

# Sedimentologia e estratigrafia das ilhas de Santa Bárbara e Redonda, Arquipélago dos Abrolhos, sul da Bahia

*Stratigraphy and sedimentology of the Santa Bárbara and Redonda islands, Abrolhos Archipelago, Southern Bahia*

Roberto Ronald Matte

## resumo

As ilhas do Arquipélago dos Abrolhos constituem raros testemunhos do preenchimento das bacias marginais do Brasil e são compostas essencialmente por rochas ígneas. Contudo, em duas delas, Santa Bárbara e Redonda, rochas sedimentares constituem uma grande proporção dos afloramentos. Este trabalho teve como objetivos caracterizar tais rochas, inseri-las num arcabouço estratigráfico e entender seu contexto deposicional. Descrições macroscópicas de campo e a montagem de seções colunares proporcionaram a divisão da sucessão sedimentar em três unidades deposicionais – inferior, média e superior – apoiadas no reconhecimento de quatro superfícies importantes, sendo três discordâncias e uma camada de siltito, usada como *datum*, a qual pode ser identificada em todas as seções aflorantes. Litologicamente predominam arenitos e, subordinadamente, fácies caracterizadas pela intercalação de arenitos finos e siltitos, siltitos e conglomerados. Os depósitos derivam de fluxos gravitacionais de alta e baixa densidade e movimentos de massa (escorregamentos e fluxos de detritos). Fácies geradas

em contexto deposicional instável, relacionado à atividade tectônica, vulcanismo ou a um gradiente íngreme, predominam na unidade inferior e ocorrem subordinadamente na superior. A unidade média é composta por depósitos de ambiente aparentemente estável. Um conjunto de feições e estruturas sedimentares, tais como lobos arenosos, intervalos escorregados, camadas com estruturas geradas por fluxos oscilatórios, grandes bioturbações e sedimentos com fragmentos de plantas e material carbonoso, sugere um contexto marginal não muito profundo, alimentado por um sistema deltaico à retaguarda para estes depósitos. A presença de fragmentos de rochas ígneas nos sedimentos e a intrusão de corpos ígneos nos mesmos demonstram uma contemporaneidade entre a atividade vulcânica e a deposição dos sedimentos. Análises com base no método dos nanofósseis identificaram, preliminarmente, raras formas do Eoceno, e datações através do método Ar/Ar em rochas ígneas das ilhas sugerem idades entre o Paleoceno Superior e Eoceno.

**Palavras-chave:** Arquipélago dos Abrolhos | depósitos turbidíticos | margem leste do Brasil | bacia marginal

## abstract

*The Abrolhos Archipelago is located offshore of the Mucuri Basin in the southern part of the Bahia State and is formed by five islands, which are mainly composed of igneous rocks. However, in two of the islands, Santa Barbara and Redonda, sedimentary rocks constitute a significant part of the exposures representing, together with the igneous rocks, a rare evidence of the Brazilian marginal basins filling. This study aims to characterize the exposed sedimentary rocks, which are about 45 m thick, to provide a local stratigraphic framework and to understand its depositional setting. In order to achieve the goals of the study, the rocks were described, measured, stacked and sampled. Based on facies descriptions and a correlation of four stratigraphic surfaces, three unconformities and a siltstone marker used as a datum, we divided the succession into three depositional units: lower, middle and upper. The units are limited by unconformities and composed by a particular facies association. Sandstones are the most abundant facies, but siltstones, conglomerates and heterolithics are also common. The sedimentary facies are interpreted as deposits of low and high density gravity flows, also including slumps and debris flows. Facies related to an unstable depositional context, probably influenced by tectonism, volcanic activity or slope oversteepening, compose the lower unit and are also important in the upper unit. Otherwise, the middle unit is composed by unconfined deposits developed in a more stable setting. Considering the presence of a set of features and sedimentary structures like sandstone lobes, the occurrence of sandstones beds with hummocky cross stratifications, siltstones enriched in plant fragments and the abundance of large burrows, we propose that the studied sediments were deposited in a marginal setting, represented by a shelf environment fed by a deltaic system during rivers in flood. The exposed sediments were intruded by igneous rocks and contain fragments of them, suggesting a contemporaneity between igneous activity and sediments deposition. They have been dated between Paleocene-Eocene based on preliminary nanofossils analysis and geochronological (Ar-Ar method) dating of igneous samples.*

*(Expanded abstract available at the end of the paper).*

**Keywords:** Abrolhos Archipelago island | turbidite deposits | eastern Brazilian margin | marginal basin.

## introdução

O Arquipélago dos Abrolhos localiza-se no sul do estado da Bahia e dista cerca de 60km a sudeste da cidade de Caravelas (fig. 1). Ele é parte do Parque Nacional Marinho (Parnam) dos Abrolhos e é composto pelas seguintes ilhas: Santa Bárbara, Redonda, Siriba, Sueste e Guarita (fig. 2).

O arquipélago é parte do Complexo Vulcânico de Abrolhos (CVA), ampla feição vulcanosedimentar que se estende ao longo da plataforma continental dos estados da Bahia e Espírito Santo. A área do CVA atrai as atenções exploratórias há tempos, e na década de 1960 a Petrobras perfurou, dentre outros poços na região, o poço 2-SBST-1-BA (fig. 2) na Ilha de Santa Bárbara.

Os afloramentos das ilhas estudadas constituem exemplos didáticos para o estudo das fácies e processos dos fluxos gravitacionais subaquosos, servindo também como análogos para locações exploratórias objetivando a Formação Abrolhos.

## objetivos

Os objetivos imediatos dos estudos desenvolvidos nas duas ilhas abordadas foram a caracterização das fácies, as relações estratigráficas dos sedimentos no âmbito das ilhas e no contexto do CVA, além do entendimento do seu contexto deposicional.

Para tanto, os sedimentos foram descritos, medidos, empilhados e correlacionados, e amostras foram coletadas para análises petrográficas e bioestratigráficas, além da obtenção de medidas estruturais preliminares.

## breves considerações sobre a geologia regional e estrutural

O Arquipélago dos Abrolhos faz parte do Complexo Vulcânico de Abrolhos (CVA) e constitui sua única porção aflorante. As rochas sedimentares encontram-se mais bem expostas nas duas ilhas maiores, Santa Bárbara e Redonda, e as ígneas ocorrem em todas as ilhas, com variadas texturas, preferencialmente na forma de intrusões.

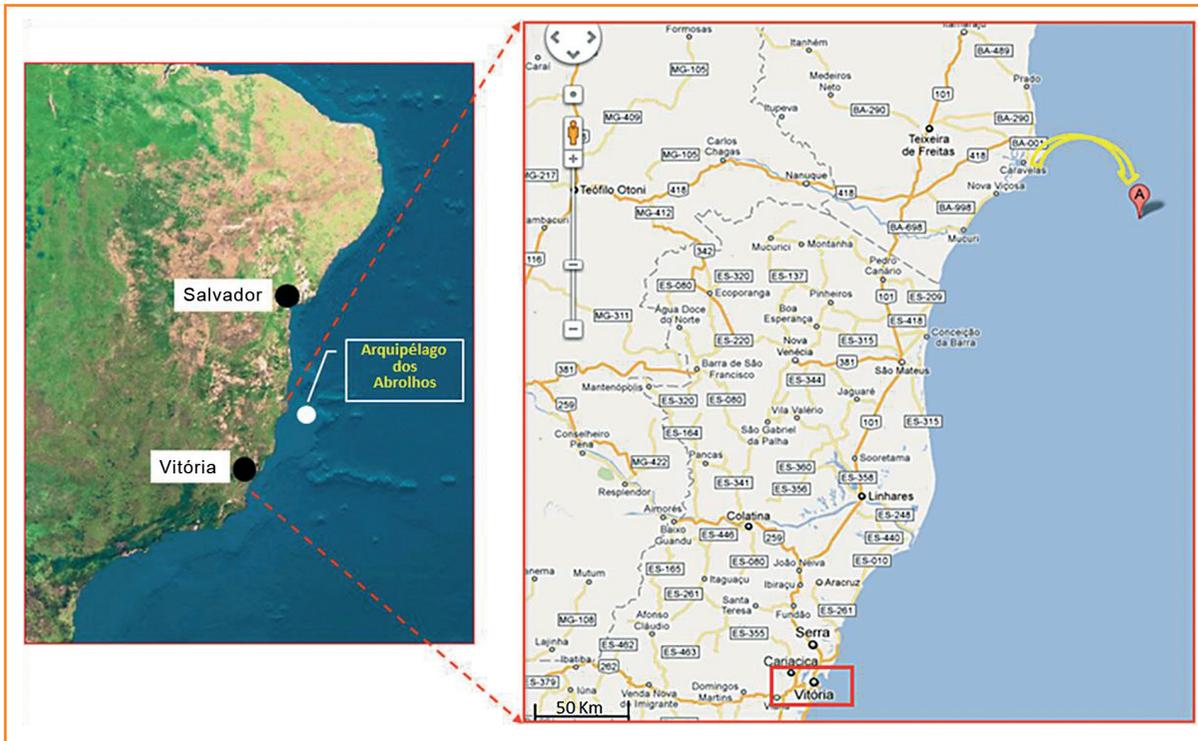


Figura 1 – Mapa de localização do Arquipélago dos Abrolhos (Fonte: Google).

Figure 1: Location map of the Abrolhos Archipelago in the Atlantic Ocean. (Source: Google)



Figura 2 – Visão aérea do arquipélago. As cinco ilhas têm mergulho para N-NW, e o poço 2-SBST-1-BA está indicado na Ilha de Santa Bárbara (Fonte: Ibama).

Figure 2: Aerial view of the Abrolhos archipelago. The five islands dive to N-NW, and the well 2-SBST-1-BA is indicated on Santa Barbara Island. (Source: Ibama)

A feição tectônica mais expressiva do arquipélago é o mergulho de suas camadas para norte (fig. 2), com inclinações que variam de 50 a 150. Foram também identificados falhamentos com direções preferenciais NE e E-W. Feições sinformes e antiformes, provavelmente relacionadas a intrusões ígneas, afloram nas falésias da Ilha de Santa Bárbara, e fraturas também são comuns e com variadas direções (NW, NE e E-W).

Interpretações a partir de seções sísmicas sugerem que o peso das rochas vulcânicas tenha provocado eventos compressivos, provavelmente associados à movimentação salífera que afetou as camadas sedimentares até o Neogeno (Mohriak, 2006).

datações pelo método Ar-Ar sugeriram a atividade magmática entre 60 a 40 milhões de anos (Paleoceno Superior–Eoceno Médio).

A partir de amostras de siltitos que afloram nas ilhas, foram identificadas preliminarmente raras formas de nanofósseis do Eoceno. Radiolários também foram identificados, mas não datados.

O fato de os arenitos e conglomerados conterem fragmentos de rochas vulcânicas sugere uma contemporaneidade entre a atividade ígnea e a deposição sedimentar, corroborando a idade terciária para os sedimentos expostos.

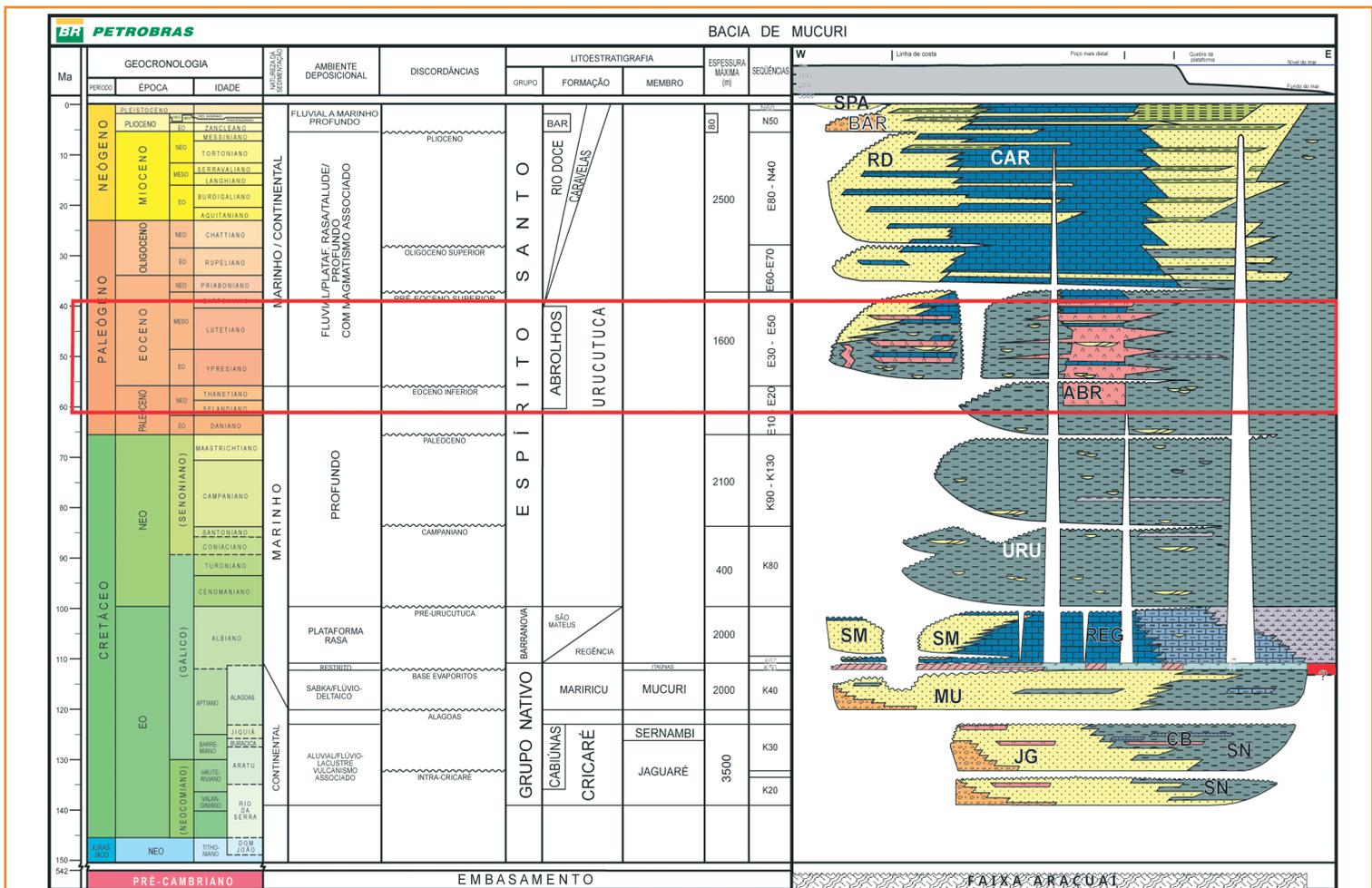
Seções colunares medidas nas ilhas de Santa Bárbara e Redonda permitem correlacionar as sucessões ali aflorantes, apoiadas numa camada *datum*. Os sedimentos foram estratigraficamente fatiados em três unidades, as quais são delimitadas por discordâncias e caracterizadas por associações faciológicas próprias. Apesar da proximidade, não foi possível estabelecer uma correlação consistente entre a seção atravessada pelo poço 2-SBST-1-BA e as seções que afloram nas ilhas.

Figura 3  
Carta estratigráfica da Bacia de Mucuri. No retângulo, a identificação da Formação Abrolhos.

Figure 3  
Stratigraphic chart of Mucuri Basin. The Abrolhos Formation is identified in the rectangle.

## estratigrafia da área

O CVA está inserido na Bacia de Mucuri e compõe, junto com sedimentos intercalados, a Formação Abrolhos (fig. 3). Segundo Mohriak (2006),



# unidades deposicionais

Os sedimentos encontram-se mais bem expostos nas falésias esculpidas ao longo de terraços de abrasão na face sul das ilhas de Santa Bárbara e Siriba e nas faces leste e oeste da Redonda. Os caminhamentos para as medidas e análises dos paredões estão indicados na figura 4, e as correlações entre as três seções medidas possibilitaram a construção de uma seção estratigráfica (fig. 5) e a divisão dos sedimentos em três unidades deposicionais: uma inferior, uma média e uma superior (fig. 6).

O limite basal de cada unidade consta de uma superfície discordante, erosiva ou não, que separa assembleias faciológicas distintas. Uma superfície-chave, rastreável ao longo das ilhas de Santa Bárbara e Redonda (figs. 5 e 6), serviu de apoio para as correlações e construção da seção estratigráfica.

Ao todo, foram reconhecidas 15 litofácies, divididas em três associações. Cada associação

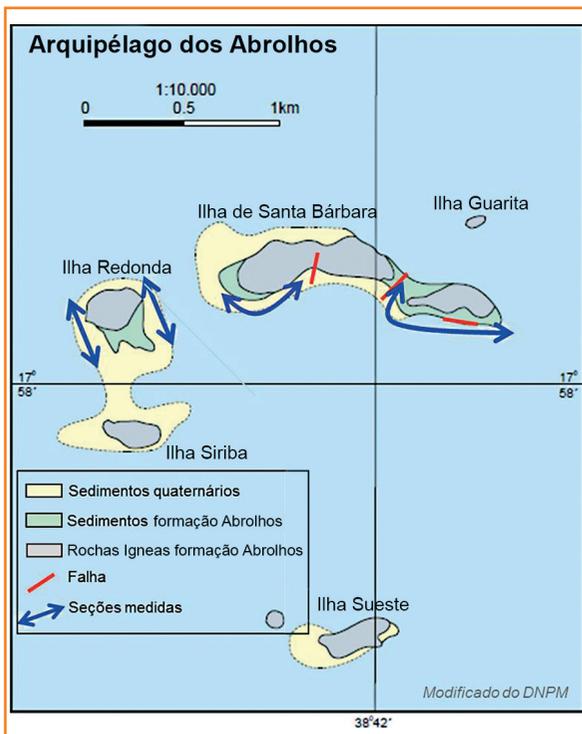


Figura 4 – Mapa geológico do arquipélago e seções medidas (setas azuis) nas ilhas de Santa Bárbara e Redonda.

Figure 4: Geological map of the archipelago and measured sections (blue arrows) on the Santa Barbara and Redonda islands.

corresponde a uma unidade deposicional. As unidades e suas fácies são relacionadas, descritas e interpretadas nas tabelas 1, 2 e 3.

A seção colunar composta da figura 6 mostra as unidades deposicionais definidas, as discordâncias que as limitam e uma descrição faciológica sucinta das mesmas. O datum que ocorre em ambas as ilhas está posicionado na parte média da unidade superior.

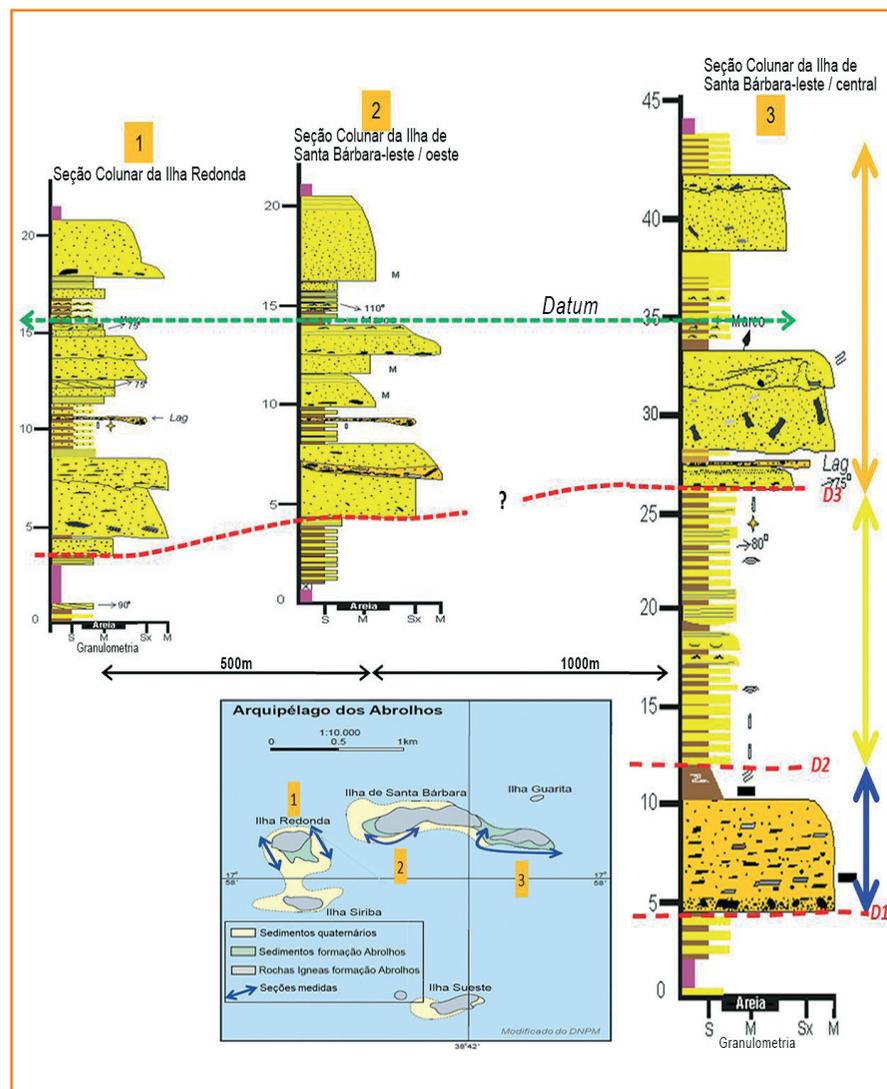


Figura 5 – Seção estratigráfica entre as ilhas de Santa Bárbara e Redonda. As seções 1, 2 e 3 referem-se às seções verticais medidas na Ilha Redonda, Santa Bárbara oeste e Santa Bárbara leste/central (ver mapa). O datum é um siltito identificável em ambas as ilhas. As setas coloridas laterais indicam as unidades deposicionais inferior, média e superior, limitadas pelas discontinuidades D1, D2 e D3.

Figure 5: Stratigraphic section between the Santa Barbara and Redonda islands. Sections 1, 2 and 3 refer to the vertical sections measured in the Redonda and Santa Barbara islands west, and Santa Barbara east/central (see map). The datum is a siltstone bed recognizable on both islands. The colored arrows indicate lower, middle and upper depositional units bounded by discontinuities D1, D2 and D3.

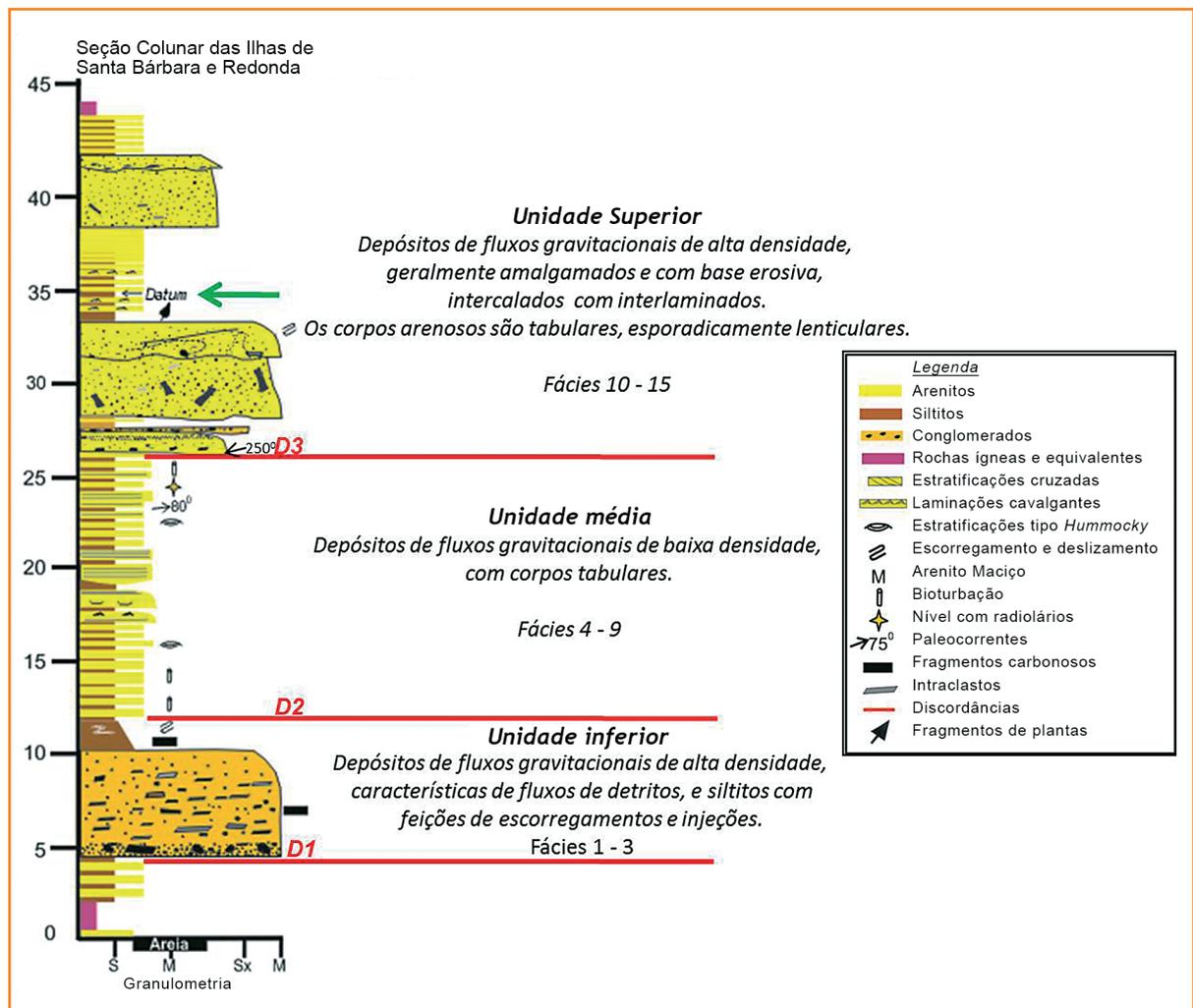


Figura 6 – Seção colunar composta dos afloramentos das ilhas de Santa Bárbara e Redonda. A figura mostra as três unidades definidas, resume suas descrições, além de posicionar as discordâncias D1, D2 e D3 e o datum.

Figure 6: Composite measured section through the outcrops of Santa Bárbara and Redonda islands with a brief description of the units. Unconformities and datum are indicated.

**Tabela 1**

Relação das fácies, descrição resumida e interpretação dos processos envolvidos na deposição da unidade inferior.

Legenda: cm – centimétrico; dm – decimétrico; m – métrico; TBT – thin bedded turbidites.

**Table 1**

List of facies, brief description and interpretation of depositional processes involved in the lower unit.

Legend: cm-centimetric, dm-decimetric, m-metric, TBT: thin bedded turbidites

### unidade inferior

Esta unidade ocorre na base da seção aflorante e se restringe à extremidade leste da Ilha de

Santa Bárbara, medindo cerca de sete metros de espessura. Seus contatos inferior e superior são abruptos e não é possível determinar a geometria do depósito. A tabela 1 relaciona as fácies com uma descrição e interpretação sucinta.

Unidade Inferior		
Fácies	Descrição Resumida	Interpretação
Fácies 1: Ortoconglomerado (fig. 7a)	Conglomerado polimítico com fragmentos de rochas sedimentares e ígneas em matriz arenosa.	Depósito de fluxo de detritos não segregado, aparentemente constituindo um evento único. Contém clastos e megaclastos de TBT orientados horizontalmente, indicando fluxo de caráter laminar. Os siltitos do topo têm deformações e injeções de areia.
Fácies 2: Paraconglomerado (fig. 7a)	Contém intraclastos (cm a m) de rochas sedimentares e ígneas em matriz arenoargilosa. Os intraclastos têm arranjo planar.	
Fácies 3: Siltitos (fig. 7c)	Siltito cinza-escuro, com laminações de arenitos muito finos, localmente deformadas e fluidizadas. Fragmentos de material carbonoso ocorrem dispersos.	

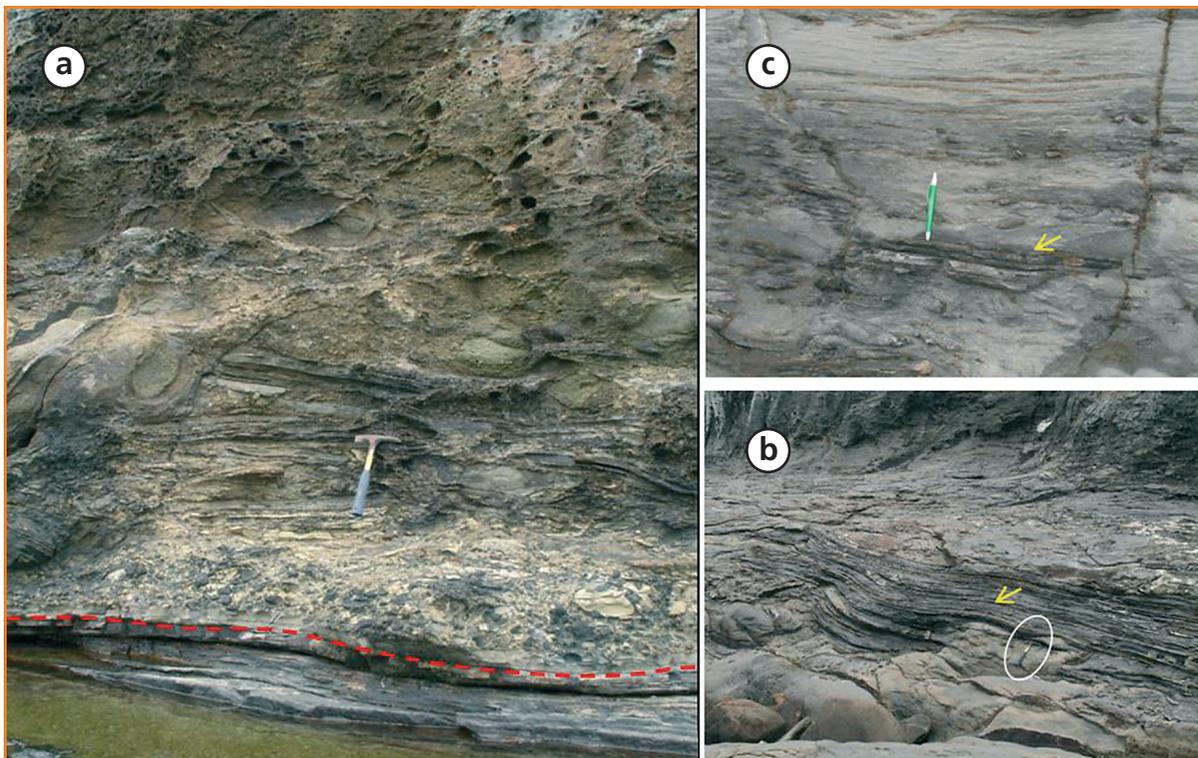


Figura 7 – Fácies da unidade inferior, Ilha de Santa Bárbara. a: contato basal da unidade. Sobrepostos logo acima da discordância D1 (tracejado vermelho) estão os conglomerados polimíticos; b: megaclasto (martelo como escala) em paraconglomerado; c: siltito com feição de deformação.

Figure 7: Facies of the lower unit, in Santa Barbara island. a: Basal contact of the unit. Polymictic conglomerate overlies the D1 unconformity (dashed in red). b: Out-size clast (hammer for scale) in paraconglomerate, and c: convolute siltstone.

Tabela 2

Relação das fácies, descrição resumida e interpretação dos processos envolvidos na deposição da unidade média.

Legenda: cm – centimétrico; dm – decimétrico; m – métrico; TBT – thin bedded turbidites.

Table 2

List of facies, brief description and interpretation of the processes involved in the deposition of the middle unit.

Legend: cm-centimetric, dm-decimetric, m-metric, TBT: thin bedded turbidites.

## unidade média

Aflora em ambas as ilhas, mas é mais desenvolvida na porção leste/central da Ilha de Santa Bárbara, onde mede cerca de 16m. Seus limites inferior e superior são marcados por discordâncias abruptas – D2 e D3.

Litologicamente dominam fácies arenosas e,

subordinadamente, siltitos e heterólitos de arenitos finos e siltitos (ver tabela 2). As camadas têm forma tabular, demonstrando deposição desconfinada, comum em lobos gerados por fluxos turbidíticos. Chama a atenção o grau de bioturbação do intervalo, sobretudo na sua porção basal, assim como a presença de estruturas sedimentares geradas por fluxos oscilatórios, tais como as do tipo *hummocky* e *swaley*.

Unidade Média		
Fácies	Descrição Resumida	Interpretação
Fácies 4: Arenitos com laminações truncadas e onduladas (fig. 8a)	Arenitos finos a médios com laminações do tipo <i>hummocky</i> e, localmente, <i>swaley</i> .	Depósitos de correntes de turbidez de baixa densidade, com atuação de processos de tração, suspensão, associados a fluxos oscilatórios, gerando fluxos combinados.
Fácies 5: Arenitos maciços (fig. 8b)	Arenitos finos a médios maciços, fluidizados, recobertos por arenitos laminados.	
Fácies 6: Arenitos com laminações plano-paralelas	Arenitos finos a médios com laminações horizontais intercalados com siltitos, forma tabular.	
Fácies 7: Heterólitos de arenitos finos e siltitos (depósitos tipo TBT) (fig. 8e)	Espessura cm a dm, bioturbados ( <i>Thalassinoides</i> , <i>Ophiomorpha</i> , figs. 8c e 8d, mais raramente <i>Skolitos</i> e <i>Chondrites</i> , segundo Guimarães Netto (2004). Os arenitos têm laminações horizontais e ôndulas de corrente. <i>Hummockies</i> ocorrem em certos níveis.	
Fácies 8: Arenitos finos a médios, deformados	Arenitos finos a médios com estruturas do tipo chama e carga.	Depósitos de decantação.
Fácies 9: Siltitos	Camadas de siltitos cinza-escuros, maciços, deformados por carga em alguns níveis e localmente portadores de fragmentos de plantas e, localmente, radiolários.	

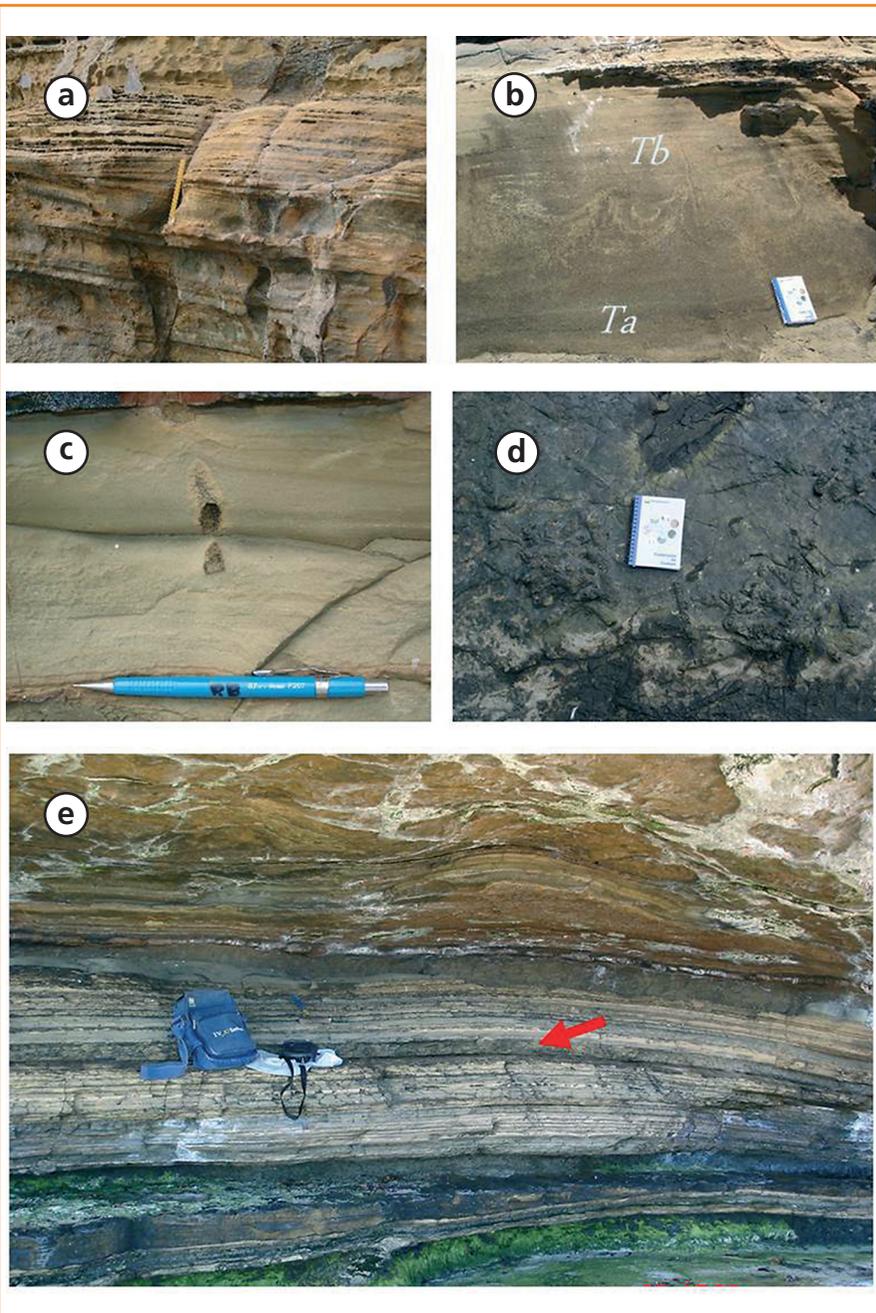


Figura 8 – Fácies da unidade média, Ilha de Santa Bárbara. a: arenitos com *hummocky*; b: camada arenosa com as sequências *Ta* fluidizado e *Tb* de Bouma (1962); c: arenito com bioturbação do tipo *Ophiomorpha*; d: arenito com bioturbação do tipo *Thalassinoides*; e: interlaminados de arenitos finos e siltitos (TBT). A seta indica camada com laminações do tipo *hummocky*.

Figure 8: Facies of middle unit in Santa Barbara Island. a: sandstones with *hummocky*; b: sandy layer with Bouma's *Ta* fluidized and *Tb* intervals (Bouma, 1962); c: sandstone with *Ophiomorpha* trace fossil; d: sandstone with *Thalassinoides* trace fossil; e: heterolithic facies (TBT). The arrow points to a *hummocky* bed.

## unidade superior

Esta unidade aflora em ambas as ilhas estudadas e tem entre 18-20m de espessura. Apenas seu limite basal foi definido e é formado por uma discordância abrupta e erosiva – *D3* – a qual está bem exposta na Ilha de Santa Bárbara (figs. 9 e 10).

Litologicamente a unidade é composta predominantemente por arenitos, também por heterólitos de arenitos finos e siltitos, e siltitos (ver tabela 3). Os arenitos ocorrem na forma de corpos com espessura métrica, base erosiva e normalmente amalgamados, demonstrando a atuação de fluxos gravitacionais densos. As camadas têm forma tabular, ocasionalmente lenticular. Os heterólitos são constituídos por arenitos finos e siltitos e podem conter níveis conglomeráticos (*lags*) intercalados ou apresentar intervalos escorregados, como o que aflora na parte média da Ilha de Santa Bárbara (fig. 11a). Os siltitos são camadas importantes no conjunto, pois uma representa o *datum* (fig. 11d) que permite a correlação estratigráfica entre as ilhas, e outra é enriquecida em fragmentos de plantas, indicando uma fonte continental (Martinsen, 1990) para os sedimentos (figs. 11a e 11b).

Níveis de conglomerados residuais (*lags*) indicam o fenômeno de *bypass* sedimentar, e heterólitos escorregados comprovam condições localmente instáveis.

Medidas de paleocorrentes obtidas em estratificações cruzadas desta unidade acusam direções quase opostas, NE na Ilha Redonda e SW na Santa Bárbara. Esta variação pode estar relacionada ao tectonismo ou a depósitos associados a canais gerados por correntes com direções divergentes.

Unidade Superior		
Fácies	Descrição Resumida	Interpretação
Fácies 10: Ortoconglomerado (fig. 9a)	Conglomerados polimíticos, matriz arenosa, com seixos arredondados, espessura cm.	Nível residual de canais rasos escavados a partir de correntes de turbidez cascalhosas de alta densidade.
Fácies 11: Arenitos com estratificações cruzadas sigmoidais e tabulares (fig. 9b)	Camadas dm de arenitos médios a grossos, localmente com seixos dispersos ou fluidizados, com estratificações cruzadas sigmoidais e tabulares. Estratificações planares (carpetes de tração) ocorrem localmente associadas.	Correntes de turbidez arenosas de alta densidade, trativas.
Fácies 12: Arenitos grossos a muito grossos, com intraclastos (fig. 9c)	Também granuloso e com pequenos seixos dispersos, mal selecionados, maciços, com intraclastos cm a m. As camadas são tabulares, por vezes amalgamadas, e localmente lenticulares.	Depósitos de canais turbidíticos rasos gerados por correntes de turbidez arenosas de alta densidade.
Fácies 13: Arenitos com laminações horizontais	Arenitos finos a médios, espessura dm, com forma tabular.	Depósitos de correntes de turbidez de baixa densidade com atuação de tração e suspensão.
Fácies 14: Heterólitos de arenitos finos e siltitos (fig. 11e)	Arenitos finos e siltitos formando camadas cm localmente escorregadas. Contêm intercalações locais de níveis conglomeráticos descontínuos ( <i>bypass</i> sedimentar).	Depósitos de correntes de turbidez de baixa densidade, os quais se encontram localmente escorregados.
Fácies 15: Siltitos (fig. 11b)	Camadas cm a dm, podendo conter fitodetritos e também radiolários.	Depósitos de decantação.

Tabela 3 – Relação das fácies, descrição resumida e interpretação dos processos envolvidos na deposição da unidade superior.  
Legenda: cm – centimétrico; dm – decimétrico; m – métrico.

Table 3 – List of facies, brief description and interpretation of the processes involved in the deposition of the upper unit.  
Legend: cm-centimetric, dm-decimetric, m-metric.

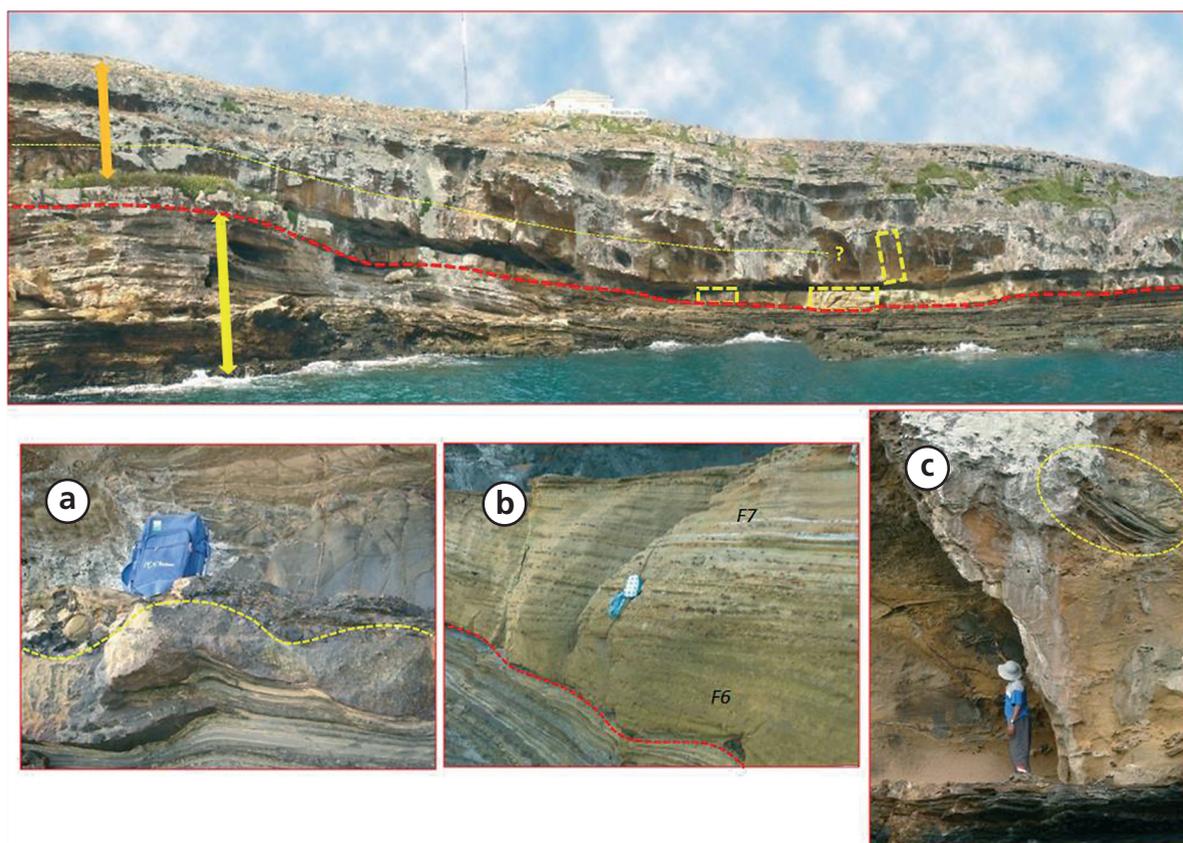


Figura 9 – Acima, aspecto das falésias na Ilha de Santa Bárbara leste. O traçado vermelho segue a discordância D3, e o amarelo, a superfície de amalgamação entre dois corpos arenosos. As setas amarela e laranja à esquerda indicam as unidades média e superior, respectivamente. Os retângulos amarelos da esquerda, centro e direita na foto de cima, correspondem, respectivamente, às imagens de fácies da unidade superior formadas por: a: camada de conglomerado residual (*bypass*); b: a discordância D3 na base de um canal raso, sobreposta por arenitos com estratificações cruzadas; c: arenitos com megaclastos.

Figure 9: Above, cliffs of the Santa Bárbara Island. Red and yellow dashed lines follows, respectively, D3 unconformity and an amalgamation surface between two sandstone bodies. The yellow and orange arrows on the left delimit the middle and upper units. The yellow rectangles on the left, center and right correspond, respectively, to facies of the upper unit, where a: residual conglomerate, b: D3 unconformity at the base of a shallow channel form, overlaid by cross-stratified sandstones and c: sandstone body with out-size clast (yellow oval).

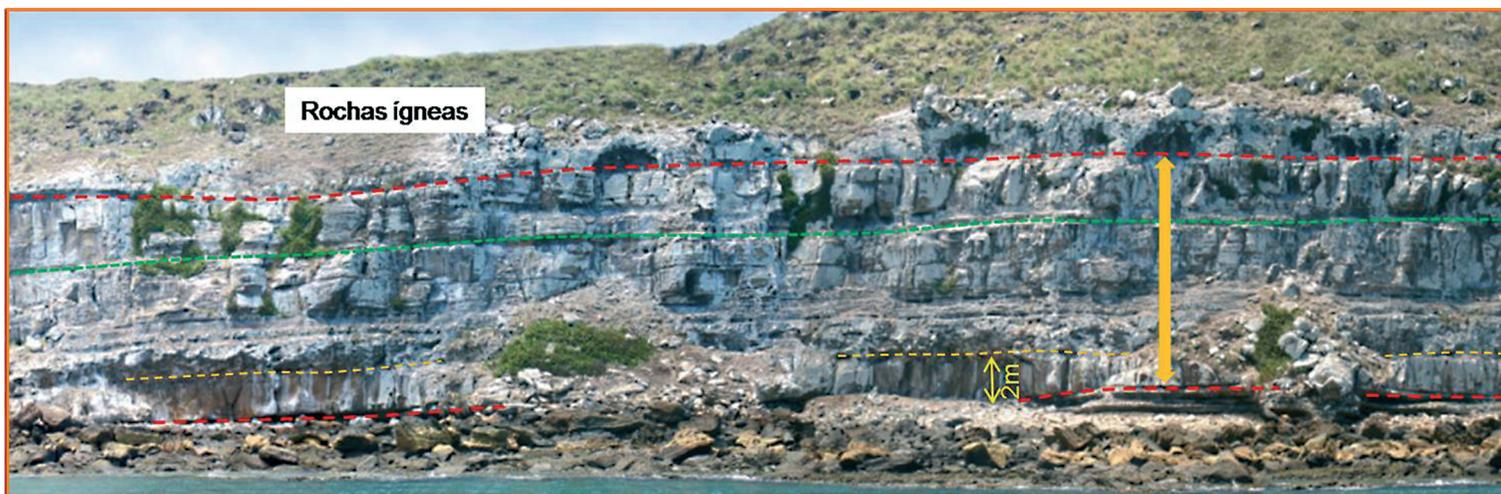


Figura 10 – Aspecto das falésias da Ilha de Santa Bárbara oeste. O tracejado vermelho inferior segue a discordância D3, e o superior, o contato entre sedimentos e ígneas. A linha verde descontinua realça o datum de siltito, e a de cor laranja, a amalgamação entre corpos arenosos e possível base de canal. A seta laranja indica a unidade superior.

Figure 10: West side cliffs of the Santa Bárbara island. The lower red dashed line follows the D3 unconformity and the upper one the contact between sedimentary and igneous rocks. Green line highlights the datum and the orange one the amalgamation between sandstone layers interpreted as a channel base surface. Orange arrow indicates the upper unit.

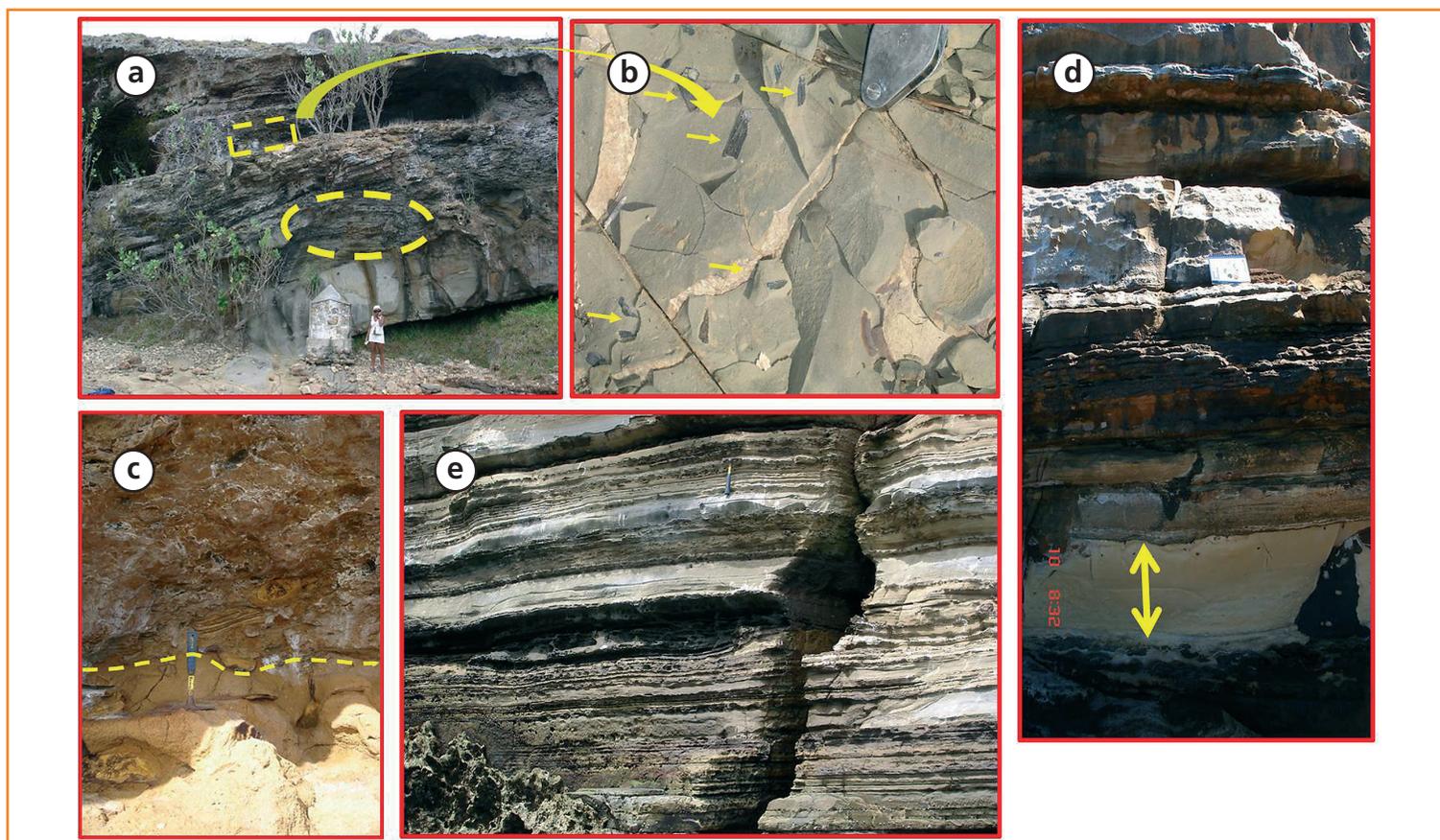


Figura 11 – Fácies da unidade superior nas ilhas de Santa Bárbara e Redonda. a: interlaminados escorregados (na elipse tracejada), e o retângulo indica siltitos com fragmentos de plantas, em b; c: corpos arenosos amalgamados ao longo do tracejado amarelo com brecha de intraclastos sugerindo a base de um canal; d: datum de siltito (na seta amarela); e: interlaminados de arenitos finos e siltitos.

Figure 11: Upper unit facies on the Santa Bárbara and Redonda islands. a: slumped heterolithics (in the dashed oval); the rectangle indicates siltstones with plant fragments in b. c: amalgamated sandstone bodies (along the dashed line) with rip-up clasts at the base of an interpreted channel, d: datum bed (yellow arrow) and e: heterolithics of fine sandstone and siltstones.

## petrografia das rochas sedimentares

Análises petrográficas de amostras arenosas das unidades média e superior foram classificadas como litarenitos feldspáticos vulcânicos e litarenitos vulcânicos (Folk, 1974). Os fragmentos detríticos são de composição vulcânica básica (fig. 12) e, subordinadamente, de rochas plutônicas, quartzo, feldspatos e micas. Texturalmente, os arenitos são finos a muito grossos, mal selecionados, compostos por grãos angulares a subarredondados.

Os principais processos diagenéticos observados são: dissolução e albitização de feldspatos,

substituição de feldspatos por carbonato e autigênese de óxido de titânio (intergranular e substituindo fragmentos vulcânicos). O espaço intergranular é ocupado por abundante material argiloso, aparentemente silicificado; este material vem sendo classificado como pseudomatriz, resultante da alteração e compactação de fragmentos vulcânicos e intraclastos pelíticos. A macroporosidade contada em lâminas variou de zero a 12%. Abundante microporosidade foi gerada pela dissolução parcial de fragmentos de rocha vulcânica. A permeabilidade deve ser baixa, em razão da abundância de pseudomatriz.

Portanto, a qualidade dos reservatórios é prejudicada por dois componentes: a abundância de intraclastos/pseudomatriz e a complexa diagênese derivada dos elementos vulcânicos.

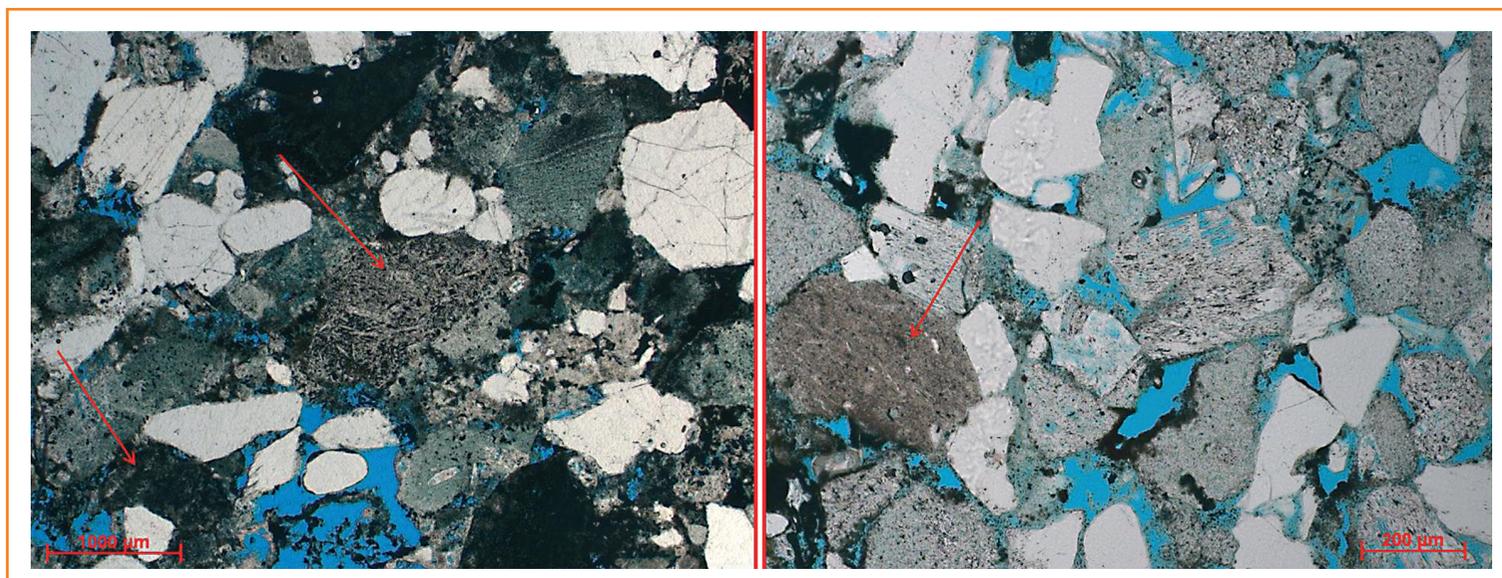


Figura 12 – Imagens de arenitos com fragmentos de rochas vulcânicas (setas vermelhas) e porosidade (espaços em azul). Grãos de quartzo também são comuns, assim como intraclastos pelíticos.

Figura 12: Photomicrographs of sandstones with basalt fragments (red arrows). Blue spots indicate porosity. Quartz grains and mudclasts are also common.

## modelo deposicional

Considerando as características faciológicas e a geometria das camadas dos depósitos, resumimos a seguir considerações acerca do contexto deposicional dos sedimentos.

Depósitos turbidíticos são mais comumente desenvolvidos durante períodos de rebaixamento relativo do nível do mar, nos tratos de mar baixo

ou final do trato de sistemas de mar alto, seja por um rebaixamento eustático, seja por fatores tectônicos. A comum associação dos turbiditos de Abrolhos com rochas ígneas, em que correntes de turbidez erodiram litologias vulcânicas e sendo seus depósitos posteriormente intrudidos por diabásios, sugere que estes fluxos podem ter sido controlados por eventos tectônicos associados à atividade ígnea na região do arquipélago. A análise dos depósitos das unidades inferior e superior, particularmente,

permite concluir que fatores alóctones, tais como tectônica e/ou vulcanismo, tenham sido agentes atuantes na sua formação.

A unidade inferior tem um empilhamento interno singular, pois grada de um conglomerado na base, com presença de blocos e matações de rochas sedimentares e ígneas, para um siltito com feições de deformações e injeções. Os megaclastos de rochas sedimentares apresentam um arranjo planar, característico de fluxo de detritos, e a porção fina sobreposta pode ser interpretada como um fluxo de lama associada a este evento deposicional. A camada é interpretada como um depósito de movimento de massa – *debris flow* – formada em contexto instável.

A unidade média exibe camadas com notável tabularidade, intensa bioturbação na sua porção basal e a presença de camadas com estruturas de fluxo oscilatório, tais como *hummockies* e *swaley*. Estas características coincidem com as mencionadas por Mutti (1992) para os lobos (turbidíticos) arenosos de frentes deltaicas (*delta front sandstone lobes*).

A unidade superior é formada pela intercalação de corpos arenosos e heterólitos de arenitos

finos e siltitos. Os primeiros têm espessura métrica, níveis com intraclastos e granulometria grossa. Sua base é frequentemente erosiva, e feições de *bypass* também estão presentes. Os heterólitos, por sua vez, indicam áreas com baixa taxa de sedimentação.

Fácies escorregadas e megaclastos “flutuantes” em camadas arenosas fazem parte da assembleia de fácies da unidade superior. Os arenitos e níveis conglomeráticos da base desta unidade registram um aumento na energia do sistema quando comparados com os da unidade sotoposta, com evidências de canalizações rasas e transferência de sedimentos para a bacia. Estas feições são visíveis ao longo das falésias da Ilha de Santa Bárbara.

A figura 13 ilustra esquematicamente o modelo deposicional proposto. Os sistemas de lobos das unidades média e superior seriam alimentados por sedimentos oriundos de um sistema deltaico à retaguarda (Mutti *et al.* 1996; 2000), sugerido pela presença de fragmentos de material carbonoso e plantas em fácies destas unidades. Intercalados aos depósitos lobados ocorrem intervalos escorregados ou depositados por fluxos de detritos.

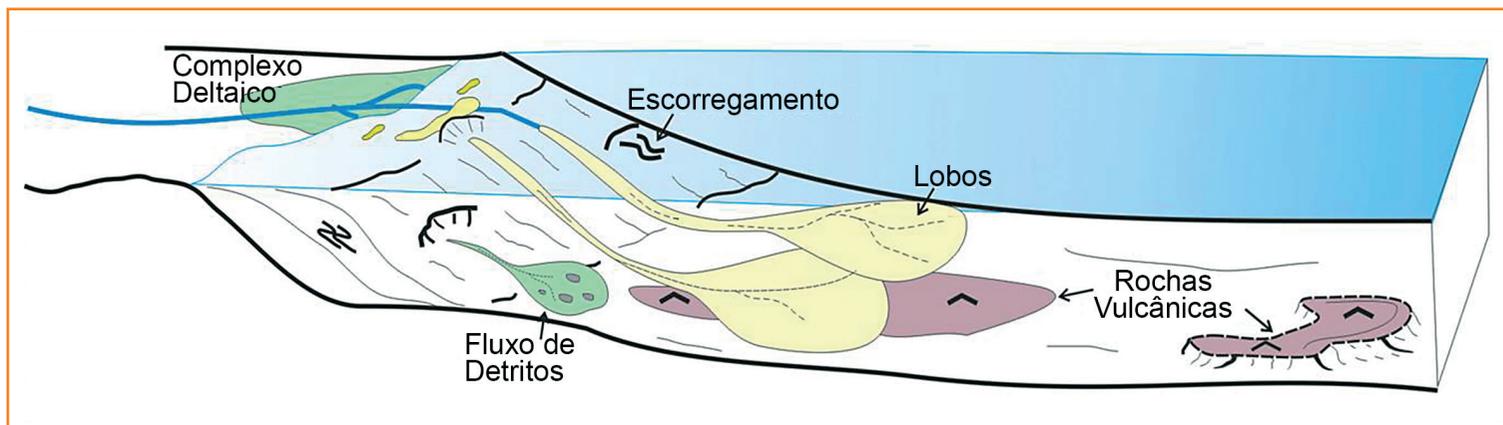


Figura 13 – Painel esquemático do modelo deposicional interpretado e seus principais elementos constituintes. A presença de rochas vulcânicas intercaladas aos sedimentos é comum nos afloramentos, e fragmentos delas integram as rochas sedimentares.

Figure 13: Schematic panel displaying the proposed depositional model and their main constituting elements. The presence of volcanic rocks between layers of sediments is common in the outcrops, and their fragments are present in the sedimentary rocks.

## considerações finais

Os afloramentos das ilhas de Santa Bárbara e Redonda expõem uma rara sucessão sedimentar eocênica do preenchimento das bacias da margem Atlântica do Brasil. Apesar da limitada exposição e da impossibilidade de correlação com poços vizinhos, os afloramentos servem como análogos para locações nas bacias do Espírito Santo e Mucuri.

Seções colunares medidas nas ilhas de Santa Bárbara e Redonda proporcionaram a correlação entre elas e seu fatiamento estratigráfico, com base, sobretudo, na presença de três superfícies: três discordâncias e uma camada *datum* (superfície-chave) de siltito. Com base nestas superfícies e nas 15 fácies identificadas em campo, foram definidas três unidades deposicionais.

Cada unidade deposicional é limitada por discordâncias e caracterizada por uma associação de fácies gerada por processos deposicionais próprios. Litologicamente prevalecem os arenitos e, subordinadamente, heterólitos, siltitos e conglomerados, interpretados como produtos de correntes de turbidez de alta e baixa densidade, além de *debris flows* e escorregamentos, os quais registram fases de instabilidade deposicional. Siltitos derivam de processos de decantação associados aos fluxos gravitacionais.

Predominam camadas com geometria tabular, típicas de depósitos desconfiados, tais como lobos, mas algumas têm forma lenticular, sugerindo a ação erosiva das correntes e a formação de canalizações rasas, ainda que tais feições não sejam claramente observáveis devido aos cortes desfavoráveis dos afloramentos. O fenômeno de *bypass*, pelo qual sedimentos são transferidos para partes mais distais da bacia, é comprovado pela presença de lags conglomeráticos.

Intervalos caóticos e escorregados demonstram ocasionais instabilidades no perfil deposicional, indicando certa declividade do substrato e a possível remobilização sedimentar durante sismos associados ao magmatismo.

Laminações geradas por fluxos combinados e oscilatórios e grandes bioturbações são características de depósitos plataformais e encontram-se na unidade média. A presença de material carbonoso e de fragmentos de plantas sugere uma sedimentação provinda de um sistema deltaico durante períodos de cheias catastróficas.

Medidas de paleocorrentes obtidas em ambas as ilhas indicam direções antagônicas, de oeste para leste, e vice-versa. Não há, até o momento, um entendimento definitivo para estas variações, mas o tectonismo e depósitos gerados por correntes em canais com direções divergentes são hipóteses consideradas.

Os sedimentos estão intrudidos por rochas ígneas e contêm fragmentos delas, demonstrando uma contemporaneidade entre a sedimentação e a atividade magmática, a qual é datada entre Paleoceno Superior e Eoceno Médio. Lâminas delgadas revelaram a presença de raras formas de nanofósseis e de radiolários, sendo os primeiros preliminarmente datados como do Eoceno, mas os últimos permanecem sem datação. A presença de fragmentos de rochas ígneas e intraclastos prejudica as condições permoporosas dos reservatórios.

## agradecimentos

Agradecemos à Petrobras, na figura dos gerentes de exploração e da Sedimentologia e Estratigrafia da UO-ES, pela oportunidade de desenvolver este trabalho, assim como aos colegas da gerência de Sedimentologia e Estratigrafia pelo apoio, entre eles Rangel Borges, Eveline Zambonato, Lúcio Tokutake e Erlan Claudio Lyrio. Também à Marinha do Brasil e ao Ibama, pelas permissões de desembarque e permanência nas ilhas de Santa Bárbara, Redonda e Siriba.

## referências bibliográficas

BOUMA, A. H. **Sedimentology of some Flysch deposits**: a graphic approach to facies interpretation. Amsterdam: Elsevier, 1962. 168 p.

FOLK, R. L. **Petrology of sedimentary rocks**. Austin: Hemphill Publishing Company, 1974. 184 p.

GUIMARÃES NETTO, R. **Paleoicnologia aplicada à análise estratigráfica**. Rio de Janeiro: Universidade Corporativa da Petrobras, 2004. 65 p.

MARTINSEN, O. J. Fluvial, inertia-dominated deltaic deposition in the Namurian (Carboniferous) of northern England. **Sedimentology**, Belgium, v. 37, n. 6, p. 1009-1113, Dec. 1990.

MUTTI, E. **Turbidite Sandstones**. Milan: Agip, Istituto di Geologia, Università di Parma, 1992. 275p.

MUTTI, E.; DAVOLI, G.; TINTERRI, R.; ZAVALA, C. The importance of Ancient Fluvio-deltaic System Dominated by Catastrophic Flooding in Tectonically Active Basins. **Memoir of Science Geology**, Padova, v. 48, p. 233-291, 1996.

MUTTI, E.; TINTERRI, R.; DI BIASE, D.; FAVA, L.; MAVILLA, N.; ANGELLA, S.; CALABRESE, L. Delta-front facies association of ancient flood-dominated fluvio-deltaic systems, **Revista de la Sociedad Geológica de España**, Salamanca, v. 13, n. 2, Italy, p. 165-190, 2000.

MOHRIAK, W. U. Interpretação geológica e geofísica da Bacia do Espírito Santo e da região de Abrolhos: petrografia, datação radiométrica e visualização sísmica das rochas vulcânicas. **Boletim de Geociências da Petrobras**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 1, p. 133-142, nov. 2005/maio 2006.

## expanded abstract

The Abrolhos Archipelago represents the only exposure of the Abrolhos Volcanic Complex, a subsurface feature that spreads offshore along the Bahia and Espírito Santo states. The archipelago comprises five islands where the Abrolhos Formation crops out along cliffs. It is composed mainly by igneous rocks, but intercalations of sedimentary rocks, reaching about 50 m in thickness, occur in some of the islands. In the present paper, for the first time, the sedimentary rocks that crop out on two islands of the archipelago, Santa Bárbara and Redonda, were described in more details. The study of this scenery can also provide useful analogues for future wells to be drilled as well as an opportunity for assessing the turbidite systems that fill the Brazilian Atlantic basins. Thus, the main objectives of the current study are: (1) to characterize the facies and facies associations of the sedimentary exposures; (2) to establish a stratigraphic framework for the succession, and (3) to understand its depositional setting.

Based on facies descriptions and on the four stratigraphic surfaces which comprise the siltstone bed used as a datum along with three unconformities, three depositional units have been identified, a lower, a middle and an upper one. These units are formed by fifteen lithofacies and each one is part of a particular facies association. All the depositional units have sharp bases and the lower and the upper ones show evidence of erosion. The beds have tabular geometry but some of them are lenticular, resembling shallow channels.

The lower unit is made of a complex facies association where matrix-supported, poorly sorted boulder conglomerates grade into convoluted siltstones towards the top. The basal and intermediate interval of the unit shows a planar fabric of out-size clasts. The bed, as a whole, has characteristics of debris flows and slumped processes probably influenced by tectonism, volcanic activity or slope oversteepening.

The middle unit comprises deposits rarely documented in the Brazilian Atlantic basins. It is dominated by tabular sand beds, interbedded with siltstones partings and with highly bioturbated heterolithic facies at the base. Planar stratification is common and some sandstone beds contain hummocky cross stratification. These successions are

interpreted as deposits derived from low-density sediment gravity flows, deposited as lobes in a shallow-marine context.

The upper unit is bounded by an erosive surface and shallow channels at the base, elements that express an energy increase in the system. It comprises intercalations of sand bodies, ranging between 1–5 m in thickness, and heterolithic facies (siltstones and fine sandstones) packages, locally deformed by slumping. Sandstones are massive, coarse-grained and poorly sorted. Beds are sharp-based, commonly amalgamated and contain bypass features like conglomeratic (lag) deposits, formed by pebbles and “mudclasts breccias”, reflecting periods of high sediment input and bypass. One of the sandstone beds of the lower portion of the unit contains metric “floating” blocks of stratified sedimentary rocks, probably associated to an unstable depositional gradient. The heterolithic facies represent deposits of low density and unconfined turbidity flows, deposited in areas where sedimentation rates were low.

Conglomeratic facies, beds with erosive bases and rip-up clast layers, amalgamated and locally channelized sandstones, tractive features and hummocky cross stratification beds suggest that the units were deposited in shallow marginal areas of the basin, probably connected to a deltaic system, as indicated by the presence of plant and carbonaceous fragments in siltstone beds. Features and facies of the lower and upper units suggest the influence of tectonic activity and/or volcanism. The exposed sediments are intruded by igneous rocks and contain fragments of them, suggesting a contemporaneity between igneous activity and sediments deposition. They have been dated between Paleocene-Eocene based on preliminary nannofossils analysis and geochronological (Ar-Ar method) dating of igneous samples.

The presence of lithic fragments and mudclasts in the sandstones affects negatively the reservoir characteristics.

## autor



**Roberto Ronald Matte**

Geólogo

[rm28814@gmail.com](mailto:rm28814@gmail.com)

**Roberto Ronald Matte** é geólogo, ingressou na Petrobras em 1984 até sua aposentadoria. Atuou na área de Sedimentologia e Estratigrafia de rochas silicicláticas. Possui mestrado em Estratigrafia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e trabalhou na gerência de Sedimentologia e Estratigrafia do UO-ES.