, mainly when related to the São Tomé Member of the Emborê Formation, a non outcrop unit interpreted as high energy deltaic systems (*fan deltas*). In order to improve the study area knowledge and support future stratigraphic discussions, this study aimed the sedimentological and paleoenvironmental characterization of São Tomé Member deposits found in four drillcores (2-MU-1-RJ, 2-BG-1-RJ, 2-TO-1-RJ and 2-LF-1-RJ) recovered at Paraíba do Sul Deltaic Complex (PSDC) area, onshore portion of Campos Basin. Eight sedimentary facies (Lm, massive mudstone; LAm, massive sandy mudstone; Het, wavy and/or lenticular heterolithic bedding; Ae, cross-stratified sandstone; Am, sand and/or massive sandstone; ALm, massive muddy sandstone; ACm, massive conglomeratic sandstone and Ccm, clast supported, massive fine conglomerate) were characterized, interpreted in terms of depositional processes and grouped in four facies associations (LA1, LA2, FL1 and FL2), allowing the identification of alluvial fan and fluvial paleoenvironments. LA1 (constituted by ACm, ALm, Am e LAm facies) and LA2 (constituted by ALm, Am, LAm e Lm facies) facies associations, which occur in the 2MU-1-RJ, 2-BG-1-RJ and 2-TO-1-RJ drillcores, are interpreted as alluvial fans developed adjacent to major NE-SW fault systems in the north of Rio de Janeiro state. FL1 facies association (constituted by ACm, Am, Ae, LAm e Lm facies), which occurs in 2-TO-1-RJ drillcore, is correspond to a braided fluvial system deposits. On the other hand, FL2 facies association (constituted by Ccm, Am, Ae, Het e Lm facies) that occur in the 2-MU-1-RJ, 2-LF-1-RJ e 2-BG-1-RJ drillcores, being better characterized in the latter drillcore due its higher recovery, is interpreted as a low sinuosity meandering or wandering fluvial system.

**Keywords:** Campos Basin; Emborê Formation; Stratigraphy

## 1 Introdução

A porção submersa (*offshore*) da Bacia de Campos, localizada na região sudeste do Brasil, apresenta um vasto conhecimento geológico acumulado ao longo de mais de três décadas de exploração petrolífera. Todavia sua porção emersa (*onshore*) é, ainda hoje, carente de estudos sedimentológicos e estratigráficos voltados à caracterização de seu registro sedimentar, sobretudo quando relacionado ao Membro São Tomé da Formação Emborê (Rangel *et al.*, 1994; Winter *et al.*, 2007), uma unidade não aflorante e caracterizada unicamente por meio de perfis geofísicos e amostras de testemunhos não contínuos do poço 2-CST-1-RJ, (*cf.* Schaller, 1973; Gama Jr., 1977) e, mais recentemente, no testemunho contínuo do poço 2-JU-1-RJ (*cf.* Vilela, 2015; Vilela *et al.*, 2016).

Divergências quanto a sua idade, interpretação paleoambiental e posição estratigráfica são comuns na literatura (Schaller, 1973; Gama Jr., 1977; Rangel *et al.*, 1994; Winter *et al.*, 2007; Lana, 2011) e devem-se, principalmente, à escassez de testemunhagens contínuas e a seu pobre conteúdo fossilífero, que impossibilitam a caracterização detalhada de seus depósitos, a observação de seus contatos e relações estratigráficas, além do estabelecimento de parâmetros precisos de cronocorrelação.

Tendo em vista contribuir para o conhecimento de subsuperfície da área emersa da Bacia de Campos e subsidiar futuras discussões estratigráficas, este estudo tem por objetivo a análise de fácies e interpretação paleoambiental dos depósitos atribuídos ao Membro São Tomé da Formação Emborê que ocorrem em quatro testemunhos de sondagem executados na atual área do Complexo Deltaico do Rio Paraíba do Sul (CDRPS), região norte do estado do Rio de Janeiro, porção emersa da bacia de Campos.

## 2 Contexto Geológico

A Bacia de Campos situada na região sudeste do Brasil, possui uma área aproximada de 100.000 km<sup>2</sup> e apresenta uma porção emersa (*onshore*) e outra submersa (*offshore*). Abrangendo parte da região costeira dos estados do Rio de Janeiro e do Espírito Santo, a bacia é delimitada a norte pelo Alto de Vi-

tória, a sul pelo Alto de Cabo Frio, a leste pelo Platô de São Paulo e, a oeste, por um sistema de falhas NE-SW que promove o contato das sucessões sedimentares com o embasamento cristalino (Winter *et al.*, 2007).

Em sua porção emersa, o registro litoestratigráfico (Figura 1) contempla o embasamento cristalino pré-cambriano, composto por rochas metamórficas paleo- e neoproterozoicas, suítes intrusivas neoproterozoicas e granitoides cambrianos (*q.v.* Silva & Cunha, 2001; Heilbron *et al.*, 2004); rochas vulcânicas eocretáceas da Formação Cabiúnas (Gama Jr., 1977; Lopes, 2004; Lana, 2011; Oliveira, 2015) e uma espessa sucessão sedimentar que se estende, de acordo com Lana (2011), do Neocretáceo ao Quaternário. Essa sucessão é constituída pelas formações Goitacás, Emborê (Membro São Tomé) e Barreiras (Rangel *et al.*, 1994; Winter *et al.*, 2007; Lana, 2011; Vilela, 2015; Vilela *et al.*, 2016), além dos depósitos associados à evolução do Complexo Deltaico do Rio Paraíba do Sul (Martin *et al.*, 1984; Silva, 1987; Martin *et al.*, 1997; Rocha *et al.*, 2013; Plantz, 2014; Gatto, 2016; Plantz, 2017; Plantz *et al.*, 2018; Carelli *et al.*, 2018).

Em termos históricos, a primeira descrição do Membro São Tomé da Formação Emborê (*sensu* Rangel *et al.*, 1994; Winter *et al.*, 2007) foi realizada por Schaller (1973), que registrou a ocorrência de uma espessa sucessão clástica de origem continental a partir de perfis geofísicos e amostras de testemunhos não contínuos do poço 2-CST-1-RJ (Cabo de São Tomé), localizado na porção emersa da Bacia de Campos (Figura 2), a qual foi denominada de “Fácies São Tomé” e interpretada como o registro proximal de sistemas deltaicos de alta energia do tipo *fan-delta*.

Visando a caracterização dos sistemas deposicionais da Bacia de Campos, esta sucessão foi descrita em maior detalhe por Gama Jr. (1977), que apontou o predomínio de arenitos e cascalhos mal selecionados, com abundante conteúdo argiloso de cor avermelhada, interpretados como o registro de um sistema fluvial entrelaçado ou meandrante psamítico (arenoso), os quais corresponderiam às fácies proximais (“Fácies Barras de Distributário”) do Sistema Deltaico Emborê.

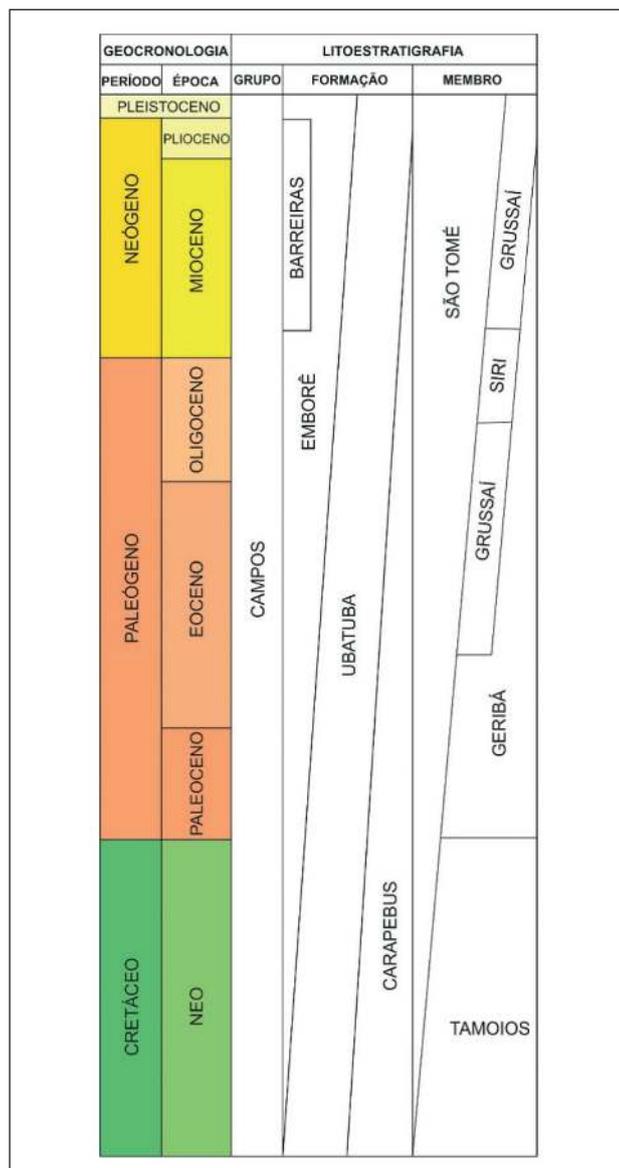


Figura 1 Diagrama crono-litoestratigráfico do Grupo Campos, Bacia de Campos (simplificado de Winter *et al.*, 2007).

Para Rangel *et al.* (1994) o Membro São Tomé designa os sedimentos clásticos de granulometria grossa e cores avermelhadas atribuídos a leques costeiros que ocorrem ao longo da borda oeste da Bacia de Campos. Entretanto, em proposta mais recente, Winter *et al.* (2007) advogou que o Membro São Tomé (conhecido informalmente como fácies clásticas) é caracterizado por conglomerados, arenitos e lamitos, depositados em paleoambientes de leques costeiros, deltaicos e plataforma costeira nerítica rasa.

Na região litorânea de Quissamã (RJ), parte sul do Complexo Deltaico do Rio Paraíba do Sul, o Membro São Tomé foi caracterizado no testemunho contínuo do poço 2-JU-1-RJ (Jurubatiba – Figura 2) como conglomerados sustentados pela matriz, arenitos feldspáticos, arenitos lamosos e lamitos, de cores acinzentadas e esverdeadas, interpretados como o registro de sistemas deposicionais de leque aluvial e fluvial entrelaçado (*cf.* Vilela *et al.*, 2016).

O esgarço conteúdo fossilífero da Formação Emborê dificulta a caracterização de sua idade deposicional e favorece inúmeras discussões na literatura. A partir de datações micropaleontológicas (foraminíferos e nanofósseis) Schaller (1973) e Gama Jr. (1977) estabeleceram uma idade oligocênica / pliocênica para o Membro São Tomé. Já Rangel *et al.* (1994) sugeriram uma provável idade do Maastrichtiano ao Holoceno; enquanto Winter *et al.* (2007) atribuíram uma idade que se estende do Neocretáceo ao Pleistoceno.

Na porção emersa da Bacia de Campos, Lana (2011) reconheceu dois importantes intervalos com base no conteúdo palinológico de amostras de testemunhos do poço 2-CST-1-RJ. O primeiro, que ocorre de 1 971 a 1 035 metros de profundidade, foi associado a Formação Goitacás e apresenta uma idade eocretácea baseado na abundância de dinoflagelados com domínio da espécie *Ovoidinium verrucosum*. Já o segundo, que ocorre de 1035 a 407 metros de profundidade, pode ser associado ao Membro São Tomé da Formação Emborê e apresenta uma idade terciária (Paleógeno/Neógeno) baseado na presença do pólen *Ulmodeipites krempii* Anderson, o qual embora apresente ocorrência desde o Neocretáceo (Maastrichtiano), é mais frequente na seção paleógena/neógena.

### 3 Material e Métodos

O material de estudo consta dos testemunhos contínuos de quatro poços de sondagem (Figura 2; Tabela 1), executados na área do Complexo Deltaico do Rio Paraíba do Sul, região norte do estado do Rio de Janeiro, porção emersa da Bacia de Campos (Figura 2).

Os testemunhos foram descritos em escala de 1:40, observando-se a litologia, estruturas sedimentares, contatos estratigráficos, textura (granulometria, seleção e arredondamento), composição, argilosidade,

fósseis (bioclastos e icnofósseis) e cores (cf. Munsell, 1991). A descrição contou com o auxílio de um estereomicroscópio (Zeiss Stemi 2000-C) e de um conjunto de peneiras (com aberturas de 2,00 mm; 1,00 mm; 0,50 mm; 0,25 mm; 0,125 mm e 0,063 mm) que permitiram a identificação expedita da granulometria, seleção e arredondamento.

Os dados descritivos gerados foram carregados no *software* CorelDraw® para elaboração de perfis litológicos, onde os intervalos estratigráficos atribuídos ao Membro São Tomé da Formação Emborê foram definidos com base nos trabalhos de Schaller (1973), Gama Jr. (1977), Rangel *et al.* (1994), Winter *et al.* (2007), Plantz (2014; 2017), Vilela (2015), Gatto (2016), Vilela *et al.* (2016), Plantz *et al.* (2018) e Carelli *et al.* (2018).

Nestes intervalos, foram coletadas 388 amostras (contendo aproximadamente 50 gramas cada) para realização de análises granulométricas, realizadas através do método de tamisação e pipetagem (*q.v.* Folk, 1954; 1968), a fim de refinar as descrições litológicas.

Poço	Localização	Pt	Te	Rt
2-TO-1-RJ (Tócos)	Localidade de Tócos, distrito de Tocos, Campos dos Goytacazes, RJ (21°51'33,36"S / 41°16'05,61"W*)	181,00 m	173,00 m	84%
2-MU-1-RJ (Mussurepe)	Localidade de Mussurepe, distrito de Mussurepe, Campos dos Goytacazes, RJ (21°55'17,02"S / 41°08'24,02"W*)	200,00 m	Não atingiu o embasamento	43%
2-BG-1-RJ (Baixa Grande)	Localidade de Baixa Grande, distrito de Santo Amaro, Campos dos Goytacazes, RJ (21°57'41,53"S / 41°09'14,90"W*)	410,00 m	385,30 m	92%
2-LF-1-RJ (Lagoa Feia)	Localidade de Pau Grande, distrito de Santo Amaro, Campos dos Goytacazes, RJ (22°03'25,74"S / 41°12'20,00"W*)	275,00 m	Não atingiu o embasamento	64%

Tabela 1 Dados relativos aos poços de sondagem analisados neste estudo. Pt = profundidade total; Te = topo do embasamento; Rt = recuperação total. \*Datum: WGS-84.

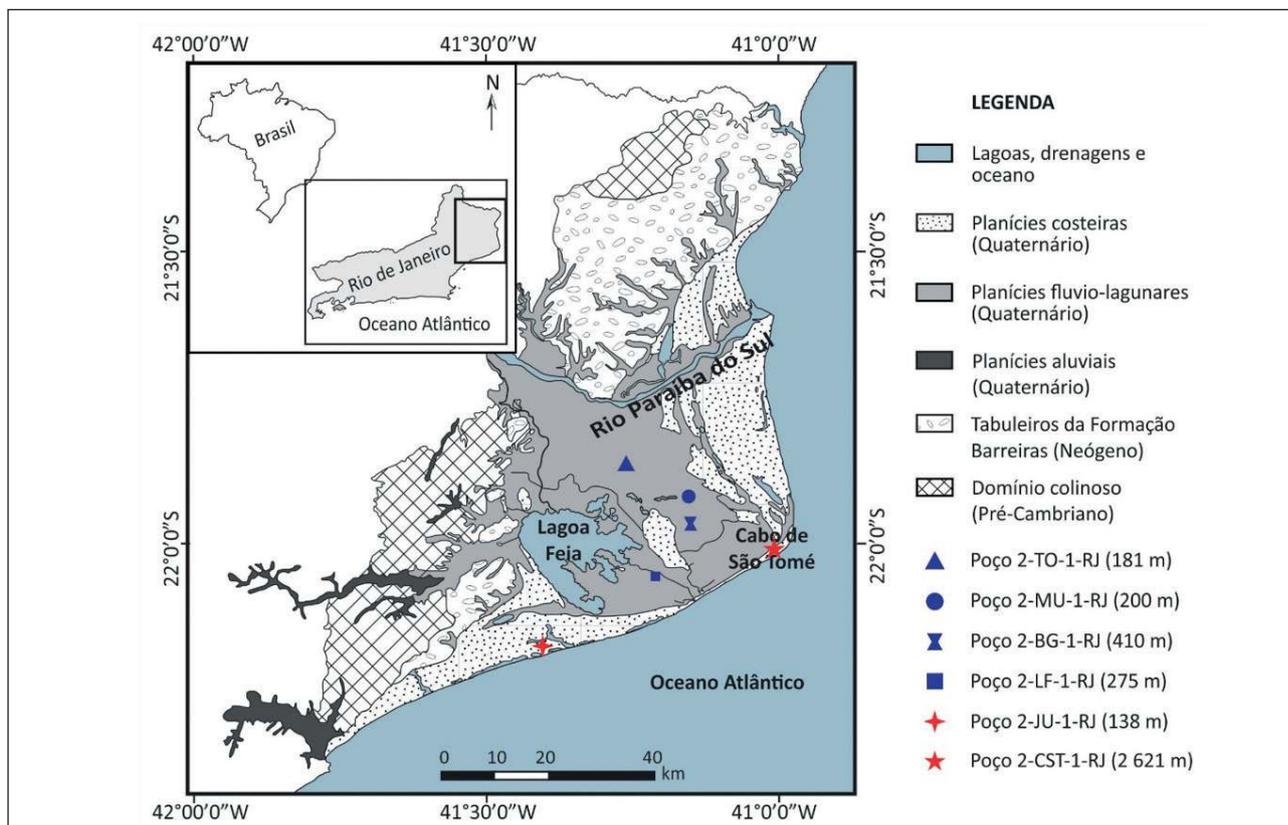


Figura 2 Área do Complexo Deltaico do Rio Paraíba do Sul, localizado na região norte do estado do Rio de Janeiro, porção emergsa da Bacia de Campos. Notar a localização dos poços analisados neste estudo (em azul) em relação àqueles analisados em trabalhos anteriores (em vermelho) (modificado de Silva & Cunha, 2001).

As fácies sedimentares foram caracterizadas segundo os conceitos de Selley (1970, 2000), Borghi (2000) e Walker (2006), observando-se principalmente a litologia, composição, cores e estruturas sedimentares; interpretadas em termos de processo deposicional e agrupadas em associações de fácies para interpretação do paleoambiente deposicional.

Como auxílio à caracterização faciológica foram realizadas: (i) análises petrográficas em 72 lâminas delgadas confeccionadas a partir de amostras coletadas ao longo dos intervalos analisados nos testemunhos. As lâminas foram descritas de forma qualitativa com auxílio do microscópio petrográfico (Zeiss Imager A2m) em luz transmitida / refletida e; (ii) imageamento por raios-X em nove amostras, que macroscopicamente exibem aspecto maciço ou estruturas incipientes, coletadas nos intervalos de interesse nos testemunhos dos poços 2-BG-1-RJ e 2-TO-1-RJ. As análises foram realizadas pelo Laboratório de Instrumentação Nuclear (LIN) da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) através do equipamento de raio-X Yxlon, modelo Y.TU-160-D05, com tensão máxima de 160 kV e foco de 1 mm. As imagens foram processadas no *software* Ic vision 10.2®, onde foram utilizados filtros de realce de detalhes, de contraste e brilho (Lut16bit – logln, Lut16bit – linear e Lut16bit – neg) para destacar as variações de densidade.

## 4 Resultados

### 4.1 Fácies Sedimentares

Oito fácies sedimentares foram caracterizadas para o Membro São Tomé da Formação Emborê nos testemunhos analisados (Tabela 2, Figuras 3 e 4). Destas, duas são lutíticas (Lm e LAm); uma heterolítica (Het); quatro areníticas (Ae, Am, ALm e ACm) e uma conglomerática (Ccm).

#### 4.1.1 Fácies Lutíticas

Fácies Lm (Figuras 3A e B; 4A)

Diagnose – Lamito maciço.

Descrição – Argilitos, argilitos sílticos e argilitos arenosos (> 70% argilosidade), frequentemente

Fácies	Diagnose	Interpretação	Ocorrência
Lm	Lamito maciço	Decantação de finos, com contribuição esporádica de fluxos trativos de baixa energia e reelaboração biogênica	2-BG-1-RJ 2-MU-1-RJ 2-TO-1-RJ 2-LF-1-RJ
LAm	Lamito arenoso maciço	Fluxos de detritos diluídos (corridas de lama)	2-BG-1-RJ 2-TO-1-RJ 2-LF-1-RJ
Het	Intercalações entre camadas de arenito e lamito formando acamamento heterolítico dos tipos ondulado e lenticular com manchas acastanhadas e amareladas	Decantação de finos alternada com fluxos trativos de baixa energia e alterações pós-deposicionais (oxidação e/ou pedogênese incipiente)	2-BG-1-RJ
Ae	Arenito com estratificação cruzada	Fluxos trativos unidirecionais, associado a migração de megaondulações em regime de fluxo inferior	2-BG-1-RJ 2-MU-1-RJ 2-TO-1-RJ 2-LF-1-RJ
Am	Areia/arenito maciço ou sem estrutura identificada	Fluxos trativos, por vezes, com alterações pós-deposicionais (oxidação e/ou pedogênese incipiente)	2-BG-1-RJ 2-MU-1-RJ 2-TO-1-RJ 2-LF-1-RJ
ALm	Arenito lamoso maciço	Fluxos de detritos coesivos	2-BG-1-RJ 2-TO-1-RJ 2-LF-1-RJ
ACm	Arenito conglomerático maciço	Fluxos trativos de alta energia	2-TO-1-RJ
Ccm	Conglomerado fino maciço, sustentado pelos clastos	Fluxos trativos de alta energia	2-BG-1-RJ 2-LF-1-RJ

Tabela 2 Síntese das fácies sedimentares descritas para o Membro São Tomé da Formação Emborê na área do CDRPS, porção emersa da Bacia de Campos.

maciços, variando de moderadamente a mal selecionados, que exibem cores predominantemente acinzentadas e esverdeadas (*very light gray* n° 8, *greenish gray 10Y 5/1*, *pale olive 10Y 6/2*) e, secundariamente, amareladas (*yellowish gray 5Y 7/2*). Alguns intervalos exibem um aspecto mosqueado atribuído a processos de alteração pós deposicionais (oxidação, pedogênese e bioturbações). Marcas de raízes incipientes, detritos vegetais e nódulos de ferro ocorrem localmente. Observações em lâminas petrográficas revelam que quartzo, microclínio, ortoclásio, muscovita e biotita são os minerais predominantes

na fração areia, a qual pode variar de muito fina a média, com grãos angulosos e subangulosos. Pirita, esferulitos de siderita, grãos minerais parcialmente dissolvidos e processos de substituição de argilas por óxido/hidróxido de ferro ocorrem localmente.

Interpretação – Decantação de finos, por vezes, com contribuição esporádica de fluxos trativos de baixa energia e reelaboração biogênica.

Fácies LAm (Figuras 3C e D; 4B)

Diagnose – Lamito arenoso maciço.

Descrição – Argilitos arenosos e siltitos areno-argilosos (70-51% de argilosidade) maciços, variando de muito mal a mal selecionados, por vezes contendo grânulos (quartzo e feldspato), que exibem cores predominantemente acinzentadas e esverdeadas (*light gray 5Y7/2*, *light olive gray 5Y6/2*, *greenish gray 5GY 6/1*, *pale olive 10Y6/2*) e, secundariamente, amareladas e acastanhadas (*pale greenish yellow 10Y 8/2*). Observações em lâminas petrográficas revelam que quartzo, microclínio e ortoclásio são os minerais predominantes na fração areia, a qual pode variar de muito fina a grossa com grãos angulosos e subangulosos. Pirita microcristalina, fragmentos carbonosos, grãos minerais parcialmente dissolvidos (ortoclásio e microclínio) e processos de substituição de argilas por óxido/hidróxido de ferro ocorrem localmente.

Interpretação – Fluxos de detritos diluídos (corridas de lama).

#### 4.1.2 Fácies Heterolítica

Fácies Het (Figuras 3E e 4C)

Diagnose – Intercalações entre arenitos e lamitos formando acamamento heterolítico, frequentemente oxidado.

Descrição – Intercalações de camadas centimétricas de arenitos e lamitos, constituindo acamamento heterolítico dos tipos ondulado (*wavy*) e lenticular (*linsen*), que exibem cores cinza esverdeada e amarelada (*pale olive 10Y6/2*, *dusky yellow 5Y6/4*, *yellowish gray 5Y7/2*) com intensa oxidação. Manchas alaranjadas e acastanhadas, além de marcas de

raízes ocorrem localmente. Observações em lâminas petrográficas revelam que as camadas lamíticas são constituídas por siltitos argilosos ou argilitos arenosos, frequentemente mal selecionados, por vezes contendo grânulos de quartzo e feldspato. Já as camadas areníticas, apresentam granulometria variando de fina a média, mal selecionadas, por vezes, micáceas e com grãos angulosos a subangulosos. Processos de substituição de argilas por óxido/hidróxido de ferro podem estar presentes.

Interpretação – Decantação de finos alternada com fluxos trativos de baixa energia e alterações pós-deposicionais (oxidação e/ou pedogênese incipiente).

#### 4.1.3 Fácies Areníticas

Fácies Ae (Figuras 3F e 4D)

Diagnose – Arenito com estratificação cruzada.

Descrição – Arenitos médios a grossos (< 25% de argilosidade) com estratificações cruzadas, variando de moderadamente a mal selecionados, com grãos angulosos a subangulosos, de cores acinzentadas, esverdeadas e amareladas (*light gray* nº 8, *light gray* nº 7, *very light gray* nº 8, *light greenish gray 10Y7/1*, *yellowish gray 5Y7/2*), por vezes, apresentando manchas amareladas e acastanhadas. Grânulos e seixos finos de quartzo e feldspato, além de intraclastos de argila, podem ocorrer de forma dispersa ou concentrados na base de algumas camadas. As estratificações são formadas por variações mineralógicas e/ou granulométricas e podem ocorrer parcialmente obliteradas por processos de alteração pós-deposicionais (oxidação e pedogênese incipiente), sendo necessária a utilização de técnicas petrográficas e/ou de imageamento por raios-X para sua diagnose. Observações em lâminas petrográficas revelam o predomínio de quartzo, microclínio e plagioclásio; com muscovita, biotita, granada, fragmentos carbonosos e litoclastos plutônicos ocorrendo subordinadamente. Grãos minerais parcialmente dissolvidos (feldspatos), micas parcialmente substituídas por caulim e siderita, além de argila infiltrada podem ocorrer em intervalos restritos (Figura 5C).

Interpretação – Fluxos trativos unidirecionais, associado a migração de megaondulações em regime de fluxo inferior, por vezes apresentando alteração pós-deposicional (oxidação e exposição subaérea).

Fácies Am (Figuras 3G e H; 4E)

Diagnose – Areia e/ou arenito maciço.

Descrição – Areias e arenitos, finos a grossos (10-40% de argilosidade), maciços ou sem estrutura observável, com grãos angulosos a subangulosos, variando de mal a moderadamente selecionados, que apresentam cores predominantemente acinzentadas e amareladas (*very light gray* n° 8, *light gray* n° 7, *reddish yellow* 7.5YR6/8, *yellowish gray* 5Y7/2, *dusky yellow* 5Y6/4) e, secundariamente, esverdeadas (*pale olive* 10Y6/2, *olive yellow* 5Y6/6). Grânulos (< 10%) de quartzo e feldspato podem ocorrer de forma dispersa ou na base de alguns intervalos. Observações realizadas em lâminas petrográficas provenientes de arenitos revelam o predomínio de quartzo, microclínio, plagioclásio e ortoclásio com muscovita, biotita, epidoto, turmalina, zircão e granada ocorrendo subordinadamente. Fragmentos carbonosos, esferulitos de siderita, grãos minerais dissolvidos e argila infiltrada podem ser observados em alguns intervalos areníticos (ver Figuras 5A, B, D, F, G e H).

Interpretação – Fluxos trativos, por vezes, com alterações pós-deposicionais (oxidação e/ou pedogênese incipiente).

Fácies ALm (Figuras 3I e J; 4F)

Diagnose – Arenito lamoso maciço.

Descrição – Arenitos argilosos (30-45% de argilosidade) maciços, variando de finos a grossos, com grãos angulosos a subangulosos, frequentemente mal selecionados, que apresentam cores predominantemente acinzentadas e esverdeadas (*very light gray* n° 8, *light gray* n° 7, *pale olive* 10Y6/2) e, secundariamente, amareladas (*yellowish gray* 5Y7/2). Grânulos (< 10%) de quartzo e feldspato podem ocorrer de forma dispersa. Manchas amareladas são observadas em alguns intervalos e estão associadas a processos de alteração pós-deposicional (oxidação). Observações em lâminas petrográficas revelam o predomínio de quartzo, ortoclásio, microclínio e plagioclásio, com muscovita, biotita, fragmentos de rocha plutônica, zircão e rutilo ocorrendo subordinadamente. Grãos de feldspatos e micas parcialmente dissolvidos e/ou fraturados (Figura 5E), além de processos de substituição de argilas por óxido/hidróxido de ferro podem estar presentes.

Interpretação – Fluxos de detritos coesivos.

Fácies ACm (Figuras 3K e 4G)

Diagnose – Arenito conglomerático maciço

Descrição – Arenitos muito grossos a grossos, conglomeráticos, maciços ou sem estrutura observável, com grãos angulosos a subangulosos, variando de muito mal a mal selecionados (< 25% de argilosidade), que apresentam predomínio de cores acinzentadas (*light gray* n°7, *light gray* 5Y 7/1 e *light gray* 5Y 7/2), por vezes, com manchas amareladas e avermelhadas que confere à rocha um aspecto mosqueado. Grânulos e seixos finos de quartzo e feldspatos são abundantes (< 30%). Intraclastos de argila e litoclastos (areníticos e graníticos) ocorrem de forma dispersa ou na base de alguns intervalos. Observações em lâminas petrográficas revelam o predomínio de quartzo, ortoclásio, microclínio e plagioclásio, com litoclastos plutônicos, biotita e muscovita ocorrendo subordinadamente. Argila infiltrada cobrindo constituintes primários e, por vezes, substituídas por óxido/hidróxido de ferro podem estar presentes em alguns intervalos.

Interpretação – Fluxos trativos de alta energia.

#### 4.1.4 fácies Conglomerática

Fácies Ccm (Figuras 3L e 4H)

Diagnose – Conglomerado sustentado pelos clastos, maciço.

Descrição – Conglomerado fino sustentado pelos clastos, maciço ou sem estrutura observável, mal selecionado (argilosidade < 15%), que exhibe cores acinzentadas (*light gray* n° 7, *gray* n° 6). Os clastos são constituídos essencialmente por quartzo e feldspato, subangulosos a subarredondados e com tamanho variando de grânulo a seixo fino. Intraclastos de argila podem ser observados em alguns intervalos. Os depósitos desta fácies ocorrem frequentemente inconsolidados ou com baixo grau de litificação, por vezes, exibindo manchas amareladas associadas a processos alteração pós-deposicional (oxidação). Observações em lâmina petrográfica de um intervalo consolidado revelam uma matriz are-

no-argilosa de granulometria média a grossa, mal selecionada e com grãos subangulosos, constituídos por quartzo, ortoclásio, microclínio, muscovita, granada e fragmentos de rocha plutônica, além

de argila infiltrada e grãos de feldspatos e micas parcialmente dissolvidos.

Interpretação – Fluxos trativos de alta energia.



Figura 3 Facies sedimentares identificadas nos testemunhos dos poços analisados. A e B. Facies Lm (lamito maciço). Note variação no grau de oxidação e argilosidade; C e D. Facies LAM (lamito arenoso maciço). Note variação no grau de oxidação e argilosidade; E. Facies Het (intercalações entre camadas de arenitos e lamitos com modificações pós-deposicionais); F. Facies Ae (arenito estratificado). Note estratificações formadas por variações granulométricas; G e H. Facies Am (areia e/ou arenito maciço). Note variação no grau de oxidação, pedogênese e consolidação; I e J. Facies ALm (arenito lamoso maciço). Note variação no grau de oxidação e argilosidade; K. Facies ACm (arenito conglomerático maciço); L. Facies Ccm (conglomerado fino maciço, suportado pelos clastos).

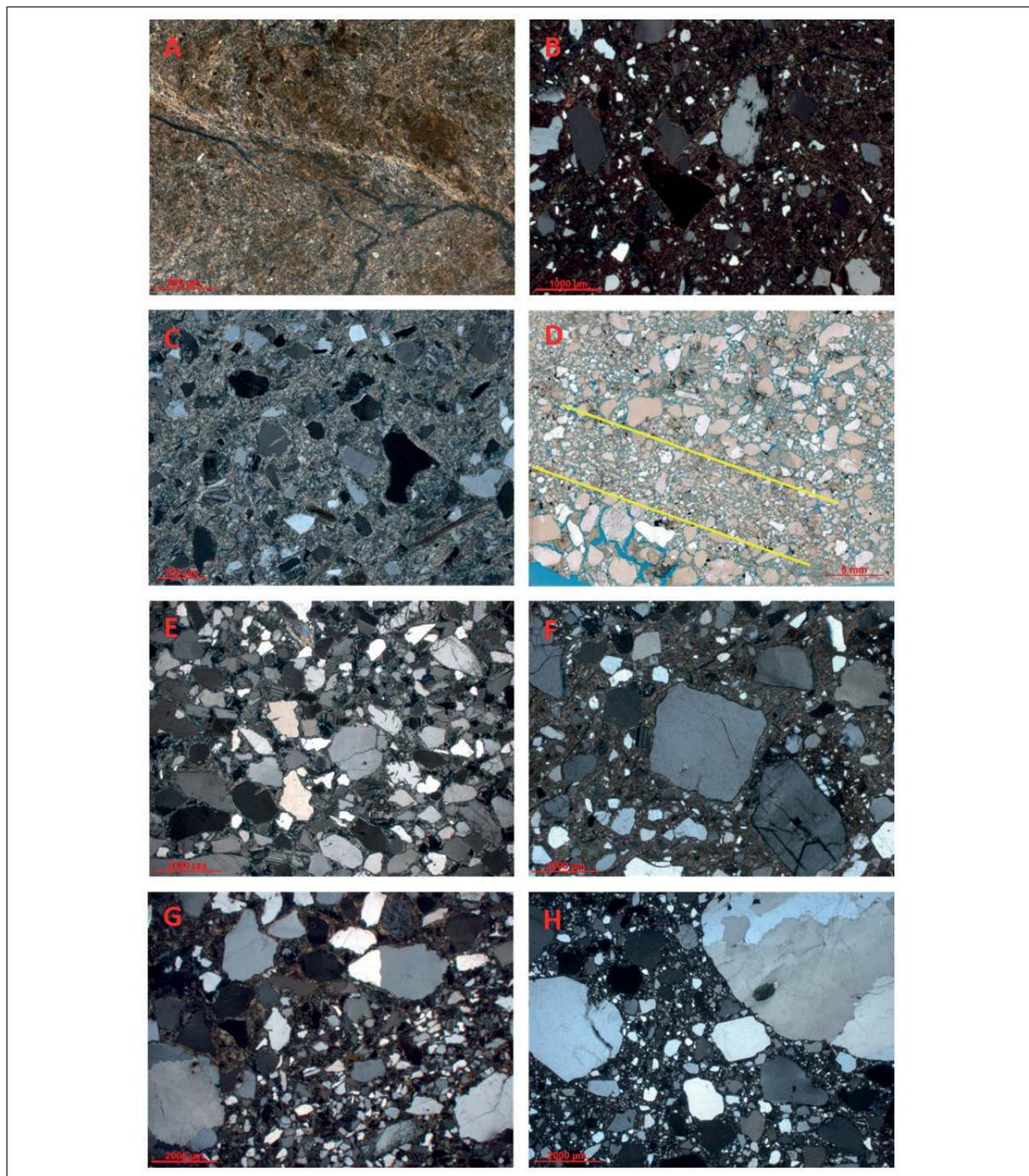


Figura 4 Apectos petrográficos das fácies sedimentares identificadas nos testemunhos dos poços analisados; A. Fotomicrografia da fácies Lm no testemunho 2-BG-1-RJ (356,60 m). Note elevado grau de oxidação; B. Fotomicrografia da fácies LAm no testemunho 2-TO-1-RJ (136,10 m); C. Fotomicrografia de uma camada arenítica da fácies Het no testemunho 2-BG-1-RJ (294,40 m); D. Fotomicrografia da fácies Ae no testemunho 2-BG-1-RJ (124,00 m). Note laminações produzidas por variações granulométricas; E. Fotomicrografia da fácies Am no testemunho 2-BG-1-RJ (108,60 m); F. Fotomicrografia da fácies ALm no testemunho 2-BG-1-RJ (356,60 m). Note grão minerais de tamanhos variados que ocorrem suspensos na matriz; G. Fotomicrografia da fácies ACm no testemunho 2-TO-1-RJ (158,60 m); H. Fotomicrografia da matriz areno-lamosa da fácies Ccm no testemunho 2-TO-1-RJ (257,70 m).

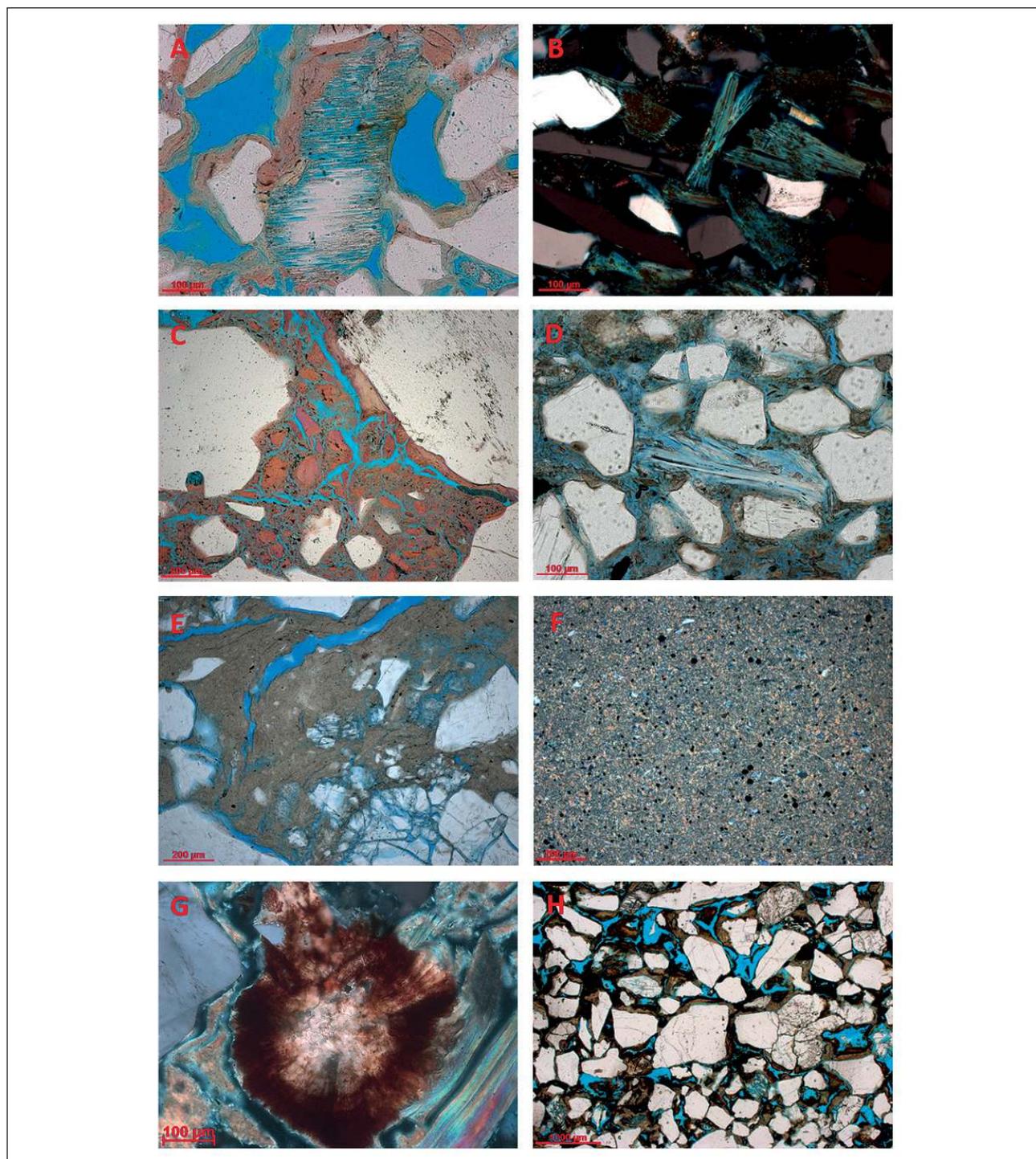


Figura 5 Aspectos petrográficos e diagenéticos das fácies sedimentares identificadas nos testemunhos dos poços analisados; A. Fotomicrografia de argila infiltrada e grão de feldspato parcialmente dissolvido (2-TO-1-RJ / 145,50 m); B. Fotomicrografia de biotita alterada e parcialmente substituída por siderita microcristalina (2-TO-1-RJ / 145,50 m); C. Fotomicrografia mostrando porosidade secundária por contração de argila infiltrada (2-TO-1-RJ / 128,35 m); D. Fotomicrografia de muscovita parcialmente substituída por caulim lamelar (2-BG-1-RJ / 212,75 m); E. Fotomicrografia mostrando porosidade secundária por contração de argila infiltrada e grão de feldspato fraturado (2-BG-1-RJ / 383,60 m); F. Fotomicrografia mostrando pirita substituindo a matriz (2-LF-1-RJ / 248,60 m); G. Fotomicrografia de esferulito de siderita (2-MU-1-RJ / 157,95 m); H. Fotomicrografia mostrando argila infiltrada e grãos de feldspato dissolvidos (2-LF-1-RJ / 161,40 m).

## 4.2 Associações de Fácies

Foram identificadas quatro associações de fácies (LA1, LA2, FL1 e FL2), a partir das quais se discerniram paleoambientes de leque aluvial e fluvial em diferentes intervalos estratigráficos nos testemunhos analisados (Figura 6).

### 4.2.1 Associação de Fácies

#### LA1 (Leque Aluvial Mediano)

É constituída pelas fácies ACm, ALm, Am e LAm, e ocorre na parte inferior do testemunho do poço 2-TO-1-RJ (Tócos) entre 173,00 e 155,30 metros de profundidade (Figura 6). O elevado grau de alteração do embasamento dificulta a identificação do contato com a sucessão sedimentar, a qual é caracterizada pela presença de arenitos conglomeráticos, arenitos lamosos e lamitos arenosos, organizados em ciclos deposicionais de espessura métrica (~2,00 m) que exibem uma incipiente tendência de afinamento granulométrico para o topo (*finning upward*).

Em sua porção inferior (173,00 m-163,50 m), os depósitos apresentam predomínio de cores cinza esverdeadas e elevada diversidade de minerais pesados (rutilo, turmalina, granada, monazita e zircão). Os ciclos deste intervalo são constituídos, a partir da base, por camadas de arenitos conglomeráticos muito grossos e mal selecionados, que exibem uma base erosiva e abundante conteúdo de grânulos e seixos finos de quartzo e feldspato, além de intraclastos lamíticos e litoclastos graníticos (fácies ACm). Essas camadas são sucedidas por arenitos lamosos maciços, de granulometria média a fina, mal selecionados, que exibem uma tendência de afinamento granulométrico para o topo (fácies ALm); os quais são frequentemente recobertos por lamitos arenosos que, por vezes, apresentam manchas amareladas e marcas de raízes incipientes (fácies LAm).

Já em sua porção superior (163,50 m-155,30 m), os depósitos apresentam cores acinzentadas e baixa diversidade de minerais pesados (rutilo e zircão). Neste intervalo, os ciclos exibem uma tendência de diminuição da espessura em direção ao topo do intervalo (*thinning upward*), sendo constituídos, a partir da base, por arenitos conglomeráticos grossos,

mal selecionados e com grânulos e seixos finos de quartzo e feldspato (fácies ACm), que são recobertos por camadas de arenitos maciços, frequentemente lamosos, de granulometria média a fina, mal selecionados (fácies Am e ALm) e que, por vezes, exibem manchas amareladas e acastanhadas.

### 4.2.2 Associação de Fácies

#### LA2 (Leque Aluvial Distal)

É constituída pelas fácies ALm, Am, LAm e Lm, e ocorre na parte inferior do testemunho do poço 2-BG-1-RJ (Baixa Grande) entre 385,30 e 295,60 metros de profundidade (Figura 6). O elevado grau de alteração do embasamento dificulta a identificação do contato com a sucessão sedimentar, a qual é caracterizada por uma baixa diversidade de minerais pesados (zircão e rutilo) e presença expressiva de arenitos lamosos e lamitos que exibem cores predominantemente cinza esverdeada e, secundariamente, amareladas.

Em sua porção inferior (385,30 m-371,00 m), ocorrem ciclos deposicionais constituídos, a partir da base, por camadas de arenitos lamosos maciços, variando de grossos a finos, mal selecionados que, por vezes, contêm grânulos de quartzo e feldspato (fácies ALm); os quais são sucedidos por camadas de lamitos arenosos maciços (fácies LAm), mal selecionados, que exibem um aumento da argilosidade em direção ao topo.

Na porção mediana desta sucessão (371,00 m-336,00 m), ocorre um expressivo intervalo constituído por camadas decimétricas a métricas de lamitos argilosos (fácies Lm) e lamitos arenosos (fácies LAm) maciços e mal selecionados. Já na porção superior (336,00 m-295,60 m), recorrem camadas de arenitos maciços, frequentemente lamosos, que variam de muito grossos a finos, mal selecionados e, por vezes, ricos em grânulos de quartzo e feldspatos (fácies Am e ALm), que são sucedidas por camadas de lamitos, também maciços, que variam de mal a bem selecionados e exibem manchas amareladas e marcas de raízes incipientes (fácies Lm e LAm).

### 4.2.3 Associação de Fácies

#### FL1 (Fluvial Entrelaçado)

É constituída pelas fácies ACm, Am, Ae, LAm e Lm, e ocorre na parte inferior do testemunho

Fácies e Paleambientes do Membro São Tomé (Formação Emborê) na Porção Emersa da Bacia de Campos  
 Thiago Gonçalves Carelli; Josiane Branco Plantz; Claudio Limeira Mello & Leonardo Borghi

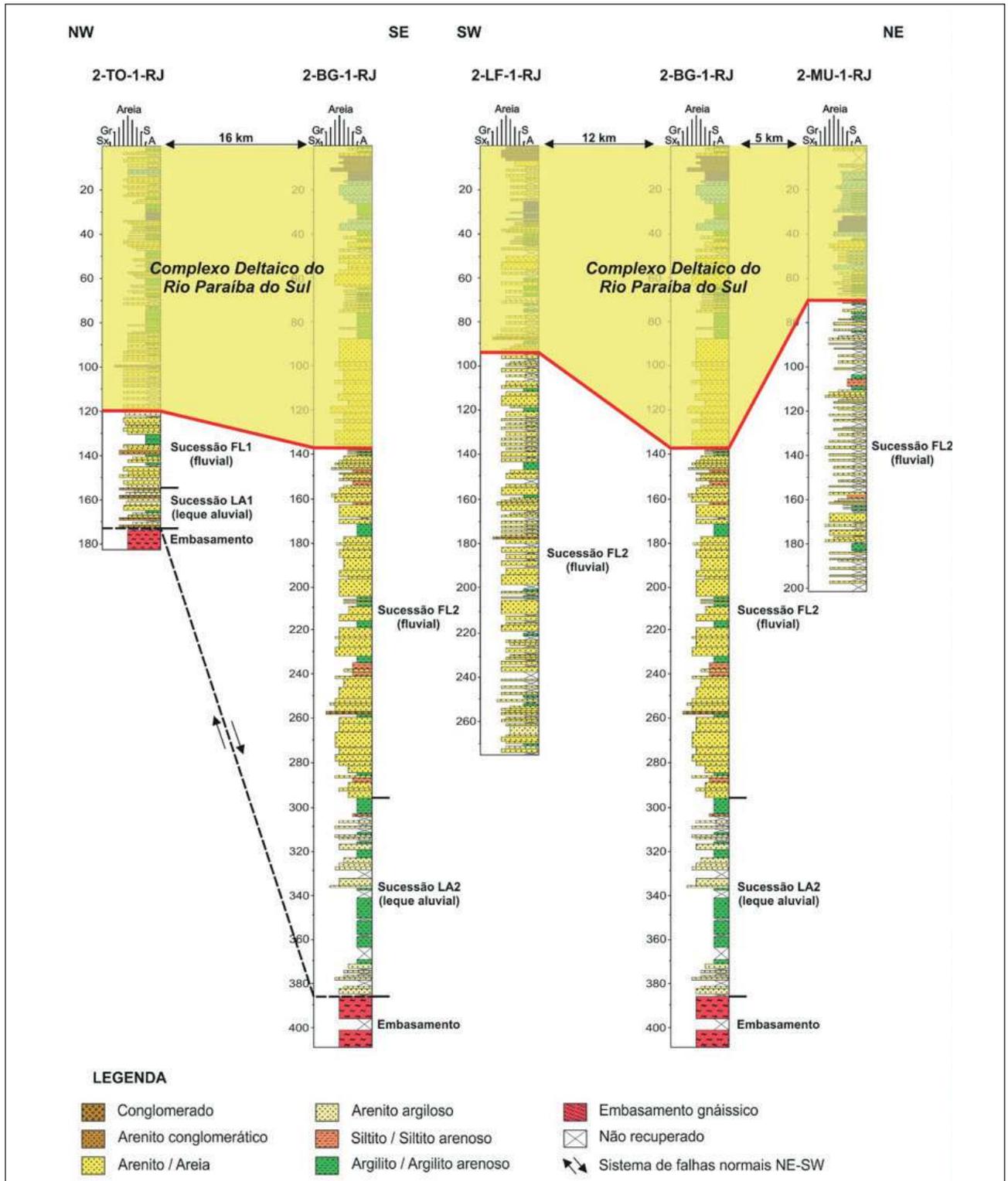


Figura 6 Perfis litológicos dos testemunhos analisados (ver localização na Figura 2), destacando as sucessões de fácies e paleoambientes deposicionais interpretados para o Membro São Tomé da Formação Emborê na porção emersa da Bacia de Campos. A parte superior dos perfis corresponde a depósitos quaternários associados à evolução do Complexo Deltaico do Rio Paraíba do Sul, não abordado no presente estudo.

do poço 2-TO-1-RJ (Tócos), entre 155,30 e 118,40 metros de profundidade (Figura 6). É caracterizada pela presença expressiva de arenitos e, secundariamente, lamitos, que exibem maior grau de consolidação quando comparado àqueles que ocorrem nos outros testemunhos analisados.

Sua porção inferior (155,30 m-129,55 m) apresenta ciclos deposicionais de espessura métrica (< 2,00 m) que exibem uma incipiente tendência de afinamento granulométrico para o topo (*finning upward*), constituídos, a partir da base, por camadas decimétricas de arenitos conglomeráticos grossos e mal selecionados (fácies ACm), ou, mais comumente, por arenitos maciços e/ou estratificados, variando de grossos a médios, mal selecionados e frequentemente oxidados (fácies Am e Ae), que são recobertos por lamitos mal selecionados com bioturbações incipientes, manchas amareladas e acastanhadas, além de crostas e nódulos de ferro (fácies LAm e Lm), os quais passam a predominar no topo do intervalo (137,20 m-129,55 m).

Já a porção superior desta associação (129,55 m-118,40 m), é caracterizada por um expressivo intervalo arenítico que exhibe um padrão em caixote. É constituída predominantemente por camadas decimétricas a métricas de areias e arenitos maciços (fácies Am) e, mais raramente estratificados (fácies Ae), de granulometria grossa, texturalmente imaturos, variando de moderadamente a mal selecionados e, por vezes, contendo grânulos e seixos finos de quartzo e feldspato, além de intraclastos lamíticos.

#### 4.2.4 Associação de fácies FL2 (Fluvial)

É constituída pelas fácies Ccm, Am, Ae, Lm e Het, e ocorre nos testemunhos dos poços 2-MU-1-RJ (200,00 m-72,00 m), 2-BG-1-RJ (295,60 m-136,70 m) e 2-LF-1-RJ (275,00 m-93,20 m) (Figura 6). Em termos gerais, apresenta uma alta variedade de minerais pesados (epidoto, turmalina, zircão e diferentes tipos de granada) e caracteriza-se pelo predomínio de fácies areníticas e lamíticas, de cores cinza esverdeadas e amareladas, que exibem feições de alteração pós-deposicional, organizadas em ciclos de afinamento granulométrico para o topo (*fining up*), melhor caracte-

rizados no testemunho do poço 2BG1-RJ em função de seu maior percentual de recuperação em relação aos demais testemunhos analisados (ver Tabela 1, Figura 6).

No testemunho 2-BG-1-RJ, a associação de fácies FL2 é reconhecida em dois intervalos estratigráficos (295,60 m-205,80 m e 205,80 m-136,70 m), os quais compreendem uma sucessão de ciclos deposicionais fluviais que exibem uma tendência de diminuição da espessura em direção ao topo (*thinning up*). Esses ciclos, que variam de decamétricos a métricos, são constituídos, a partir da base, por camadas de conglomerados finos, sustentados pelos clastos, com grânulos e seixos finos de quartzo e feldspato, além de intraclastos lamíticos (fácies Ccm), ou mais comumente, por areias e arenitos de granulometria variando de grossa a média, mal selecionados, maciços (fácies Am) e/ou estratificados (fácies Ae), os quais são recobertos, na maioria das vezes, por espessas camadas lamíticas (fácies Lm) e/ou heterolíticas (fácies Het), que exibem frequentemente manchas amareladas e acastanhadas atribuídas a processos de oxidação e incipientes marcas de raízes. Em meio às fácies lamíticas, podem ocorrer camadas decimétricas (< 50 cm) de arenitos finos maciços, frequentemente argilosos (2530% argiloidade), bioturbados e ricos em micas e feldspatos (fácies Am), possivelmente associados a leques de extravasamento (*crevasse splay*) formados durante episódios de inundação.

Os espessos ciclos que ocorrem na porção basal dos referidos intervalos estratigráficos (280,95 m-258,60 m e 205,80 m-175,90 m) são compostos, em escala de detalhe (1:40), por conjuntos de camadas de areia e/ou arenitos (fácies Am e Ae) grossos a finos, imaturos e com intraclastos lamíticos, que exibem uma incipiente tendência de afinamento granulométrico e melhora da seleção para o topo.

Devido ao elevado grau de alteração pós-deposicional observado em alguns intervalos das seções analisadas dos testemunhos 2-MU-1-RJ, 2-BG-1-RJ e 2-LF-1-RJ, foi necessária a utilização de imagens de raios-X e lâminas petrográficas para identificação de estruturas sedimentares que ocorrem total ou parcialmente obliteradas.

## 5 Discussão

As associações de fácies descritas neste estudo, permitiram a caracterização de diferentes paleoambientes para o Membro São Tomé da Formação Emborê.

As sucessões LA1 (2-TO-1-RJ) e LA2 (2-BG-1-RJ) são interpretadas como depósitos de leques aluviais com elevada contribuição de fluxos detríticos, desenvolvidos em áreas adjacentes aos principais sistemas de falhas (NE-SW) da região norte do estado do Rio de Janeiro.

Embora a identificação desse tipo de sistema deposicional seja prejudicada em testemunhos de sondagem pela carência de observações geomorfológicas e gearquiteturais (*q.v.* Blair & McPherson, 1994), sua interpretação é corroborada: (i) pelas características faciológicas apresentadas, que incluem depósitos areno-lamosos com baixa maturidade textural e composicional; (ii) sua ocorrência diretamente sobreposta às rochas do embasamento cristalino gnáissico, o qual mostra um claro padrão de escalonamento de direção NE-SW, conforme observado na figura 6; e (iii) pela similaridade lito-faciológica com depósitos de leques aluviais descritos por Ramos *et al.*, (2006) para a Formação Resende na bacia homônima.

A ausência de fácies de granulometria grossa, tais como brechas e conglomerados grossos, somados aos aspectos faciológicos e o padrão de empilhamento descritos para a associação de fácies LA1 que ocorre no testemunho do poço 2-TO-1-RJ, localizado na porção mais interior da área de estudo (ver Figura 2), apontam para sedimentação em uma porção mediana ou mediana proximal do sistema de leque aluvial, com maior contribuição de fluxos de detritos e corridas de lama na porção basal da sucessão; enquanto que a porção superior, sugere um possível retrabalhamento e/ou deposição por correntes trativas desconfinadas em um modelo de canais rasos e efêmeros com alta migração lateral e sujeitos a fluxos de detritos esporádicos (Miall, 1996; 2010; Blair, 1999; Nakayama, 1999). A mudança no padrão dos ciclos deposicionais e da assembleia mineralógica pode representar a um limite de sequências (tectonossequência), possivelmente atribuído a uma fase de reativação tectônica.

A associação de fácies LA1 pode ser correlacionada lateralmente a parte inferior do intervalo “B” de Vilela *et al.* (2016), interpretada como o registro de depósitos de leques aluviais do Membro São Tomé, descritos na porção basal do testemunho de sondagem do poço 2-JU-1-RJ (Jurubatiba), localizado na parte sul do CDRPS (Figura 2), sugerindo a existência de um sistema de leques coalescentes alinhados segundo a direção NE-SW e, possivelmente, controlados por um mesmo conjunto de falhas.

O predomínio de arenitos lamosos e lamitos na associação de fácies LA2, aponta para sedimentação em uma porção distal do sistema de leque aluvial, onde predomina sedimentação por fluxos de detritos não canalizados (Blair & McPherson, 1994; Blair, 1999; Nakayama, 1999).

O expressivo intervalo lamítico formado por intercalações entre as fácies Lm e LAm, que ocorre na porção mediana desta associação (371,00 m-336,00 m) sugere a existência de uma ampla planície de inundação fluvial adjacente a porção distal do leque aluvial, a qual era sujeita a eventuais fluxos de detritos (corridas de lama). A presença de marcas de raízes incipientes, manchas de oxidação em adição a processos de dissolução e substituição de grãos minerais, infiltração mecânica de argilas e porosidade secundária por contração de matriz observados em lâminas petrográficas (Figura 5), indica a atuação de processos pedogenéticos incipientes em certos intervalos e enfatiza o caráter episódico da sedimentação (Blair & McPherson, 1994). A recorrência de ciclos de afinamento granulométrico sobre as fácies lamíticas da porção mediana, marca um limite de sequências (tectonossequência), correlacionável ao observado na associação LA1, possivelmente atribuído a uma fase de reativação tectônica que promove a progradação do leque aluvial.

As associações FL1 (2-TO-1-RJ) e FL2 (2-BG-1-RJ, 2-LF-1-RJ e 2-MU-1-RJ), de ocorrência mais expressiva na seção analisada dos testemunhos (ver Figura 6), são interpretadas como o registro de sistemas fluviais.

As características faciológicas e o padrão de empilhamento descritos para a associação de fácies FL1, apontam para um paleoambiente fluvial entre-

laçado. Esses sistemas tendem a apresentar uma alta razão cascalho-areia/argila, baixa seleção em função da alta variabilidade da descarga fluvial e planícies de inundação pouco desenvolvidas, resultando na maioria dos casos em um padrão em caixote (Walker & Cant, 1984; Miall, 1992; 2010).

Na porção inferior da associação FL1, a presença de lamitos arenosos e argilosos indica uma contribuição de fluxos detríticos (corridas de lama) e decantação de finos em canais inativos e/ou abandonados, com posterior atuação de processos pedogenéticos incipientes (*e.g.* processos de oxidação, dissolução e alteração de grãos minerais, infiltração mecânica de finos e marcas de raízes); enquanto que as características da porção superior, sugerem o predomínio de sedimentação por fluxos trativos em canais rasos e com alta migração lateral, responsáveis por erodir as planícies de inundação pouco desenvolvidas e/ou depósitos lamíticos pretéritos, fato atestado pela presença de intraclastos lamíticos que ocorrem na base e/ou de forma dispersa em camadas areníticas (Miall, 1996; 2010).

A associação FL1 pode ser correlacionada lateralmente à parte superior do intervalo “B” de Vilela *et al.* (2016), também interpretado como o registro de um sistema fluvial entrelaçado. Em termos litológicos e paleoambientais, assemelha-se aos depósitos fluviais da Formação Resende descritos por Ramos *et al.* (2006) e Sanson *et al.* (2006) nas bacias de Resende e Volta Redonda, respectivamente.

Já a associação de fácies FL2, melhor caracterizada no testemunho 2-BG-1-RJ, representa provavelmente um paleoambiente fluvial do tipo *wandering*, um modelo fluvial intermediário entre os padrões meandrante e entrelaçado (Miall, 1996). Esta interpretação é baseada no padrão faciológico descrito, marcado por ciclos de afinamento granulométrico, porém com abundante conteúdo arenoso, o qual pode estar associado a uma redução do gradiente topográfico e consequente diminuição na energia do sistema fluvial, representado pela associação de fácies FL1 no testemunho 2-TO-1-RJ, para jusante (Miall, 1992; 2010).

Na associação FL2 os intervalos estratigráficos (295,60 m-205,80 m e 205,80 m-136,70 m), que

compreendem sucessões de ciclos fluviais, marcam dois eventos de criação e preenchimento de espaço de acumulação (limites de tectonossequências), os quais podem estar associados as variações eustáticas, entretanto ainda sob influência de algum componente tectônico (Wright & Marriot, 1993).

Os espessos ciclos observados na base dos intervalos estratigráficos da FL2 (280,95 m-258,60 m e 205,80 m-175,90 m) são interpretados como múltiplos corpos arenosos fluviais sobrepostos (canais e barras) depositados sob baixas taxas de criação de espaço de acumulação (Trato de Sistema de Mar Baixo e Trato de Sistema Trasgressivo Inicial), o que favorece uma acentuada erosão e baixa preservação das fácies de planície de inundação (Wright & Marriot, 1993). A diminuição na espessura dos ciclos e maior preservação das facies de planície de inundação em direção ao topo dos intervalos é atribuída a uma contínua elevação do nível de base (criação de espaço de acumulação).

A baixa recuperação dos testemunhos dos poços 2-MU-1-RJ e 2-LF-1-RJ (ver Tabela 1; Figura 6) dificulta tanto a caracterização dos ciclos de afinamento granulométrico quanto a identificação e correlação dos limites de tectonossequências observados no testemunho do poço 2-BG-1-RJ. No entanto, por estarem posicionados no mesmo eixo deposicional e acompanhando o sistema de falhas da região, foi assumido um mesmo estilo fluvial com possíveis variações litofaciológicas locais (ver Tabela 1; Figura 6).

A sucessão FL2, assemelha-se as fácies “Barras de Distributário” do “Sistema Deltaico Emborê” descritas por Gama Jr. (1977), que segundo o autor, corresponderiam a um sistema fluvial meandrante psamítico (arenoso) ou entrelaçado.

As frequentes manchas de cores variadas e marcas de raízes incipientes, somadas a feições de grãos minerais dissolvidos e infiltração mecânica de argilas, observadas em alguns intervalos faciológicos, indicam a atuação de processos pedogenéticos incipientes na seção de estudo. Esse conjunto de processos foi responsável, não só pela obliteração parcial, ou em alguns casos total, das estruturas sedimentares, mas também, pelos elevados teores de ar-

gilosidade (25-40%) observados em alguns arenitos maciços (fácies Am).

## 6 Conclusão

Inicialmente interpretados como o registro proximal de sistemas deltaicos de alta energia (*fan deltas*), este estudo revela que na porção emersa da bacia de Campos, especificamente na área abrangida pelos testemunhos analisados, o Membro São Tomé da Formação Emborê é caracterizado por quatro associações de fácies (LA1, LA2, FL1 e FL2) interpretadas como o registro de paleoambientes de leque aluvial e fluvial. As sucessões de fácies LA1 e LA2 representam um paleoambiente de leque aluvial caracterizado por uma expressiva contribuição de fluxos de detritos macro- e microclásticos (*debris and mud flows*).

Já as sucessões FL1 e FL2, representam paleoambientes fluviais de tipologia entrelaçado e *wandering*, respectivamente, caracterizados pelo predomínio de fácies areníticas e, secundariamente lamíticas, que exibem abundantes feições de alteração pós-deposicional, por vezes, obliterando total ou parcialmente algumas das características primárias dos depósitos, tais como: cores, estruturas sedimentares e argilosidade.

A diferença de profundidade do topo do embasamento observado nos testemunhos 2-TO-1-RJ e 2-BG-1-RJ (ver Figura 6) mostra um claro padrão de escalonamento dos blocos em direção a porção submersa da bacia, o qual favoreceu a instalação de sistemas de leques aluviais e, possivelmente, controlou os diferentes estilos fluviais caracterizados neste estudo.

## 7 Agradecimentos

Os autores agradecem: (i) ao Projeto DELTA “Arquitetura deposicional do Complexo Deltaico do Rio Paraíba do Sul e seu papel na transferência sedimentar para águas profundas: um análogo moderno a acumulação dos arenitos reservatórios do campo de Frade”, desenvolvido na Universidade Federal do Rio de Janeiro e financiado pela Chevron Brasil Upstream Frade Ltda., autorizado pela Agência

Nacional do Petróleo, Gás e Biocombustíveis (ANP/P&D), como “Compromisso de Investimentos com Pesquisa e Desenvolvimento”, pela aquisição do material de estudo e custeio das análises; (ii) a MSc. Amanda G. Rodrigues (Lagesed-UFRJ) pelo auxílio nas análises petrográficas.

## 8 Referências

- Blair, T.C. & McPherson, J.G. 1994. Alluvial Fans and their Natural Distinction from Rivers based on Morphology, Hydraulic Processes, Sedimentary Processes and Facies Assemblages. *Journal of Sedimentary Research*, 64: 450-489.
- Blair, T.C. 1999. Cause of dominance by sheet-flood vs. debris-flow processes on two adjoining alluvial fans, Death Valley, California. *Sedimentology*, 46: 1015-1028.
- Borghi, L. 2000. Visão Geral da Análise de Fácies Sedimentares do Ponto de Vista da Arquitetura Depositional. *Boletim do Museu Nacional (Nova Série, Geologia)*, 53: 126.
- Carelli, T.G.; Plantz, J.B. & Borghi, L. 2018. Facies and Paleoenvironments in Paraíba do Sul Deltaic Complex area, North of Rio de Janeiro State, Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, 86: 431-446.
- Folk, R.L. 1954. The Distinction between Grain Size and Mineral Composition in Sedimentary Rocks. *Journal of Geology*, 62: 344-359.
- Folk, R.L. 1968. *Petrology of Sedimentary Rocks*. Texas, Hemphill's. 182p.
- Gama Jr., E.G. 1977. *Sistemas Depositionais e Modelos de Sedimentação das Formações Campos e Emborê, Bacia de Campos, Rio de Janeiro, Brasil*. Programa de Pós-graduação em Geologia, Universidade de São Paulo, Tese de Doutorado, 104p.
- Gatto, A.L. 2016. *Bioestratigrafia e Paleoceanografia de uma Sucessão Estratigráfica Quaternária com Base em Nanofósseis Calcários (Complexo Deltaico do rio Paraíba do Sul, Bacia de Campos – RJ)*. Programa de Pós-graduação em Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Dissertação de Mestrado, 93p.
- Heilbron, M.; Pedrosa-Soares, A.C.; Campos Neto, M.C.; Silva, L.C.; Trouw, R.A.J. & Janasi, V.A. 2004. Província Mantiqueira. In: MANTESSO-NETO, V.; BARTORELLI, A.; DAL RÉ, C.; CARNEIRO, C. & BRITO NEVES, B.B. (Eds.). *Geologia do Continente Sul-Americano – Evolução da Obra de Fernando Flávio Marques de Almeida*. Becca, p. 203-235.
- Lana, C.C. 2011. Dinoflagelados como Indicadores Paleoambientais durante a Sedimentação Eocretácea da Porção Terrestre da Bacia de Campos. In: CARVALHO, I.S.; SRIVASTAVA, N.K.; STROHSCHOEN, O. & LANA, C.C. (Eds.). *Paleontologia: cenários de vida*, vol. 3. Interciência, p. 211-219.
- Lopes, A.L.M. 2004. *Análise da Evolução Sedimentar Quaternária da Plataforma Continental Sul da Bacia de Campos com Base em Estratigrafia Sísmica e Sonografia*. Programa de Pós-graduação em Geologia e Geofísica Marinha, Universidade Federal Fluminense, Dissertação de Mestrado, 66p.
- Martin, L.; Suguio, K.; Flexor, J.M.; Dominguez, J.M.L & Azevedo, A.E.G. 1984. Evolução da Planície Costeira do

- Rio Paraíba do Sul (RJ) durante o Quaternário: Influência das Variações do Nível do Mar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 33, Rio de Janeiro, 1984. Anais, Rio de Janeiro, SBG, vol. 1, p. 84-97.
- Martin, L.; Suguio, K.; Dominguez, J.M.L. & Flexor, J.M. 1997. *Geologia do Quaternário Costeiro do Litoral Norte do Rio de Janeiro e do Espírito Santo*. Belo Horizonte, Serviço Geológico do Brasil (CPRM). 112p.
- Miall, A.D. 1992. Alluvial deposits. In: WALKER, R.G. & JAMES, N.P. (Eds.). *Facies Models: response to sea level change*. Geological Association of Canada, p. 119-142.
- Miall, A.D. 1996. *The Geology of Fluvial Deposits: Sedimentary Facies, Basin Analysis, and Petroleum Geology*. New York, Springer. 582p.
- Miall, A.D. 2010. Alluvial Deposits. In: JAMES, N.P. & DALRYMPLE, R.W. (Eds.). *Facies Models 4*. Geological Association of Canada, p. 105-137.
- Munsell, 1991. *The Geological Society of America Rock Color Chart: with genuine Munsell color chips*. Boulder, The Geological Society of America. 8p.
- Nakayama, K. 1999. Sand- and mud- Dominated Alluvial Fan Deposits of the Miocene Seto Porcelain Clay Formation, Japan. *Special Publication Int. Ass. Sedimentary*, 28: 393407.
- Oliveira, J.P.M. 2015. *Caracterização Sismoestrutural do Embasamento do Complexo Deltaico do rio Paraíba do Sul*. Programa de Pós-graduação em Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Dissertação de Mestrado, 125p.
- Plantz, J.B. 2014. *Análise de fácies e interpretação paleoambiental em um Testemunho de Sondagem do Complexo Deltaico do Rio Paraíba do Sul (RJ)*. Graduação em Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Trabalho de Conclusão de Curso, 92p.
- Plantz, J.B. 2017. *Interpretação paleoambiental e Modelo Evolutivo da Porção Central do Complexo Deltaico do Rio Paraíba do Sul (RJ)*. Programa de Pós-graduação em Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Dissertação de Mestrado, 95p.
- Plantz, J.B.; Carelli, T.G.; Borghi, L. & Carvalho, M.A. 2018. Evolução paleoambiental em uma Sucessão Estratigráfica no Complexo Deltaico do Rio Paraíba do Sul (RJ). *GeociênciasUNESP*, 37(4): 775-791.
- Ramos, R.R.C.; Mello, C.L. & Sanson, M.S.R. 2006. Revisão Estratigráfica da Bacia de Resende, Rift Continental do Sudeste do Brasil, Estado do Rio de Janeiro. *GeociênciasUNESP*, 25: 59-69.
- Rangel, H.D.; Martins, F.A.; Esteves, F.R. & Feijó F.J. 1994. Bacia de Campos. *Boletim de Geociências da Petrobras*, 8(1): 203-217.
- Rocha, T.B.; Fernandez, G.B.; Peixoto, M.N.O. & Rodrigues, A. 2013. Arquitetura Depositional e Datação Absoluta das Cristas de Praia Pleistocênicas no Complexo Deltaico do rio Paraíba do Sul (RJ). *Brasilian Journal of Geology*, 43(4): 711-724.
- Sanson, M.S.R.; Ramos, R.R.C. & Mello, C.L. 2006. Bacias Sedimentares Brasileiras: Bacia de Volta Redonda. *Phoenix*, 88: 1-6.
- Schaller, H. 1973. Estratigrafia da Bacia de Campos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 23, Aracaju, 1973. Anais, Aracaju, SBG, vol.3 p. 247-258.
- Selley, R.C. 1970. *Ancient Sedimentary Environments*. London, Chapman & Hall. 237p.
- Selley, R.C. 2000. *Applied Sedimentology*. London, Academic Press. 521p.
- Silva, C.G. 1987. *Estudo da Evolução Geológica e Geomorfológica da Região da Lagoa Feia, RJ*. Programa de Pós-graduação em Geologia e Geofísica Marinha, Universidade Federal Fluminense, Dissertação de Mestrado, 160p.
- Silva, L.C. & Cunha, H.C.S. 2001. *Geologia do Estado do Rio de Janeiro: Mapa Geológico e Texto Explicativo*. Brasília, Serviço Geológico do Brasil (CPRM), CD-ROM.
- Walker, R.G. 2006. Facies Models Revisited: Introduction. In: POSAMENTIER, H.W. & WALKER, R.G. (Eds.). *Facies Models Revisited*. Geological Association of Canada, p. 1-18.
- Walker, R.G. & Cant, D.J. 1984. Sandy Fluvial Systems. In: WALKER, R.G. (Ed.). *Facies Models, Second Edition*. St. John's, Geological Association of Canada, p. 71-90.
- Winter, W.R.; Jahnert, R.J. & França, A.B. 2007. Bacia de Campos. In: MILANI, E.J. (Coord.); RANGEL, H.D.; BUENO, G.V.; STICA, J.M.; WINTER, W.R.; CAIXETA, J.M. & PESSOA NETO, O.C. (Eds.). *Cartas Estratigráficas*. Boletim de Geociências da Petrobras, 15(2): 511-529.
- Wright, P. & Marriot, S.B. 1993. The Sequence Stratigraphy of Fluvial Depositional Systems: the Role of Floodplain Sediment Storage. *Sedimentary Geology*, 86: 203-210.
- Vilela, P.C. 2015. *Aspectos Faciológicos e Estratigráficos das Formações Emborê e Barreiras no testemunho do poço 2-JU-1-RJ – Quissamã (RJ), Área Emersa da Bacia de Campos*. Programa de Pós-graduação em Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Dissertação de Mestrado, 42p.
- Vilela, P.C.; Mello, C.L.; Carelli, T.G. & Borghi, L. 2016. Caracterização Litológica do Testemunho do Poço 2-JU-1-RJ, na Porção Emersa da Bacia de Campos. *Geociências-UNESP*, 35(3): 346-358.