

Artigo de Revisão

Regressão marinha que sucedeu o optimum climático holocênico

Marine regression that succeeded the holocene climate optimum

Felipe Gomes Rubira ¹ e Archimedes Perez Filho ²

¹ Universidade Federal de Alfenas, Departamento de Geografia, Alfenas, Brasil. felipe.rubira@unifal-mg.edu.br
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6594-8228>

² Universidade Estadual de Campinas, Departamento de Geografia, Campinas, Brasil. archi@ige.unicamp.br
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6675-3740>

Recebido: 29/01/2020; Aceito: 27/03/2021; Publicado: 01/07/2021

Resumo: A regressão marinha que sucedeu o optimum climático holocênico (MIS1) concentra as principais discussões, hipóteses e entraves teóricos inerentes a literatura costeira sobre as variações do nível relativo do mar no litoral do Brasil. Este fato se deve ao desenvolvimento de dois modelos de curvas de variações do nível relativo do mar que se divergem em função de interpretações conflitantes a partir de diferentes registros datados. Estas curvas evidenciaram que durante os últimos 7.000 anos A.P. a costa brasileira foi submetida a uma fase de submersão que durou até 5.100-5.400 anos A.P. (MIS1), seguido por período de emersão associado à regressão que culminou no nível do mar atual. Contudo, para alguns autores, este evento eustático regressivo transcorreu mediante duas oscilações de alta frequência com amplitudes de 3 a 4 m (4.100-3.800 e 3.000-2.700 anos A.P.). Hipótese fortemente contestada por outros pesquisadores que defendem a ocorrência de uma regressão progressiva contínua, sem oscilações secundárias responsáveis por interromper a tendência uniforme. A partir desta problemática, esta pesquisa destaca as principais discussões teóricas envolvendo o comportamento do nível do mar ao longo da regressão holocênica. Afinal, houve ou não oscilações secundárias do nível do mar no litoral brasileiro ao longo de regressão que sucedeu MIS1?

Palavras-chave: Regressão marinha; Oscilações secundárias; Nível do mar.

Abstract: The marine regression that succeeded the Holocene climate optimum (MIS1) concentrates the main discussions, hypotheses and theoretical barriers inherent in coastal literature on variations in the relative sea level on the coast of Brazil. This fact is due to the development of two models that have curves of variations of the relative sea level that diverge due to conflicting interpretations from different types of dated records. These curves showed that during the last 7.000 years B.P. the Brazilian coast was subjected to a submergence phase that lasted until 5.100-5.400 years B.P. (MIS1), followed by a period of emergence associated with regression that culminated in the current sea level. However, for some authors, this regressive eustatic event occurred through two high frequency oscillations with amplitudes of 3 to 4 m (4.100-3.800 e 3.000-2.700 years B.P.). Hypothesis strongly contested by other researchers who defend the occurrence of a continuous progressive regression, without secondary oscillations responsible for interrupting the uniform trend. From this problem, this research highlights the main theoretical discussions involving the behavior of sea level throughout the Holocene regression. After all, were there or not secondary sea level oscillations on the Brazilian coast during the regression that succeeded MIS1?

Keywords: Marine regression; Secondary oscillations; Sea level.

1. Introdução

As variações temporais e espaciais do nível relativo do mar no litoral brasileiro são relativamente bem conhecidas nos últimos 400.000 anos A.P., isso se deve ao grande número de datações deste período em registros de nível de mar mais alto preservados ao longo da costa, intimamente relacionados a eventos transgressivos vinculados aos estágios isotópicos marinhos MIS11c (Transgressão mais antiga), MIS9e (Transgressão Antiga), MIS7e/MIS7c (recentes descobertas), MIS5e (Transgressão Cananeense/Penúltima Transgressão), MIS1 (Transgressão Santista / Última Transgressão) (SUGUIO; MARTIN, 1978a; BITTENCOURT et al., 1979a; BARRETO et al., 2002; SUGUIO; BEZERRA; BARRETO, 2011; LOPES et al., 2014; 2020).

Todos estes eventos transgressivos associados a períodos interglaciais foram sucedidos por regressões marinhas caracterizadas por distintos comportamentos eustáticos relacionados à velocidade, amplitude, intensidade, tendência contínua ou não uniforme (RAILSBACK et al. 2015a, 2015b). Tais regressões também alteraram a dinâmica erosiva/deposicional do litoral brasileiro, provocando grandes transformações nas áreas das atuais planícies oceânicas, desenvolvendo inúmeros registros geomorfológicos, sedimentológicos/estratigráficos, biológicos e arqueológicos/pré-históricos identificados e datados por pesquisadores brasileiros (KOWSMANN et al., 1977; BITTENCOURT et al., 1979a; VILLWOCK, 1984; ANGULO; SUGUIO, 1995; MARTIN et al., 1996; ANGULO; SOUZA, 2014).

Sem dúvidas, entre todos os eventos eustáticos descensionais mencionados, a regressão marinha que sucedeu o *optimum* climático holocênico (MIS1) é a que concentra as principais discussões, hipóteses e entraves teóricos inerentes à literatura costeira sobre as variações do nível relativo do mar durante os últimos 7.000 anos A.P. no litoral do Brasil.

Este fato se deve ao desenvolvimento de duas propostas que se divergem em função de interpretações conflitantes a partir de diferentes tipos de registros datados, representadas pelos principais modelos de curvas de variações do nível relativo do mar elaborados para o litoral brasileiro no Holoceno (últimos 7.000 anos A.P.). Trata-se das propostas desenvolvidas por Suguio et al. (1985) e Angulo e Lessa (1997), as quais se confrontam.

Em resumo, estas curvas do nível relativo do mar evidenciaram que durante os últimos 7.000 anos A.P. a costa central brasileira foi submetida a uma fase de submersão que durou até 5.100-5.400 anos A.P. (MIS1), seguido por período de emersão associado à regressão que culminou do nível relativo do mar atual. Contudo, para Suguio et al. (1985) este evento eustático regressivo transcorreu mediante duas oscilações de alta frequência (4.200-3.700 e 2.700-2.100 anos A.P.) com amplitudes de 3 a 4 m. Hipótese fortemente contestada por Angulo e Lessa (1997), pois defendem a ocorrência de uma regressão progressiva contínua, sem oscilações secundárias responsáveis por interromper a tendência uniforme.

A partir desta problemática, destaca-se nesta pesquisa as principais discussões envolvendo o comportamento do nível relativo do mar ao longo da regressão que sucedeu o *optimum* climático holocênico (MIS1), em função de possuir os testemunhos espaciais e temporais mais conservados, documentados em trabalhos brasileiros e, principalmente por fazer parte de um questionamento persistente desde o desenvolvimento da primeira proposta das flutuações do nível relativo do mar ao longo do Holoceno. Afinal, houve ou não oscilações secundárias do nível relativo do mar no litoral brasileiro ao longo de regressão que sucedeu MIS1?

Em função do crescente número de trabalhos atualmente desenvolvidos em superfícies e feições geomorfológicas situadas nas regiões costeiras no Brasil, este esforço de revisão bibliográfica justifica-se, uma vez que as interpretações de estudos genéticos evolutivos estão intimamente relacionadas com as propostas mencionadas e partem da tentativa de compreensão do comportamento eustático do nível relativo do mar no Holoceno Superior (ROCHA; FERNANDEZ; RODRIGUES, 2017; SILVESTRE et al., 2017; CUNHA et al., 2017; MALTA et al., 2017; NASCIMENTO et al., 2018; OLIVEIRA et al., 2018; RUBIRA e PEREZ FILHO, 2018; ROCHA et al., 2019; RUBIRA e PEREZ FILHO, 2019). Portanto, a compreensão da história destas discussões apresenta-se fundamental para pesquisadores que possuem como objeto de estudo feições geomorfológicas dispostas no litoral brasileiro.

2. Metodologia

A análise foi conduzida de modo a reunir e sintetizar as principais argumentações e contra-argumentações sobre propostas que divergem e se confrontam, vinculadas aos dois principais modelos de curvas de variações do nível relativo do mar do Holoceno (últimos 7.000 anos A.P.) elaborados para o litoral brasileiro. Neste ínterim, mediante revisão teórica redigida e pautada em perspectiva cronológica, foram analisadas e discutidas as seguintes publicações: Suguio et al. (1985), Angulo e Lessa (1997), Martin et al. (1998), Lessa e Angulo (1998), Martin, Dominguez e Bittencourt (2003), Angulo, Lessa e Souza (2006), Castro et al. (2014), Angulo et al. (2016), Castro et al. (2018) e Angulo et al. (2018).

Inicialmente buscou-se apresentar brevemente as clássicas curvas pioneiras, propostas por Suguio et al. (1985) mediante síntese de cerca de 700 datações obtidas em registros vinculados a registros geomorfológicos (terraços marinhos holocênicos), sedimentológicos (depósitos marinhos arenosos e afloramentos de arenitos de praia/*beach rocks*), biológicos (vermetídeos, conchas de ostras, corais, tocas de ouriços do mar, fragmentos de madeira carbonizados em paleomanguezais e em depósitos paleolagunares ricos em matéria orgânica) e pré-históricos (Sambaquis).

Posteriormente, foi evidenciado o questionamento do modelo de Suguio et al. (1985) realizado por Angulo e Lessa (1997), referente a existência das oscilações secundárias, bem como os argumentos que sustentaram as críticas e a nova proposta desenvolvida exclusivamente a partir de datações em tubos de vermetídeos, fundamentada em 93 amostras disponíveis na literatura para costa brasileira.

Em seguida foi realçada a contra-argumentação de Martin et al. (1998) em relação às críticas impostas por Angulo e Lessa (1997), desenvolvida em artigo que defende a proposta de seu grupo sobre a existência de ao menos duas oscilações do nível relativo do mar no decorrer de regressão que sucedeu o pico transgressivo santista (MIS1) e, simultaneamente, destacou-se também os questionamentos inferidos por Martin et al. (1998) em relação às preposições estabelecidas por Angulo e Lessa (1997).

A posteriori foi evidenciada a réplica desenvolvida por Lessa e Angulo (1998) em relação às críticas impostas por Martin et al. (1998) e, por fim, promoveram-se discussões teóricas provenientes da década de 2000 e 2010, vinculadas aos entraves contemporâneos entre Martin, Dominguez e Bittencourt (2003), Angulo, Lessa e Souza (2006), Castro et al. (2014, 2018) e Angulo et al. (2016, 2018) perante as novas descobertas.

3. Curvas propostas por Suguio et al. (1985)

Antes de iniciar as reflexões propostas, cabe ressaltar que as curvas de variação do nível relativo do mar, publicadas por Suguio et al. (1985), foram determinadas mediante sintetização de resultados geocronológicos obtidos de algumas curvas anteriormente delineadas, provenientes de trabalhos desenvolvidos entre os anos de 1974 e 1985 por pesquisadores vinculados a Universidade de São Paulo (USP), Universidade Federal da Bahia (UFBA) e Observatório Nacional em colaboração com a ORSTOM (*Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement en Coopération*). Neste sentido, optamos por iniciar as discussões sobre oscilações secundárias a partir desta obra, uma vez que reúne todos os registros holocênicos têmporo/espaciais ao longo da costa brasileira até então identificados, extremamente relevantes para literatura paleoclimática.

Pode-se citar como referências utilizadas por Suguio et al. (1985) as pesquisas desenvolvidas nas planícies costeiras do Estado de São Paulo e sul do Rio de Janeiro (MARTIN e SUGUIO, 1975, 1976a, 1976b, 1978; SUGUIO e MARTIN, 1976, 1978a, 1978b, 1981, 1982; MARTIN; SUGUIO; FLEXOR, 1979; MARTIN et al., 1979, 1980a; 1984; SUGUIO; MARTIN; FLEXOR, 1980); Estados da Bahia, Sergipe e Alagoas (BITTENCOURT et al., 1979a, 1979b, 1982a; 1982b; MARTIN; VILAS-BOAS; FLEXOR, 1978; MARTIN et al. 1979, 1980a, 1980b, 1980c; MARTIN, BITTENCOURT; VILAS-BOAS, 1981, 1982; VILAS-BOAS; BITTENCOURT; MARTIN, 1985; DOMINGUEZ, 1983; DOMINGUEZ et al., 1982); Estado do Espírito Santo (SUGUIO; MARTIN; DOMINGUEZ, 1982) e Estados do Paraná e de Santa Catarina (SUGUIO et al., 1985).

Além das inúmeras publicações mencionadas no parágrafo anterior, torna-se imprescindível destacar os estudos pioneiros realizados por Van Andel e Laborel (1964) e Delibrias e Laborel (1969), responsáveis pelas primeiras 18 datações por radiocarbono em amostras de vermetídeos dispostas entre o litoral de Recife (PE) e Angra dos Reis (RJ), das quais Suguio et al. (1985) também se apoiaram para o desenvolvimento e sintetização das

curvas de variação do mar nos últimos 7.000 anos A.P. para os trechos de Salvador (BA), Ilhéus (BA), Caravelas (BA), Angra dos Reis (RJ), Santos (SP), Cananéia-Iguape (SP), Paranaguá (PR) e Itajaí-Laguna (SC) (Figura 1).

Salienta-se que para a construção destas curvas, Suguio et al. (1985) selecionaram trechos com comportamentos geológicos uniformes e, portanto, relativamente curtos (60 a 80 km), que continham entre 20 e 30 registros de indicadores de nível mais alto que o atual para serem datados, pelos quais puderam constatar variações para o litoral brasileiro. Cita-se como exemplo as variações do setor situado ao norte de Salvador (BA), por caracterizar-se como trecho mais detalhado por Suguio et al. (1985), com 60 reconstruções de antigas posições do nível relativo do mar compreendidas em 50km de extensão:

a) o "zero atual" (nível médio atual) foi ultrapassado pela primeira vez no Holoceno há cerca de 7.100 anos; b) há aproximadamente 5.100 anos A.P. o nível relativo do mar passou pelo primeiro máximo situado $4,8 \pm 0,5$ m acima do atual; c) após este máximo, ocorreu uma rápida regressão até cerca de 4.900 anos A.P., lenta até 4.200 anos A.P. e novamente acelerada até cerca de 3.900 anos A.P. Nesta época, o nível relativo do mar passou por um mínimo que se situava provavelmente pouco abaixo do atual; d) entre 3.900 e 3.600 anos A.P. ocorreu uma transgressão rápida e, em torno de 3.600 anos A.P., o nível relativo do mar passou por um segundo máximo situado $3,5 \pm 0,5$ m acima do nível atual; e) entre 3.600 e 3.000 anos A.P. o nível relativo do mar desceu lenta e regularmente. Após 3.000 anos A.P. o abaixamento tornou-se rápido e, em torno de 2.800 anos A.P., o nível relativo do mar deveria situar-se levemente abaixo do atual; f) entre 2.700 e 2.500 anos A.P. o nível relativo do mar elevou-se muito rapidamente e, em torno de 2.500 anos A.P., ele passou por um terceiro máximo situado $2,5 \pm 0,5$ m acima do atual; g) após 2.500 anos A.P. o nível relativo do mar sofreu um abaixamento regular até atingir a posição atual (SUGUIO et al., 1985, p. 276).

Por meio destes resultados, os autores estabeleceram correlações perante comparação das formas semelhantes entre todas as curvas (porém com amplitudes verticais distintas), destacando uma dinâmica intrigante e peculiar observada após o nível máximo de 5.100 anos A.P., duas rápidas oscilações secundárias de alta frequência (4.100-3.800 e 3.000-2.700 anos A.P.) ocorridas ao longo de um intervalo latitudinal de cerca de 18° , entre Salvador (BA) e Laguna (SC) (Figura 1).

Em relação às variáveis responsáveis por estas duas oscilações (gênese), os autores descartaram hipóteses correlacionadas a fenômenos de origem glacioeustática ou tectônica, acreditando que a dinâmica observada poderia ser explicada, pelo menos em parte, por modificações do relevo do geoide em escala regional. Fato que segundo os autores poderia explicar as diferenças de comportamento eustático holocênico perante a costa dos Estados Unidos e Europa onde, quase sempre, o nível relativo do mar nunca foi superior ao atual durante o Holoceno (Suguio et al., 1985).

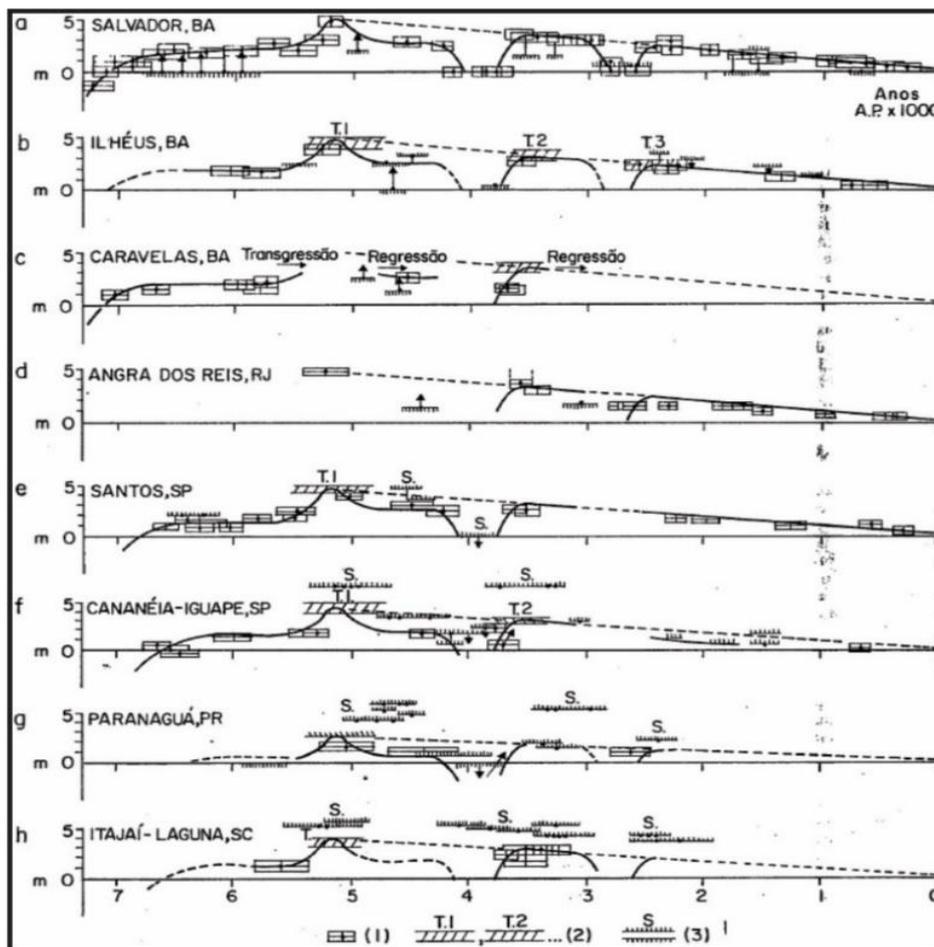


Figura 1. Curvas de variações dos níveis relativos do mar nos últimos 7.000 anos ao longo de vários trechos do litoral brasileiro. 1. reconstrução de níveis marinhos pretéritos; 2. terraços de construção marinha; e 3. idades de sambaquis. **Fonte:** Suguio et al. (1985, p. 277).

4. Críticas e curva proposta por Angulo e Lessa (1997)

O artigo desenvolvido por Angulo e Lessa (1997), contestando as aferições realizadas por Suguio et al. (1985), objetivou revisar os dados geocronológicos utilizados para elaboração das curvas de Paranaguá (PR) e Cananéia (SP) e, principalmente, a hipótese da existência de duas oscilações secundárias que teriam ocorrido entre 4.100-3.800 e 3.000-2.700 anos A.P.

Deste modo, Angulo e Lessa (1997) questionaram os modelos propostos por Suguio et al. (1985) ao argumentarem que registros provenientes de depósitos de conchas de moluscos (sambaquis) e fragmentos de madeira carbonizados em paleomanguezais e em depósitos paleolagunares não são totalmente confiáveis para estabelecer paleoníveis marinhos. Para os autores, muitos dos dados baseados nas datas de sambaquis inferidas por Suguio et al. (1985) possuem inconsistências que prejudicam a existência de tais oscilações. Alertam assim, sobre o perigo da utilização destes testemunhos como indicadores de nível marinhos pretéritos.

Segundo Angulo e Lessa (1997) a maioria dos depósitos de conchas considerados foram construídos sobre sedimentos paleolagunares, os quais provavelmente sofreram compactação e desidratação devido à sua própria carga, sugerindo, portanto, que as superfícies presentes seriam inferiores às originais. Além disso, os autores argumentaram que não há evidências de apoio ao fato de que os sambaquis só seriam construídos acima do nível da maré alta, uma vez que o aspecto cultural de antigas populações é difícil de avaliar. Inferiram ainda que esse critério não pode ser considerado uma evidência confiável para este tipo de reconstituição.

Com base em Gaspar (1998), Angulo, Lessa e Souza (2006), quase uma década depois, reforçam tais aceções ao relatar que sambaquis poderiam se correlacionar com diferentes práticas e finalidades, usados como locais de moradia, lixão e até mesmo cemitério, portanto, segundo os autores, a ideia de que os sambaquis representariam a vida cotidiana remanescente de pessoas pré-históricas acumuladas em solo seco deve ser reavaliada.

Angulo e Lessa (1997) ainda afirmaram que a proposta de oscilações secundárias do nível do mar ao longo da costa brasileira no Holoceno causou problemas na interpretação da Geomorfologia Costeira. Neste viés, para questionar os apontamentos de Suguio et al. (1985), os autores apoiaram-se na premissa de que tais oscilações para paleoníveis marinhos abaixo do nível do atual teriam forçado ciclos transgressivos e regressivos significativos, que teoricamente deveriam ter deixado registros geomorfológicos e sedimentológicos na paisagem costeira.

Para Angulo e Lessa (1997) tais oscilações seriam capazes de desenvolver, ao menos no litoral sul do Brasil, novos sistemas de ilhas-barreiras, semelhantes aos identificados por Villwock et al. (1986) no Estado do Rio Grande do Sul, que de fato não coexistem. Segundo os autores, a evidência das oscilações secundárias do nível do mar no sudeste e sul do Brasil, com base exclusivamente em dados de conchas de molusco é inconsistente e contraditória.

Nesta perspectiva, na tentativa de embasar e sustentar suas críticas, Angulo e Lessa (1997) realizaram simulação utilizando um modelo matemático (*Shoreface Translation Model*) (COWELL; ROY; JONES, 1992, 1995; ROY et al., 1995) tomando como base as taxas e amplitudes vinculadas à primeira oscilação (4.100-3.800 anos A.P.) indicada por Suguio et al. (1985). A simulação evidenciou que as oscilações secundárias provavelmente teriam desenvolvido terraço marinho bem definido com 2 km de largura, não identificado atualmente.

Com base nestes apontamentos, Angulo e Lessa (1997), a partir de dados provenientes de datações em tubos de vermetídeos disponíveis na literatura para costa brasileira (93 amostras), elaboraram curva de variação do nível relativo do mar durante o Holoceno, divergindo da proposta de Suguio et al. (1985). O modelo adotado pelos autores não exhibe oscilações climáticas secundárias (linha de melhor ajuste polinomial de 4ª ordem), apontando um declínio suave no nível do mar desde o auge da transgressão santista há 5.100 anos A.P. (Figura 2).

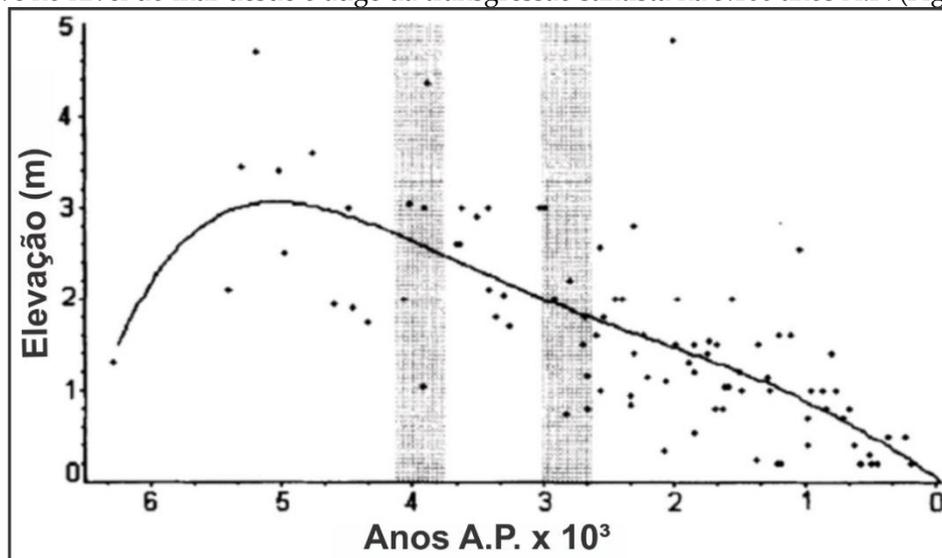


Figura 2. Elevação dos indicadores de nível paleomar no Brasil obtidos a partir de 93 datas de radiocarbono em vermetídeos. As áreas sombreadas indicaram o tempo de ocorrência das oscilações secundárias inferidas por Suguio et al. (1985).

Fonte: Adaptado e traduzido de Angulo e Lessa (1997, p. 160).

Contudo, mesmo fidedignos ao desenvolvimento da nova proposta, Angulo e Lessa (1997) delimitaram no gráfico áreas sombreadas que indicariam o tempo de ocorrência das oscilações secundárias inferidas por Suguio et al. (1985), portanto, não descartando a ocorrência de tais oscilações, mas simultaneamente convencidos de que não teriam ocasionado um alcance de 4-5 m de amplitude:

the data do not support the existence of the secondary oscillations, or at least oscillations with a range of 4-5 m. Nine of the samples fall in the intervals of the proposed oscillations, all indicating palaeo-sea levels higher than 1m (ANGULO; LESSA, 1997, p.163).

Com base neste modelo sugerido pela curva baseada apenas nas datações em vermetídeos, Angulo e Lessa (1997) aproximaram-se mais de curvas elaboradas para outras regiões costeiras do Hemisfério Sul, as quais também exibem declínio suave e progressivo do nível do mar (Figura 3).

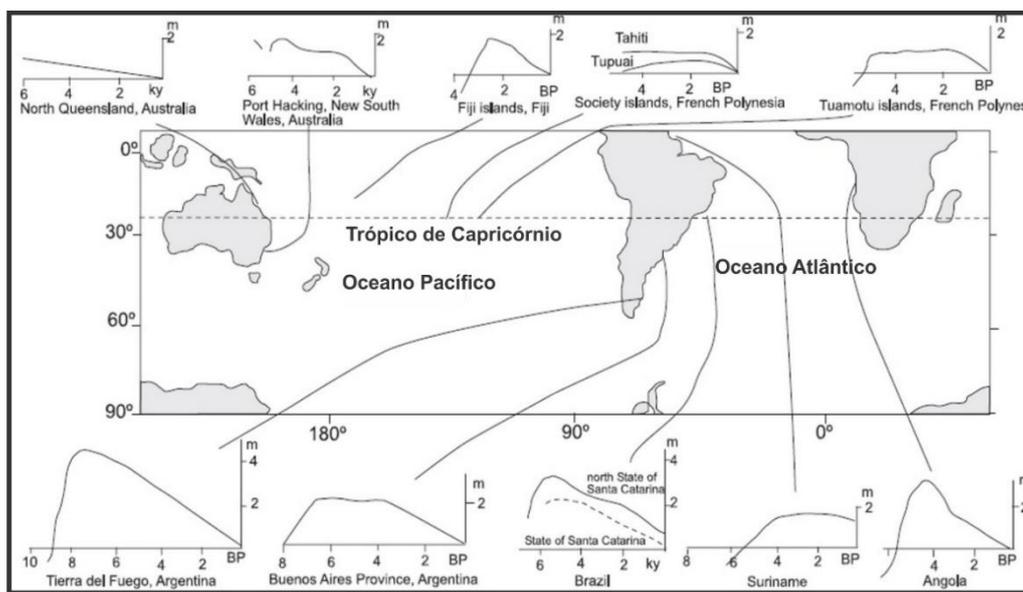


Figura 3. Curvas do nível do mar nos últimos 6.000 anos no hemisfério sul.

Fonte: Adaptado e traduzido de Angulo e Lessa (1997, p. 502).

Porém, cabe evidenciar, como alertaram Souza, Angulo e Pessenda (2001), a grande dispersão de pontos (como exposto pela figura 2), o que resulta apenas em uma curva média, não estando definido com precisão o comportamento do nível relativo do mar no período.

5. Contra-argumentação de Martin et al. (1998)

A contra-argumentação de Suguio et al. (1985) em relação às críticas impostas por Angulo e Lessa (1997) foi publicada um ano depois no mesmo periódico (*Marine Geology*), em artigo intitulado “Oscilações ou não oscilações, essa é a questão: Comentário sobre Angulo, R. J. e Lessa, G. C” (Martin et al., 1998, p.179, **tradução nossa**).

Nesta contra-argumentação, Martin et al. (1998) defenderam a proposta de seu grupo sobre a existência de ao menos duas oscilações do nível relativo do mar no decorrer de regressão que sucedeu o pico transgressivo santista (MIS1) e, simultaneamente, questionaram e criticaram as proposições inferidas por Angulo e Lessa (1997).

Martin et al. (1998) reconheceram que sambaquis podem fornecer informações não tão precisas sobre a posição do nível do mar. Quanto a este tipo de indicador, os autores salientaram que um dado solitário não pode ser usado, entretanto, utilizando um conjunto de dados suplementares (outros tipos de registros) podem fornecer indicações indiretas muito valiosas sobre o posicionamento e o sentido das variações do nível do mar, até porque para os autores um feixe de dados convergente (vários registros) é preferível a uma informação isolada (vermetídeos). Martin et al. (1998) acrescentaram ainda que mesmo que um indicador forneça apenas informação sobre o sentido da variação, mas não uma posição precisa do nível relativo do mar, essa informação não deve ser descartada.

Para Martin et al. (1998), o fato de Angulo e Lessa (1997) escolherem um único indicador de paleonível do mar (embora fosse reconhecido o melhor para época) em detrimento de outros, torna as inferências questionáveis, pois as reconstituições de paleoníveis marinhos elaboradas exclusivamente a partir de vermetídeos limitam a

elaboração do gráfico em uma curva média, pela qual não se torna possível evidenciar as variações secundárias características de fenômenos naturais.

Na concepção de Martin et al. (1998) as variações do nível do mar apresentam um caráter não linear, portanto, o ajuste feito em um conjunto de pontos, indicativos de níveis anteriores do mar, para elaborar uma curva elegantemente euclidiana, constitui uma abstração da realidade, uma vez que evita a natureza do fenômeno. Para os autores, o comportamento eustático é fundamentalmente um atributo de sistemas não lineares. Deste modo, Martin et al. (1998) reiteraram que entre oscilações e não oscilações, não há hesitação, tendo em vista que existe uma convergência de dados consideráveis de pelo menos duas oscilações após 5.000 anos A.P., não se constituindo como mera coincidência.

Martin et al. (1998) justificaram tais críticas ao exemplificarem a situação de duas amostras coletadas por Angulo e Lessa (1997) em Ponta da Galheta (SC), as quais obtiveram idades entre 2.910 ± 70 anos A.P. (2 ± 0.50 metros) e 2.820 ± 70 anos A.P. (0.75 ± 0.50 metros). Para os autores, tais sobreposições, bem como outras identificadas, poderiam indicar perfeitamente uma oscilação do nível do mar entre 2.900 e 2.700 anos A.P.

Sobre este aspecto, Martin et al. (1998) atentaram para o fato de que a curva desenvolvida por Angulo e Lessa (1997) não são acompanhadas pelas margens de erro sobre a altitude estimada ($\pm 0,5$ m, por exemplo) e a idade medida (± 150 anos, por exemplo) do indicador considerado, alertando para o perigo dos registros têmporo/espaciais serem representados por pontos, como Angulo e Lessa (1997) fizeram. Para Martin et al. (1998) a representação mais correta vincula-se à inserção de retângulos, uma vez que existem várias causas de erro na definição de uma posição anterior do nível do mar.

Em relação às críticas impostas por Angulo e Lessa (1997), quanto ao desenvolvimento de novo sistema laguna-barreira em virtude da ocorrência das oscilações, que para os autores teria causado problemas na interpretação da Geomorfologia Costeira, Martin et al. (1998) disseram não entender, pois afirmaram nunca terem proposto que a transgressão associada havia desenvolvido tais morfologias.

Neste ínterim, Martin et al. (1998) também disseram não compreender como os argumentos vinculados ao desenvolvimento de novos sistemas laguna-barreira poderiam ser utilizados para negar a existência de oscilações, uma vez que a própria simulação utilizada pelos autores, a partir de modelo numérico, sugeriu que a resposta morfológica da linha costeira perante as oscilações seria mais provavelmente um terraço marinho, invadido contra a barreira pré-existente, do que o desenvolvimento de outro sistema laguna-barreira.

Ainda nesta linha de raciocínio, Martin et al. (1998) salientaram que usar a resposta de um modelo para demonstrar a inexistência das oscilações parece um tanto ingênuo e imprudente, em razão do comportamento eustático possuir dinâmicas imprevisíveis e não repetitivas, representando, portanto, simplificações da realidade.

A partir destas considerações, Martin et al. (1998) ainda argumentaram, inserindo aspas, que a linha que define a “nova tendência” para as variações do nível do mar no Brasil, proposta por Angulo e Lessa (1997), é bastante semelhante à curva média apresentada por Suguio et al. (1984) para esquematizar a diferença entre as variações do nível do mar no Brasil e Estados Unidos (Figura 4).

Para Martin et al. (1998), o gráfico elaborado por meio de linha de melhor ajuste polinomial de 4ª ordem em nada acrescenta e, não é por essa razão que essa curva se torna mais confiável do que qualquer outra que se pode desenhar manualmente. Isto porque, segundo os autores, com os pontos dispersos na curva de Angulo e Lessa (1997), um deles poderia perfeitamente desenhar outro com duas ou mais oscilações, bem como poderia indicar que os vermetídeos configuram-se como indicadores menos precisos do que o pretendido.

Por fim, Martin et al. (1998) também criticaram a argumentação de Angulo e Lessa (1997) em relação a aproximação da curva proposta com outras elaboradas para demais regiões costeiras do Hemisfério Sul, em função das singularidades dos aspectos ambientais de cada região e por algumas delas, como a de Suriname, ser reconstituída com base em apenas 6 registros, meio pelo qual, segundo os autores, torna difícil a identificação de oscilações secundárias.

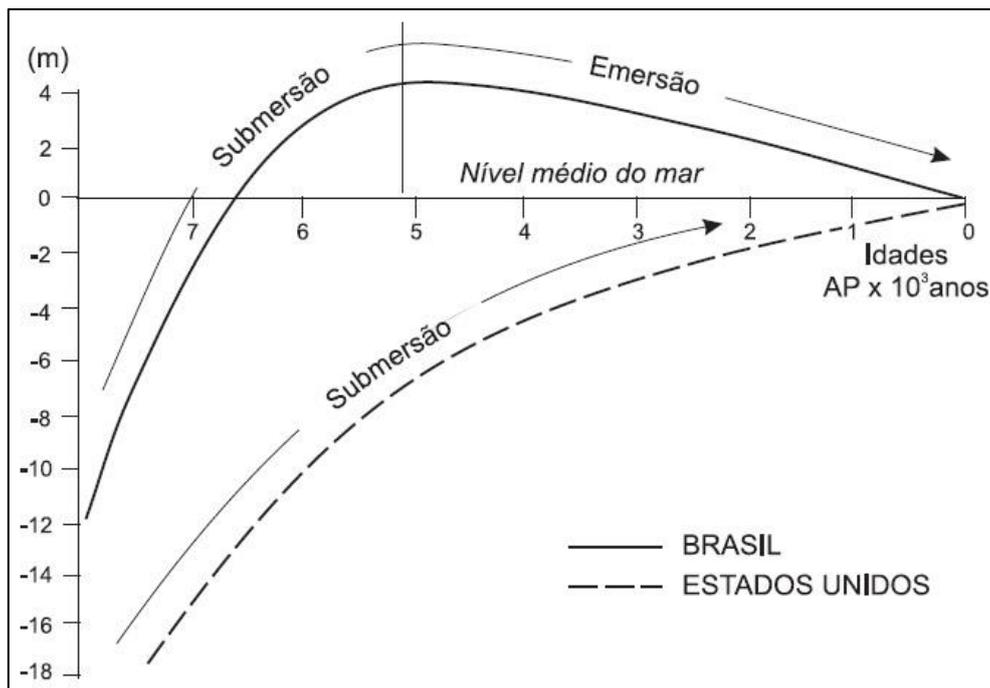


Figura 4. Curvas esquemáticas médias de variações dos níveis relativos do mar ao longo da costa central brasileira e ao longo das costas Atlântica e do Golfo do México dos Estados Unidos, durante os últimos 7.000 anos A.P.

Fonte: Suguio et al. (1984, p.164), modificado por Suguio (2003, p.23).

6. Tréplica de Lessa e Angulo (1998)

A tréplica de Angulo e Lessa (1997) em relação às críticas impostas por Martin et al. (1998) foi publicada no mesmo ano e periódico (*Marine Geology*), em artigo intitulado “Oscilações ou não oscilações, essa é a pergunta – Resposta” (LESSA; ANGULO, 1998, p.189, **tradução nossa**).

Nesta pesquisa, Lessa e Angulo (1998) defenderam a proposta de seu grupo sobre a inexistência das oscilações secundárias do nível relativo do mar no decorrer de regressão que sucedeu o pico transgressivo santista (MIS1) e, simultaneamente, questionaram as considerações realizadas por Martin et al. (1998). Os autores agradeceram a oportunidade de esclarecer vários aspectos do artigo original (ANGULO; LESSA, 1997) para fortalecer, segundo os mesmos “a discussão sobre a altamente improvável existência de oscilações de 3 a 4 m no nível do mar no final do Holoceno” (LESSA; ANGULO, 1998, p.189, **tradução nossa**).

Inicialmente, Lessa e Angulo (1998) reforçaram a importância das inegáveis contribuições resultantes de 25 anos de pesquisa dos grupos de estudos vinculados à Suguio et al. (1985) e Martin et al. (1998), mediante centenas de datações radiocarbônicas em aproximadamente 3.300 km de costa, reconhecendo que partiram dos conhecimentos previamente existentes para o início da compreensão evolutiva costeira e do comportamento do nível do mar durante o Quaternário no Brasil.

Contudo, Lessa e Angulo (1998) relataram que à medida que foram realizando novas pesquisas com resultados próprios e inéditos, interpretações divergentes em relação à elevação do nível do mar do Holoceno se tornaram aparentes, pois começaram a encontrar evidências de paleoníveis marinhos acima do atual entre 4.100-3.800 e 3.000-2.700 anos A.P. Época em que as curvas do nível do mar existentes, propostas por Suguio et al. (1985), estavam indicando um nível do mar abaixo do presente. De acordo com os autores, por este motivo torna-se compreensível que as hipóteses de oscilações secundárias de alta frequência encontrem oposição.

Lessa e Angulo (1998) reconheceram os apontamentos corretamente indicados por Martin et al. (1998) em relação à ausência das margens de erro temporais nas amostras de vermetídeos, pelas quais poderiam ser deslocadas horizontalmente, se enquadrando nos períodos de ocorrência das oscilações secundárias proposto por

Suguio et al. (1985), entretanto, para os autores, esse tipo de argumento é um infortúnio pois também pode ser usado para negar as oscilações.

Lessa e Angulo (1998) também admitiram o elevado grau de dispersão na elevação das amostras de vermetídeos, conforme apontado por Martin et al. (1998), reconhecendo que a precisão de elevação fornecida é muito menor do que a inferida anteriormente ($\pm 0.5\text{m}$), devido à incerteza vertical da disseminação da colônia original (base, média ou superior), para qual é proposto atualmente na ordem de $\pm 1\text{ m}$. Com base nesta discussão, Lessa e Angulo (1998) cederam ao aceitarem que seria possível desenhar algumas oscilações através da nuvem de pontos apresentada pela curva de variação proposta em Angulo Lessa (1997), mas não com intervalos acima de 3m, como sugerido por Suguio et al. (1985) e Martin et al. (1998).

Neste viés, Lessa e Angulo (1998) justificaram-se em relação às críticas impostas por Martin et al. (1998) quanto a elaboração do gráfico por meio de linha de melhor ajuste polinomial de 4ª ordem. Para os autores, quanto mais longe de uma tendência média uma linha é desenhada, mais improvável ela se torna, por isto buscaram mostrar uma tendência no decorrer da dispersão dos pontos amostrais, pela qual discorda-se “fortemente da interpretação tendenciosa de Martin et al. (1998)” (LESSA; ANGULO, 1998, p. 190, **tradução nossa**).

Segundo Lessa e Angulo (1998), as únicas datações que suportariam a proposta de oscilações secundárias de alta frequência, sugeridas por Suguio et al. (1985), referem-se a cinco amostras de conchas embutidas em depósitos siliciclásticos cimentados (*beach rocks*), entretanto, para Lessa e Angulo (1998), foi realizada por parte de Suguio et al. (1985), uma interpretação equivocada sobre a distribuição dos ambientes deposicionais ao longo do perfil da praia, pela qual a hipótese de oscilações secundárias deixaria de existir.

Em relação às críticas impostas por Martin et al. (1998), quanto a não compreensão da posição de Angulo e Lessa (1997), perante a afirmação de que a ocorrência das oscilações teria causado problemas na interpretação da Geomorfologia Costeira, a partir da premissa vinculada ao desenvolvimento de novo sistema laguna-barreira holocênico, Lessa e Angulo (1998) evidenciaram algumas investigações que corroboraram com suas afirmações.

Desta maneira, Lessa e Angulo (1998) citaram como exemplo algumas pesquisas que tiveram interpretações errôneas, influenciadas pela hipótese da ocorrência das oscilações, abordando especialmente o estudo realizado por Maia et al. (1984) na planície costeira de Jacarepaguá (RJ). Nesta sequência, Lessa e Angulo (1998) destacaram que Maia et al. (1984) dataram 32 amostras de conchas espacializadas em dois sistemas laguna-barreira pré-identificados, obtendo idades inferiores a 6.000 anos A.P. Segundo Lessa e Angulo (1998), a gênese e cronologia das barreiras foram erroneamente associadas por Maia et al. (1984) aos ciclos transgressivos e subsequentes regressivos correlacionados à hipótese de duas oscilações de alta frequência. Interpretação contestada por Lessa e Angulo (1998), que atribuíram a sequência estratigráfica como regressiva, baseando-se na simulação do modelo matemático aplicada para planície costeira de Paranaguá (SC).

Quanto às críticas impostas por Martin et al. (1998) em relação ao modelo de simulação utilizado por Angulo e Lessa (1997), vinculadas à afirmativa do uso “ingênuo e imprudente” para invalidar as oscilações propostas, Lessa e Angulo (1998) concordaram que os modelos são representações simplificadas da realidade, porém delinearam que é inútil entrar em uma discussão filosófica sobre modelagem de simulação. Simultaneamente, afirmam que não foram imprudentes nem ingênuos ao utilizarem essa ferramenta, uma vez que segundo os autores, o modelo provou ser sólido ao corrigir corretamente o problema cronológico e estratigráfico relacionado ao problema pré-estabelecido, vinculado à ocorrência das duas oscilações.

Concluindo as argumentações, Lessa e Angulo (1998) concordaram com o apontamento de Martin et al. (1998) de que um feixe de dados convergente (vários registros) é preferível a uma informação isolada (vermetídeos). Todavia, salientaram que os dados e as interpretações decorrentes, devem ser sempre reavaliados à luz dos avanços obtidos em seu campo. Nesta perspectiva, ressaltaram que a persistência na posição contrária à existência de oscilações de grande escala para abaixo do nível atual, permaneceria inabalável em vista das evidências existentes.

7. Entraves contemporâneos entre Martin, Dominguez e Bittencourt (2003), Angulo, Lessa e Souza (2006), Castro et al. (2014, 2018) e Angulo et al. (2016, 2018)

Na década de 2000 e 2010 os debates sobre ocorrência de duas ou mais oscilações de alta magnitude, ocorridas ao longo de um intervalo latitudinal de cerca de 18°, entre Salvador (BA) e Laguna (SC), se prolongaram e

persistiram. Destacam-se os estudos de Martin, Dominguez e Bittencourt (2003) e Angulo, Lessa e Souza (2006), mas também pode-se mencionar Castro et al. (2014), Angulo et al. (2016), Castro et al. (2018) e Angulo et al. (2018).

Martin, Dominguez e Bittencourt (2003) e Angulo, Lessa e Souza (2006), delinearam objetivos semelhantes, baseados em levantamentos bibliográficos dos indicadores de paleoníveis marinhos e aperfeiçoamento das curvas mediante correções de fracionamento isotópico (flutuação do CO₂ atmosférico) e calibrações para idades astronômicas. Todavia, ambos autores mantiveram as interpretações e hipóteses pretéritas quanto à ocorrência ou não das oscilações secundárias do nível relativo do mar.

O objetivo de Martin, Dominguez e Bittencourt (2003) consistiu no aperfeiçoamento e refinamento da curva de Salvador (BA), em função de ser a mais detalhada no Brasil e indicada pelos autores como referência para o setor central do litoral brasileiro. Deste modo, após as correções mencionadas no parágrafo anterior, a curva da cidade homônima foi então plotada em anos calibrados, a luz dos avanços tecnológicos obtidos desde a publicação das curvas apresentadas anteriormente por Suguio et al. (1985).

Para isso, Martin, Dominguez e Bittencourt (2003) utilizaram-se de 62 determinações de antigas posições relativas do nível do mar vinculadas aos registros de vermetídeos, crostas de algas calcárias e corais situados em zona litorânea cimentada acima do nível atual. Martin, Dominguez e Bittencourt (2003) então, a partir destes indicadores, estabeleceram algumas modificações perante a clássica curva de Salvador apresentada por Suguio et al. (1985), originalmente proposta por Martin et al. (1979):

a) o zero atual (nível médio) foi excedido pela primeira vez no Holoceno há cerca de 7800 cal / anos A.P.; b) cerca de 5600 cal / anos A.P., o nível do mar relativo passou por um primeiro máximo de $4,7 \pm 0,5$ m acima do atual; c) após esse máximo, houve uma regressão rápida até 5300 cal / anos A.P., desacelerando até 4400 cal / anos A.P. e acelerando novamente em 4200 cal / anos A.P. Por volta dessa época, o nível do mar passou por um mínimo, provavelmente abaixo do nível atual; d) após 3700 cal / anos A.P., ocorreu uma transgressão rápida a cerca de 3500 cal / anos A.P., o nível do mar relativo passou por um segundo máximo de $3,5 \pm 0,5$ m acima do nível atual; e) entre 3500 e 2800 anos A.P., o nível do mar relativo caiu lenta e regularmente. A partir de 2800 cal / anos A.P., o declínio tornou-se muito rápido novamente. Em 2600 cal / anos A.P., o nível marinho passou por um segundo mínimo, provavelmente abaixo do nível atual; f) após 2300 cal / anos A.P., o nível do mar relativo subiu muito rapidamente, passando por um terceiro máximo de $2,5 \pm 0,5$ m acima do nível atual em cerca de 2100 cal / anos A.P.; g) desde 2100 cal / anos A.P., o nível do mar relativo diminuiu regularmente para a sua posição atual (Martin, Dominguez e Bittencourt, 2003, p.110-111, **tradução nossa**);

Após apresentarem as correções para o fracionamento isotópico e os efeitos do reservatório, bem como as calibrações para as idades astronômicas, Martin, Dominguez e Bittencourt (2003) afirmaram terem reforçado as evidências de apoio adicional para a existência das oscilações de alta frequência, reconhecendo, portanto, três eventos principais de submersão (7.800-5.600, 3.700-3.500 e 2.300-2.100 cal / anos A.P.) alternados por três eventos principais de emersão (5.600-4.200, 3500-2.800 e após 2.100 cal / anos A.P.) (Figura 5).

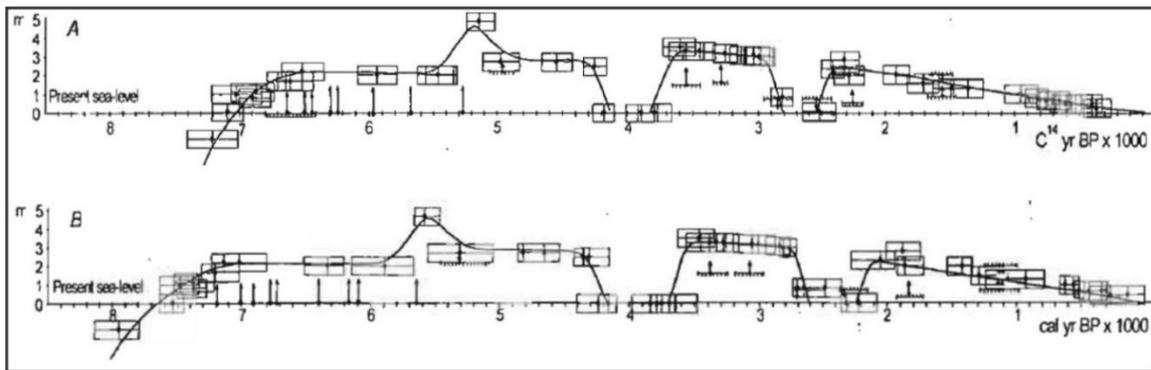


Figura 5. A curva do nível do mar relativo de Salvador, plotada como idades ¹⁴C sem correção de reservatório (A) (Martin et. al., 1979) e com as idades calibradas (B).

Fonte: Martin, Dominguez e Bittencourt (2003, p. 107).

Após treze anos, em interpretação divergente, Gonçalves (2016) nega a existência das oscilações de alta frequência em Salvador (BA) ao reavaliar o comportamento do nível relativo do mar, mediante análise da razão isotópica de oxigênio ($\delta^{18}\text{O}$) e carbono ($\delta^{13}\text{C}$) em testemunhos corais das praias de Guarajuba, Itacimirim e Forte. A autora desenvolveu proposta que elucida tendência de suavização da primeira oscilação de alta frequência e a não ocorrência da segunda, propondo que o nível médio do mar sempre esteve acima do nível atual nos últimos 8.000 anos A.P. (Figura 6). Cabe ressaltar que no modelo sugerido por Gonçalves (2016) há uma queda de 3m por volta de 800 anos A.P., que a autora atribui a possibilidade de estarem correlacionados à atuação de eventos neotectônicos regionais.

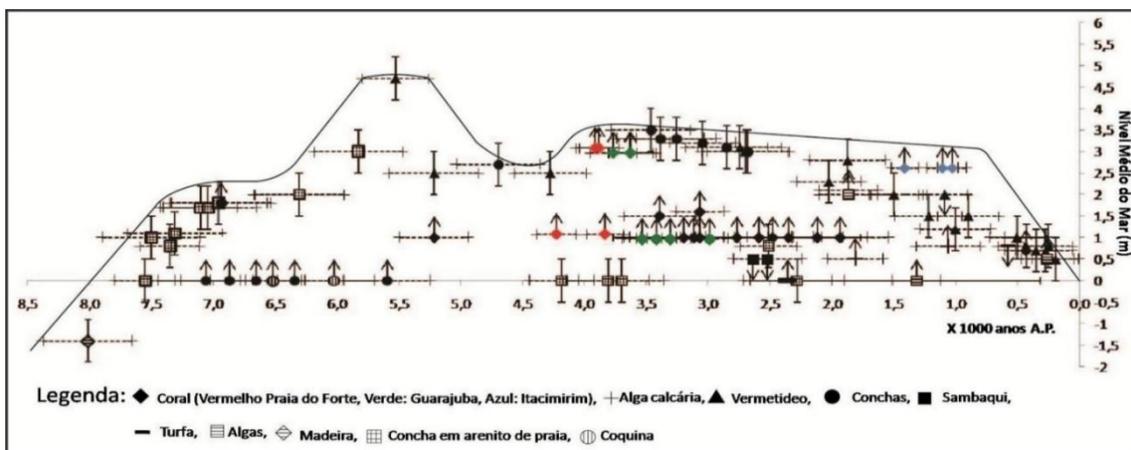


Figura 6. Proposta de curva que representa as flutuações do nível médio do mar para a região em torno de Salvador nos últimos 8.000 anos A.P.

Fonte: Gonçalves (2016, p.27).

Em relação à Angulo, Lessa e Souza (2006), praticamente não houve inovação entre a proposta detalhada anteriormente (ANGULO; LESSA, 1997), entretanto, os autores revisaram alguns aspectos do modelo após influência das contribuições de Milne, Long e Bassett (2005). Angulo, Lessa e Souza (2006), inclusive sugeriram que o modelo de Milne, Long e Bassett (2005) fosse tomado como referência para o Brasil.

A pesquisa de Milne, Long e Bassett (2005) desenvolveu curva eustática holocênica para os Estados de Pernambuco e Santa Catarina, por meio de simulações baseadas em datas de vermetídeos e modelo matemático geofísico de mudança do nível do mar induzida por glaciação, objetivando a compreensão da causa vinculada à tendência regressiva observada no Holoceno Médio e Inferior.

Neste ínterim, Milne, Long e Bassett (2005) apresentaram resultados semelhantes aos das pesquisas brasileiras, em razão de indicarem aumento relativamente rápido de 7-8 mm/ano no início do Holoceno, com uma redução acentuada nesta taxa por volta de 7.000 anos A.P. Após este período iniciou-se a tendência regressiva que culminou no nível atual, que segundo conclusões de Milne, Long e Bassett (2005), foi impulsionada por uma mudança global de volume de gelo de aproximadamente 1 m. O modelo de Milne, Long e Bassett (2005) também não identificou as duas oscilações de alta frequência apontadas por Suguio et al. (1985) (Figura 7).

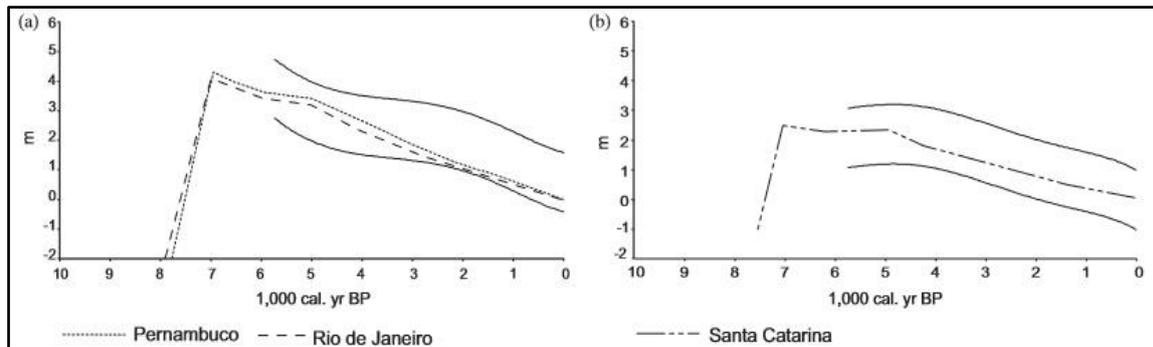


Figura 7. Curvas de nível do mar propostas por Angulo, Lessa e Souza (2006) para a região entre Pernambuco-Rio de Janeiro e Santa Catarina, plotados com o comportamento do nível relativo do mar previsto por simulações geofísicas realizadas por Milne, Long e Bassett (2005).

Fonte: Angulo, Lessa e Souza (2006, p.501).

Sob a influência de Milne, Long e Bassett (2005) e após as críticas de Martin et al. (1998) em relação à ausência das margens de erro temporais nas amostras de vermetídeos, Angulo, Lessa e Souza (2006), reajustaram o modelo para costa leste brasileira mediante linha de melhor ajuste polinomial de 5ª ordem (Figura 8).

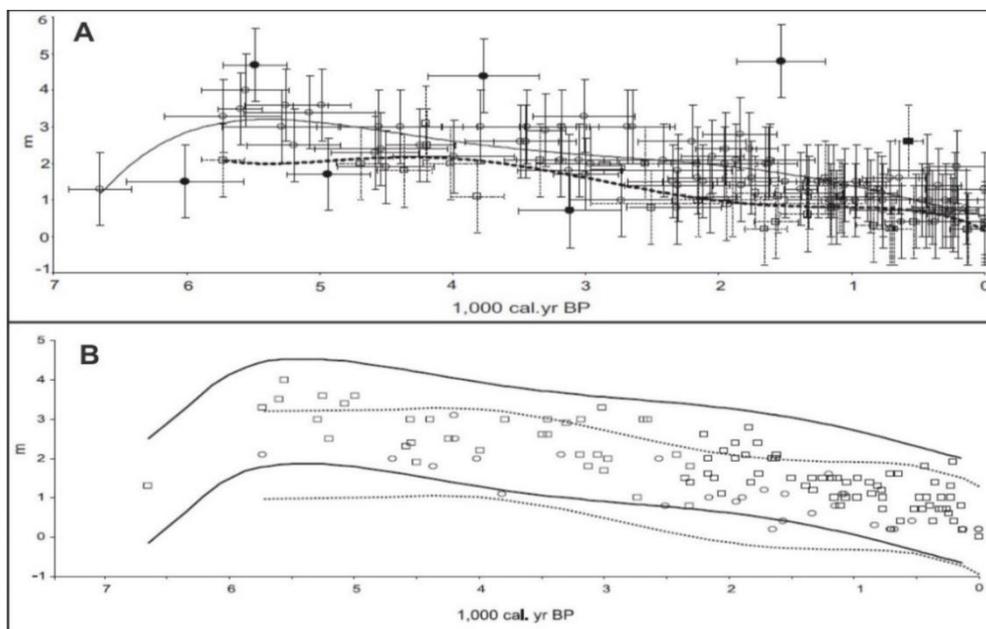


Figura 8. (a) Dispersão das amostras de vermetídeos datadas ao longo da costa leste brasileira com margem de erro e curva média (Polinômio de 5ª ordem). Os dados do Estado de Santa Catarina são identificados por quadrados vazios e linhas tracejadas. (b) Reconstruções ao nível do mar e do paleonível marinho na costa brasileira norte (linhas e quadrados sólidos) e sul (linhas tracejadas e círculos), com base em amostras de vermetídeos.

Fonte: Angulo, Lessa e Souza (2006, p.500).

Finalizando suas considerações, os autores ainda reforçaram o fato de que as datações utilizadas por Suguio et al. (1985), Martin et al. (1998) e Martin, Dominguez e Bittencourt (2003), para sustentar a proposta das oscilações secundárias de alta frequência, não se apresentam confiáveis e referem-se principalmente a amostras coletadas em paleoníveis mais baixos no momento das oscilações (idades), sendo derivadas de 4 tipos de registros:

- 1) Sambaquis (numerosas amostras), registros considerados não confiáveis por Angulo, Lessa e Souza (2006), em função de não haver evidências de apoio ao fato de que os sambaquis só seriam construídos acima o nível da maré alta;
- 2) Conchas situadas em *beach rock* (6 amostras), registros interpretados por Angulo, Lessa e Souza (2006), como depósitos *nearshore*, indicando um paleonível de pelo menos 1.5 m acima do atual no momento das oscilações;
- 3) Detritos vegetais embutidos em depósitos na praia, registros que segundo interpretação de Angulo, Lessa e Souza (2006), foram depositados em setores da metade inferior da face da praia, e são, portanto, indicativos de um paleonível mais alto e não mais baixo;
- 4) Fragmento de madeira em depósito de turfa, situado em manguezal da região de Rio do Fogo no nordeste do Brasil, registro não considerado confiável por Angulo, Lessa e Souza (2006) por considerarem mais apropriada à hipótese de Bezerra, Barreto e Suguio (2003), ao argumentam que o comportamento do paleonível marinho durante o Holoceno tardio nesta costa tem sido influenciado por atividades tectônicas, portanto, o depósito de turfa (ou depósito de mangue por Martin, Dominguez e Bittencourt, 2003) poderia ser perturbado por tal, não podendo assim ser utilizado para endossar a existência de oscilações de alta frequência.

Alguns anos após a pesquisa de Angulo, Lessa e Souza (2006), Castro et al. (2014) fizeram uma nova proposição de curva de variação do nível relativo do mar baseada em 25 novas datações em registros biológicos (vermetídeos) e geológicos (*beach rocks*), realizadas no Estado do Rio de Janeiro (RJ). A partir deste momento, começa a se observar uma maior aceitação da comunidade científica perante a proposta da não existência de duas oscilações de alta frequência.

Torna-se válido salientar que Castro et al. (2014) inovaram ao constatarem pela primeira vez na costa brasileira, um recorde negativo do nível relativo do mar, envolvendo a transição final do Pleistoceno e início do Holoceno, inferindo um nível de - 4,5 m abaixo do atual entre 11.940 e 11.240 cal / anos A.P. e - 0,5 m por volta de 8.500 cal / anos A.P. Ultrapassado pela primeira vez (nível médio atual) em aproximadamente 7.500 cal / anos A.P., atingindo posteriormente, um pico máximo de 2,5 m acima do atual entre 5.500 - 4.500 cal / anos A.P., com descida progressiva do nível relativo do mar, sem oscilações secundárias de alta frequência até o nível atual (Figura 9).

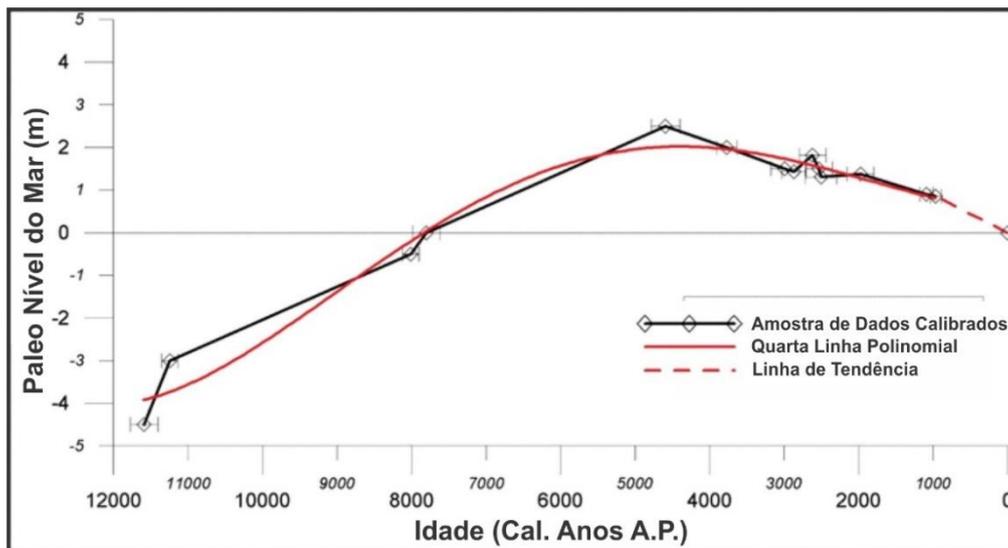


Figura 9. Curva de variação relativa do nível do mar para o litoral do estado do Rio de Janeiro.
Fonte: Adaptado e traduzido de Castro et al. (2014, p. 679).

Mesmo com Castro et al. (2014) se aproximando da proposta de Angulo e Lessa (1997) e Angulo, Lessa e Souza (2006), em relação à não existência das oscilações de alta frequência do nível relativo do mar na costa brasileira, os autores tiveram seu modelo refutado por Angulo et al. (2016), pois elencaram vários problemas que comprometeram as interpretações e conclusões finais determinadas. Nesta perspectiva, o artigo redigido por Angulo et al. (2016) objetivou comentar e fornecer interpretações alternativas para os dados utilizados por Castro et al. (2014).

Para Angulo et al. (2016), é preocupante o fato de Castro et al. (2014) confundirem a altitude dos indicadores com o paleonível marinho, pois segundo os autores, as reconstruções de pretéritos níveis do mar devem considerar a distância vertical entre um determinado indicador e seu atual agrupamento homólogo vivo. Assim, frisam que o limite superior e inferior entre estes dois registros (antigo e atual) é o que determina a amplitude vertical em relação ao atual nível do mar. Deste modo, de acordo com Angulo et al. (2016), não há necessidade de definir com exatidão a estimativa das elevações das amostras mediante rastreadores GPS, uma vez que o procedimento mais correto consiste na determinação da propagação vertical e à incerteza relacionada à origem de onde, nessa propagação, os homólogos vivos se situam.

Angulo et al. (2016) também apresentaram algumas inconsistências na curva proposta por Castro et al. (2014) correlacionadas às datações realizadas em conchas embutidas em *beach rocks*, que para os autores não permitem reconstruções precisas de paleoníveis marinhos, pois podem ter sido depositados milhares de anos após a morte dos espécimes.

Além disso, Angulo et al. (2016) apontaram problemas perante a ausência da plotagem das amostras na curva proposta, pela qual constam somente 14 datações dos 22 registros mencionados no corpo de texto, não havendo também uma indicação clara de quais amostras listadas correspondem aos pontos na curva. Por fim, Angulo et al. (2016) ainda indicam que quando os registros datados por Castro et al. (2014) são corretamente interpretados, tornam-se compatíveis com a curva proposta por Milne, Long e Bassett (2005), devendo esta ser utilizada como referência.

Contudo, em resposta à Angulo et al. (2016), Castro et al. (2018) fazem críticas ao modelo de Milne, Long e Bassett (2005) e conseqüentemente questionam o sugerido por Angulo, Lessa e Souza (2006) e Angulo et al. (2016).

Na concepção dos autores a colocação de indicadores de poucos metros em relação ao atual nível do mar não pode ser ajustada a um modelo em escala global de simulação geofísica, uma vez que distorções e incertezas são inevitáveis.

Para Castro et al. (2018), tais distorções e incertezas são visíveis na curva proposta por Angulo, Lessa e Souza (2006), a qual segundo os autores não passa de uma reprodução do modelo de simulação geofísica inicialmente proposto por Peltier (1988) e depois por Milne, Long e Bassett (2005). Castro et al. (2018) ainda acrescentaram que os níveis de maré e características geológicas em ambos os segmentos costeiros (Pernambuco e Santa Catarina) são distintos, portanto a curva não pode ser a mesma para os dois locais.

Nesta linha de raciocínio, Castro et al. (2018) evidenciaram que todos os indicadores de variação vertical do nível relativo do mar identificados por Castro et al. (2014), foram obtidos mediante georreferenciamento por GPS de alta precisão, ajustados pelos parâmetros do Sistema Geodésico Brasileiro, mantidos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o que tornaria os dados precisos.

Em relação às críticas mais uma vez impostas por Angulo et al. (2016) em relação aos registros geológicos (*beach rocks*), Castro et al. (2018) afirmaram que atualmente não há dúvidas que são ótimos indicadores de paleoníveis marinhos. Os autores apoiaram-se nos resultados obtidos pela tese de doutorado de Malta (2017), a qual estuda intensamente a gênese, petrografia, processo de litificação, razões de isótopos estáveis $\delta^{13}\text{C}$ - $\delta^{18}\text{O}$ e geocronologia de *beach rocks* da costa do Estado do Rio de Janeiro.

Encerrando suas considerações, Castro et al. (2018) disseram acreditar que Angulo et al. (2016) interpretaram mal os dados apresentados por Castro et al. (2014), e que as críticas proferidas em nada contribuem para o progresso do conhecimento científico, uma vez que os dados homônimos são convincentes e atualmente têm sido utilizados para apoiar muitas teses de doutorado e mestrado.

Para finalizar esta revisão teórica, destaca-se neste momento o artigo desenvolvido por Angulo et al. (2018), redigido em resposta as argumentações realizadas por Castro et al. (2018), pois segundo os autores não abordaram ou responderam adequadamente os comentários realizados em 2018.

Nesta perspectiva, Angulo et al. (2018) mantém as interpretações apresentadas por Angulo et al. (2016), enfatizando novamente que a posição vertical de um indicador de nível marinho não é a posição de um paleonível do mar, pois só pode ser determinado adicionando (ou subtraindo) a altitude do indicador à altitude (ou profundidade) do presente indicador homólogo. Procedimentos que segundo Angulo et al. (2018) não foram adotados por Castro et al. (2014), em razão de simplesmente tomarem a elevação dos restos ou depósitos sedimentares e assumirem que essas altitudes correspondiam a paleoníveis marinhos.

Angulo et al. (2018) ainda argumentaram que Castro et al. (2014) realizaram afirmação incorreta perante o uso do modelo geofísico proposto por Milne, Long e Bassett (2005), pois não o utilizaram para determinar a elevação das amostras, mas sim para comparar os dados empíricos e mostrar quão bem eles se encaixam e correlacionam entre si.

Finalizando as discussões, Angulo et al. (2018) afirmaram que um nível do mar de 3,0 a 4,5 m abaixo do atual por volta de 11.940 e 11.240 cal / anos A.P. como indicado por Castro et al. (2014), está em forte contradição com os dados estabelecidos em todo o mundo, não podendo, portanto, ser relacionado ao nível do mar da idade indicada, corroborando com as conclusões do estudo de Spotorno-Oliveira et al. (2016) do qual Castro configura-se como coautor.

8. Considerações finais

Esta pesquisa não descarta nenhuma das hipóteses desenvolvidas por Suguio et al. (1985) e Angulo e Lessa (1997), todavia, para ambas, há ressalvas. Do mesmo modo que acreditamos nas argumentações de Angulo e Lessa (1997) de que a regressão após pico transgressivo santista (MIS1) caracterizou-se de maneira geral, como progressiva, com declive suave e contínuo, também reconhecemos a existência de oscilações no nível relativo do mar ao longo do período descensional como proposto por Suguio et al. (1985), porém também se questiona as amplitudes e intensidade alcançadas.

Acredita-se que as emergências e submersões determinadas por Suguio et al. (1985), com amplitudes que variam entre 3 m e 5 m, tornam-se superestimadas, mas admite-se a ocorrência de breves oscilações secundárias de pequeno alcance como resposta dos sistemas ambientais às instabilidades suscitadas por curtos pulsos climáticos holocênicos (WANNER et al., 2011; PEREZ FILHO; RUBIRA, 2019), contudo incapazes de alterar drasticamente o nível relativo do mar no Holoceno Médio e Superior conforme inferido por Suguio et al. (1985).

Cabe ressaltar que a existência destes pulsos climáticos holocênicos já é bem documentada pela literatura paleoclimática internacional, podendo mencionar-se estudos que identificaram alterações na insolação solar devido mudanças orbitais (JOUZEL et al., 2007; SHEVENELL; INGALLS; DOMACK, 2007); liberação de sulfato em função de atividades vulcânicas durante os últimos 6.000 anos (GAO; ROBOCK; AMMANN, 2008; WANNER et al., 2008); variações na atividade solar (CHAPMAN; SHACKLETON, 2000; BOND et al., 2001; VIAU et al., 2002; GUPTA; ANDERSON; OVERPECK, 2003; HONG et al., 2003; KRIVOVA e SOLANKI, 2008; STEINHILBER; BEER; FRÖHLICH, 2009; GRAY et al., 2010) e aumento da concentração de CO₂ (ENTING, 1987; STOTT; TIMMERMANN; THUNELL, 2007). Fatores que poderiam perfeitamente ocasionar breves oscilações do nível relativo do mar durante a regressão que sucedeu o auge do MIS1.

Nesta perspectiva, esta pesquisa consente com Martin et al. (1998) em relação ao caráter não linear do comportamento eustático para qualquer região do globo terrestre. Entre oscilações e não oscilações, para esta pesquisa também não há hesitação, uma vez que a negação delas evita a natureza dos fenômenos aleatórios característicos de comportamentos eustáticos, mas novamente frisa-se a cautela em aceitar a proposta com flutuações de alta magnitude no Holoceno Médio e Superior.

Para este estudo, restringir e limitar os registros confiáveis a apenas um tipo, como sugeriu Angulo et al. (1997), é perigoso e conflitante, mediante as novas descobertas e possibilidades cada vez mais possíveis perante aperfeiçoamentos metodológicos intrínsecos a constantes evoluções tecnológicas de identificação e correlação dos dados, embora também concordemos que a utilização dos sambaquis não seja a mais apropriada para esse tipo de reconstituição.

Todas estas discussões e indefinições ainda persistentes só reforçam o fato da necessidade do aprofundamento de estudos vinculados às pulsações climáticas, bem como atuação de atividades neotectônicas na plataforma costeira. Conhecê-las melhor pode auxiliar na investigação e compreensão da ocorrência de variações do nível relativo do mar, sobretudo na dinâmica vinculada aos processos erosivos/deposicionais inerentes ao desenvolvimento de superfícies geomorfológicas no litoral brasileiro.

Contribuições dos Autores: Metodologia, Felipe Gomes Rubira; análise formal, Felipe Gomes Rubira; pesquisa, Felipe Gomes Rubira; recursos, Archimedes Perez Filho; preparação de dados, Felipe Gomes Rubira; escrita do artigo, Felipe Gomes Rubira; revisão, Felipe Gomes Rubira; supervisão, Archimedes Perez Filho; aquisição de financiamento, Archimedes Perez Filho. Todos os autores leram e concordaram com a versão publicada do manuscrito.

Financiamento: Esta pesquisa foi financiada pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, número de bolsa 2016/08944-6.

Agradecimentos: Externamos nossos agradecimentos à FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo), pelo fomento financeiro da pesquisa por meio dos Processos: 2016/05327-6, 2016/08944-6.

Conflito de Interesse: Os autores declaram não haver conflito de interesse.

Referências Bibliográficas

1. ANGULO, R. J.; GIANNINI, P. C. F.; SOUZA, M. C.; LESSA, G. C. Holocene paleo-sea level changes along the coast of Rio de Janeiro, southern Brazil: Comment on Castro et al. (2014). **An. Acad. Bras. Cienc.**, v.88, n.4, p.2105-2111, 2016. DOI. 10.1590/0001-3765201620140641.
2. ANGULO, R. J.; GIANNINI, P. C. F.; SOUZA, M. C.; LESSA, G. C. Reply to Castro et al. 2018 on “Holocene paleo-sea level changes along the coast of Rio de Janeiro, southern Brazil”. **An. Acad. Bras. Cienc.**, v.90, n.2, p.1377-1380, 2018. DOI. 10.1590/0001-3765201820180376.
3. ANGULO, R. J.; LESSA, G. C. The Brazilian sea-level curves: a critical review with emphasis on the curves from the Paranaguá and Cananéia regions. **Marine Geology**, v. 140, p.141-166, 1997. DOI. 10.1016/S0025-3227(97)00015-7.
4. ANGULO, R. J.; LESSA, G. C.; SOUZA, M. C. A critical review of mid- to late-Holocene sea-level fluctuations on the eastern Brazilian coastline. **Quaternary Science Reviews**, v.25, n.5-6, p.486-506, 2006. DOI. 10.1016/j.quascirev.2005.03.008.
5. ANGULO, R. J.; SOUZA, M. C. Revisão conceitual de indicadores costeiros de paleoníveis marinhos quaternários no Brasil. **Quaternary and Environmental**, v.5, n.2, p.1-32, 2014. DOI. 10.5380/abequa.v5i2.36533.
6. ANGULO, R. J.; SUGUIO, K. Re-evaluation of the Holocene sea-level maxima for the State of Parana, Brazil. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v. 113, n.2-4, p.385-393, 1995. DOI. 10.1016/0031-0182(95)00055-Q.
7. BARRETO, A. M. F.; BEZERRA, F. H. R.; SUGUIO, K.; TATUMI, S. H.; YEE, M.; PAIVA, R. P.; MUNITA, C. S. Late Pleistocene marine terrace deposits in northeastern Brazil: sea-level change and tectonic implications. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v.179, n.1-2, p. 57-69, 2002. DOI. 10.1016/S0031-0182(01)00408-4.
8. BEZERRA, F. H. R.; BARRETO, A. M. F.; SUGUIO, K. Holocene sealevel history on the Rio Grande do Norte State coast, Brazil. **Marine Geology**, v.196, n.1-2, p.73-89, 2003. DOI. 10.1016/S0025-3227(03)00044-6.
9. BITTENCOURT, A. C. S. P.; DOMINGUEZ, J. M. L.; MARTIN, L.; FERREIRA, Y. A. Dados preliminares sobre a evolução do "delta" do Rio São Francisco (SE/AL) durante o Quaternário: Influência das variações do nível do mar. In: SUGUIO, K.; MOUSINHO DE MEIS, M. R.; TESSLER, M. G. (eds.) Atas do quarto simpósio do Quaternário no Brasil. Rio de Janeiro: CTCQ-SBG, 1982a. p.49-67.
10. BITTENCOURT, A. C. S. P.; MARTIN, L.; DOMINGUEZ, J. M. L.; FERREIRA, Y. A. O Quaternário costeiro do Estado de Sergipe. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA. 32., 1982, Salvador. **Boletim nº 2, resumos e breves comunicações...** Salvador: SBG, 1982b. p. 92.
11. BITTENCOURT, A. C. S. P.; MARTIN, L.; VILAS-BOAS, G. S.; FLEXOR, J. M. The marine formations of the coast of the State of Bahia, Brazil. In: SUGUIO, K.; FAIRCHILD, T. R.; FLEXOR, J. M. (Org.) **International**

Symposium on Coastal Evolution in the Quaternary. 1ª ed. Proceedings. São Paulo: Instituto de Geociências, 1979a. p. 232–253.

12. BITTENCOURT, A. C. S. P.; VILAS-BOAS, G. S.; FLEXOR, J. M.; MARTIN, L. Geologia dos depósitos quaternários do litoral do Estado da Bahia. In: INDA, H. (ed.): Geologia e recursos minerais do Estado da Bahia. Secretaria de Minas e Energia. **Textos básicos.** v.1, n.1, 1979b. p.1-21.

13. BOND, G.; KROMER, B.; BEER, L.; MUSCHELER, R.; EVANS, M. N.; SHOWERS, W.; HOFFMANN, S.; LOTTI-BOND, R.; HAJDAS, I.; BONANI, G. Persistent solar influence on North Atlantic climate during the Holocene. **Science**, v.294, n.5549, p.2130-2136, 2001. DOI. 10.1126/science.1065680.

14. CASTRO, J. W. A.; SEOANE, J. C. S.; CUNHA, A. M.; MALTA, J. V.; OLIVEIRA, C. A.; VAZ, S. T.; SUGUIO, K. Comments to Angulo et al. 2016 on “Sea-level fluctuations and coastal evolution in the state of Rio de Janeiro, southeastern - Brazil” by Castro et al. 2014. **An. Acad. Bras. Cienc.**, v.90, n.2, p.1369-1375, 2018. DOI. 10.1590/0001-3765201820171010.

15. CASTRO, J. W. A.; SUGUIO, K.; SEOANE, J. C. S.; CUNHA, A. M.; DIAS F. F. Sea-level fluctuations and costal evolution in the state of Rio de Janeiro southeastern Brazil. **An. Acad. Bras. Cienc.** v.86, n.2, p. 671-683, 2014. DOI. 10.1590/0001-3765201420140007.

16. CHAPMAN, M. R.; SHACKLETON, N. J. Evidence of 550-year and 1000-year cyclicities in North Atlantic circulation patterns during the Holocene. **Holocene**, v.10, n.3, p.287-291, 2000. DOI. 10.1191/095968300671253196.

17. COWELL, P. J.; ROY, P. S.; JONES, R. A. Shoreface translation model: computer simulation of coastal-sand-body response to sea level rise. **Math. Comput. Simulation**, v.33, n.5-6, p.603-608, 1992. DOI. 10.1016/0378-4754(92)90158-D.

18. COWELL, P. J.; ROY, P. S.; JONES, R. A. Simulation of large-scale coastal change using a morphological behaviour model. **Marine Geology**, v.126, n.1-4, p.45-61, 1995. DOI. 10.1016/0025-3227(95)00065-7.

19. CUNHA, A. M.; CASTRO, J. W. A.; PEREIRA, F. M. B.; CARVALHO, M. A.; SUGUIO, K. Variações do nível relativo do mar durante o Holoceno na bacia do rio Una, Cabo Frio - Rio de Janeiro: aspectos sedimentológicos, faciologicos e geocronológicos. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v.18, n.1, p.143-154, 2017. DOI. 10.20502/rbg.v18i1.1039.

20. DELIBRIAS, C.; LABOREL, J. Recent variations of the sea level along the Brazilian coast. **Quaternária**, v.14, p. 45-49, 1969.

21. DOMINGUEZ, J. M. L. **Evolução quaternária da planície costeira associada à foz do Rio Jequitinhonha (BA):** Influência das variações do nível do mar e da deriva litorânea de sedimentos. Dissertação (Mestrado em Geologia), Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 1983.

22. DOMINGUEZ, L. M. L.; MARTIN, L.; BITTENCOURT, A. C. S. P.; FERREIRA, Y. A.; FLEXOR, L. M. Sobre a validade da utilização do termo delta para designar as planícies costeiras associadas às desembocaduras dos grandes rios brasileiros. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 32., 1982, Salvador. **Boletim nº 2, resumos e breves comunicações...** Salvador: SBG, 1982b. p. 92.

23. ENTING, I. G. On the use of smoothing splines to filter CO₂ Data. **J. Geophys. Res.**, v.92, p.10977-10984, 1987. DOI. 10.1029/JD092iD09p10977.

24. GAO, C.; ROBOCK, A.; AMMANN, C. Volcanic forcing of climate over the past 1500 years: an improved ice core-based index for climate models. **J. Geophys. Res.**, v.113, n.D23, p.1-15, 2008. DOI. 10.1029/2008JD010239.

25. GASPAR, M. D. Considerations of the sambaquis of the Brazilian coast. **Antiquity**, v.72, n.277, p.592–615, 1998. DOI. 10.1017/S0003598X00087020.

26. GONÇALVES, P. M. **Contribuição aos registros do nível do mar e ambientais do Holoceno no litoral norte da Bahia**. Tese (Doutorado em Geologia) - Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2016.
27. GRAY, L. J.; BEER, J.; GELLER, M.; HAIGH, J. D.; LOCKWOOD, M.; MATTHES, K.; CUBASCH, U.; FLEITMANN, D.; HARRISON, G.; HOOD, L.; LUTERBACHER, L.; MEEHL, G. A.; SHINDELL, D.; VAN GEEL, B.; WHITE, W. Solar influences on climate. **Reviews of Geophysics**, v.48, n.4, 2010. DOI. 10.1029/2009RG000282.
28. GUPTA, A. K.; ANDERSON, D. M.; OVERPECK, J. T. Abrupt changes in the Asian southwest monsoon during the Holocene and their links to the North Atlantic Ocean. **Nature**, v.421, p.354-357, 2003. DOI. 10.1038/nature01340.
29. HONG, Y. T.; HONG, B.; LIN, Q. H.; ZHU, Y. X.; SHIBATA, Y.; HIROTA, M.; UCHIDA, M.; LENG, X. T.; JIANG, H. B.; XU, H.; WANG, H.; YI, L. Correlation between Indian Ocean summer monsoon and north Atlantic climate during the Holocene. **Earth Planet. Sc. Lett.**, v.211, n.3-4, p.371-380, 2003. DOI. 10.1016/S0012-821X(03)00207-3.
30. JOUZEL, J.; MASSON-DELMOTTE, V.; CATTANI, O.; DREYFUS, G.; FALOURD, S.; HOFFMANN, G.; MINSTER, B.; NOUET, J.; BARNOLA, J. M.; CHAPPELLAZ, J.; FISCHER, H.; GALLET, J. C.; JOHNSEN, S.; LEUENBERGER, M.; LOULERGUE, L.; LUETHI, D.; OERTER, H.; PARRENIN, F.; RAISBECK, G.; RAYNAUD, D.; SCHILT, A.; SCHWANDER, J.; SELMO, E.; SOUCHEZ, R.; SPAHNI, R.; STAUFFER, B.; STEFFENSEN, J. P.; STENNI, B.; STOCKER, T. F.; TISON, J. L.; WERNER, M.; WOLFF, E. W. Orbital and millennial Antarctic climate variability over the past 800,000 years. **Science**, v.317, n.5839, p.793-796, 2007. DOI. 10.1126/science.1141038.
31. KOWSMANN, R. O.; COSTA, M. P. A.; VICALVI, M. A.; COUTINHO, M. G. N.; GAMBOA, L. A. P. Modelo de sedimentação holocênica na plataforma continental sul brasileira. In: **Projeto REMAC: Evolução sedimentar holocênica da plataforma continental e do talude do sul do Brasil**. Rio de Janeiro: Petrobrás, CENPES, DINTEP, 1977, cap. 2, p. 7-26.
32. KRIVOVA, N. A.; SOLANKI, S. K. Models of solar irradiance variations: Current status. **J. Astrophys. Astr.**, v.29, p.151-158, 2008. DOI. 10.1007 / s12036-008-0018-x.
33. LESSA, G. C., ANGULO, R. J. Oscillations or not oscillations, that is the question - reply. **Marine Geology**, v. 150, p.189-196, 1998.
34. LOPES, R. P.; DILLENBURG, S. R.; SCHULTZ, C. L.; FERIGOLO, J.; RIBEIRO, A. M.; PEREIRA, J. C.; HOLANDA, E. C.; PITANA, V. G.; KERBER, L. The sea-level highstand correlated to marine isotope stage (MIS) 7 in the coastal plain of the state of Rio Grande do Sul, Brazil. **An. Acad. Bras. Cienc.**, v.86, n.4, p.1573-1595, 2014. DOI. 10.1590/0001-3765201420130274.
35. LOPES, R. P.; PEREIRA, J. C.; KINOSHITA, A.; MOLLEMBERG, M.; BARBOSA JUNIOR, F.; BAFFAF, O. Geological and taphonomic significance of electron spin resonance (ESR) ages of Middle-Late Pleistocene marine shells from barrier-lagoon systems of Southern Brazil. **Journal of South American Earth Sciences**, v.101, p. 102605, 2020. DOI. 10.1016/j.jsames.2020.102605.
36. MAIA, M. C. A. C.; MARTIN, L.; FLEXOR, J. M.; AZEVEDO, A. E. G. Evolução holocênica da planície costeira de Jacarepaguá (RJ). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA. 33., 1984, Rio de Janeiro, **Proceedings**. Rio de Janeiro, SBG, 1984. p. 105-118.
37. MALTA, J. V.; CASTRO, J. W. A.; OLIVEIRA, C. A.; REIS, C. C. Rochas de praia “beachrocks” da ilha do Cabo Frio - litoral do Estado do Rio de Janeiro - sudeste brasileiro: gênese e geocronologia. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v.18, n.2, p.397-409, 2017. DOI. 10.20502/rbg.v18i2.909.

38. MALTA, J. V. **Rochas de praia “beachrocks” do litoral do Estado do Rio de Janeiro**: Aspectos geológicos, geocronológicos e paleoambientais. Tese (Doutorado em Geologia), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017.
39. MARTIN, L.; BITTENCOURT, A. C. S. P.; DOMINGUEZ, J. M. L.; FLEXOR, J. M.; SUGUIO, K. Oscillations or not oscillations, that is the question: comment on Angulo R.J. and Lessa G.C. “The Brazilian sea-level curves: a critical review emphasis on the curves from the Paranaguá and Cananéia regions”. **Marine Geology**, v.150, n.1-2, p.179-187, 1998.
40. MARTIN, L.; VILAS-BOAS, A. S.; FLEXOR, J. M. Introdução ao estudo do Quaternário do litoral da Bahia, trecho Salvador, Ilhéus. **Revista Brasileira de Geociências**, v.9, n.4, p. 309-320, 1978.
41. MARTIN, L.; BITTENCOURT, A. C. S. P.; VILAS-BOAS, G. S.; FLEXOR, J. M. **Mapa geológico do Quaternário Costeiro do Estado da Bahia**. Governo do Estado da Bahia, SME, 1980c. 2 folhas, texto explicativo (francês e português), escala 1:250.000.
42. MARTIN, L.; BITTENCOURT, A. C. S. P.; VILAS-BOAS, G. S. Différenciation sur photographies aériennes des terrasses sableuses marines pléistocènes et holocènes du littoral de l’État de Bahia (Brésil). **Photo-interprétation**, v.3, n.4-5, p. 4-5, 1981.
43. MARTIN, L.; BITTENCOURT, A. C. S. P.; VILAS-BOAS, G. S. Primeira ocorrência de corais pleistocênicos da costa brasileira: Datação do máximo da penúltima transgressão. **Ciências da Terra**, v.3, p.16-17, 1982.
44. MARTIN, L.; DOMINGUEZ, J. M. L.; BITTENCOURT, A. C. S. P. Fluctuating Holocene sea levels in eastern and southeastern Brazil: evidence from a multiple fossil and geometric indicators. **Journal of Coastal Research**, v. 19, n.1, p.101-124, 2003.
45. MARTIN, L.; FLEXOR, J. M.; VILAS-BOAS, G. S.; BITTENCOURT, A. C. S. P.; GUIMARÃES, M. M. M. Courbe de variation du niveau relatif de la mer au cours de 7000 dernières années sur un secteur homogène du littoral brésilien (nord de Salvador). In: SUGUIO, K.; FAIRCHILD, T. R.; MARTIN, L.; FLEXOR J. M. (eds.). INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON COASTAL EVOLUTION IN THE QUATERNARY. 1979. São Paulo: IGCP, 1979. p.264-274.
46. MARTIN, L.; SUGUIO, K. The State of São Paulo coastal marine Quaternary geology: The ancient strandlines. **An. A cad. Bras. Ciên.**, v.47, p. 249 -263, 1975.
47. MARTIN, L.; SUGUIO, K. Étude préliminaire du Quaternaire marin: Comparaison du littoral de São Paulo et de Salvador de Bahia (Brésil). **Cah. O.R.S.T.O.M., Sér. Géol.**, v.3, n.1, p. 33-47, 1976a.
48. MARTIN, L.; SUGUIO, K. O Quaternário marinho do Estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 29., Ouro Preto. **Anais**. Ouro Preto, SBG. v.1, p. 281-294, 1976b.
49. MARTIN, L.; SUGUIO, K. Excursion route along the coastline between the town of Cananéia (State of São Paulo) and Guaratiba outlet (State of Rio de Janeiro). In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON COASTAL EVOLUTION IN THE QUATERNARY, 1., 1978, São Paulo. **Special Publication**, v. 2. São Paulo: IGCP, Project 61, 1978. p.1-98.
50. MARTIN, L.; SUGUIO, K.; FLEXOR, J. M. Le Quaternaire marin du Littoral brésilien entre Cananéia (SP) et Barra de Guaratiba (RI). In: SUGUIO, K.; FAIRCHILD, T. R.; MARTIN, L.; FLEXOR J. M. (eds.) **International symposium on coastal evolution in the Quaternary**. São Paulo: IGCP, p.296-331, 1979.
51. MARTIN, L.; SUGUIO, K.; FLEXOR, J. M.; DOMINGUEZ, J. M. L.; AZEVEDO, A. E. G. Evolução da planície costeira do Rio Paraíba do Sul (RJ) durante o Quaternário: Influência das variações do nível do mar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA. 33, 1984, Rio de Janeiro. **Anais**. Rio de Janeiro: SBG. v. 1, 1984. p. 84-97.

52. MARTIN, L.; SUGUIO, K.; FLEXOR, J. M.; BITTENCOURT, A. C. S. P.; VILAS-BOAS, G. S. Le Quaternaire marin brésilien (Littoral pauliste, sud fluminense et bahianais). **Cah. O.R.S.T.O.M., Sér. Géol.**, v.11, n.1, p. 96-125, 1980a.
53. MARTIN, L.; SUGUIO, K.; FLEXOR, J. M.; DOMINGUEZ, J. M. L.; BITTENCOURT, A. C. S. P. Quaternary sea-level history and variations in dynamics along the Central Brazilian coast: consequences on coastal plain construction. **An. A cad. Bras. Ciên.**, v. 68, n.3, p. 303-354, 1996.
54. MARTIN, L.; VILAS-BOAS, G. S.; BITTENCOURT, A. C. S. P.; FLEXOR, J. M.; Origine des sables et âges des dunes situées au nord de Salvador (Brésil): Importance paléoclimatique. **Cah. O.R.S.T.O.M., Sér. Géol.**, v.11, n.1, p.125-132, 1980b.
55. MILNE, G. A.; LONG, A. J.; BASSETT, S. E. Modeling Holocene relative sea-level observations from the Caribbean and South America. **Quaternary Science Reviews**, v.24, n.10-11, p.1183-1202, 2005. DOI. 10.1016/j.quascirev.2004.10.005.
56. NASCIMENTO, F. J. S.; BARBOZA, E. G.; FERNANDEZ, G. B.; ROCHA, T. B.; MINELI, T. D.; ESTEVES, T. Análise cronoestratigráfica dos cordões litorâneos na planície costeira da foz do rio Itabapoana (Espírito Santo, Brasil). **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v.19, n.3, p. 503-523, 2018. DOI. 0.20502/rbg.v19i3.1346.
57. OLIVEIRA, E. B.; NICOLODI, J. L.; MARINHO, C.; MACHADO JÚNIOR, V. C. Caracterização sedimentológica da praia de Arambaré, Laguna dos Patos, Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v.19, n.4, p. 665-678, 2018. DOI. 10.20502/rbg.v19i4.1156.
58. PELTIER, W. R. Lithospheric Thickness, Antarctic Deglaciation History, and Ocean Basin Discretization Effects in a Global Model of Postglacial Sea Level Change: A Summary of Some Sources of Nonuniqueness. **Quaternary Research**, v.29, n.2, p.93-112, 1988. DOI. 10.1016/0033-5894(88)90054-3.
59. PEREZ FILHO, A.; RUBIRA, F. G. Evolutionary interpretation of Holocene landscapes in eastern Brazil by optimally stimulated luminescence: Surface coverings and climatic pulsations. **Catena**, v.172, p. 866-876, 2019. DOI. 10.1016/j.catena.2018.06.031.
60. RAILSBACK, L. B.; BROOK, G. A.; ELLWOOD, B. B.; LIANG, F.; CHENG, H.; EDWARDS, R. L. A record of wet glacial stages and dry interglacial stages over the last 560 kyr from a standing massive stalagmite in Carlsbad Cavern, New Mexico, USA. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v.438, n.15, p.256-266, 2015b. DOI. 10.1016/j.palaeo.2015.08.010.
61. RAILSBACK, L. B.; GIBBARD, P. L.; HEAD, M. J.; VOARINTSOA, N. R. G.; TOUCANNE, S. An optimized scheme of lettered marine isotope substages for the last 1.0 million years, and the climatostratigraphic nature of isotope stages and substages. **Quaternary Science Reviews**, v.111, p.94-106, 2015a. DOI. 10.1016/j.quascirev.2015.01.012.
62. ROCHA, T. B.; FERNANDEZ, G. B.; RODRIGUES, A. Registros de erosão e progradação revelados por radar de penetração do solo (GPR) na barreira regressiva pleistocênica do complexo deltaico do Rio Paraíba do Sul (RJ). **Quaternary and Environmental Geosciences**, v. 08, n.1, p.24-37, 2017. DOI. 10.5380/abequa.v8i1.44929.
63. ROCHA, T. B.; VASCONCELOS, S. C.; PEREIRA, T. G.; FERNANDEZ, G. B. Datação por luminescência opticamente estimulada (LOE) nas cristas de praia do delta do rio Paraíba do Sul (RJ): considerações sobre a evolução geomorfológica entre o Pleistoceno superior e o Holoceno. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v.20, n.3, p. 563-580, 2019. DOI. 10.20502/rbg.v20i3.1620.

64. ROY, P.; COWELL, P. J.; FERLAND, M. A.; THORN, B. G. Wave dominated coasts. In: CARTER, R. W. G.; WOODROFFE, C. D. (Eds.). **Coastal Evolution**. 1ª Ed. Cambridge, UK: Cambridge University Press. p. 121-186, 1995. DOI. 10.1017/CBO9780511564420.
65. RUBIRA, F. G.; PEREZ FILHO, A. Geochronology and hydrodynamic energy conditions in surface coverings of low fluvial, fluvialmarine, and marine terraces: climatic pulsations to the south of the Araranguá river basin. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v.19, n.3, p. 635-663, 2018. DOI. 10.20502/rbg.v19i3.1262.
66. RUBIRA, F. G.; PEREZ FILHO, A. Geocronologia de eventos deposicionais associados às coberturas superficiais que sustentam e recobrem níveis de terraços marinhos Pleistocênicos e Holocênicos no litoral sul de Santa Catarina (SC). **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v.20, n.3, p. 581-602, 2019. DOI. 10.20502/rbg.v20i3.1339.
67. SHEVENELL, A. E.; INGALLS, A. E.; DOMACK, E. W. **Orbital and atmospheric forcing of western Antarctic Peninsula climate in the Holocene: The TEX86 paleotemperature record of Palmer Deep**. U.S. Geological Survey and The National Academies, 2007. DOI. 10.3133/of2007-1047.
68. SILVESTRE, C. P.; SILVA, A. L. C.; SILVA, M. A. M.; BAPTISTA NETO, J. A.; VASCONCELOS, S. C. Geomorfologia, sedimentação e processos atuantes na lagoa de maricá, Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v.18, n.2, p.237-256, 2017. DOI. 10.20502/rbg.v18i2.1111.
69. SOUZA, M. C.; ANGULO, R. J.; PESSENDA, L. C. R. Evolução paleogeográfica da planície costeira de Itapoá, litoral norte de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Geociências**, v.31, n.2, p.223-230, 2001. DOI. 10.25249 / 0375-7536.2001312223230.
70. SPOTORNO-OLIVEIRA, P.; TÂMEGA, F. T. S.; OLIVEIRA, C. A.; CASTRO, J. W. A.; COUTINHO, R.; IRYUC, Y.; BASSI, D. Effects of Holocene sea level changes on subtidal palaeoecosystems, southeastern Brazil. **Marine Geology**, v. 381, n.1, p.17-28, 2016. DOI. 10.1016/j.margeo.2016.08.007.
71. STEINHILBER, F.; BEER, J.; FRÖHLICH, C. Total solar irradiance during the Holocene. **Geophys. Res. Lett.**, v.36, n.19, p.1-5, 2009. DOI. 10.1029/2009GL040142.
72. STOTT, L.; TIMMERMANN, A.; THUNELL, R. Southern Hemisphere and deep-sea warming led deglacial atmospheric CO2 rise and tropical warming. **Science**, v.318, n.5849, p.435-438, 2007. DOI. 10.1126 / science.1143791.
73. SUGUIO, K. Tópicos de Geociências para o Desenvolvimento Sustentável: As Regiões Litorâneas, **Geologia USP: Série Didática**, v.2, n.1, p. 1 – 40, 2003. DOI. 10.11606/issn.2316-9109.v2i0p1-40.
74. SUGUIO, K.; BEZERRA, F. H. R.; BARRETO, A. M. F. Luminescence dated Late Pleistocene wave-built terraces in northeastern Brazil. **An. Acad. Bras. Cienc.**, v.83, n.3. p.907-920, 2011. DOI. 10.1590/S0001-37652011005000010.
75. SUGUIO, K.; MARTIN, L. Brazilian coastline quaternary formations: The States of São Paulo and Bahia littoral zone evolutive schemes. **An. Acad. Bras. Cienc.** v.48, p. 325-331, 1976.
76. SUGUIO, K.; MARTIN, L. Quaternary marine formations of the states of São Paulo and southern Rio de Janeiro. **Spec. Publ. 1**. São Paulo, IGCP, Project 61, 55p, 1978a.
77. SUGUIO, K.; MARTIN, L. Mapas das formações quaternárias do litoral paulista e sul fluminense. **Spec. Publ. 1**. São Paulo, IGCP, Project 61, 55p, 1978b.
78. SUGUIO, K.; MARTIN, L. Significance of Quaternary sea-level fluctuations for delta construction along the Brazilian coast. **Geo-Marine Letters**, v.1, p.181-185, 1981. DOI. 10.1007/BF02462431.
79. SUGUIO, K.; MARTIN, L. Progress in research Quaternary sea-level changes and coastal evolution in Brazil. In: SYMPOSIUM ON HOLOCENE SEA-LEVEL FLUCTUATIONS, MAGNITUDE AND CAUSES, 1982, **Proceedings**. Dept. of Geology, University South Carolina: p.166-181.

80. 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. 15, n.4, p. 273-286, 1985.
81. SUGUIO, K.; MARTIN, L.; DOMINGUEZ, J. M. L. Evolução do "delta" do Rio Doce (ES) durante o Quaternário: Influência das variações do nível do mar. In: SUGUIO, K.; MOUSINHO DE MEIS, M. R.; TESSLER, M. G. (eds.) **Atas do quarto simpósio do Quaternário no Brasil**. Rio de Janeiro: CTCQ-SBG, P. 93-116, 1982.
82. SUGUIO, K.; MARTIN, L.; BITTENCOURT, A. C. S. P.; DOMINGUEZ, J. M. L.; FLEXOR, J. M. Quaternary emergent and submergent coast: comparison of the Holocene sedimentation in Brazil and southeastern United States. **An. Ac. Brasil. Ciênc.** v. 56, n. 2, p. 163-167, 1984.
83. SUGUIO, K.; MARTIN, L.; FLEXOR, J. M. Sea-level fluctuations during the past 6,000 years along the coast of the State of São Paulo (Brazil). In: MORNER, N. A (ed.). **Earth rheology, isostasy and eustasy**, John Wiley & Sons, p. 471-486, 1980.
84. VAN ANDEL, T. H.; LABOREL, J. Recent high relative sea level stand near Recife, Brazil. **Science**, v.145, n.3632, p.580-591, 1964. DOI. 10.1126 / science.145.3632.580.
85. VIAU, A. E.; GAJEWSKI, K.; FINES, P.; ATKINSON, D. E.; SAWADA, M. C. Widespread evidence of 1500 yr climate variability in North America during the past 14,000 yr. **Geology**, v.30, n.5, p.455-458, 2002. DOI. 10.1130/0091-7613(2002)030<0455:WEOYCV>2.0.CO;2.
86. VILAS-BOAS, G. S.; BITTENCOURT, A. C. S. P.; MARTIN, L. Leques aluviais pleistocênicos da região costeira do Estado da Bahia. **Revista Brasileira de Geociências**, v.15, n.3, p.255-258, 1985.
87. VILLWOCK, J. A. Geology of the Coastal Province of Rio Grande do Sul, Southern Brazil. A Synthesis. **Pesquisas**, v.16, p.5-49, 1984. DOI. 10.22456/1807-9806.21711.
88. VILLWOCK J. A.; TOMAZELLI L. J.; LOSS E. L.; DEHNHARD, E. A.; HORN FILHO N. O.; BACHI F. A.; DEHNHARDT, B. A. Geology of the Rio Grande do Sul coastal province. In: RABASSA, J. (Org.). **Quaternary of South America and Antarctic Peninsula**. Rotterdam, v. 6, p.79-97, 1986.
89. WANNER, H.; BEER, J.; BÜTIKOFER, J.; CROWLEY, T. J.; CUBASCH, U.; FLÜCKIGER, J.; GOOSSE, H.; GROSJEAN, M.; JOOS, F.; KAPLAN, J. O.; KÜTTEL, M.; MÜLLER, S.; PRENTICE, I. C.; SOLOMINA, O.; STOCKER, T. F.; TARASOV, P., WAGNER, M.; WIDMANN, M. Mid to late Holocene climate change: an overview. **Quaternary Science Reviews**, v.27, n.19-20, p.1791-1828, 2008. DOI. 10.1016/j.quascirev.2008.06.013.
90. WANNER, H.; SOLOMINA, O.; GROSJEAN, M.; RITZ, S. P.; JETEL, M. Structure and origin of Holocene cold events. **Quaternary Science Reviews**, v.30, n.2-22, p.3109-3123, 2011. DOI. 10.1016/j.quascirev.2011.07.010.



obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>) – CC BY. Esta licença permite que outros distribuam, remixem, adaptem e criem a partir do seu trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que lhe atribuam o devido crédito pela criação original.