

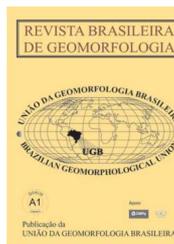


www.ugb.org.br
ISSN 2236-5664

Revista Brasileira de Geomorfologia

v. 18, nº 1 (2017)

<http://dx.doi.org/10.20502/rbg.v18i1.1039>



VARIAÇÕES DO NÍVEL RELATIVO DO MAR DURANTE O HOLOCENO NA BACIA DO RIO UNA, CABO FRIO - RIO DE JANEIRO: ASPECTOS SEDIMENTOLÓGICOS, FACIOLÓGICOS E GEOCRONOLÓGICOS

RELATIVE SEA-LEVEL VARIATIONS DURING THE HOLOCENE IN THE UNA RIVER BASIN, CABO FRIO - RIO DE JANEIRO STATE: SEDIMENTOLOGICAL, FACIOLOGICAL AND GEOCHRONOLOGY ASPECTS

Aline Meneguci da Cunha

Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro
Quinta da Boa Vista, s/n. Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, CEP: 20.940-090, Brasil
Email: aline.meneguci@gmail.com

João Wagner de Alencar Castro

Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro
Quinta da Boa Vista, s/n. Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, CEP: 20.940-090, Brasil
Email: jwcastro@gmail.com

Felipe de Melo Barreto Pereira

Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro
Quinta da Boa Vista, s/n. Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, CEP: 20.940-090, Brasil
Email: felipepereira@mn.ufrj.br

Marcelo de Araújo Carvalho

Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro
Quinta da Boa Vista, s/n. Rio de Janeiro, Rio de Janeiro., CEP: 20.940-090, Brasil
Email: mcarvalho@mn.ufrj.br

Kenitiro Suguio

Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo
Rua do Lago, 562, São Paulo, São Paulo, CEP: 05.580-080, Brasil

Informações sobre o Artigo

Recebido (Received):
16/11/2016
Aceito (Accepted):
14/02/2017

Palavras-chave:

Variações do Nível Relativo do Mar; Registros Geológicos; Perfis Estratigráficos e Datação ao Radiocarbono.

Resumo:

As variações do nível relativo do mar e mudanças climáticas durante o Holoceno foram importante para construção e evolução das paisagens sedimentares costeiras. São identificadas em campo através de indicadores geológicos, biológicos e arqueológicos. Objetiva-se nesse trabalho identificar indicadores geológicos dessas variações na bacia hidrográfica do rio Una, região dos Lagos Fluminenses, Rio de Janeiro. Como procedimento metodológico elaborou-se seis perfis estratigráficos em diferentes pontos, envolvendo, análises sedimentológicas e faciológicas, combinadas, em todas as fases da pesquisa, a um controle sistemático de campo. Em laboratório elaborou-se tabelas de fácies sedimentares, contendo

Keywords:

Relative sea-level variations,
Geological indicator,
Stratigraphic profiles,
Radiocarbon dating ¹⁴C.

atributos referente a diagnose, cor, geometria, contato, estrutura sedimentar e conteúdo fossilífero. As idade obtidas ao radiocarbono variam entre 6330 a 4.800 cal anos A.P. Resultados sugerem que o processo sedimentar mais representativo foi a deposição de conchas de moluscos.

Abstract:

Sea-level fluctuations and climate change during the Holocene were important in the construction and evolution of sedimentary coastal landscapes. This variations can be evidenced by geological, biological and archaeological indicators. The present paper aims to investigate geological indicators of these variations in the basin of Una river, Lagos Fluminense region, Rio de Janeiro State. As methodological procedure drew up six stratigraphic profiles in different locations, involving sedimentological and faciological analysis, combined, at all stages of research, a systematic field control (monitoring). In laboratory developed up of sedimentary facies, tables containing attributes related to diagnosis, color, geometry, contact, sedimentary structures and fossil content. The age obtained by radiocarbon date ¹⁴C range between 6330 a 4.800 cal yrs B.P. The results obtained suggest that the most representative depositional process was content mollusks shells.

1. Introdução

Uma das principais características do Período Quaternário são as oscilações climáticas e variações do nível relativo do mar, responsáveis pela evolução das paisagens costeiras (SUGUIO, 1985). Essas oscilações e variações influenciaram diretamente na construção dos ambientes de sedimentação costeira, entre estes, praias, dunas, lagunas, planícies de maré, deltas e estuários. As evidências são identificadas através de diversos registros, tanto na projeção vertical (rochas de praia, vermetídeos e cracas) como na projeção horizontal (depósitos de conchas de moluscos e terraços marinhos) distribuídas ao longo das planícies costeiras do sudeste brasileiro (CASTRO *et al.*, 2014).

Conforme SUGUIO *et al.* (1985) essas evidências podem ser classificados em três categorias distintas: indicadores geológicos, indicadores arqueológicos e indicadores biológicos. Os indicadores geológicos são representados principalmente por rochas de praia (**beachrocks**), terraços de abrasão marinha e terraços de construção marinha. Os indicadores arqueológicos, caracterizam-se por sambaquis (caçadores coletores) que ocuparam a costa brasileira. Os indicadores biológicos são identificados através de incrustações de vermetídeos, incrustações de cracas, acumulações de conchas de moluscos e tocas de ouriços, posicionados acima do nível do mar.

Ao longo do litoral brasileiro, diversos autores identificaram indicadores de variações do nível relativo do mar durante o Holoceno (MARTIN & SUGUIO, 1976; MARTIN *et al.*, 1996; MARTIN *et al.*, 1997;

MARTIN *et al.*, 2002; MARTIN *et al.*, 2003; SUGUIO & MARTIN, 1976; SUGUIO & MARTIN, 1980; AN-GULO & LESSA, 1997; DIAS, 2009; entre outros) e durante o Pleistoceno (MARTIN *et al.*, 1982; SUGUIO *et al.*, 1984; SUGUIO *et al.*, 2011; e CASTRO *et al.*, 2014). No litoral do estado do Rio de Janeiro foram identificadas evidências de níveis mais altos que o atual em Angra dos Reis e Parati (SUGUIO *et al.*, 1985), na planície costeira de Jacarepaguá (RONCARATI & NEVES, 1976; MARTIN *et al.*, 1984), no entorno da Baía de Sepetiba (CALHEIROS, 2006), em Niterói (CUNHA & ANDRADE, 1971) e ao longo da região dos lagos fluminenses (SANT'ANNA, 1975; BRITO & CARVALHO, 1978; MARTIN *et al.*, 1997; TURCQ, 1999; CASTRO *et al.*, 2006; DIAS *et al.*, 2009; CASTRO, *et al.*, 2014; entre outros).

Na bacia do Rio Una, estado do Rio de Janeiro, é possível identificar diversas evidências dessas oscilações marinhas, principalmente nos ambientes pantanosos e na planície de inundação (CUNHA *et al.*, 2012). Essas evidências caracterizam-se por camadas bioclásticas compostas principalmente por conchas de moluscos, carapaças de crustáceos e fragmentos de bolachas do mar (CUNHA, 2012). O primeiro estudo realizado na região, enfocando o tema abordado foi publicado por SANT'ANNA (1976). No referido artigo, registra-se ocorrências de acumulações bioclásticas compostas predominantemente por conchas de moluscos, associando-as a transgressão máxima holocênica, ocorrida a 5.000 anos A.P.

BRITO & CARVALHO (1978) associaram a projeção horizontal da transgressão máxima holocênica na bacia

do rio São João com a presença de conchas de moluscos depositadas na região. Segundo os autores, essa deposição foi associada ao episódio mundial denominado Transgressão Flandriana, ocorrida por volta de 4.995 ± 80 anos A.P. CUNHA (2012) interpretou a bacia hidrográfica do rio Una como uma enseada aberta com vários microambientes interiores, fundo arenoso-lamosos ou de substrato duro, influenciada localmente por pequenas desembocaduras fluviais. CASTRO *et al.* (2009) identificaram extensa camada bioclástica com predominância de conchas de moluscos na Reserva Tauá, borda leste do pântano da Malhada, planície costeira do Rio Una. A partir desse trabalho, estabeleceu-se que as acumulações de conchas de moluscos na borda dos pântanos costeiros fluminenses representa o mais importantes registro de oscilações positivas do nível relativo do mar durante o Holoceno no sudeste brasileiro. Atribuiu-se idade entre 5.034 a 5.730 anos cal A.P.

Outras camadas bioclásticas foram identificadas por CUNHA *et al.* (2012) e CUNHA (2012). Os pontos de ocorrência desses depósitos constituídos principalmente por conchas de moluscos localizam-se principalmente na bacia hidrográfica do rio Una. Apresentam idades entre 6260 a 4.880 anos cal A.P., corroborando dados obtidos por MARTIN *et al.* (1997) em outros segmentos costeiros do sudeste brasileiro. Essa deposição, marca a transgressão máxima holocênica amplamente documentada por SUGUIO *et al.* (1985), ANGULO & LESSA (1997), BEZERRA *et al.* (2003), CALDAS *et al.* (2006) e CASTRO *et al.* (2014).

A principais indagações levantadas em relação a esse artigo reside nas seguintes questões: A área da bacia hidrográfica do rio Una, envolvendo os pântanos costeiros da região de Cabo Frio, durante a transgressão holocênica ocorrida entre 6330 a 4.800 cal anos A.P, foi completamente inundada pela ação marinha? Os tabuleiros da Formação Barreiras exerceram um forte controle sobre a expansão marinha, resultado no desenvolvimento de enseadas semifechadas. As condições geomorfológicas impostas pela Formação Barreiras favoreceram o desenvolvimento de dois subambientes distintos, ambiente marinho restrito e ambiente marinho aberto? O presente trabalho tem por objetivo responder essas indagações e desenvolver uma reconstituição paleoambiental na bacia hidrográfica do Una durante a transgressão holocênica. Para tal, foram utilizados indicadores sedimentológicos, faciológicos e biológicos de variações do nível relativo do mar, identificados na região.

2 Aspectos Geológicos e Geomorfológicos

A área de estudo, insere-se no Domínio Tectônico de Cabo Frio, segmento central da Faixa Ribeira (HEILBRON *et al.*, 2004). Conforme trabalho desenvolvido por SCHMITT (2001), esse domínio é constituído por embasamento do Paleoproterozoico intercalado tectonicamente com metassedimentos e anfibolitos mais jovens. Situa-se na planície costeira, representada por uma sequência de cordões arenosos e pântanos, associadas ao último máximo transgressivo (TURQ *et al.*, 1999). A sedimentação marinha isolou corpos lagunares que ocuparam fundos de vales. Posteriormente, as lagunas foram ressecadas e parcialmente recobertas por sedimentos aluviais até os dias atuais (MARTIN *et al.*, 1997).

Os depósitos quaternários caracterizam-se por sedimentos marinhos e continentais de idade pleistocênica e holocênica. Os pleistocênicos, representam terraços constituídos por sedimentos arenosos de coloração esbranquiçada na superfície e acastanhados em profundidade (MARTIN *et al.*, 1997). Sedimentos de coloração escura geralmente são atribuídos à presença de matéria orgânica. As porções mais internas das planícies costeiras podem variar de 8,0 a 10 metros de altitude, diminuindo em direção ao mar (MARTIN *et al.*, 1997). Os vales são ocupados por sistema de drenagem de pequeno porte representados pelos rios São João e Una. Conforme CASTRO *et al.* (2009), os terraços holocênicos caracterizam-se por terras baixas e pantanosas, datadas em aproximadamente 5.100 anos A.P. Em geral, os sedimentos são constituídos por material siltico e areno-argiloso, rico em matéria orgânica. Nesses depósitos, registra-se a ocorrência de grande quantidade de conchas de moluscos típicas de ambientes paleolagunares.

CASTRO *et al.* (2014) identificou pela primeira vez no sudeste brasileiro, registros negativos do nível relativo do mar em rochas de praia (**beachrocks**), envolvendo a transição, final do Pleistoceno e início do Holoceno. Após essa transição, iniciou-se um processo relativamente rápido de subida do nível do mar. Segundo CASTRO *et al.* (2012) há aproximadamente 8.500 anos cal A.P., o nível marinho, encontrava-se a 0.5 m abaixo do nível atual. Conforme MARTIN *et al.* (1985) o “zero” (nível médio atual) foi ultrapassado pela primeira vez no Holoceno há cerca de 7.500 anos A.P. De acordo com CASTRO *et al.* (2014) entre 5.500 - 4.500

cal anos A.P, o nível relativo do mar atingiu o primeiro máximo holocênico com altura de +2,8 m acima do atual. A descida do nível relativo do mar subsequente ao máximo transgressivo, levou à construção de terraços marinhos, resultando na progradação da linha de costa até o presente.

3. Materiais e Métodos

As principais técnicas empregadas foram análises estratigráficas, sedimentológicas e faciológicas, combinadas, em todas as fases da pesquisa, a um controle de campo. Para o estudo das variações do nível relativo do mar também foram importantes a consulta de trabalhos

anteriores, complementados por técnicas de laboratórios, entre estas, datações ao radiocarbono ^{14}C e análise e granulométrica por lupa binocular.

Foram realizados quatro trabalhos de campo para elaboração de perfis estratigráficos e identificação de camadas bioclásticas, visando à reconstituição paleoambiental. As coletas de dados foram desenvolvidas ao longo de canais de drenagens que constituem a bacia hidrográfica do Rio Una. Investigaram-se seis afloramentos bem distribuídos na referida bacia (Figura 1). Durante essa etapa, utilizou-se trena métrica, trena **laser**, papel milimetrado, pá de jardinagem e GPS Geodésico de alta precisão (coordenadas geográficas).

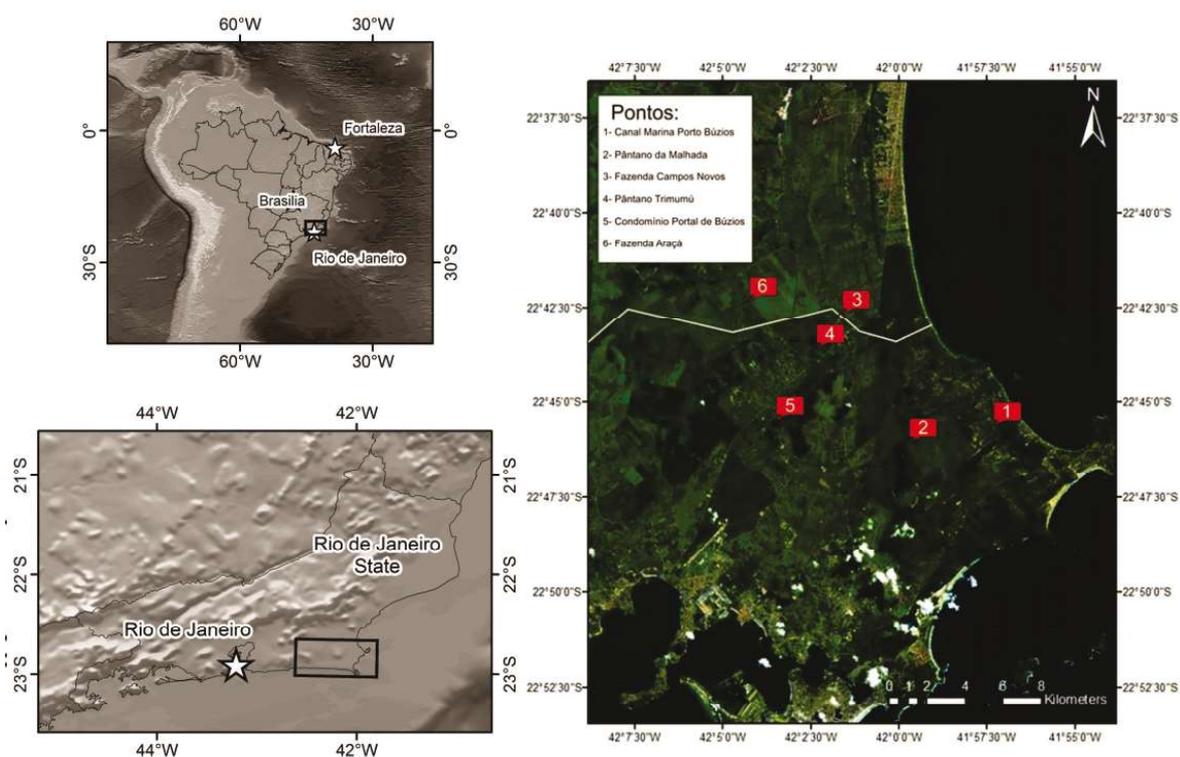


Figura 1 - Localização dos pontos de coletas de amostras no contexto da bacia hidrográfica do rio Una, Rio de Janeiro.

Em laboratório, os perfis foram escaneados e digitalizados com o auxílio do **Software Corel Draw X7**. Foi elaborado um modelo digital 3D a partir de dados altimétricos disponíveis no site do IBGE, Projeto RJ - Escala 1: 25.000. Para elaboração desse modelo foi utilizado o **Software ArcGis** versão 10.1, a partir da rotina **TOPO to RASTER**. O modelo foi reclassificado para realçar as altitudes situadas entre 0,0 a 5,0 m, correspondente aos níveis marinhos atingidos pela transgressão máxima holocênica na região de estudo.

A partir da análise detalhada dos perfis, foi possí-

vel elaborar tabelas de fácies, contendo atributos referentes à: código, diagnose, descrição e interpretação. As análises foram realizadas no Laboratório de Geologia Costeira, Sedimentologia e Meio Ambiente - LAGECOST do Departamento de Geologia e Paleontologia, Museu Nacional - UFRJ.

Foram selecionadas duas amostras para datação ao radiocarbono C^{14} na área da (4) Fazenda Campos Novos e no (5) Pântano do Trimúmi. Incorporou-se quatro datações ao radiocarbono obtidas por CASTRO *et al.* (2014). Essas datações referem-se aos pontos de coletas

denominados: canal Marina Porto Búzios, pântano da Malhada, Condomínio Portal de Búzios e Fazenda Araçá, Região dos Lagos Fluminenses - Estado do Rio de Janeiro. O procedimento de datação foi realizado pelo Laboratório **Beta Analytic Inc**, Miami - Estados Unidos através do método **Radiometric Plus**. Esse método utiliza parcelas maiores das amostras para realizar as análises. As amostras foram submetidas a um pré-tratamento em laboratório, chamado de Condicionamento Ácido. Esse tratamento consiste em banho da amostra com água deionizada, para remoção de sedimentos or-

gânicos associados. Em seguida o material foi triturado e passando por uma série de lavagens com HCl, para eliminar os componentes secundários do carbonato.

4. Resultados

Os perfis estratigráficos caracterizam-se por camadas de areia grossa até a fração lama orgânica. Em todos os perfis registrou-se a ocorrência de camadas constituídas por conchas de moluscos entre 0,15 a 0,60 m de espessura (Figura 2).

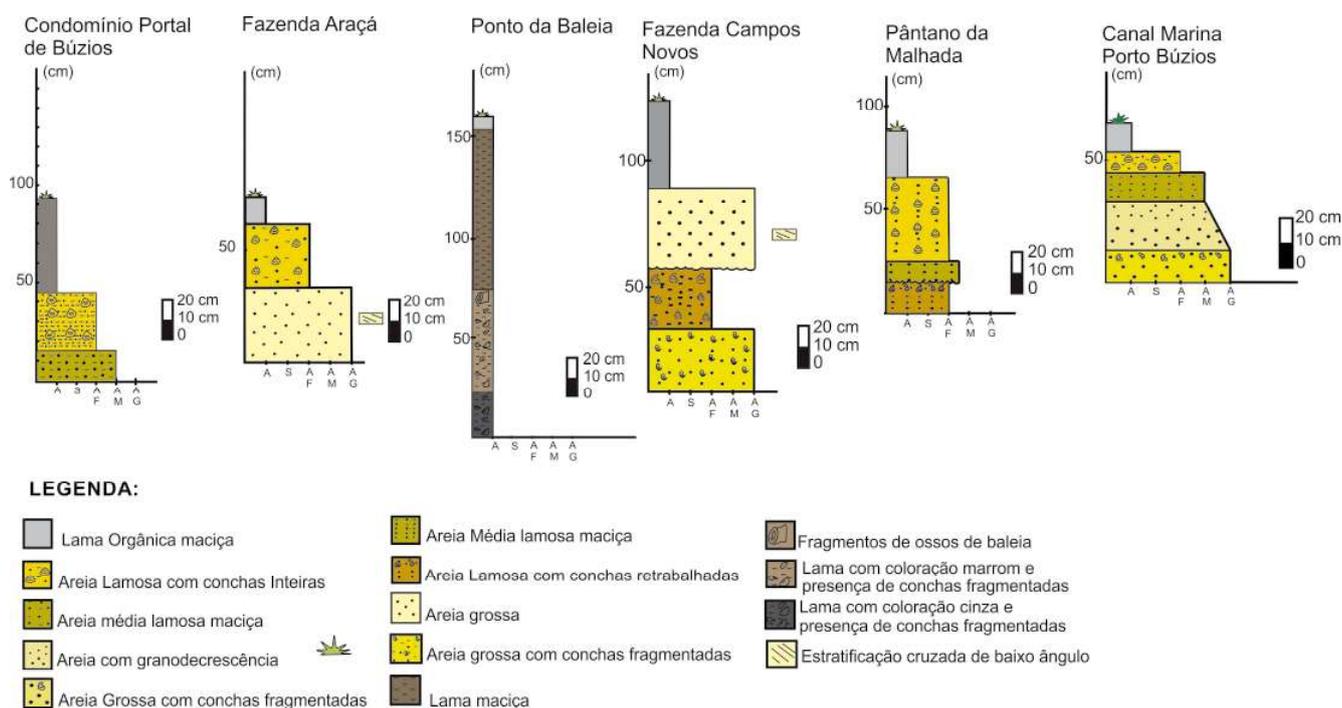


Figura 2 - Perfis estratigráficos distribuídos ao longo da bacia hidrográfica do rio Una, Rio de Janeiro.

O afloramento identificado no canal Marina Porto Búzios, apresenta espessura de 0,70 m. A camada basal caracteriza-se por areia grossa com conchas fragmentadas de 0,15 m. Sobrepondo, encontra-se areia grossa, gradando para fina de 0,20 m. Posteriormente, é possível identificar areia lamosa de 0,15 m. Em seguida, identifica-se areia lamosa com conchas de moluscos inteiras, algumas em posição de vida, de 0,10 m. O material subsequente, caracteriza-se por lama orgânica maciça de coloração escura com 0,10 mm de espessura.

Na região do pântano da Malhada o perfil estratigráfico apresenta espessura de 0,85 m. Na base registra-se areia lamosa com conchas retrabalhadas de 0,15 m. Sobrepondo,

encontra-se areia média lamosa maciça com 0,10 m. Em seguida, observa-se uma camada de 0,45 m constituída por areia lamosa com conchas inteiras, algumas em posição de vida. O topo caracteriza-se por lama orgânica maciça com aproximadamente 0,15 m de espessura.

Na Fazenda Campos Novos identificou-se um perfil com aproximadamente 1,40 m. A camada basal é de 0,30 m de espessura. Caracteriza-se por areia grossa com conchas fragmentadas. Sobrepondo, encontra-se areia lamosa com conchas retrabalhadas com espessura de 0,30 m de. Em seguida, verifica-se areia grossa maciça de 0,40 m. No topo verificou-se uma camada de lama orgânica maciça de 0,40 m.

No pântano do Trimumú o afloramento estudado apresenta espessura de aproximadamente 1,60 m. A camada basal é de 0,70 m. Caracteriza-se por lama com coloração marrom na base e cinza no topo. Registra-se a presença de conchas fragmentadas e ossos de baleia de tamanhos variados, podendo atingir 0,40 m. Sobrepondo, identifica-se a ocorrência de lama maciça, afossilífera com aproximadamente 0,80 m. O topo do perfil caracteriza-se por lama orgânica maciça com aproximadamente 0,10 m.

No Condomínio Portal de Búzios, o perfil estratigráfico apresenta aproximadamente 0,90 m de espessura. A camada basal, caracteriza-se por areia média lamosa maciça de 0,15 m. Sobrepondo, identifica-se areia lamosa com conchas inteiras, algumas em posição de vida com aproximadamente 0,30 m. No topo foi possível identificar lama orgânica maciça com aproximadamente 0,35 m.

Na Fazenda Araçá, o perfil apresenta aproximadamente 0,75 m de espessura. A camada basal é de 0,30 m. Caracteriza-se por uma areia grossa com estratificação cruzada de baixo ângulo. Sobrepondo, registra-se de areia lamosa com conchas inteiras, algumas em posição de vida de 0,30 m. A camada superior caracteriza-se por lama orgânica maciça de 0,15 m de espessura.

À partir da análise litofaciológica, foi possível identificar na região estudada nove litofácies distintas. A tabela 1 apresenta resultados litofaciológicos, contendo atributos referentes a: código de fácies, diagnose, descrição, interpretação e local de ocorrência.

As datações realizadas ao radiocarbono ¹⁴C apresentam idades calibradas entre 6330 a 6190 cal anos A.P (mais antiga) e 4880 a 4800 (mais recentes). Segundo CASTRO *et al.* (2014) a camada de conchas de moluscos do perfil estratigráfico do canal Marina Porto Búzio (mais antiga) apresenta idade entre 6330 a 6190 anos cal A.P. No Condomínio Portal de Búzios entre 6335 a 5997 anos cal A.P. No afloramento do pântano da Malhada entre 6132 a 5734 anos cal A.P. Na Fazenda Araçá entre 5910 a 5830 anos cal A.P. As idades obtidas através desse trabalho no pântano do Trimumú encontram-se entre 5.430 a 5.280 anos cal A.P e na Fazenda Campos Novos entre 4.880 a 4.800 anos cal. A.P, correspondendo assim, o evento mais recente (Tabela 2).

5. Discussão

À partir da análise litofaciológica, foi possível identificar três grupos característicos de litofácies: Litofácies de ambiente marinho restrito (transgressão); Litofácies de ambiente marinho aberto (transgressão) e Litofácies de ambiente pantanoso (regressivo).

As litofácies atribuídas ao ambiente marinho restrito foram **ALci** (Areia Lamosa com conchas inteiras), **ALm** (Areia Lamosa maciça), **ALcr** (Areia Lamosa com conchas re trabalhadas), **Lm** (Lama maciça) e **Lcb** (Lama com conchas fragmentadas e ossos de baleia). A litofácies **ALci** é interpretada como um ambiente lagunar de baixa energia, marcando o início da transgressão marinha documentada por CASTRO *et al.* (2014). A litofácies ocorre no canal Marina Porto Búzios, pântano da Malhada, Condomínio Portal de Búzios e Fazenda Araçá. A litofácies **ALm** caracteriza-se como ambiente restrito, submetido a baixa agitação de ondas (SUGUIO *et al.*, 1988). Afere-se ambiente lagunar sem a presença de conchas de moluscos. Essa litofácies ocorre no pântano da Malhada e no Condomínio Portal de Búzios. Segundo CASTRO *et al.* (2014), essa litofácies marca o início da transgressão máxima holocênica na região da planície costeira de Cabo Frio, Rio de Janeiro. A litofácies **ALcr** denota ambiente lagunar restrito (MIALL, 1997). A deposição das conchas de moluscos, ocorreu principalmente na borda da paleolaguna (CUNHA, 2012 e CASTRO *et al.*, 2014). Essa litofácies ocorre na Fazenda Campos Novos, município de Cabo Frio. A litofácies **Lm** foi interpretada como ambiente restrito de paleolaguna. Essa litofácies, representa o rebaixamento progressivo do nível relativo do mar na região do pântano do Trimumú. Na litofácies **Lcb** identificou-se a presença de conchas fragmentadas na base e ossos de baleia no topo. As condições geológicas - geomorfológicas, favoreceram a projeção da transgressão máxima holocênica nesse local (CASTRO *et al.*, 2014). A fácies estudada, caracteriza-se por ambiente de baixa energia, propiciando a decantação de sedimentos finos no pântano do Trimumú à 8,0 km da linha de costa atual.

Destaca-se na litofácies **Lcb** a ocorrência de ossos de baleia relacionado a possível encalhe, decorrente de um rápido recuo da linha d'água. No litoral do Estado de São Paulo, MEZZALIRA (1982) identificou também a presença de ossadas de baleia semi-fossilizadas, associado-as a transgressão holocênica. O episódio dos referidos encalhes, representa provavelmente, o início da regressão marinha, documentada por SUGUIO & MARTIN (1985), MARTIN *et al.* (1985), SUGUIO (1993) e CASTRO *et al.* (2014).

Tabela 1: Descrição de nove litofácies identificadas nos perfis estratigráficos estudados.

Código	Diagnose	Descrição	Interpretação	Localidade de ocorrência
LOm	Lama Orgânica maciça	Depósito lamoso de coloração escura, estrutura maciça não fossilífero.	Depósito característico da regressão marinha holocênica. Durante esse período as lagunas transformaram-se gradualmente em lagos de água doce e posteriormente em pântanos (Martín <i>et al.</i> , 1997 e Castro <i>et al</i> 2014).	Todas as localidades investigadas.
ALc	Areia Lamosa com conchas inteiras	Depósito arenoso com matriz lamosa e conchas de bivalvíos articuladas e em posição de vida.	Depósito característico da transgressão holocênica, onde toda a planície costeira do rio Una foi invadida pelo mar, formando uma enseada semifechada controlada por depósitos da Formação Barreiras. Nessa enseada, subambientes distintos se desenvolveram. Essa fácies demonstra um ambiente lagunar de baixa energia, que é característica da transgressão holocênica (Martín <i>et al.</i> , 1997 e Castro <i>et al</i> , 2014).	Canal marina Porto Búzios Pântano da Malhada Condomínio Portal de Búzios Fazenda Araçá
ALm	Areia Lamosa maciça	Depósito arenoso com coloração cinza, granulometria de fina a média, grãos subarredondados.	Denota-se um ambiente mais restrito de baixa agitação de ondas. Pelas características do material, afere-se ambiente lagunar sem a presença de conchas de molusco (Castro <i>et al</i> , 2014).	Pântano da Malhada Condomínio Portal de Búzios
Agd	Areia com granodrecência	Depósito arenoso com grãos subarredondados e gradação granulométrica para finos	Ambiente de praia caracterizado por areia grossa na ante praia (base), areia média na faixa de intermarés (intermediária) e areia fina na pós praia. As característica granulométrica de afinamento para o topo (<i>fining up</i>), denotam o início da transgressão marinha holocênica.	Condomínio Portal de Búzios
AGc	Areia Grossa com conchas fragmentadas	Depósito arenoso com grãos subarredondados, com uma lente de fragmentos de conchas no topo.	Depósito de praia, exposta a ação de ondas de bom tempo e tempestade. Essa ação possibilitou a fragmentação do material bioclástico constituído por conchas de moluscos. Essa fácies pode ser um pulso do início da transgressão.	Canal Marina Porto Búzios Fazenda Campos Novos
AGe	Areia Grossa com estratificação cruzada, de baixo ângulo	Deposito arenoso com grãos subangulosos e granulometria grossa.	Depósito característico de ambiente de Praia, corroborado pela presença de estratificação cruzada de baixo ângulo e areia grossa.	Fazenda Campos Novos Fazenda Araçá
ALcr	Areia Lamosa com conchas Retrabalhadas	Deposito arenoso com grãos subarredondados, presença de fragmentos de conchas e matriz pelítica.	Ambiente lagunar restrito, submetido ocasionalmente a ondas capilares e eólicas (vagas) . O processo deposição do material bioclástico (conchas de moluscos) ocorreu principalmente na borda da paleolaguna.	Fazenda Campos Novos
Lm	Lama Maciça	Deposito Lamoso maciço, com coloração marrom, sem fósseis.	Deposito pelítico maciço característico de uma zona de baixa energia com decantação de finos. Pela posição geográfica do afloramento na área de estudo, o mesmo provavelmente está relacionado a um fundo de laguna.	Pântano do Trimumú
Lcb	Lama com presença de Conchas Fragmentadas e ossos de baleia	Deposito pelítico de coloração cinza na base e marrom no topo, com de conchas fragmentadas na base e ossos de baleia no topo.	O maciço pelítico com presença de bioclastos fragmentados sugere zona de baixa energia. As conchas encontram-se fragmentadas provavelmente devido a compactação de lama. Paleoambiente de fundo de laguna.	Pântano do Trimumú

Tabela 2: Datações realizadas ao radiocarbono ^{14}C nos seis perfis estratigráficos estudados. *Idades obtidas por CASTRO *et al.* (2014)

CÓDIGO DA AMOSTRA	LABORATÓRIO	LOCALIZAÇÃO	TIPO DE AMOSTRA	COORDENADAS GEOGRÁFICAS	IDADE CONVENCIONAL	IDADE CALIBRADA 2 SIGMA
LAGECOST 71	Beta Analytic Inc. 310447	Canal Marina Porto Búzios *	<i>Anomalocardia brasiliana</i>	22° 45' 48.9" S 41° 57' 27.8" W	5.460 ± 40 A.P.	6.190 a 6.330 anos cal. A.P.
LAGECOST 1456	Head of Radiation Hygienic Monitoring Laboratory	Pântano da Malhada *	<i>Anomalocardia brasiliana</i>	22° 45' 10" S 41° 59' 55" W	5.540 ± 70 A.P.	6132 a 5734 anos cal. A.P.
LAGECOST 4	Beta Analytic Inc. 365495	Fazenda Campos Novos	<i>Anomalocardia brasiliana</i>	22° 43' 25" S 42° 1' 51" W	4.630 ± 30 A.P.	4.800 a 4.880 anos cal. A.P.
LAGECOST SHELL	Beta Analytic Inc. 332409	Condomínio Portal de Búzios *	<i>Anomalocardia brasiliana</i>	22° 44' 53" S 42° 03' 29" W	5.780 ± 70 A.P.	5.997 a 6.335 anos cal. A.P.
LAGECOST 2	Beta Analytic Inc. 332412	Pântano do Trimumu	<i>Anomalocardia brasiliana</i>	22° 43' 45" S 42° 5' 18" W	5.000 ± 30 A.P.	5.430 a 5.280 anos cal. A.P.
LAGECOST 81	Beta Analytic Inc. 322411	Fazenda Araçá *	Conchas	22° 42' 52" S 42° 04' 27" W	5.490 ± 30 A.P.	5.830 a 5.910 anos cal. A.P.

As litofácies atribuídas ao ambiente marinho aberto foram **AGc** (Areia Grossa com conchas fragmentadas), **Agd** (Areia granodécrescente) e **AGe** (Areia Grossa com estratificação cruzada). A litofácies **AGc** ocorre na região do canal Marina Porto Búzios e Fazenda Campos Novos. O processo deposicional, associa-se a transgressão máxima holocênica, documentada por MARTIN *et al.* (1997) e como transgressão máxima holocênica Cabo Frio descrita por CASTRO *et al.* (2014). A litofácies **Agd** (Areia granodécrescente), do ponto de vista paleoambiental, é decorrente uma mudança gradativa na energia do fluxo (MIALL, 1997). O diminuição do tamanho do grão em direção ao topo, sugere o início da transgressão máxima holocênica, documentada por CUNHA (2012) e CASTRO *et al.* (2014). A litofácies ocorre no canal Marina Porto Búzios, Município de Armação dos Búzios. A litofácies **AGe** correlaciona-se a um ambiente de praia dissipativa de baixa energia devido as estruturas sedimentares apresentarem baixo ângulo de inclinação. Essa litofácies ocorre na Fazenda Campos Novos e na Fazenda Araçá (CUNHA, 2012).

A Litofácies atribuída a ambiente pantanoso é **LOm** (Lama Orgânica maciça). Essa litofácies marca a regressão marinha holocênica, iniciada por volta de 4900 anos A.P. (MARTIN *et al.*, 1997 e CASTRO *et al.*, 2014). O ambiente lagunar foi gradualmente substituído por lagos de água doce e posteriormente por pântanos costeiros (SUGUIO *et al.*, 1985; MARTIN *et*

al. 1997). Essa fácies ocorre no topo de todos os perfis investigados.

As seis idades obtidas ao radiocarbono ^{14}C , enquadra-se no início da transgressão, no pico (**optimum** climático) e na descida brusca do nível relativo do mar no litoral do Estado do Rio de Janeiro, corroborando assim, com a curva de variação proposta por CASTRO *et al.* (2014). A figura 3 apresenta a curva de variação do nível relativo do mar envolvendo todo o Holoceno. Destaca-se o intervalo entre 6335 a 4.800 cal anos A.P., envolvendo o processo deposicional de conchas de moluscos. A transgressão marinha aqui identificada foi amplamente documentada na costa leste brasileira por SUGUIO *et al.* (1985), MARTIN *et al.* (1985), SUGUIO (1993), BEZERRA *et al.* (2003), CALDAS *et al.* (2006), CASTRO & SUGUIO (2010) e CASTRO *et al.* (2014).

Localmente a transgressão marinha holocênica foi controlada pelas condições geológicas e geomorfológicas, impostas pelo embasamento Paleoproterozóico, pela Formação Barreiras e pelos cordões litorâneos da área de entorno da bacia hidrográfica do rio Una. No Modelo Digital de Elevação - MDE (Figura 4) é possível observar as bacias do rio Una e São João, inundadas pela transgressão marinha holocênica, ocorrida no intervalo entre 6335 a 4.800 cal anos A.P. Durante esse episódio, o nível relativo do mar atingiu uma altura máxima entre + 2,50 a + 3,0 acima do atual (CASTRO *et al.*, 2014).

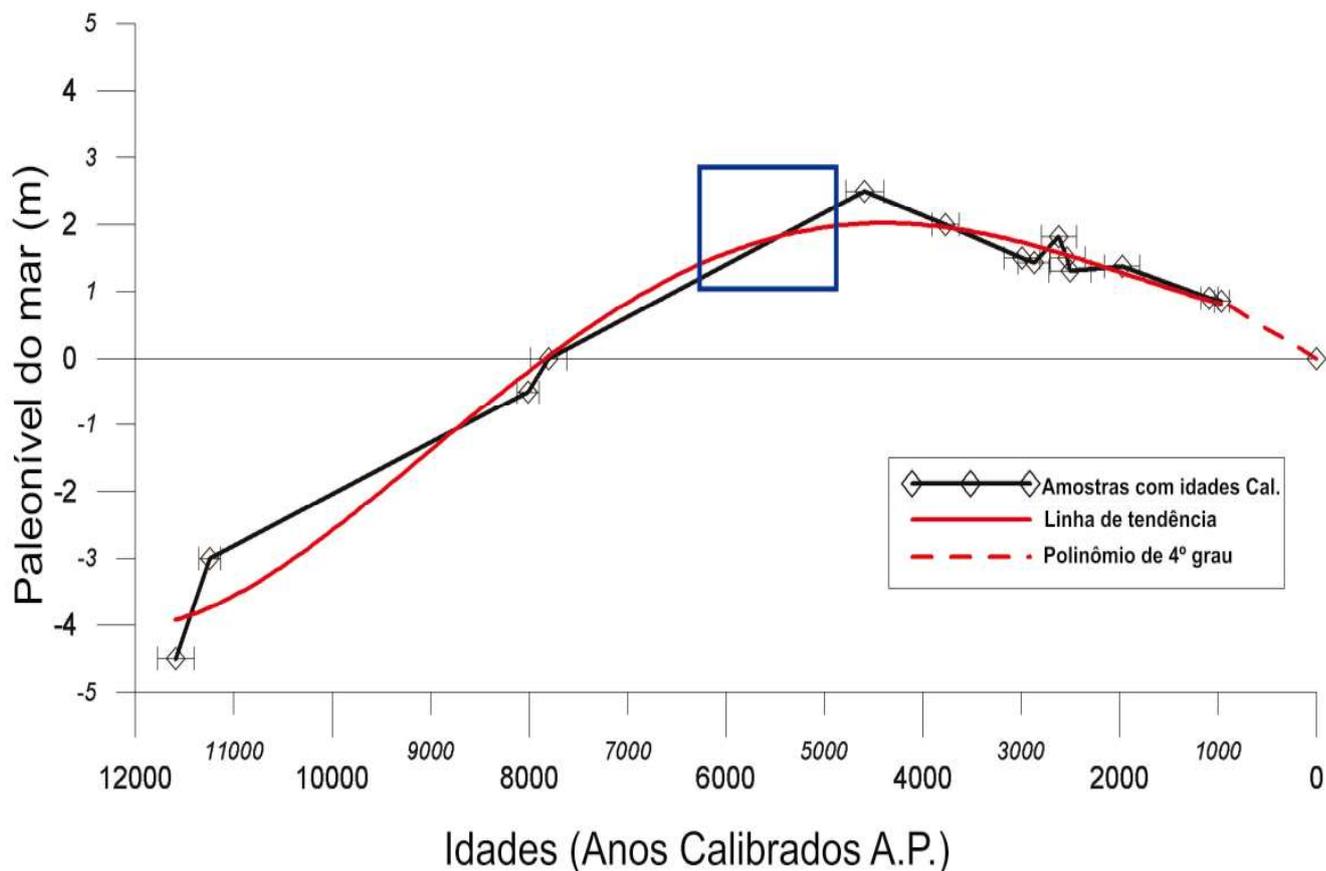


Figura 3 - Curva de variação do nível relativo do mar no litoral do Estado do Rio de Janeiro, sudeste brasileiro. O quadrado em azul mostra o intervalo de tempo identificado à partir das datações obtidas por datações ao radiocarbono nesse manuscrito. Modificado de CASTRO *et al.* (2014).

O modelo geral de evolução geológica - geomorfológica da área de estudo, enquadra-se na proposta de MARTIN *et al.* (1996), correspondente aos Estágio F, G e H. No Estágio F (máximo da última transgressão), os terraços Pleistocênicos foram total ou parcialmente erodidos. Estabeleceu-se na região um sistema laguna/barreira nas desembocaduras do rio Una e São João. O Estágio G (Construção de delta intra-lagunares e/ou intra-estuarinos), o rio Una desembocava na paleolaguna correspondente aos atuais pântanos costeiros do Trimumú e Malhada. O Estágio H (construção de terraços marinhos holocênicos), a descida progressiva do nível do mar, causou uma transformação gradual de lagunas em lagos, seguidos por pântanos e, só então o rio Una passou a fluir diretamente no oceano. Estudos faciológicos aqui realizados corroboram três estágios do modelo válido proposto por Martin *et al.* (1996) entre o nordeste do Estado do Rio de Janeiro e o Rio Grande do Norte.

6. Conclusões

Identificou-se três grupos característicos de litofácies: Litofácies de ambiente marinho restrito (transgressão); Litofácies de ambiente marinho aberto (transgressão) e Litofácies de ambiente pantanoso (regressivo). Todas as litofácies identificadas nos perfis dos paleoambientes restritos e marinho aberto, corroboram o evento denominado transgressão máxima holocênica, identificada localmente por CASTRO *et al.* (2014) como transgressão Cabo Frio.

Através de datações ao radiocarbono ^{14}C em conchas de moluscos *Anomalocardia brasiliana*, identificadas em todos os perfis estratigráficos, as idades obtidas variam entre 6335 a 4.800 cal anos A.P. Esse intervalo de tempo, engloba parte da transgressão marinha, o pico máximo holocênico (**optimum** climático) e a descida do nível relativo do mar. A descida do

nível relativo do mar levou a formação de paleolagunas, cordões litorâneos e pântanos, resultando na progradação da linha de costa até o presente. Resultados aqui

apresentados corroboram pesquisas anteriores, e ajudam refinar o registro do nível relativo do mar holocênico na costa do sudeste brasileira.

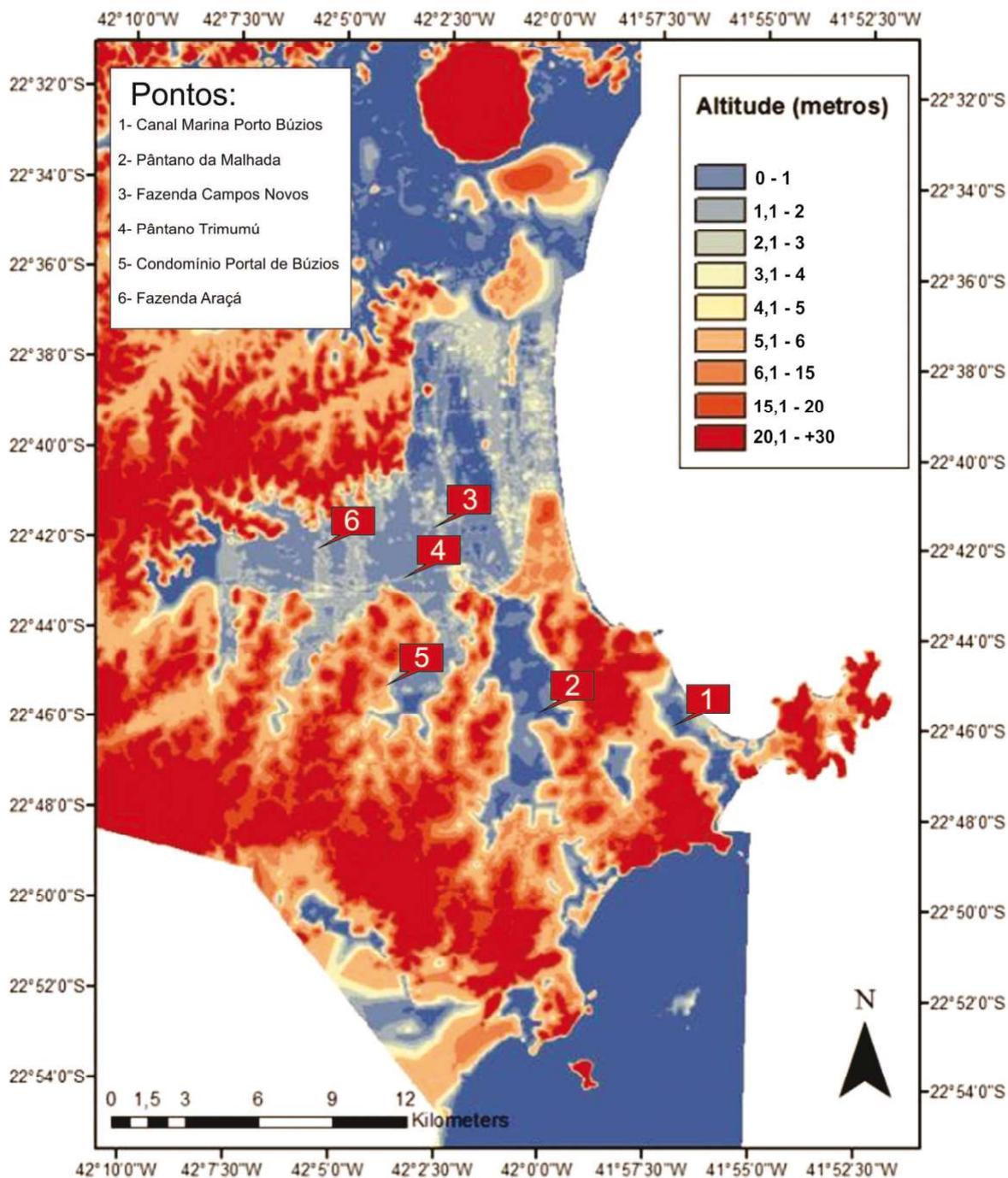


Figura 4 - Modelo Digital de Elevação - MDE da área da bacia hidrográfica dos rios Una e São João, Rio de Janeiro.

De acordo com o Modelo Digital de Elevação - MDE, foi possível verificar que as diferenças de preservação e de diversidade das conchas de moluscos identificadas nas fácies estão relacionadas diretamente a um

forte controle geomorfológico imposto pela Formação Barreiras. Esse controle propiciou condições necessárias para o desenvolvimento de ambientes marinhos abertos e ambientes marinhos restritos.

Com isso, os resultados alcançados visam subsidiar e fornecer informações no intuito de colaborar para estudo das variações do nível relativo do mar durante a transgressão holocênica, ocorrida entre 6335 a 4.800 cal anos A.P. no sudeste brasileiro. Considera-se este trabalho, como um ponto inicial para a explicação do processo de inundação marinha em toda bacia hidrográfica do Rio Una, durante o referido intervalo de tempo. Realça-se a importância de trabalhos de detalhe que possam esboçar com mais precisão a complexidade dos fatores abordados nessa pesquisa.

Referências Bibliográficas

- ANGULO, R.J.; SOUZA, M.C. Revisão conceitual de indicadores costeiros de paleoníveis marinhos quaternários no Brasil. **Quaternary and Environmental Geosciences**. v. 05(2). p. 01-32, 2014.
- ANGULO, R.J.; LESSA, G. C. The brazilian sea level curves: a critical review with emphasis on the curves from Paranaguá and Cananéia regions. **Marine Geology**. v. 140. p. 141-166, 1997.
- BEZERRA, F.H.R.; BARRETO, A.M.F.; SUGUIO, K. Holocene sea-level history on the Rio Grande do Norte state coast, Brazil. **Marine Geology**. v. 196. p. 73-89, 2003.
- BRITO, I.A.M.; CARVALHO M.G.P. Distribuição de invertebrados marinhos na planície costeira do rio São João, estado do Rio de Janeiro. **Anuário do Instituto de Geociências**. v.2. p. 56-70. 1978.
- CALDAS, L.H.O., STATTEGGER, K., VITAL, H. 2006. Holocene sea level history: Evidence from coastal sediments of the northern Rio Grande do Norte Coast, NE Brazil. **Marine Geology**. v. 228, p. 39-53, 2006.
- CALHEIROS, A.L.S. 2006. Variações do nível relativo do mar nos últimos 7.000 anos A.P. na planície costeira de Jacarepaguá – Rio de Janeiro: aplicação do programa calib 5.0.1. Programa de Pós-Graduação em Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Dissertação de mestrado, 110p.
- CASTRO, J.W.A., SENRA, M.C.E., RAMOS, R.R.C. Coquinas da paleolaguna da Reserva Tauá - Pântano da Malhada, Cabo Frio, RJ. In: WINGE, M., SCHOBENHAUS, C., SOUZA, C.R.G., BERBET-BORN, M., QUEIROZ, E.T. CAMPOS, D.A. (Eds.). **Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil**, vol.II., SIGEP. Brasília, 2009, p. 269-276.
- CASTRO, J.W.A., SUGUIO, K. Holocene and Late Holocene and Late Pleistocene Relative Sea Level Fluctuations in Cabo Frio Island, Rio de Janeiro State - Brazil. In: FRENCH CONGRESS ON STRATIGRAPHY, 4, 2010. Paris, p.58-61.
- CASTRO, J.W.A., SUGUIO, K., CUNHA, A.M., GUEDES, E., TÂMEGA, F.T.S., RODRIGUEZ, R.R. Rochas de Praia (Beachrocks) da Ilha do Cabo Frio, Arraial do Cabo: Registro Geológico Ímpar da Transição Pleistoceno - Holoceno no Estado do Rio de Janeiro. **Anuário do Instituto de Geociências**. v.35(1). p. 236-241, 2012.
- CASTRO, J.W.A.; SUGUIO, K.; SEOANE, J.C.S.; CUNHA, A.M.; DIAS, F.F. Sea-level fluctuations and coastal evolution in the state of Rio de Janeiro, southeastern Brazil. **Annals of the Brazilian Academy of Sciences**. v. 86 (2). p. 671 - 683. 2014.
- CUNHA, F.L.S. & ANDRADE, A.B. Evidências glácio – eustáticas no litoral de Niterói, RJ. **Delfos**. v.11/12.p. 32-39. 1971/1972.
- CUNHA, A.M.; DIAS, F.F.; FONSECA, V.M.M. & CASTRO, J.W.A. Assembleia de Moluscos da Região do Pântano do Ramalho, Cabo Frio, RJ: Indicadores Biológicos de Variação do Nível Relativo do Mar Durante o Holoceno. **Anuário do Instituto de Geociências**. v.34(2). p.46-52. 2011.
- CUNHA, A.M.; CASTRO, J.W.A.; DIAS, F.F. A Importância da Preservação das Acumulações Bioclásticas da Planície Costeira do Rio Una, Municípios de Cabo Frio e Armação dos Búzios, RJ, Brasil. **Anuário do Instituto de Geociências**. v.35(1). p. 58-67. 2012.
- CUNHA, A.M. Malacofauna das acumulações bioclásticas holocênicas da bacia hidrográfica do rio Una, Cabo Frio e Armação dos Búzios, RJ: Identificação Taxonômica, Considerações Tafonômicas, Paleoambientais e Geocronologia. 2012. 82 p. Dissertação de Mestrado. Departamento de Geologia - Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2012.
- DIAS, F.F.; CASTRO, J.W.A.; RAMOS, R.R.C.; CARVALHO, M.A.; SEOANE, J.C.S. & SCHEEL-YBERT, R. 2007. Resultados Preliminares Acerca da Evolução Holocênica da Região do Pântano da Malhada, Cabo Frio (Armação de Búzios, RJ). In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO, 11, Belém, 2007. **Anais**. Belém: ABEQUA, 2007.1 CD-ROM.
- DIAS, F.F. 2009. Variações do nível relativo do mar na planície costeira de Cabo Frio e Armação dos Búzios – RJ: Reconstrução paleoambiental holocênica e cenários futuros. Programa de Pós-Graduação em Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Tese de doutorado, 146p.
- HEILBRON, M; PEDROSA SOARES, A.C; CAMPOS NETO, M.C; SILVA, L.C; TROW, R.A.J; JANASI, V.A. Província

- Mantiqueira. In: MANTESSO-NETO, V.; BARTORELLI, A.; CARNEIRO, C.D.R.; BRITO NEVES, B.B. **Geologia do Continente Sul-Americano: Evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida, 1ed.**. São Paulo: Beca. p.203 – 235, 2004.
- MARTIN, L. & SUGUIO, K. 1976. O Quaternário marinho do litoral do Estado de São Paulo. In: CONGR. BRAS. GEOL., 19, Ouro Preto. **Anais...** Ouro Preto, SBG, 1: 281-293.
- MARTIN, L.; MAIA, M.C.A.C.; FLEXOR, J.M. & AZEVEDO, A.E.G. 1984. Evolução holocênica da planície costeira de Jacarepaguá (RJ). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 33, Rio de Janeiro. **Anais ...** Rio de Janeiro, 1984, SBG, p. 105-118.
- MARTIN, L.; FLEXOR, J.-M.; BLITZKOW, D.; SUGUIO, K. Geoid change indication along the Brazilian coast during the last 7,000 years. In: CORAL REEF CONGRESS, 5., 1985. Tahiti, Proceedings, IGCP, Project 200, 3, p. 85-90.
- MARTIN, L; SUGUIO, K; FLEXOR, J.M; DOMINGUEZ, J.M.L; BITTENCOURT, A.C.S.P. Quaternary sea-level history and variation in dynamics along the central brazilian coast: consequences on coastal plain construction. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**. v.1. p.163 – 176, 1996.
- MARTIN, L; SUGUIO, K; DOMINGUEZ, J. M. L; FLEXOR, J. M. **Geologia do Quaternário Costeiro do Litoral Norte dos Estados do Rio de Janeiro e Espírito Santo**. Rio de Janeiro, RJ: CPRM / FAPESP. 1997. 104 p.
- MEZZALIRA, S. A ocorrência de ossadas semi-fossilizadas de baleias, no litoral paulista. Município de Praia Grande. **Revista do Instituto de Geociências**. v. 3(1). p. 37-38. 1982.
- MIALL, A.D. **The geology of stratigraphic sequences**. Springer: Verlag: New York. 1997. 433 p.
- RONCARATI, H. & NEVES, L.E. (1976). Projeto Jacarepaguá. Estudo Geológico preliminar dos Sedimentos Recentes Superficiais da Baixada de Jacarépaga, Município do Rio de Janeiro – RJ. PETROBRAS & CENPES. DEXPRO. 89p.
- SANT'ANA, E.M. Estudo geomorfológico da área da Barra de São João e Morro de São João. **Revista Brasileira de Geografia**. v.37 (3). p. 3-15. 1975.
- SUGUIO, K.; MARTIN, L.; BITTENCOURT, A.C.S. P.; DOMINGUEZ, J.M.L.; FLEXOR, J.-M.; AZEVEDO, A.E.G. Flutuações do nível relativo do mar durante o Quaternário superior ao longo do litoral brasileiro e suas implicações na sedimentação costeira. **Revista Brasileira de Geociências**. v. (4). p. 273-286. 1985.
- SUGUIO, K.; MARTIN, L. Classificação de costas e evolução geológica das planícies litorâneas quaternárias do sudeste e sul do Brasil. In: ACIESP (Orgs.). SIMPÓSIO DE ECOSISTEMAS DA COSTA SUL E SUDESTE BRASILEIRA. **Anais** Vol. 1, p. 1-28. 1985.
- SUGUIO, K.; MARTIN, L.; FLEXOR, J.-M. Quaternary sea-levels of the Brazilian coast: Recent progress. **Episodes**. v.11. p. 203-208. 1988.
- SUGUIO, K. Holocene relative sea-level changes along the Central Brazilian and Japanese Coasts: Possible significance of their similarities and differences. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**. v.65. p. 271-278. 1993.
- TURCQ, B.; MARTIN, L.; FLEXOR, J.L.; SUGUIO, K.; PIERRE, C.; TASAYACO-ORTEGA, L. Origin and evolution of the Quaternary coastal plain between Guaratiba and Cabo Frio, State of Rio de Janeiro. In: KNOPPERS, B.A.; BIDONE, E.D.; ABRÃO, J.J. (Eds.). **Environmental Geochemistry of Coastal Lagoon Systems, Série Geoquímica Ambiental**. Niterói: EDUFF. P.25-46. 1999.
- SCHMITT, R.S. Orogenia Búzios: Um evento tectono-metamórfico Cambro-Ordoviciano caracterizado no Domínio Tectônico de Cabo Frio, Faixa Ribeira, Sudeste do Brasil. 2001. 273p. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ. Rio de Janeiro, 2001.