

CARACTERIZAÇÃO LITOLÓGICA DO TESTEMUNHO DO POÇO 2-JU-1-RJ, NA PORÇÃO EMERSA DA BACIA DE CAMPOS

Pamela Cardoso VILELA^{1,2}, Claudio Limeira MELLO², Thiago Gonçalves CARELLI², Leonardo BORGHI²

- (1) Programa de Pós-Graduação em Geologia, UFRJ. Endereço eletrônico: pamela.vilela.geo@gmail.com.
(2) Laboratório de Geologia Sedimentar, Departamento de Geologia, IGEO, CCMN, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Av. Athos da Silveira Ramos, 274, Bloco J, CEP 21941-916, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. Endereço eletrônico: limeira@geologia.ufrj.br, carelli@ufrj.br, lborghi@geologia.ufrj.br.

Introdução
Contexto Geológico
Materiais e Métodos
Caracterização Litológica
Intervalo A
Intervalo B
Intervalo C
Intervalo D
Considerações Finais
Agradecimentos
Referências

RESUMO - Neste trabalho é caracterizado litologicamente o testemunho do poço 2-JU-1-RJ, efetuado na porção sul do complexo deltaico do rio Paraíba do Sul, no município de Quissamã (RJ), na porção emersa da Bacia de Campos. Com base nas características texturais, composicionais e estruturas sedimentares, foi confeccionado um perfil litológico na escala 1:50. A sondagem atingiu a profundidade de 138 metros, atravessando três diferentes intervalos sedimentares (denominados informalmente como intervalos B, C e D) e avançando 10 metros no embasamento gnaissico (Intervalo A, de 128,0 a 138,0 metros). O Intervalo B (53,6 a 128,0 metros) compõe-se principalmente de arenitos arcossianos, conglomerados finos e lamitos, esverdeados. O Intervalo C (21,0 a 53,6 metros) apresenta principalmente arenitos lamosos e lamitos, esbranquiçados a avermelhados, ferruginizados, com níveis de conglomerados finos quartzosos na base. O Intervalo D (0 a 21,0 metros) constitui-se de areias quartzosas, finas a grossas, maduras, localmente bioclásticas. O Intervalo B é correlacionado aos clásticos continentais proximais da Formação Emborê (Membro São Tomé), sendo interpretados como depósitos de ambiente fluvial entrelaçado/leque aluvial (base). O Intervalo C é associado aos depósitos fluviais da Formação Barreiras. O Intervalo D corresponde a sedimentos costeiros, pleistocênicos, distribuídos amplamente na região investigada.

Palavras-chave: Bacia de Campos; Estratigrafia; Cenozoico.

ABSTRACT - This study presents a lithological characterization of a drill core 2-JU-1-RJ, recovered from the southern portion of the Paraíba do Sul River deltaic complex, near Quissamã town (RJ), at the onshore Campos Basin. Based on textural characteristics, compositional and sedimentary structures, a lithological profile in scale 1:50 was made. The drill reached a depth of 138 meters, crossing through three different sedimentary intervals (informally referred as intervals B, C and D) and reaching 10 m gneiss basement (interval A, from 128.0 to 138.0 meters). The Interval B (from 53.6 to 128.0 meters) consists of greenish arcossian sandstones, fine conglomerates and mudstones. The Interval C (from 21.0 to 53.6 meters) presents whitish to reddish muddy sandstones and mudstones with levels of fine quartzose conglomerates at the base. The Interval D (from 0 to 21.0 meters) consists of mature fine to coarse quartzose sands, locally bioclastic. The Interval B relates to the proximal continental clastics of Emborê Formation (São Tomé Member), associated with braided river and alluvial fan deposits (base). The Interval C relates to the fluvial deposits of Barreiras Formation. The Interval D corresponds to Pleistocene coastal sediments, widely distributed in the study area.

Keywords: Campos Basin; Stratigraphy; Cenozoic.

INTRODUÇÃO

O registro cenozoico na área emersa da Bacia de Campos é constituído pelas formações Emborê e Barreiras, pertencentes ao Grupo Campos, além de depósitos costeiros de idade quaternária (Rangel *et al.*,

1994; Winter *et al.*, 2007), que ocorrem amplamente distribuídos na planície costeira do complexo deltaico do rio Paraíba do Sul, região norte do estado do Rio de Janeiro.

Trabalhos focados nos depósitos da Formação Barreiras, no sudeste brasileiro, são abundantes na literatura (Morais, 2001; Morais *et al.*, 2006; Brêda, 2012) e sua caracterização é realizada predominantemente por meio de observações em afloramentos. Já a Formação Emborê, não aflorante, é caracterizada por meio de dados geofísicos e amostras de testemunho obtido no poço 2-CST-1-RJ (Cabo de São Tomé), único poço estratigráfico da região, o qual foi executado pela Petrobras em 1959 e, cujos dados, são documentados nos trabalhos de Schaller (1973) e Gama Jr. (1977).

A Formação Emborê, é interpretada como depósitos de leques costeiros e plataformais, distribuídos ao longo da borda oeste da Bacia de Campos, sendo identificados na porção emersa apenas seus depósitos proximais - Membro São Tomé, conforme Rangel *et al.* (1994), que apresentaram a proposta litoestratigráfica mais recente, acompanhada por Winter *et al.* (2007). Schaller (1973) e Gama Jr. (1977) haviam denominado estes depósitos proximais como Fácies São Tomé, não inclusa na Formação Emborê.

A Formação Barreiras foi descrita por Schaller (1973), na área emersa da Bacia de Campos, entretanto não foi considerada na coluna litoestratigráfica proposta por Rangel *et al.* (1994). Estudos conduzidos por Winter *et al.* (2007) atribuem uma origem continental para os depósitos da Formação Barreiras, os quais são interpretados como o registro de sistemas fluviais entrelaçados e leques aluviais associados. Esta interpretação paleoambiental é corroborada por estudos de caráter faciológico, realizados na região por Morais (2001), Morais *et al.* (2006) e Brêda (2012).

Divergências quanto à idade e posição estratigráfica das formações Emborê e Barreiras são comuns na literatura, principalmente em virtude da escassez de informações geológicas de subsuperfície, o que, associado ao pobre conteúdo fóssilífero, não permite estabelecer parâmetros precisos de cronocorrelação.

Schaller (1973) atribuiu à Formação Emborê idade oligocênica a pós-miocênica, e idade maastrichiana a quaternária para a “Fácies São Tomé”. Winter *et al.* (2007), entretanto, atribuem idades do Neocretáceo ao Pleistoceno para a Formação Emborê. Para a Formação Barreiras, Schaller (1973) atribuiu idade pós-miocênica, colocando esses depósitos em posição sotoposta e por vezes interdigitados aos sedimentos da “Fácies São Tomé”. Trabalhos recentes aceitam uma idade miocênica para os depósitos da Formação Barreiras, obtida pela correlação entre depósitos de diversas bacias ao longo da costa brasileira (Suguio & Nogueira, 1999; Morais, 2001; Morais *et al.*, 2006; Morais, 2007; Arai, 2006; Lima, 2008; Nunes *et al.*, 2011).

A carência de dados geológicos de subsuperfície das unidades cenozoicas da Bacia de Campos, em especial das formações Emborê e Barreiras, é a principal motivação do presente estudo, que apresenta a descrição litológica do testemunho de sondagem do poço 2-JU-1-RJ, fornecendo informações sedimentológicas de detalhe das unidades sedimentares presentes na porção emersa da Bacia de Campos, na região de Quissamã (RJ). Enfatiza-se a importância desses resultados, pois este é o primeiro testemunho obtido na área emersa da Bacia de Campos desde o poço 2-CST-1-RJ, sendo o único dado público.

CONTEXTO GEOLÓGICO

O poço 2-JU-1-RJ (Jurubatiba) está localizado nas coordenadas geográficas 22°11'24.42" S e 41°25'42.22" W (Figura 1), próximo à localidade de Praia de João Francisco, na planície costeira de Quissamã, região norte do estado do Rio de Janeiro. A

rodovia BR-101 é o principal eixo de acesso regional, além de rodovias estaduais como a RJ-196, principal via de acesso para Quissamã a partir da BR-101, e a RJ-178.

O substrato litológico dos depósitos cenozoicos da região de Quissamã é

composto por rochas pré-cambrianas dos terrenos Oriental e Cabo Frio, ambos pertencentes a Faixa Ribeira (Almeida *et al.*, 1981; Silva & Cunha, 2001; Heilbron *et al.*, 2004), e associados a dois importantes domínios tectono-magmáticos principais: Domínio Região dos Lagos e Domínio Serra do Mar.

O Domínio Região dos Lagos é constituído pelas rochas do Complexo Região dos Lagos (ortognaisses paleoproterozoicos) e do Complexo Búzios (paragnaisses quartzo-feldspáticos, aluminosos, e calcissilicáticos, meso a neoproterozoicos). O Domínio Serra do Mar é constituído pelas rochas do Complexo Paraíba do Sul (paragnaisses quartzo-feldspáticos, com intercalações de quartzitos, rochas calcissilicáticas, corpos anfíbolíticos e concentrações manganíferas - gonditos, meso a neoproterozoicos; e granitoides neoproterozoicos do Arco Magmático Rio de Janeiro) – Silva & Cunha (2001).

Afloram ainda na região estudada as suítes intrusivas Desengano e Bela Joana (Neoproterozoico), constituídas segundo Silva & Cunha (2001), respectivamente, por: granitos do tipo S, com granada, muscovita e biotita, textura granoblástica e forte foliação transcorrente, ocorrendo localmente charnockitos portadores de granada e ortopiroxênio, e migmatitos de injeção; e granada-hornblenda-clinopiroxênio-ortopiroxênio charnockitos de granulação grossa, textura magmática equigranular e porfirítica preservada, isotrópicos a foliados, associados a enderbite e norito.

Acima deste substrato pré-cambriano, assentam-se os depósitos cenozoicos, cujo registro sedimentar do Paleógeno e Neógeno é representado por depósitos proximais do Grupo Campos, e o registro quaternário corresponde aos depósitos associados à evolução do complexo deltaico do rio Paraíba do Sul (Schaller, 1973; Martin *et al.*, 1997; Silva & Cunha, 2001; Winter *et al.*, 2007 – Figura 2).

Nas propostas estratigráficas mais

recentes, os depósitos proximais do Grupo Campos (Neocretáceo ao Plioceno – Rangel *et al.*, 1994; Winter *et al.*, 2007) são interpretados geralmente como de origem continental, fluvial (Formação Barreiras) e depósitos de leques aluviais e deltaicos (Formação Emborê).

A Formação Emborê (Neocretáceo-Pleistoceno) foi descrita pioneiramente como constituída por arenitos e carbonatos impuros de ambiente costeiro a nerítico raso, com sistemas deltaicos de alta energia, apresentando intervalos argilosos associados à sedimentação em lagunas protegidas por sistemas de cordões litorâneos (Schaller, 1973). Schaller (1973) ainda reconheceu a ocorrência de depósitos proximais, interpretados como leques costeiros, denominando-os de “Fácies São Tomé” (Membro São Tomé a partir de Rangel *et al.*, 1994).

Rangel *et al.* (1994) associaram os depósitos da Formação Emborê a ambiente flúvio-deltaico e plataformal, com idade do Maastrichtiano ao Holoceno, interdigitados lateralmente com os pelitos da Formação Ubatuba. A Formação Emborê foi dividida por estes autores em três membros: São Tomé, Siri e Grussaí. O Membro São Tomé representa os clásticos grossos vermelhos que ocorrem ao longo da borda oeste da bacia; o Membro Siri é formado por calcarenito bioclástico de coloração creme-claro; e o Membro Grussaí é composto por calcarenito bioclástico e detrital creme-esbranquiçado (Rangel *et al.*, 1994; Winter *et al.*, 2007). Estes sedimentos areno-conglomerático-carbonáticos localizam-se na porção proximal da bacia, tendo sido depositados na forma de leques costeiros e plataforma carbonática, podendo ser correlacionados com sedimentos clástico-carbonáticos de todas as bacia marginais brasileiras, como as formações Cidreira (Bacia de Pelotas), Iguape e Sepetiba (Bacia de Santos), Rio Doce e Caravelas (Bacia do Espírito Santo à Bacia de Jacuípe) - Gama Jr. (1977); Rangel *et al.* (1994); Winter *et al.* (2007).

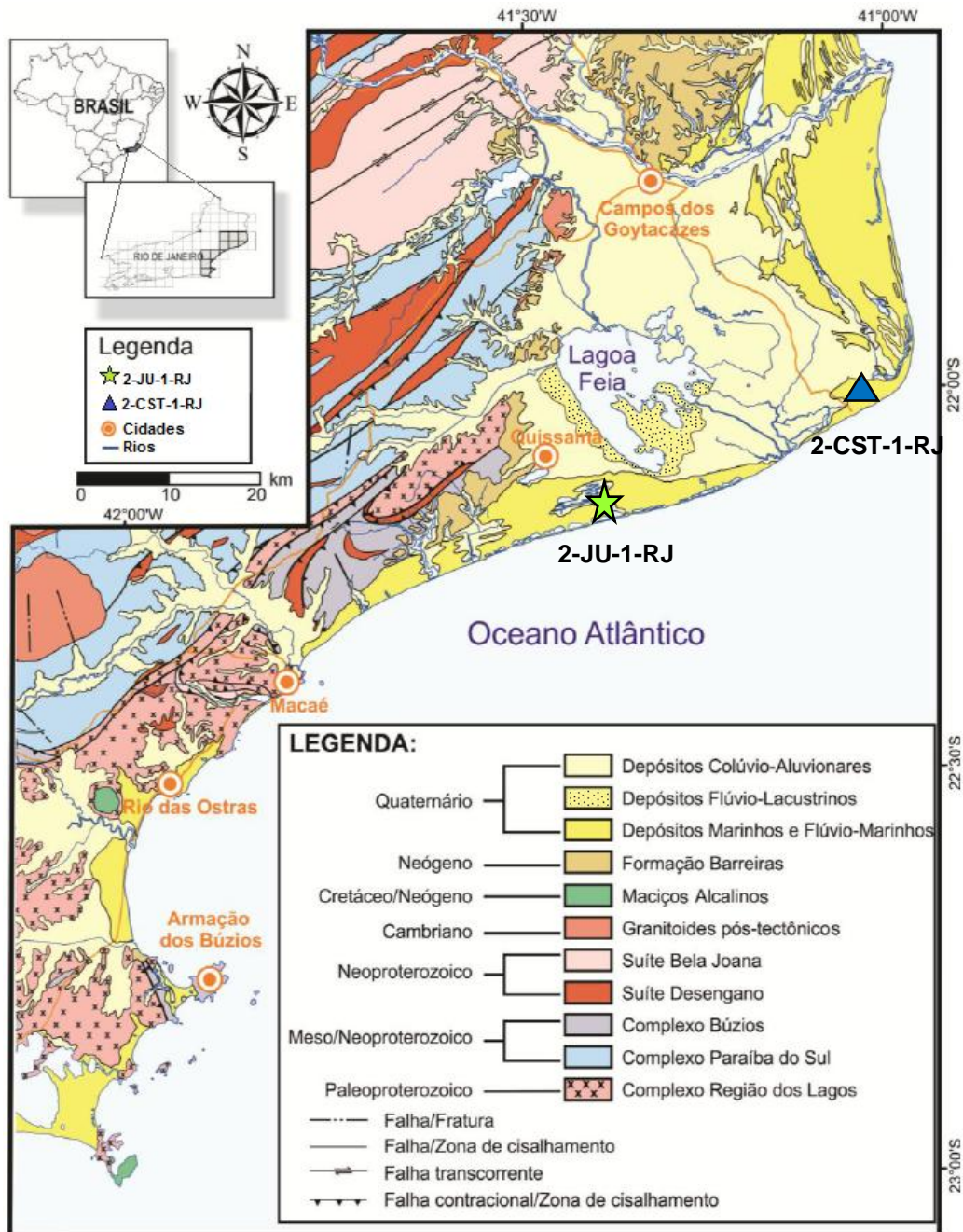


Figura 1. Mapa geológico da área de estudo, apresentando as principais unidades do embasamento e os depósitos sedimentares cenozoicos (Silva & Cunha, 2001 *in* Brêda, 2012 - modificado). Observar a localização do poço 2-JU-1-RJ (estrela verde) e do poço 2CST-0001-RJ (triângulo azul).

A Formação Barreiras (Mioceno-Plioceno) ocorre apenas na porção emergsa da Bacia de Campos (Winter *et al.*, 2007), caracterizando-se pela predominância de arenitos e arenitos lamosos, em geral bastante ferruginizados, com lamitos intercalados, além da ocorrência de conglomerados. Estes sedimentos, segundo Winter *et al.* (2007), foram depositados partir de processos trativos de alta energia relacionados a um

ambiente fluvial entrelaçado e de fluxos gravitacionais relacionados a leques aluviais. Outros autores corroboraram tais interpretações em estudos faciológicos de detalhe, assumindo, entretanto, variações no modelo deposicional de sistemas fluviais entrelaçados distais para um modelo de mais alta energia e com contribuição variável de fluxos gravitacionais (Morais, 2001; Morais *et al.*, 2006; Brêda, 2012). Ainda na região

no norte fluminense e na Região dos Lagos, Morais (2001), Morais *et al.* (2006) e Brêda (2012) identificaram conglomerados muito grossos, sustentados pela matriz, maciços, com clastos variando de seixo a matacão,

associados a uma atuação importante de fluxos gravitacionais em um contexto de gráben ou hemi-gráben alongado E-W, podendo esta sedimentação estar relacionada ao Gráben de Barra de São João.

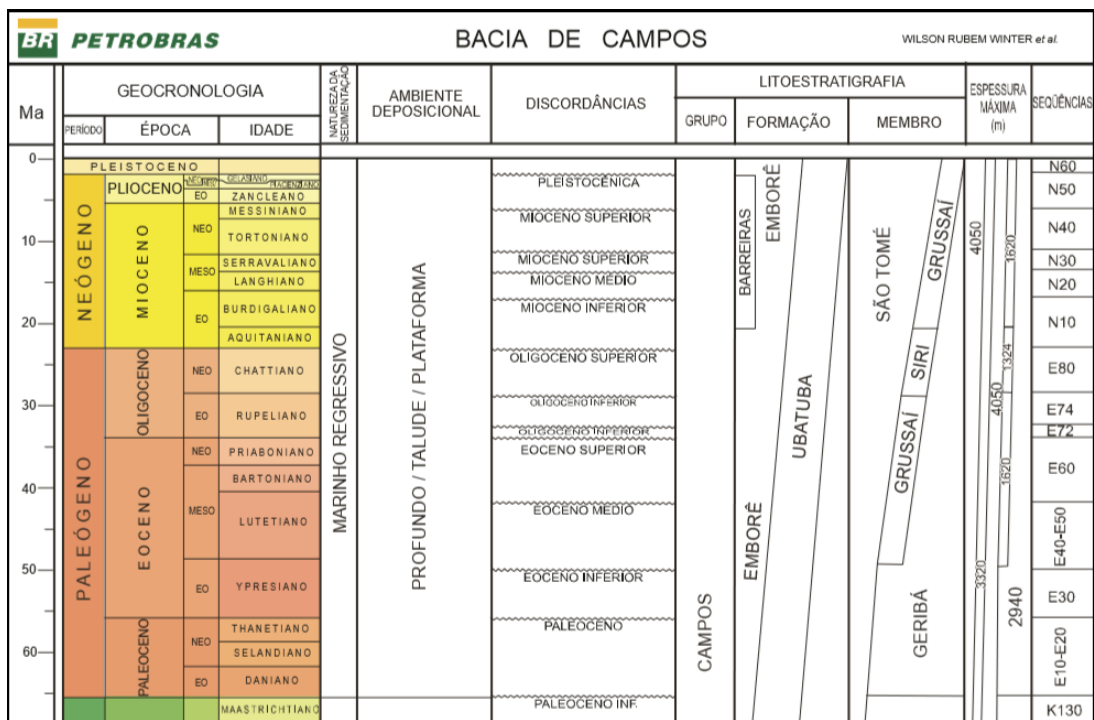


Figura 2. Coluna estratigráfica da Bacia de Campos (Winter *et al.*, 2007), destacando o registro cenozoico, representado pelo Grupo Campos (formações Emborê e Barreiras) e depósitos quaternários.

No mapa geológico do estado do Rio de Janeiro (Silva & Cunha, 2001), a ocorrência dos depósitos da Formação Barreiras é expressiva e quase contínua na região da planície costeira do rio Paraíba do Sul (Figura 1), na retaguarda de conjuntos de cordões arenosos quaternários.

A sedimentação quaternária relacionada à evolução da planície costeira do rio Paraíba do Sul caracteriza-se pela ocorrência de depósitos pleistocênicos e holocênicos, de origem continental e transicional/marinho, incluindo depósitos colúvio-aluvionares e marinhos lagunares (Martin *et al.* 1997; Silva & Cunha, 2001).

Cordões arenosos pleistocênicos se distribuem predominantemente na porção sul da planície, a sul do cabo de São Tomé, próximo à região de Lagoa Feia. Estes depósitos são caracterizados por sedimentos arenosos esbranquiçados em superfície e acastanhados em profundidade, devido à impregnação por matéria orgânica. Os terraços marinhos holocênicos são mais expressivos na região de desembocadura do rio Paraíba do Sul, estendendo-se a sul até a região do Cabo de São Tomé e, a norte, até a região de São Francisco de Itabapoana, no limite com o estado do Espírito Santo.

MATERIAL E MÉTODO

O material de estudo consta do testemunho de sondagem do poço 2-JU-1-RJ (Jurubatiba), obtido por meio de sondagem rotativa (utilizando uma sonda modelo

MACH 1200) realizada pelo Laboratório de Geologia Sedimentar da Universidade Federal do Rio de Janeiro (LAGESED-UFRJ), na área do Parque Nacional da

Restinga de Jurubatiba, município de Quissamã, parte sul do complexo deltaico do rio Paraíba do Sul.

A sondagem atingiu 138 metros de profundidade, alcançando o embasamento pré-cambriano a 128 metros de profundidade. A recuperação total foi de aproximadamente 97 m (70%) e a recuperação no intervalo sedimentar foi de cerca de 88 m (69% do total de sedimentos), devido ao baixo grau de litificação das rochas sedimentares, além da ocorrência de depósitos inconsolidados (areias em sua maior parte).

Após a limpeza para remoção do

fluido de perfuração e a identificação das caixas de armazenagem, o testemunho de sondagem foi fotografado e descrito, observando-se aspectos texturais (granulometria, seleção e arredondamento dos grãos), composicionais (mineralogia), cor (baseada na carta de cores de Munsell), tipos de contato e estruturas sedimentares. Estes dados foram posteriormente digitalizados, utilizando os *softwares Sedlog® e Inkscape®*, para a elaboração de um perfil estratigráfico na escala 1:50 (Figura 3).

CARACTERIZAÇÃO LITOLÓGICA

Baseado nas características texturais, mineralógicas e nos contatos observados, foi possível identificar 4 (quatro) intervalos litológicos distintos para o testemunho do poço 2-JU-1-RJ (Figura 3), denominados de: **Intervalo A** (128,0 a 138,0 metros); ii) **Intervalo B** (53,6 a 128,0 metros); iii) **Intervalo C** (21,0 a 53,6 metros); e iv) **Intervalo D** - (0 a 21,0 metros). Estes intervalos são descritos a seguir e estão sintetizados no Quadro 1.

Intervalo A

O Intervalo A corresponde a rochas do embasamento pré-cambriano, identificadas no testemunho a partir de 128 metros (em contato com o primeiro intervalo sedimentar), tendo sido recuperado até a profundidade de 138 metros (base do testemunho). Litologicamente é caracterizado por textura gnaissica típica (Figura 4A), de granulação média a grossa (>1 mm), e associação mineralógica constituinte das rochas ortoderivadas, rica em quartzo, feldspato, biotita e anfibólio/piroxênio.

A textura facoidal ou *augen*, característica em ortognaisses, torna-se frequente em direção à base do testemunho (intervalo entre 132 e 138 metros), sendo esta textura metamórfica caracterizada pelo tamanho centimétrico e a orientação preferencial dos feldspatos, bem como os minerais máficos que contornam os

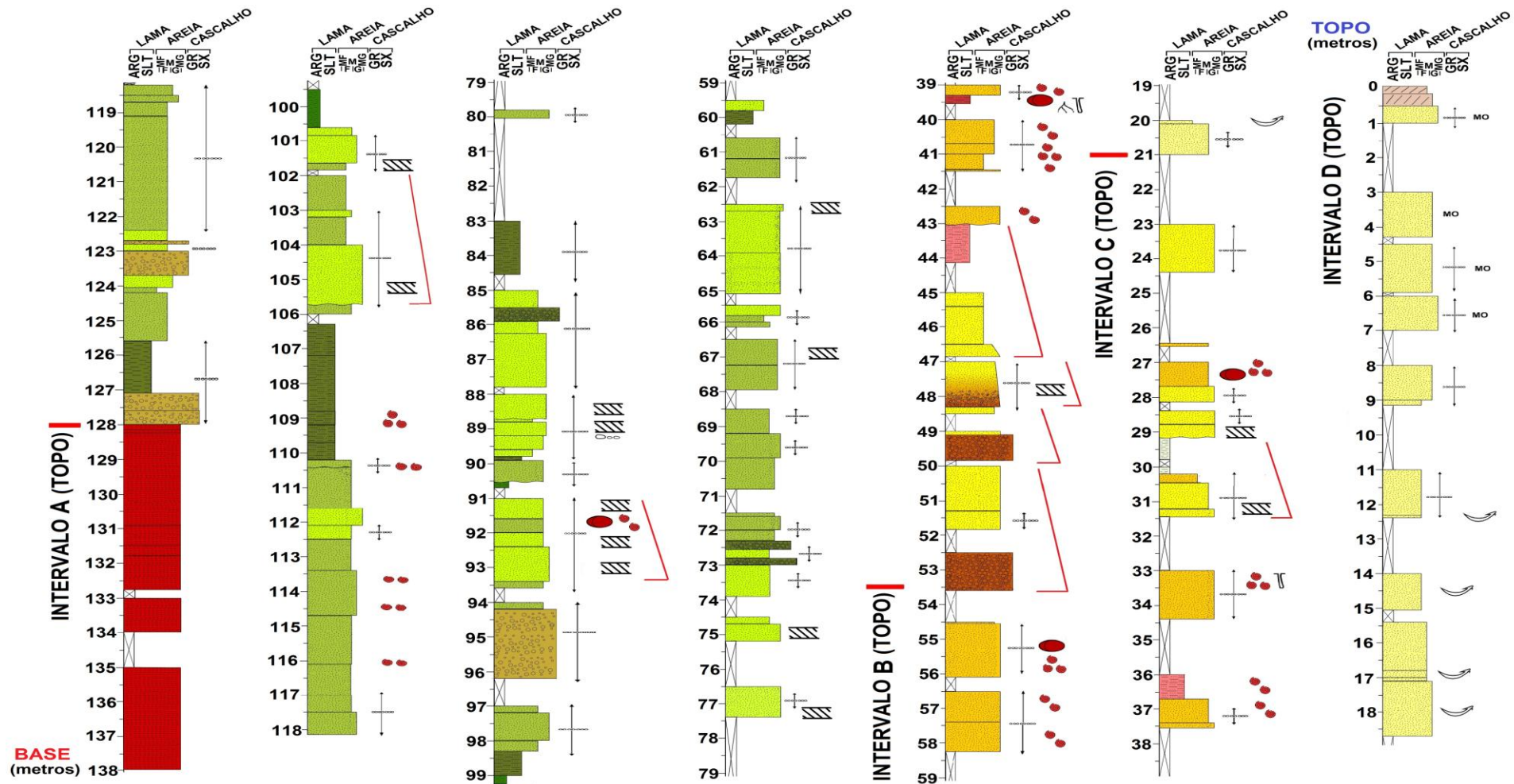
feldspatos. No intervalo entre 128 e 132 metros, o embasamento apresenta-se fraturado e oxidado, com a intensificação da oxidação em sentido ao topo do intervalo (Figura 4B).

Intervalo B

O Intervalo B corresponde ao primeiro intervalo sedimentar descrito no testemunho do poço 2-JU-1-RJ, em contato sobre o embasamento gnaissico. Abrange as profundidades de 53,60 a 128,00 metros, representando aproximadamente 58% do intervalo sedimentar. O contato com o embasamento é difuso, devido à alteração por oxidação que ocorre na base deste intervalo e no topo do Intervalo A.

Este intervalo é caracterizado por uma sucessão de arenitos quartzo-feldspáticos, arenitos lamosos e lamitos, de coloração cinza a esverdeada (cinza muito claro N8 ou oliva pálido - 10Y6/2, predominantemente), com níveis de conglomerados finos, quartzo-feldspáticos, ocorrendo também litoclastos de origem plutônica.

Os arenitos, em geral maciços, apresentam granulometria média a grossa, ocorrendo também camadas de arenitos grossos a muito grossos e níveis de grânulos. Apresentam coloração cinza a esverdeada (cinza muito claro N8 ou oliva pálido - 10Y6/2), grãos subangulosos a subarredondados, com seleção moderada a pobre, e composição quartzo-feldspática.



LITOLOGIA				SIMBOLOGIA				CONTATOS	
Aterro	Conglomerado sustentado pelos clastos avermelhado	Arenito Lamoso	Lamito ferruginizado	Mosqueamento pouco desenvolvido	Matéria Orgânica	Intraclasto	Abrupto	Difuso	Erosivo
Não Recuperado	Conglomerado sustentado pelos clastos esverdeado	Arenito cinza a esverdeado	Argilito esbranquiçado	Mosqueamento moderado	Bioturbação	Grânulos Seixos	Estratificação Cruzada		
Embasamento Gnáissico	Arenas Quartzozas	Lamito lamoso cinza a esverdeado	Lamito arenoso esverdeado	Mosqueamento intenso	Raízes	Estratificação Cruzada			
Conglomerado sustentado pela matriz	Arenito	Lamito argiloso avermelhado	Lamito argiloso esverdeado	Nódulos/Concreções	Conchas/Bivalves	Granodecrescência ascendente			

Figura 3. Perfil litológico do testemunho do poço 2-JU-1-RJ (Jurubatiba).

Quadro 1. Síntese dos intervalos litológicos descritos no testemunho do poço 2-JU-1-RJ.

Intervalo	Profundidade	Descrição
D	0,00 a 21,00 metros	Areias finas, quartzosas, e areias bioclásticas
C	21,00 a 53,60 metros	Arenitos e lamitos, esbranquiçados a avermelhados, com conglomerados finos na base
B	53,60 a 128,00 metros	Arenitos arcossianos, arenitos lamosos e lamitos, de coloração acinzentada a esverdeada, com ocorrência subordinada de camadas de conglomerados finos sustentados pela matriz
A	128,00 a 138,00 metros	Gnaisse

Os arenitos lamosos (Figura 4C) possuem grãos da fração fina (predominante) a muito grossa, subangulosos a subarredondados, e composição essencialmente quartzo-feldspática. A coloração desses arenitos varia de cinza-claro (cinza muito claro N8), mais comuns em direção ao topo, a esverdeada (oliva pálido - 10Y6/2), em direção à base, com raras camadas de coloração arroxeadas ou avermelhadas, devido a processos de oxidação (entre 110,25 a 125,50 metros).

Camadas de arenitos com estratificação incipiente ocorrem distribuídas ao longo do perfil, em contato com camadas de arenitos maciços ou lamosos, apresentando granulometria de grossa a muito grossa (Figura 4D). Observou-se contato erosivo entre camadas de arenitos (estratificados e maciços) e camadas de arenitos lamosos e lamitos, entretanto o contato nítido é predominante.

Quanto aos lamitos descritos no Intervalo B (Figura 4E), ocorrem lamitos arenosos (mais frequentes) e argilosos, variando a coloração entre cinza a esverdeada (oliva pálido - 10Y6/2 e oliva acinzentado - 5Y6/1), localmente apresentando mosqueamento em tons avermelhados e arroxeados (por oxidação). Os lamitos arenosos possuem grãos de areia fina a grossa, ocorrendo também grânulos subangulares dispersos. Os intervalos de lamitos arenosos são espessos, atingindo até 4,00 metros (profundidade entre 106,25 a 110,25 m), ocorrendo associados a arenitos finos a médios e arenitos lamosos, assim como a camadas de conglomerados finos sustentados pela matriz, na base do Intervalo B. Os lamitos argilosos são de ocorrência restrita (entre as profundidades 90,50 a 90,75 m, e 99,00 a 99,25 m), possuindo apenas as frações silte e argila. Também são de coloração esverdeada (oliva pálido - 10Y6/2 e oliva acinzentado - 5Y6/1) possivelmente devido à presença das argilas esmectíticas.

Os depósitos conglomeráticos presentes no Intervalo B são subdivididos em dois tipos principais:

i) conglomerados maciços, sustentados pelos clastos, em camadas com espessuras menores que 0,5 metro, de coloração variando de cinza esbranquiçado, na porção superior do intervalo, a cinza esverdeada, em direção a base do intervalo; em geral ocorrem intercalados a camadas de arenito médio a grosso (raramente com camadas de arenito fino lamoso), mais frequentes no topo do intervalo (profundidades entre 71,00 a 75,00 metros). Esses conglomerados podem apresentar estratificação incipiente e são de composição predominantemente quartzo-feldspática, ocorrendo também litoclastos de origem plutônica. Os clastos variam de grânulos a seixos finos (até 5,0 mm), subarredondados a subangulosos; e

ii) conglomerados maciços, sustentados pela matriz (Figura 4F), presentes do meio para a base da unidade; são polimíticos (quartzo, feldspatos e litoclastos plutônicos), com clastos subangulosos a subarredondados, apresentando matriz areno-lamosa; apresentam coloração de cinza claro (cinza muito claro N8) a esverdeados (oliva pálido - 10Y6/2) até laranja acinzentado (5YR 7/2) na camada mais basal (127,25 a 128,00m), estando esta intensamente fraturada e oxidada. Esta camada mais basal se distingue das demais camadas dos conglomerados sustentados pela matriz por possuir clastos muito angulosos na fração seixo fino, em geral litoclastos de origem plutônica, ocorrendo também clastos de quartzo e feldspatos.

No Intervalo B, as camadas de arenitos e conglomerados apresentam padrão granulométrico geral em caixote (ver Figura 3), com a alternância de camadas de arenitos finos, médios e grossos. Localmente ocorrem

sucessões de camadas com padrão granodecrescente ascendente (*fining upward*), como pode ser observado, por exemplo, entre as profundidades de 101,75 e 105,75 metros (ver Figura 3). O contato entre os intervalos B e C é nítido, identificado pela mudança brusca nos padrões de oxidação dos depósitos, com o aumento da intensidade de ferruginização no Intervalo C, havendo ainda um nível de conglomerado quartzoso (quartzo-fumê) na base do Intervalo C.

Intervalo C

O Intervalo C sobrepõe-se às rochas do Intervalo B, abrangendo as profundidades de 21,00 a 53,60 metros. Representa aproximadamente 25% dos depósitos sedimentares identificados no testemunho estudado.

Este intervalo é constituído por arenitos e arenitos lamosos, em geral quartzosos (também quartzo-feldspáticos), e lamitos arenosos e argilosos, de coloração variando de esbranquiçada a avermelhada, com algumas camadas intensamente ferruginizadas, e níveis de conglomerados finos, de composição predominante quartzosa.

Os arenitos deste intervalo são, em geral, maciços, com granulometria variando de média a grossa, ocorrendo também camadas de arenitos grossos a muito grossos e níveis de grânulos. Esses arenitos são moderados a pobremente selecionados, com grãos subangulosos a subarredondados, de composição predominantemente quartzosa. A coloração é cinza (cinza muito claro - N8), com intervalos de mosqueamento intenso por ferruginização e maior conteúdo lamoso (Figura 5A). Estão presentes camadas de arenitos com estratificação incipiente (Figura 5C), apresentando grãos subangulosos a subarredondados, seleção moderada a pobre e composição quartzosa, com coloração cinza claro (cinza muito claro - N8).

Assim como no Intervalo B, ocorrem camadas de lamitos arenosos e, adicionalmente, uma camada de argilito. Os lamitos arenosos apresentam areia nas frações fina a grossa, além de grânulos, e coloração variada (acinzentada, amarelada ou avermelhada, sendo esta última predominante). A camada de argilito é de ocorrência localizada, entre as profundidades

29,10 e 30,25 m, apresentando coloração branca, característica das argilas caoliníticas (Figura 5C).

Os níveis conglomeráticos (Figura 5D) ocorrem na porção basal do Intervalo C, em camadas com espessuras menores do que 1 metro, em alternância com intervalos de arenitos de até 1,5 metro de espessura (profundidades entre 47,00 e 53,60 metros). São conglomerados finos, sustentados pelos clastos, em geral maciços, de coloração avermelhada (marrom claro 5YR 6/4), quartzosos, com os clastos variando de grânulos a seixos finos (5,0 mm), subarredondados a subangulosos. A matriz é principalmente arenítica, fina a grossa. Nas profundidades entre 47,00 e 48,25 m, observa-se a gradação de conglomerados finos para arenitos muito grossos no topo, com presença de estratificação incipiente, visualizada como um alinhamento de grãos de quartzo.

São mais frequentes neste intervalo, sucessões de camadas com padrão granodecrescente ascendente (*fining upward*), observado nas profundidades de 29,10 e 31,35m e 43,00 a 53,60 m, (ver Figura 3), com a transição de camadas de conglomerados e arenitos muito grossos a arenitos médios ou finos. O contato com o Intervalo D é nítido, passando de arenitos lamosos para depósitos inconsolidados de areias finas a grossas, bioclásticas.

Intervalo D

O Intervalo D abrange a parte superior do testemunho do poço 2-JU-1-RJ, entre as profundidades de 0,00 a 21,00 metros. Está sobreposto ao Intervalo C em contato nítido, associado a uma mudança importante de caráter litológico, onde os arenitos lamosos oxidados são sobrepostos por areias médias a grossas, com presença de bioclastos (bivalves). Este intervalo corresponde a aproximadamente 16% dos depósitos sedimentares no testemunho estudado.

As camadas arenosas são em geral espessas (1,00 a 1,50 metro), de composição quartzosa e coloração, em geral, marrom moderado (5YR 3/4) e cinza amarronzado (5YR 3/2), com granulometria variando entre fina a grossa, com grãos subarredondados e seleção moderada a boa (areias maduras). Entre as profundidades 12,00 e 18,00 metros, predominam areias médias a grossas, com

presença de fragmentos bioclásticos e matéria orgânica (Figura 5F). Em direção ao topo da unidade (0,00 a 12,00 metros), ocorrem com

mais frequência areias finas a médias (Figura 5E), com maior quantidade de matéria orgânica.

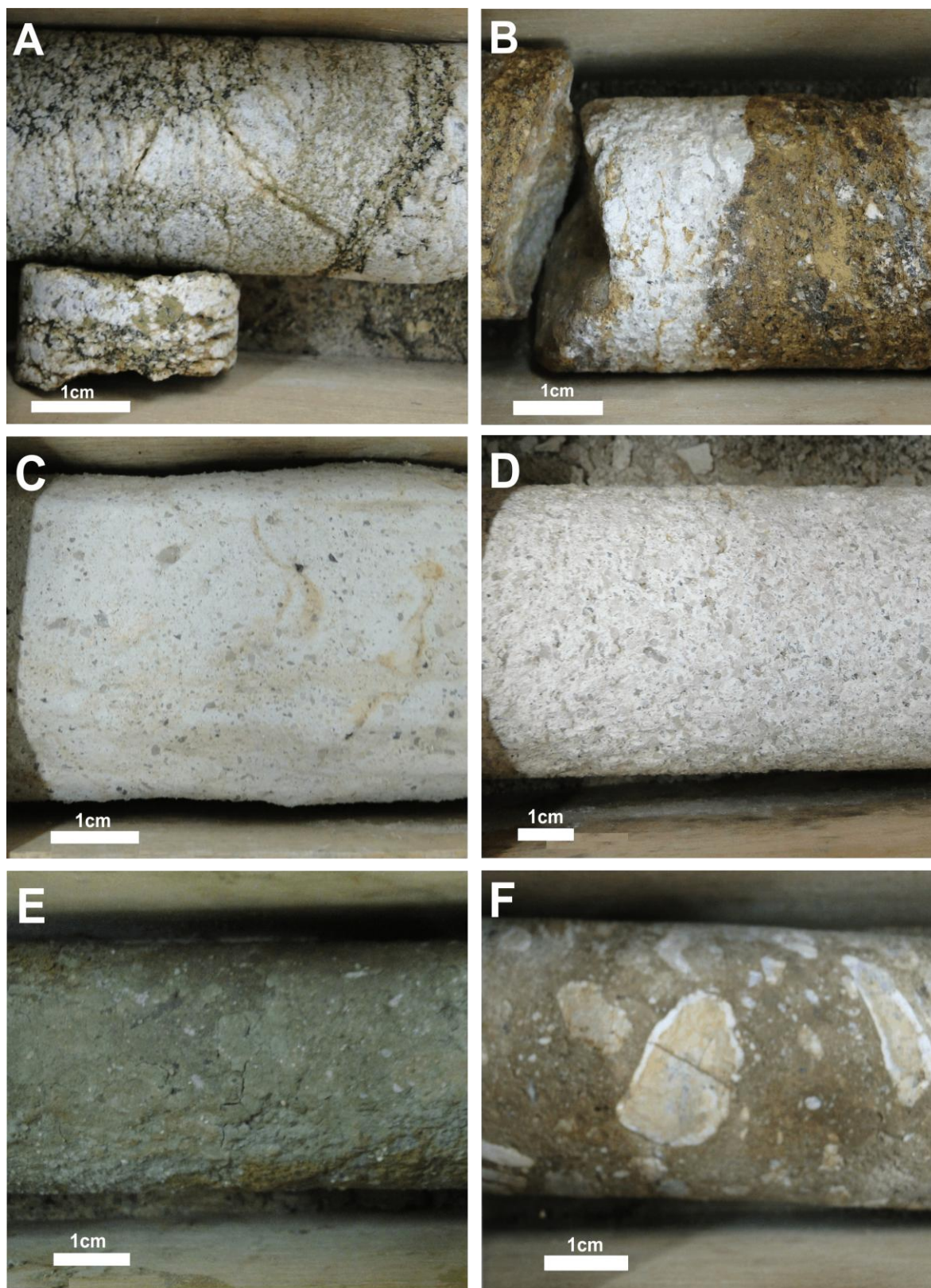


Figura 4. Fotografias mostrando as principais características texturais e composicionais dos intervalos A e B no testemunho 2-JU-1-RJ. Sentido do topo em cada foto é para a direita. **Intervalo A:** **A.** Bandamento gnaissico e fraturas. **B.** Topo do embasamento, alterado por oxidação. **Intervalo B:** **C.** Arenito lamoso maciço, quartzo-feldspático - prof. 55,50 m. **D.** Arenito estratificado - prof. 66,65 m. **E.** Lamito esverdeado - prof. 99,75 m. **F.** Conglomerado fino, sustentado pela matriz, quartzo-feldspático - prof. 123,50 m.

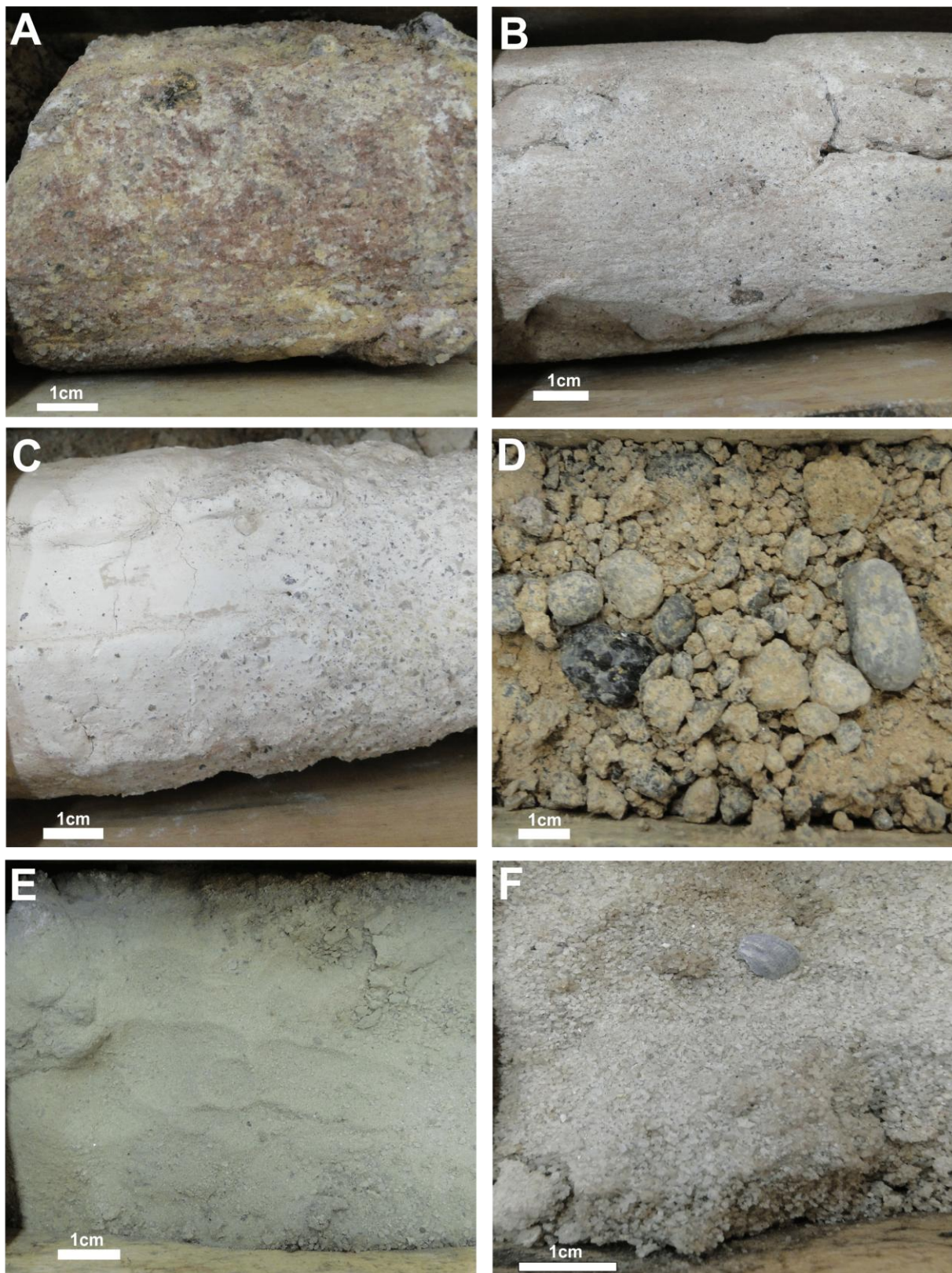


Figura 5. Fotografias mostrando as principais características texturais e composicionais dos intervalos C e D no testemunho 2-JU-1-RJ. Sentido do topo em cada foto é para a direita. **Intervalo C:** **A.** Arenito lamoso ferruginizado no topo do intervalo - prof. 27,25 m. **B.** Arenito lamoso, provavelmente caolínítico, ligeiramente oxidado - prof. 27,50 m. **C.** Contato erosivo entre arenito com estratificação incipiente e lamito caolínítico - prof. 29,10 m. **D.** Conglomerado fino, com presença de seixos de quartzo fumê e feldspatos - base do intervalo. **Intervalo D:** **E.** Areia predominantemente fina a média, moderadamente selecionada, quartzosa, com presença de fragmentos bioclásticos - prof. 9,00 m. **F.** Areia média a grossa, moderadamente a bem selecionada, com presença de fragmentos bioclásticos - prof. 18,00 m.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base na delimitação e descrição dos intervalos litológicos e na comparação com os resultados de estudos anteriores sobre o Cenozoico do sudeste brasileiro, pôde-se chegar a um quadro litoestratigráfico local, com as seguintes correlações:

- Intervalo A – Embasamento Gnaissico, atribuído ao Complexo Região dos Lagos, devido ao caráter ortoderivado;

- Intervalo B – relacionado à Formação Emborê/Membro São Tomé, com base na correlação com os trabalhos de Schaller (1973), Gama Jr. (1977), Rangel *et al.* (1994) e Winter *et al.* (2007), que descrevem a predominância de arenitos na porção proximal da bacia, assentados sobre o embasamento gnaissico. No presente trabalho, a ocorrência de níveis de conglomerados sustentados pela matriz e de espessas camadas de lamitos arenosos na porção basal do testemunho foi associada à deposição por fluxo de detritos e corridas de lama, sendo interpretados como depósitos proximais de leques aluviais. Os pacotes arenosos maciços e com estratificações incipientes e os padrões granulométricos predominantemente em caixote indicam processos trativos, sendo associados a depósitos de leques distais retrabalhados por sistemas fluviais entrelaçados. O Intervalo B pode ser considerado, ainda, litologicamente análogo à Formação Resende (Eoceno-Oligoceno das bacias de Resende e Volta Redonda), estudada em detalhe por Ramos *et al.* (2006) e Sanson *et al.* (2006), que a descreveram como formada por conglomerados sustentados pela matriz, arenitos arcossianos e lamitos esverdeados, interpretados como depósitos de leques distais e fluviais entrelaçados. Morais (2007) descreveu conjuntos litológicos semelhantes nos depósitos da Formação Rio Doce (Eoceno-Oligoceno), na porção emersa da Bacia do Espírito Santo. Gama Jr. (1977) e Rangel *et al.* (1994) já haviam considerado esta possível analogia entre os depósitos da Formação Emborê e da

Formação Rio Doce;

- Intervalo C – Formação Barreiras; os principais aspectos litológicos deste intervalo (arenitos, arenitos lamosos e lamitos de coloração avermelhada, intensamente ferruginizados) correspondem às características mais marcantes desta unidade estratigráfica em afloramentos na costa do Rio de Janeiro e do Espírito Santo (Morais, 2001; Morais *et al.*, 2006; Brêda, 2012), sendo interpretados como depósitos fluviais entrelaçados, com intensa alteração pós-deposicional;

- Intervalo D – depósitos costeiros quaternários; cordões litorâneos pleistocênicos associados à evolução da planície costeira do rio Paraíba do Sul, distribuídos amplamente na porção sul da planície, próximo à região da Lagoa Feia.

A caracterização litológica do testemunho 2-JU-1-RJ mostra uma nova evidência quanto à possível relação de contato entre as formações Emborê e Barreiras na porção emersa da Bacia de Campos, em que a Formação Barreiras ocorre sobreposta à Formação Emborê. Gama Jr. (1977) e Rangel *et al.* (1994) consideraram os depósitos da Formação Emborê e da Formação Rio Doce correlatos. Morais (2007) propôs que a mesma relação de contato entre as formações Rio Doce e Barreiras, na área emersa da Bacia do Espírito Santo, poderia ser aplicada para as formações Emborê e Barreiras na Bacia de Campos. Entretanto o entendimento da evolução paleoambiental destas unidades cenozoicas necessita de estudos detalhados quanto às relações e sucessões das fácies sedimentares, assim como pelo estudo petrológico. Também se faz necessário o estudo dos processos de alteração pós-deposicional, em parte pedogenéticos, contribuindo com informações a respeito das condições paleoclimáticas e de alternância entre os ciclos deposicionais e de estabilização do substrato.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos apoios: “Projeto Ecológico de Longa Duração (PELD - Sítio 5): a ciclagem do carbono em lagoas costeiras do Norte Fluminense numa perspectiva histórica”, financiado pelo CNPq; e Projeto DELTA (“Arquitetura deposicional do complexo deltaico do rio

Paraíba do Sul e seu papel na transferência sedimentar para águas profundas"), financiado pela Chevron Brasil, com recursos de investimento em pesquisa e desenvolvimento para petróleo, gás natural e biocombustíveis – P&D/ANP (conv. Fundação Coppetec IGEO-15.857) através do qual foi executada a sondagem cujo testemunho foi descrito no presente estudo. A primeira autora agradece a CAPES pelo período em que foi concedida a bolsa de Mestrado.

REFERÊNCIAS

1. ALMEIDA, F.F.M.; HASUI, Y.; BRITO NEVES, B.B.; FUCK, R. A. Brazilian structural provinces: an introduction. *Earth Sci. Rev.*, 17: 1–29, 1981.
2. ARAI, M. A Grande elevação eustática do mioceno e sua influência na origem do Grupo Barreiras. *Geologia USP. Série Científica*, São Paulo, v. 6, n. 2, p. 1-6, 2006.
3. BRÊDA, T. C. **Análise multiescalar da Formação Barreiras na área emersa da Bacia de Campos, entre Búzios e Campos dos Goytacazes (RJ)**. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-graduação em Geologia, IGEO/UFRJ. Rio de Janeiro, 2012. 117p.
4. CPRM. **Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo**, Folha SF.24 – Vitória, 1:1.000.000. 2004.
5. GAMA JUNIOR, E.G. **Sistemas Depositionais e Modelos de Sedimentação das Formações Campos e Emborê, Bacia de Campos, Rio de Janeiro, Brasil**. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1977.
6. HEILBRON, M.; PEDROSA-SOARES, A.C.; CAMPOS NETO, M.C.; SILVA, L.C.; TROUW, R.A.J.; JANASI, V.A. Província Mantiqueira. In: MANTESSO-NETO, V.; BARTORELLI, A.; DAL RÉ CARNEIRO, C.; BRITO NEVES, BB (orgs.). *Geologia do Continente Sul-Americano – Evolução da Obra de Fernando Flávio Marques de Almeida*. Editora Beca, p. 203-235. 2004.
7. LIMA, M.D.G. **A história do intemperismo na província Borborema Oriental, Nordeste do Brasil: implicações paleoclimáticas e tectônicas**. Tese de Doutorado, Programa de Pós-graduação em Geodinâmica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2008. 251 p.
8. MARTIN, L.; SUGUIO, K.; DOMINGUEZ, J.M.; FLEXOR, J. **Geologia do Quaternário costeiro do litoral norte do Rio de Janeiro e do Espírito Santo**. Belo Horizonte: CPRM, 112 p. 1997.
9. MORAIS, R.M.O. **Estudo Faciológico da Formação Barreiras na região entre Maricá e Barra de Itabapoana, estado do Rio de Janeiro**. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-graduação em Geologia, IGEO/UFRJ. Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2001. 113p.
10. MORAIS, R.M.O.; MELLO, C.L.; COSTA, F.O.; SANTOS, P.F. Fácies sedimentares e ambientes deposicionais associados aos depósitos da Formação Barreiras no estado do Rio de Janeiro. *Geologia USP (Série Científica)*, 6 (2): 19-30, 2006.
11. MORAIS, R.M.O. **Sistemas fluviais terciários na área emersa da Bacia do Espírito Santo (Formações Rio Doce e Barreiras)**. Tese de Doutorado, Programa de Pós-graduação em Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2007. 139p.
12. NUNES, F.C.; SILVA, E.F.; VILAS BOAS, G.S. Grupos Barreiras: Características, Gênese e Evidências de Neotectonismo. *Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento*, EMBRAPA, 194, 90p., 2011.
13. RANGEL, H.D.; MARTINS, F.A.; ESTEVES, F. R.; FEIJÓ F. J. Bacia de Campos. *Boletim de Geociências da Petrobras*, Rio de Janeiro, 8(1): 203-217. 1994.
14. RAMOS, R.R.C.; MELLO, C.L.; SANSON, M.S.R. Revisão estratigráfica da Bacia de Resende, Rift Continental do Sudeste do Brasil, estado do Rio de Janeiro. *Geociências*, 25: 59-69, 2006.
15. SANSON, M.S.R.; RAMOS, R.R.C.; MELLO, C.L. Bacias Sedimentares Brasileiras: Bacia de Volta Redonda. *Phoenix*, 88: 1-6, 2006.
16. SCHALLER, H. Estratigrafia da Bacia de Campos. *Anais do XXVII Congresso Brasileiro de Geologia*, v.3, pp. 247-258. Aracaju (SE). 1973.
17. SILVA, L C & CUNHA, H. C. S. **Geologia do Estado do Rio de Janeiro: texto explicativo do mapa geológico do Estado do Rio de Janeiro, escala 1:400.000**. Brasília: CPRM, 2001. (1 CD-ROM).
18. SUGUIO, K. & NOGUEIRA, A.C.R. Revisão crítica dos conhecimentos geológicos sobre a Formação (ou Grupo?) Barreiras do Neógeno e o seu possível significado como testemunho de alguns eventos geológicos mundiais. *Geociências*, 18(2): 461-479. 1999.
19. WINTER, W. R.; JAHNERT, R. J. & FANÇA, A. B. 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. *Cartas Estratigráficas*. *Boletim de Geociências da Petrobras*, Rio de Janeiro, 15(2): 511-529, 2007.

Manuscrito recebido em: 08 de Abril de 2015

Revisado e Aceito em: 04 de Junho de 2016