

Revisões de Literatura da Geomorfologia Brasileira



caliandra



ORGANIZADORES

Osmar Abílio de Carvalho Júnior
Maria Carolina Villaça Gomes
Renato Fontes Guimarães
Roberto Arnaldo Trancoso Gomes



CONSELHO EDITORIAL

Membros internos:

Prof. Dr. André Cabral Honor (HIS/UnB) - **Presidente**

Prof. Dr. Herivelto Pereira de Souza (FIL/UnB)

Prof^ª Dr^ª Maria Lucia Lopes da Silva (SER/UnB)

Prof. Dr. Rafael Sânzio Araújo dos Anjos (GEA/UnB)

Membros externos:

Prof^ª Dr^ª Ângela Santana do Amaral (UFPE)

Prof. Dr. Fernando Quiles García (Universidad Pablo de Olavide - Espanha)

Prof^ª Dr^ª Ilía Alvarado-Sizzo (UniversidadAutonoma de México)

Prof^ª Dr^ª Joana Maria Pedro (UFSC)

Prof^ª Dr^ª Marine Pereira (UFABC)

Prof^ª Dr^ª Paula Vidal Molina (Universidad de Chile)

Prof. Dr. Peter Dews (University of Essex - Reino Unido)

Prof. Dr. Ricardo Nogueira (UFAM)



A UnB quem faz
é a gente

Organizadores: Osmar Abílio de Carvalho Júnior
Maria Carolina Villança Gomes
Renato Fontes Guimarães
Roberto Arnaldo Trancoso Gomes

Título: Revisões de Literatura da Geomorfologia Brasileira

Volume: 1

Local: Brasília

Editor: Selo Caliandra

Ano: 2022

Parecerista: João Cândido André da Silva Neto

Capa: Luiz H S Cella



Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0)

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade de Brasília
Heloiza Faustino dos Santos - CRB 1/1913

R454 Revisões de literatura da geomorfologia brasileira [recurso eletrônico] / organizadores Osmar Abílio de Carvalho Júnior ... [et al.]. – Brasília : Universidade de Brasília, 2022.
1057 p. : il.

Inclui bibliografia.

Modo de acesso: World Wide Web:
<<http://caliandra.ich.unb.br/>>.
ISBN 978-65-86503-85-2.

1. Geomorfologia - Brasil. I. Carvalho Júnior, Osmar Abílio de.

CDU 551.4

Lista de autores

Abner Monteiro Nunes Cordeiro
Adão Osdayan Cândido de Castro
Alberto Oliva
Alex de Carvalho
Ana Camila Silva
André Augusto Rodrigues Salgado
André Luiz Carvalho da Silva
André Paulo Ferreira da Costa
Antônio Carlos de Barros Corrêa
Antonio José Teixeira Guerra
Antônio Pereira Magalhães Junior
Antonio Rodrigues Ximenes Neto
Archimedes Perez Filho
Beatriz Abreu Machado
Breno Ribeiro Marent
Bruno Venancio da Silva
Carlos de Oliveira Bispo
Carmélia Kerolly Ramos de Oliveira
César Augusto Chicarino Varajão
Claudia Rakel Pena Pereira
Cristiano da Silva Rocha
Cristina Helena Ribeiro Augustin
Daniel Françoso de Godoy
Daniel Peifer
Danielle Lopes de Sousa Lima
Danilo Vieira dos Santos
David Hélio Miranda de Medeiros
Delano Nogueira Amaral
Dirce Maria Antunes Suertegaray
Edison Fortes
Edivando Vitor do Couto
Eduardo Souza de Moraes
Edwilson Medeiros dos Santos
Éric Andrade Rezende
Fabiana Souza Ferreira
Fábio Perdigão Vasconcelos
Fabrizio de Luiz Rosito Listo
Fabrizio do Nascimento Garritano
Felipe Gomes Rubira
Flávio Rodrigues do Nascimento
Francisco Dourado
Francisco Edmar de Sousa Silva
Francisco Leandro de Almeida Santos
Frederico de Holanda Bastos
Gisele Barbosa dos Santos
Giselle Ferreira Borges
Guilherme Borges Fernandez
Hugo Alves Soares Loureiro
Idjarrury Gomes Firmino
Isabel Cristina Moroz-Caccia Gouveia
Jáder Onofre de Moraes
Jémison Mattos dos Santos
João Paulo de Carvalho Araújo
José Fernando Rodrigues Bezerra
Juliana Sousa Pereira
Julio Cesar Paisani
Jurandyr L. Sanches Ross
Karine Bueno Vargas
Kleython de Araújo Monteiro
Laryssa Sheydder de Oliveira Lopes
Leonardo dos Santos Pereira
Leonardo José Cordeiro Santos
Letícia Augusta Faria de Oliveira
Lidriana de Souza Pinheiro,
Lígia Padilha Novak
Luiz Fernando de Paula Barros
Manoel do Couto Fernandes
Marcel Hideyuki Fumiya,
Marcelo Martins de Moura Fé
Marcos César Pereira Santos
Maria Bonfim Casemiro
Mariana Silva Figueiredo
Marli Carina Siqueira Ribeiro
Martim de Almeida Braga Moulton
Michael Vinicius de Sordi
Mônica dos Santos Marçal
Neiva Barbalho de Moraes
Nelson Ferreira Fernandes
Nelson Vicente Lovatto Gasparetto
Oswaldo Girão da Silva
Otávio Augusto de Oliveira Lima Barra
Otávio Cristiano Montanher
Paulo Cesar Rocha
Paulo de Tarso Amorim Castro
Paulo Roberto Silva Pessoa
Pedro Val
Peter Christian Hackspacher
Rafaela Soares Niemann
Raphael Nunes de Souza Lima
Roberto Marques Neto

Roberto Verdum
Rodrigo Vitor Barbosa Sousa
Rubson Pinheiro Maia
Sandra Baptista da Cunha
Sarah Lawall
Sérgio Cadena de Vasconcelos
Sérgio Murilo Santos de Araújo
Silvio Carlos Rodrigues
Silvio Roberto de Oliveira Filho
Simone Cardoso Ribeiro
Tania Cristina Gomes

Thais Baptista da Rocha
Thiago Gonçalves Pereira
Thiago Pereira Gonçalves
Thomaz Alvisi de Oliveira
Tulius Dias Nery
Úrsula de Azevedo Ruchkys
Vanda de Claudino-Sales
Vanessa Martins Lopes
Vinícius Borges Moreira
Vitor Hugo Rosa Biffi

PREFÁCIO

O presente livro consiste em um conjunto de revisões sobre os avanços teóricos e tecnológicos nos diversos temas da Geomorfologia. Concebido para estar em uma plataforma on-line com acesso gratuito, o livro destina-se aos cursos de graduação e pós-graduação que utilizam os conhecimentos geomorfológicos, incluindo Geografia, Geologia, Ecologia, Engenharia, Planejamento Territorial, entre outros. Para atender o escopo e o desafio imposto, a obra possui um total de 36 capítulos que congregam 111 pesquisadores das diversas regiões do Brasil, trazendo relatos relevantes de nossa paisagem e dos avanços alcançados pela Geomorfologia brasileira. Os capítulos do livro estão segmentados em contextos temáticos e geográficos de estudo, incluindo: dinâmica fluvial, ambientes costeiros, evolução de vertentes, micro relevo, ambientes cársticos, geomorfologia regional, geomorfologia estrutural; mapeamento geomorfológico, patrimônio natural, mitigação de riscos naturais; interações pedo-geomorfológicas, etnogeomorfologia, modelos numéricos, novas abordagens tecnológicas em geomorfologia. Além de abranger os conceitos e o estado da arte na análise dos processos e sistemas geomorfológicos, os capítulos realizam uma visão crítica dos diversos temas abordados.

Na última década, inúmeros avanços foram alcançados com o aumento da disponibilidade de dados de monitoramento da superfície terrestre, métodos computacionais e compartilhamento de experiências. A grande quantidade de dados e métodos resulta em novos desafios de análise e processamento na busca de respostas científicas dentro de uma apreciação crítica. A concepção desse livro integra revisões e discussões sobre essas novas abordagens teóricas, instrumentais e tecnológicas que passam a ter um fator primordial para estabelecer os novos rumos da ciência geomorfológica.

Dada a magnitude continental do nosso território, não é surpreendente que a paisagem brasileira seja evidenciada e detalhada em suas peculiaridades nos textos. Portanto, vários capítulos exploram e refletem a natureza distinta da paisagem e da biota brasileira, revelando os processos naturais e as perturbações antrópicas que alteram o meio ambiente e desencadeiam processos erosivos, movimento de massa, inundações, entre outros. Nesse contexto, as pesquisas aplicadas são extremamente oportunas devido à alta demanda para solução de problemas prementes e complexo de nossos ambientes e sociedade, necessitando continuamente de alternativas, novos conceitos, perspectivas tecnológicas e inovações metodológicas. Muitos capítulos abordam revisões sobre trabalhos aplicados na investigação geomorfológica e resolução de problemas, normalmente desencadeados por perturbações humanas com consequências variadas nos diferentes sistemas.

Os editores abnegaram a oportunidade de contribuir com capítulos para garantir a imparcialidade na seleção dos textos que compõe o livro. Por fim, os editores agradecem especialmente a União de Geomorfologia Brasileira e a todos os colaboradores que contribuíram com seus conhecimentos específicos para a elaboração dessa obra abrangente e de grande relevância para o conhecimento da Geomorfologia nacional.

Osmar Abílio de Carvalho Júnior
Maria Carolina Villaça Gomes
Renato Fontes Guimarães
Roberto Arnaldo Trancoso Gomes

SUMARIO

1. CONSIDERAÇÕES EPISTEMOLÓGICAS EM TORNO DA PESQUISA EM GEOMORFOLOGIA: DO PROJETO AO ARTIGO CIENTÍFICO

André Augusto Rodrigues Salgado
Alberto Oliva

----- 16

2. ARQUIVOS FLUVIAIS QUATERNÁRIOS NO INTERIOR CONTINENTAL: O CONTEXTO SERRANO DE MINAS GERAIS, BRASIL

Antônio Pereira Magalhães Junior
Luiz Fernando de Paula Barros
Alex de Carvalho
Letícia Augusta Faria de Oliveira

----- 39

3. PROCESSOS DE REORGANIZAÇÃO DA REDE DE DRENAGEM NO BRASIL

Breno Ribeiro Marent
Éric Andrade Rezende
Michael Vinícius de Sordi
André Augusto Rodrigues Salgado

----- 76

4. AVALIAÇÃO INTEGRADA DE SISTEMAS FLUVIAIS: SUBSÍDIO PARA IDENTIFICAÇÃO DE VALORES PATRIMONIAIS

Carmélia Kerolly Ramos de Oliveira
Paulo de Tarso Amorim Castro
Úrsula de Azevedo Ruchkys

----- 98

5. GEOMORFOLOGIA FLUVIAL E GESTÃO DE RISCO DE INUNDAÇÕES

Claudia Rakel Pena Pereira
Sandra Baptista da Cunha

----- 124

| | |
|---|-----|
| 6. AJUSTAMENTO FLUVIAL À AGROPECUÁRIA, URBANIZAÇÃO E RESERVATÓRIO E ANÁLISE CIENTOMÉTRICA DO IMPACTO DESSAS ATIVIDADES NOS RIOS BRASILEIROS | |
| Eduardo Souza de Morais Otávio Cristiano Montanher | |
| ----- | 143 |
| 7. GEOMORFOLOGIA FLUVIAL DO BRASIL ASSOCIADA AO ATUAL CONTEXTO SOCIOAMBIENTAL | |
| Giselle Ferreira Borges Neiva Barbalho de Morais Ana Camila Silva Leonardo dos Santos Pereira Sarah Lawall | |
| ----- | 176 |
| 8. CONTROLE TECTONO-ESTRUTURAL DOS SISTEMAS DE DRENAGEM: REVISÃO LITERÁRIA E PROPOSTAS METODOLÓGICAS | |
| Idjarrury Gomes Firmino Karine Bueno Vargas Edison Fortes | |
| ----- | 212 |
| 9. GEOMORFOLOGIA FLUVIAL E GESTÃO DOS RIOS NO BRASIL | |
| Mônica dos Santos Marçal Adão Osdayan Cândido de Castro Raphael Nunes de Souza Lima | |
| ----- | 240 |
| 10. INUNDAÇÕES E CONCEITOS CORRELATOS: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA E ANÁLISE COMPARATIVA. | |
| Rodrigo Vitor Barbosa Sousa Paulo Cesar Rocha | |
| ----- | 265 |
| 11. SISTEMAS LACUSTRES INTERIORES: AVANÇOS E TÉCNICAS DE ESTUDO | |
| Gisele Barbosa dos Santos Paulo de Tarso Amorim Castro | |
| ----- | 278 |

12. EVOLUÇÃO MORFODINÂMICA DE PLANÍCIES COSTEIRAS:
DO QUATERNÁRIO AOS EVENTOS ATUAIS

Guilherme Borges Fernandez
Thais Baptista da Rocha
Silvio Roberto de Oliveira Filho
Sérgio Cadena de Vasconcelos
André Luiz Carvalho da Silva
Thiago Gonçalves Pereira
Martim de Almeida Braga Moulton

----- 308

13. MORFOLOGIA COSTEIRA EM LITORAIS URBANOS

Otávio Augusto de Oliveira Lima Barra
Fábio Perdigão Vasconcelos
Cristiano da Silva Rocha
Maria Bonfim Casemiro
Danilo Vieira dos Santos
Francisco Edmar de Sousa Silva
Delano Nogueira Amaral

----- 351

14. DELTAS DOMINADOS POR ONDAS: TRAJETÓRIA CONCEITUAL,
DINÂMICA E EVOLUÇÃO A PARTIR DE EXEMPLOS DO COMPLEXO
DELTAICO DO RIO PARAÍBA DO SUL

Thaís Baptista da Rocha
Sérgio Cadena de Vasconcelos
André Paulo Ferreira da Costa
Beatriz Abreu Machado
Mariana Silva Figueiredo
Lígia Padilha Novak
Thiago Pereira Gonçalves
Guilherme Borges Fernandez

----- 381

15. REGISTROS DAS VARIAÇÕES DO NÍVEL RELATIVO DO MAR NO
LITORAL BRASILEIRO E AS IMPLICAÇÕES
PERANTE A MORFOGÊNESE DE SUPERFÍCIES GEOMORFOLÓGI-
CAS EM AMBIENTES COSTEIROS

Felipe Gomes Rubira
Archimedes Perez Filho

----- 410

16. VALES INCISOS SUBMERSOS DA PLATAFORMA
CONTINENTAL SEMIÁRIDA DO BRASIL

Antonio Rodrigues Ximenes Neto
Lidriana de Souza Pinheiro
David Hélio Miranda de Medeiros
Paulo Roberto Silva Pessoa
Jáder Onofre de Moraes

----- 445

17. GEOMORFOLOGIA EÓLICA CONTINENTAL E OS
CAMPOS DE DUNAS HOLOCÊNICAS DO PAMPA NO RIO
GRANDE DO SUL, BRASIL

Tania Cristina Gomes
Roberto Verdum

----- 471

18. EROSÃO POR VOÇOROCAS: ESTADO DA ARTE

Juliana Sousa Pereira
Silvio Carlos Rodrigues

----- 499

19. MONITORAMENTO DA EROSÃO HÍDRICA NO BRASIL:
DOS MÉTODOS MANUAIS AOS DIGITAIS

Hugo Alves Soares Loureiro
Antonio José Teixeira Guerra
José Fernando Rodrigues Bezerra
Leonardo dos Santos Pereira
Fabrizio do Nascimento Garritano

----- 526

20. MOVIMENTOS DE MASSA: ESTADO DA ARTE,
ESCALAS DE ABORDAGEM, ENSAIOS DE CAMPO E LABORATÓRIO
E DIFERENTES MODELOS DE PREVISÃO

Fabrizio de Luiz Rosito Listo
Tulius Dias Nery
Carlos de Oliveira Bispo
Fabiana Souza Ferreira
Edwilson Medeiros dos Santos

----- 560

| | | |
|-----|---|-----|
| 21. | MORFOGÊNESE DE MICRORRELEVOS SIMILARES A MURUNDUS NA PAISAGEM | |
| | Vinícius Borges Moreira Archimedes Perez Filho | |
| | ----- | 593 |
| 22. | APLAINAMENTO NO NOROESTE DO PARANÁ: DE MODELOS POLICÍCLICO À MORFOTECTÔNICA QUATERNÁRIA | |
| | Marcel Hideyuki Fumiya Edivando Vitor do Couto Leonardo José Cordeiro Santos | |
| | ----- | 615 |
| 23. | GEOMORFOLOGIA DO QUATERNÁRIO E GEOARQUEOLOGIA: ASPECTOS CONCEITUAIS, METODOLÓGICOS E APLICAÇÕES NO SUL DO BRASIL | |
| | Vitor Hugo Rosa Biffi Marcos César Pereira Santos Julio Cesar Paisani Nelson Vicente Lovatto Gasparetto | |
| | ----- | 648 |
| 24. | TERMOCRONOLOGIA APLICADA À EVOLUÇÃO GEOMORFOLÓGICA DO NORDESTE SETENTRIONAL DO BRASIL: UMA BREVE REVISÃO | |
| | Francisco Leandro de Almeida Santos Flávio Rodrigues do Nascimento Peter Christian Hackspacher (In Memoriam) Marli Carina Siqueira Ribeiro Bruno Venancio da Silva & Daniel França de Godoy | |
| | ----- | 677 |
| 25. | A TAXONOMIA DO RELEVO E A CARTOGRAFIA GEOMORFOLÓGICA REGIONAL | |
| | Jurandyr L. Sanches Ross Isabel Cristina Moroz-Caccia Gouveia | |
| | ----- | 701 |

| | | |
|-----|--|-----|
| 26. | RELEVOS GRANÍTICOS DO NORDESTE BRASILEIRO: UMA PROPOSTA TAXONÔMICA | |
| | Frederico de Holanda Bastos Danielle Lopes de Sousa Lima Abner Monteiro Nunes Cordeiro Rubson Pinheiro Maia | |
| | ----- | 733 |
| 27. | REVISITANDO OS MODELOS CLÁSSICOS DE EVOLUÇÃO DO RELEVO | |
| | Daniel Peifer Cristina Helena Ribeiro Augustin | |
| | ----- | 759 |
| 28. | SUPERFÍCIES GEOMORFOLÓGICAS E MODELOS CLÁSSICOS DE EVOLUÇÃO DO RELEVO | |
| | Karine Bueno Vargas Idjarrury Firmino Michael Vinicius de Sordi | |
| | ----- | 793 |
| 29. | A GEOMORFOLOGIA NOS ESTUDOS INTEGRADOS DA PAISAGEM: ENFOQUE EVOLUTIVO E DINÂMICO NA INTERPRETAÇÃO DOS SISTEMAS GEOMORFOLÓGICOS | |
| | Roberto Marques Neto Thomaz Alvisi de Oliveira | |
| | ----- | 813 |
| 30. | ESTADO DA ARTE DOS ESTUDOS GEOMORFOLÓGICOS NO NORDESTE BRASILEIRO: UMA SÍNTESE (E VÁRIAS TESES) | |
| | Vanda de Claudino-Sales Antonio Carlos Barros Côrrea Kleython de Araújo Monteiro Rubson Pinheiro Maia | |
| | ----- | 845 |
| 31. | AS SUPERFÍCIES DE EROSÃO DO “BRASIL ORIENTAL” | |
| | César Augusto Chicarino Varajão | |
| | ----- | 875 |

| | |
|--|------|
| 32. ETNOGEOMORFOLOGIA - RELAÇÕES ENTRE POPULAÇÕES TRADICIONAIS E A PAISAGEM FÍSICA | |
| Simone Cardoso Ribeiro Vanessa Martins Lopes Osvaldo Girão da Silva Antônio Carlos de Barros Corrêa | |
| ----- | 886 |
| 33. DESAFIOS E PERSPECTIVAS DAS PESQUISAS SOBRE O PATRIMÔNIO GEOMORFOLÓGICO NO BRASIL | |
| Vanda de Claudino-Sales Laryssa Sheydder de Oliveira Lopes | |
| ----- | 910 |
| 34. USO DO LIDAR NA GEOMORFOLOGIA: APLICAÇÕES E DESAFIOS FUTUROS | |
| João Paulo de Carvalho Araújo Rafaela Soares Niemann Francisco Dourado Manoel do Couto Fernandes Nelson Ferreira Fernandes | |
| ----- | 927 |
| 35. MODELOS NUMÉRICOS DE EVOLUÇÃO DO RELEVO (LEMS) E SUA IMPORTÂNCIA PARA ESTUDOS DE EVOLUÇÃO DA PAISAGEM | |
| Nelson F. Fernandes Daniel Peifer Pedro Val | |
| ----- | 953 |
| 36. SOLO HISTÓRICO DA DESERTIFICAÇÃO NO BRASIL | |
| Jémison Mattos dos Santos Sérgio Murilo Santos de Araújo Dirce Maria Antunes Suertegaray | |
| ----- | 1000 |

37. GEOMORFOLOGIA ESTRUTURAL:
REVISITANDO TEORIAS, MÉTODOS E ESTUDOS
DE CASO NO NORDESTE BRASILEIRO

Frederico de Holanda Bastos
Abner Monteiro Nunes Cordeiro
Marcelo Martins de Moura Fé

----- 1029

15. REGISTROS DAS VARIAÇÕES DO NÍVEL RELATIVO DO MAR NO LITORAL BRASILEIRO E AS IMPLICAÇÕES PERANTE A MORFOGÊNESE DE SUPERFÍCIES GEOMORFOLÓGICAS EM AMBIENTES COSTEIROS

Felipe Gomes Rubira¹ & Archimedes Perez Filho²

¹ Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL-MG); felipe.rubira@unifal-mg.edu.br

² Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP); archi@ige.unicamp.br

Resumo: Esta revisão teórica discute a dinâmica quaternária das variações do nível relativo do mar ao longo do litoral brasileiro. Inicialmente, a análise foi conduzida de modo a reunir e sintetizar os raros e mais antigos testemunhos quaternários de paleoníveis marinhos mais altos que o atual que se tem registro na costa do Brasil, com gênese atrelada aos estágios isotópicos marinhos MIS11c (~400 ka), MIS9e (~320 ka), MIS7e (~240 ka) e MIS7c (~220 ka). Posteriormente, em razão do maior número de pesquisas e testemunhos que remetem ao intervalo temporal compreendido entre os dois últimos interglaciais (MIS5e ao MIS1), enfatizou-se mais detalhadamente os registros espaço-temporais associados ao pico transgressivo MIS5e (~123 ka); paleoníveis mais baixos que o atual entre o MIS5e e MIS1, durante tendência regressiva que culminou no UMG/MIS2 (~120 a 18 ka) e, no decorrer da transgressão pós-glacial MIS1 (~18 a 7 ka); nível relativo do mar próximo ao atual no Holoceno Médio (~7 ka); pico transgressivo MIS1 relacionado ao optimum climático holocênico (~7 a 5.5 ka) e regressão marinha que sucedeu o auge do MS1 (~5.5 ka ao presente). Na sequência, com base na literatura, foram evidenciadas as implicações das variações do nível relativo do mar perante a dinâmica erosiva/deposicional litorânea, responsável pelo desenvolvimento de superfícies geomorfológicas em ambientes costeiros. Destacam-se especificamente a morfogênese climática de terraços marinhos, terraços fluviomarinhos e terraços de planície de maré, cujas formas residuais estão diretamente relacionadas às mudanças glacioeustáticas do nível do mar. Por meio da revisão da literatura notou-se que o aprimoramento das técnicas de datação permitiu a compreensão temporal mais precisa das variações do nível relativo do mar e, conseqüentemente, o melhor entendimento dos eventos paleoclimáticos vinculados à gênese dos relevos costeiros. Antigamente determinadas a partir de interpretações provenientes de datações relativas e, portanto, inevitavelmente subjetivas. Nota-se, também, lacunas de conhecimento em relação aos efeitos tectônicos nas margens passivas perante o desenvolvimento das superfícies geomorfológicas e influência no âmbito regional do alcance das amplitudes eustáticas. A sintetização dos avanços metodológicos de identificação dos registros de paleoníveis marinhos e dos conhecimentos adquiridos sobre os eventos paleoclimáticos do Quaternário, abordando e sistematizando os

resultados de várias pesquisas, apresenta-se extremamente relevante para que geomorfólogos compreendam e reconheçam processos relacionados à morfogênese de diversas superfícies geomorfológicas. Fornece, ao mesmo tempo, subsídios teóricos fundamentais para diversas interpretações evolutivas do relevo.

Palavras-Chave: Movimentos glacioeustáticos; terraços marinhos, terraços fluviomarinhos; terraços de planície de maré.

Abstract: This theoretical review discusses the quaternary dynamics of variations in relative sea level along the Brazilian coast. Initially, the analysis was carried out in order to gather and synthesize the rare and oldest quaternary evidences of paleo-sea-level higher than the current recorded on the coast of Brazil, with genesis linked to the marine isotopic stages MIS11c (~ 400 ka), MIS9e (~ 320 ka), MIS7e (~ 240 ka) and MIS7c (~ 220 ka). Subsequently, due to the greater number of researches and records that refer to the time interval between the last two interglacials (MIS5e to MIS1), the spatial-temporal records associated with the transgressive peak MIS5e (~ 123 ka) were emphasized in more detail; paleo-sea-level lower than the current between MIS5e and MIS1, during a regressive trend that culminated in LGM / MIS2 (~ 120 to 18 ka) and, in the course of MIS1 (~ 18 to 7 ka) post-glacial transgression; relative sea level close to the current in the Middle Holocene (~ 7 ka); transgressive peak MIS1 related to Holocene climate optimum (~ 7 to 5.5 ka) and marine regression that followed the peak of MS1 (~ 5.5 ka to the present). In sequence, based on the literature, the implications of variations in the relative sea level towards of coastal erosive / depositional dynamics, responsible for the development of geomorphological surfaces in coastal environments, were highlighted. The climatic morphogenesis of marine terraces, fluvial-marine terraces and tidal plain terraces, whose residual forms are causally related to glacioeustatic changes in sea level, were particularly highlighted. Through the literature review, it was noted that the improvement of dating techniques allowed a more accurate temporal understanding of the relative sea level variations and, consequently, a better understanding of paleoclimatic events linked to the genesis of coastal reliefs. Formerly determined from interpretations derived from relative dates and, therefore, inevitably subjective. There are also gaps in knowledge regarding the tectonic effects on passive margins about of the development of geomorphological surfaces and influence in the regional scope of the reach of eustatic amplitudes. The synthesis of the methodological advances in the identification of paleo-sea-level records and the knowledge acquired about the Quaternary paleoclimatic events, addressing and systematizing the results of several researches, is extremely relevant for geomorphologists to understand and recognize processes related to morphogenesis of several geomorphological surfaces. At the same time, it provides fundamental theoretical support for different evolutionary interpretations of relief.

Keywords: Glacioeustatic movements; marine terraces, fluvial-marine terraces; tidal plain terraces.

Tema: Geomorfologia Costeira do Quaternário

1. INTRODUÇÃO

A sintetização dos avanços metodológicos de identificação dos registros de paleoníveis marinhos e dos conhecimentos adquiridos sobre os eventos paleoclimáticos do Quaternário, abordando e sistematizando os resultados de várias pesquisas, como o presente estudo propõe, apresenta-se extremamente relevante para que geomorfólogos compreendam e reconheçam processos relacionados com a morfogênese de diversas superfícies geomorfológicas. Fornece, ao mesmo tempo, subsídios teóricos fundamentais para diversas interpretações evolutivas do relevo.

Esta revisão teórica discute a dinâmica quaternária das variações do nível relativo do mar ao longo do litoral brasileiro. Inicialmente, a análise foi conduzida de modo a reunir e sintetizar, os raros e mais antigos testemunhos quaternários de paleoníveis marinhos mais altos que o atual que se tem registro na costa do Brasil, com gênese atrelada aos estágios isotópicos marinhos MIS11c (~400 ka), MIS9e (~320 ka), MIS7e (~240 ka) e MIS7c (~220 ka).

Posteriormente, em razão do maior número de pesquisas e testemunhos que remetem ao intervalo temporal compreendido entre os dois últimos interglaciais (MIS5e ao MIS1), enfatizou-se mais detalhadamente os registros espaço-temporais associados ao pico transgressivo MIS5e (~123 ka); paleoníveis mais baixos que o atual entre o MIS5e e MIS1, durante tendência regressiva que culminou no UMG/MIS2 (~120 a 18 ka) e, no decorrer da transgressão pós-glacial MIS1 (~18 a 7 ka); nível relativo do mar próximo ao atual no Holoceno Médio (~7 ka); pico transgressivo MIS1 relacionado ao *optimum* climático holocênico (~7 a 5.5 ka) e regressão marinha que sucedeu o auge do MS1 (~5.5 ka ao presente).

Na sequência, com base na literatura, foram brevemente evidenciadas implicações das variações do nível relativo do mar perante a dinâmica erosiva/deposicional litorânea, responsável pelo desenvolvimento de superfícies geomorfológicas em ambientes costeiros. Destacam-se, especificamente, a morfogênese climática de terraços marinhos, terraços fluviomarinhos e terraços de planície de maré, cujas formas residuais estão diretamente relacionadas às mudanças glacioeustáticas do nível do mar.

A partir desta linha de raciocínio, buscou-se apresentar o estado da arte das discussões acima destacadas, reunindo a produção acadêmica das pesquisas mais relevantes para a temática em questão. Para tanto, na tentativa de elucidar a evolução do conhecimento, o texto foi redigido/organizado de modo a evidenciar, quando possível, sempre no início das subdivisões propostas (itens), os esforços dos pesquisadores pioneiros, responsáveis pelas primeiras descobertas e formulação das clássicas teorias.

Posteriormente, buscou-se apresentar as recentes descobertas impulsionadas pelos avanços tecnológicos, responsáveis por aperfeiçoarem metodologias, confrontarem algumas proposições pioneiras e, a partir disso, formular novas teorias com base na evolução do conhecimento acumulado.

2. REGISTROS DE NÍVEIS RELATIVOS DO MAR MAIS ALTOS QUE O ATUAL NO LITORAL BRASILEIRO (ANTERIORES AO MIS5e)

A literatura aponta que a costa brasileira possui registros que testemunham seis eventos de nível do mar mais alto que o atual, relativos a períodos de aquecimento intrínsecos a episódios interglaciais quaternários, correlacionados, respectivamente, aos estágios isotópicos marinhos MIS11c (~400 ka), MIS9e (~320 ka), MIS7e (~240 ka), MIS7c (~220 ka), MIS5e (~120 ka), MIS1 (~6 ka) (Railsback et al., 2015a, 2015b, 2015c).

As evidências de níveis do mar mais alto que o atual e mais antigas na história do Quaternário (MIS11c, MIS9e, MIS7e, MIS7c), encontram-se restritas a apenas algumas regiões costeiras do Brasil, ao menos no que se tem conhecimento até o momento. Todavia, a identificação de registros sedimentares mais antigos (terraços e barreiras arenosas) está se tornando cada vez mais comum em razão do advento de modernas técnicas de datações por luminescência (TL, LOE e ESR). Métodos geocronológicos que estão possibilitando remontar eventos deposicionais cada vez mais longínquos no Quaternário.

As descobertas das últimas duas décadas vinculam-se, principalmente, à compreensão e influência do estágio isotópico marinho 7 perante o desenvolvimento de superfícies geomorfológicas no litoral brasileiro (BARRETO et al., 2002; 2004; SUGUIO et al., 2011; LOPES et al., 2014a, 2014b, 2020). Registros temporais, que até o início da década de 2000, eram praticamente inexistentes na literatura paleoclimática nacional, pois se inferia que o evento de nível do mar mais alto que o atual no Brasil, antecedente ao MIS5e, remetia ao MIS9e (SUGUIO e MARTIN, 1978; BITTENCOURT et al., 1979; VILLWOCK et al. 1986).

Trata-se de setores com especificidades vinculadas a estruturas geológicas regionais que afloram junto à costa. Pode-se citar como exemplo os estados do Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco e Bahia, onde têm-se registros vinculados ao MIS9e (sem datações absolutas) (BITTENCOURT et al., 1979) e MIS 7c (com datações absolutas) (BARRETO et al., 2002; 2004; SUGUIO et al., 2011). Setores costeiros com terraços marinhos preservados em falésias inativas, esculpidas nos sedimentos da Formação Barreiras.

Também é o caso de setores que possibilitaram a preservação de registros marinhos mais antigos, em razão de especificidades atreladas a configuração da plataforma continental e planície oceânica (mais extensas e planas). Pode-se citar como exemplo o Estado do Rio Grande do Sul, onde coexistem justaposições laterais relativas a quatro sistemas deposicionais (Laguna-Barreira). Tais sistemas foram identificados pioneiramente por Villwock (1984) e Villwock et al. (1986), com base em datações relativas a partir de características sedimentológicas e geomórficas (estratigrafia). Sendo associados inicialmente aos estágios marinhos MIS11c, MIS9e, MIS5e, MIS1.

Entretanto, recentemente, Lopes et al. (2014a, 2014b, 2020) publicaram novas descobertas, as quais possibilitaram a reformulação de antigas cronologias eustáticas no

litoral sul do Brasil. Os autores, por meio de datações por Termoluminescência (TL) e Ressonância de Spin Eletrônico (ESR) em icnofósseis e conchas de moluscos, reexaminaram a cronologia dos sistemas Laguna-Barreira do Estado do Rio Grande do Sul. Tais registros foram coletados ao longo das fácies fluviais das margens do riacho Chuí e das fácies marinhas do sistema Barreira II.

A partir dos resultados divulgados, Lopes et al. (2014a, 2014b, 2020) evidenciaram que o Sistema Laguna-Barreira II foi desenvolvido por volta de 240 ka (MIS 7e/c), ao invés de 320 ka. (MIS 9e), conforme proposto pioneiramente por Villwock (1984) e Villwock et al. (1986). Sugerindo que a transgressão atrelada ao MIS 7e, alcançou uma amplitude média estimada de 10 ± 1 m ao longo do litoral do Rio Grande do Sul.

Importante salientar que recentemente, Lopes et al. (2020), além de confirmarem as evidências associadas ao MIS7e, também encontraram testemunhos consistentes vinculados aos estágios isotópicos MIS7d e MIS 7c-a (~ 201–190 ka). Através dos quais puderam estabelecer correlações perante o paleoclima interglacial com menor volume de gelo e, paleoníveis do mar superiores ou próximos ao atual quase continuamente até o subestágio 7a (~ 201–190 ka).

Tais constatações, inevitavelmente, levantaram questionamentos sobre o sistema Laguna-Barreira I (o mais antigo). Teria sido originado ao longo do MIS11 conforme proposto pioneiramente por Villwock (1984) ou estaria correlacionado ao MIS 9e? Caso esta última indagação se torne verdadeira, este período se tornaria o mais antigo que se tem registro no litoral brasileiro, perante o nível do mar mais alto que o atual no Quaternário. Assim, os registros associados à dinâmica do estágio isotópico marinho MIS11c na costa do Brasil (~400.000 anos. A.P.), passariam a ser inexistentes, ao menos até o momento.

3. REGISTROS DAS VARIAÇÕES DO NÍVEL RELATIVO DO MAR NO LITORAL BRASILEIRO ENTRE MIS5e/MIS1

As evidências de níveis do mar mais altos que o atual e mais recentes na história do Quaternário (MIS5e, MIS1), podem ser encontradas com relativa facilidade ao longo de todo litoral nordeste, sudeste e sul do Brasil. Destacam-se preliminarmente as pesquisas pioneiras que identificaram tais testemunhos nos estados de Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia (BITTENCOURT et al., 1979), São Paulo (SUGUIO e MARTIN, 1978; MARTIN e SUGUIO, 1978), Rio de Janeiro (KOWSMANN et al., 1977; MARTIN e SUGUIO, 1978), Paraná (SUGUIO et al., 1985; ANGULO e LESSA 1997; MARTIN, SUGUIO e FLEXOR (1988), Santa Catarina (SUGUIO et al., 1985; MARTIN, SUGUIO e FLEXOR, 1988); ANGULO et al., 1999) e Rio Grande do Sul (VILLWOCK, 1984; VILLWOCK et al., 1986; TOMAZELLI, 1990).

Com base nestas acepções iniciais, parte-se para as revisões e reflexões teóricas mais detalhadas sobre as variações do nível do mar, desde o estágio isotópico marinho MIS5e aos dias atuais, por serem as mais documentadas em trabalhos brasileiros e

constituírem os registros de paleoníveis marinhos mais preservados ao longo do litoral do Brasil.

3.1 Paleoníveis mais altos que o atual (Pico Transgressivo Cananeense - MIS5e)

Segundo Suguio (2003a), os registros do nível do mar mais alto no Pleistoceno Superior, decorrentes de período interglacial (MIS5e), são essencialmente compostos por terraços arenosos obliterados por processos pedogenéticos. Encontram-se situados em posições mais internas das planícies costeiras, em altitudes que variam de 6 a 10 metros acima do nível atual, entre os estados do Rio Grande do Norte e Rio Grande do Sul.

Suguio e Petri (1973) foram os primeiros a identificar e descrever estas unidades pleistocênicas no sudeste do Brasil. Os autores observaram um máximo de desenvolvimento destas estruturas na região de Cananéia-Iguape, denominando-as, portanto, de Formação Cananéia, a qual também pode ser encontrada nas planícies costeiras de Itanhaém, Santos e Bertioga no Estado de São Paulo.

Anos mais tarde, Suguio e Martin (1976) destacaram e detalharam, pela primeira vez, a presença de estruturas em forma de tubos, condizentes com restos fossilizados de galerias de animais marinhos perfuradores do gênero *Callianassa*. A partir destas descobertas, e somente em 1978, foram realizadas, de fato, as primeiras tentativas de datações de tais evidências marinhas de nível do mar mais alto que o atual no Pleistoceno Superior (SUGUIO e MARTIN, 1978).

Neste sentido, Suguio e Martin (1978), em estudo que investigou aproximadamente 550 km da costa brasileira (Estado de São Paulo e extremo sul do Rio de Janeiro), dataram por meio do método C^{14} , fragmentos de madeiras carbonizados de uma lente argilosa intercalada em areias de terraços marinhos situados a 8 ± 2 m acima do mar atual. Os autores obtiveram duas idades mínimas (>35 ka) em razão das limitações temporais inerentes ao método selecionado e disponível para época (Ba.222 e Gif.3844) (Quadro 1). Com estas primeiras aproximações, Suguio e Martin (1978) constataram efetivamente, que a Formação Cananeia não foi depositada durante o último episódio transgressivo, mas sim no decorrer de uma transgressão mais antiga, denominada de transgressão Cananeense (MIS5e).

No ano seguinte, Bittencourt et al. (1979) foram responsáveis pelas primeiras investigações e identificações de registros marinhos vinculados ao MIS5e no litoral do nordeste brasileiro, mais especificamente no Estado da Bahia. Os autores, também dataram por C^{14} , fragmentos de madeira carbonizados em camada de argila coberta por areia marinha dissecada pela erosão (terraço a 6 m acima do nível do mar). Bittencourt et al. (1979), assim como Suguio e Martin (1978), em razão da limitação do método, também obtiveram idades mínimas (>30 ka e $>27.1 \pm 1.7$ ka) (Quadro 1). Todavia, suficientes para indicar gênese atrelada a uma transgressão pleistocênica, denominada pelos autores de penúltima transgressão (MIS5e).

A partir de pesquisas realizadas no litoral do Estado da Bahia (Itaparica, Itacaré e Caravelas) e no Estado de São Paulo (Cananéia-Iguape, Santos), Martin et al. (1980)

corroboraram com os resultados preliminares de Suguio e Martin (1978) e Bittencourt et al. (1979), ao datarem por C^{14} seis amostras de fragmentos de madeiras carbonizadas e, pela primeira vez, restos de corais e conchas de moluscos. Os autores, do mesmo modo, obtiveram idades mínimas (> 35 ka e > 32 ka) (Quadro 1).

Como pode-se notar, as limitações temporais inerentes a técnica de datação por C^{14} persistiram até a pesquisa de Martin, Bittencourt e Vilas-Boas (1982) e Bernat et al. (1983), quando houve uma ruptura dos conhecimentos acumulados até então. Isto porque os autores foram responsáveis por realizarem as primeiras datações pelo método de $^{230}\text{Th}/\text{U}$ em recife de corais (*Siderastrea*), situados na base de terraço marinho (7 ± 1 m) em Olivença (BA). Deste modo, por meio das idades obtidas ($116 \pm 6.9 / 122 \pm 6.1 / 124 \pm 8.7 / 132 \pm 9.0 / 142 \pm 9.7$ ka), Martin, Bittencourt e Vilas-Boas (1982) e Bernat et al. (1983), conseguiram determinar pela primeira vez, com maior precisão, testemunhos temporais da ocorrência da transgressão marinha associada ao MIS5e no litoral do Brasil (Quadro 1).

Como dito anteriormente, no decorrer do tempo, os avanços tecnológicos possibilitaram o desenvolvimento de novas técnicas avançadas de datações absolutas; trata-se dos métodos vinculados ao estímulo de calor (TL) e luminescência (LOE). Por desta última, tornou-se possível determinar a última exposição dos minerais à luz do sol e, portanto, revelar as idades dos eventos deposicionais atrelados às superfícies geomorfológicas pleistocênicas elaboradas no decorrer do MIS5e. Neste contexto, destacaram-se as pesquisas de Barreto et al. (1999, 2002, 2004) e Buchmann e Tomazelli (2003) (Quadro 1).

Iniciava-se assim, as primeiras pesquisas brasileiras que, de fato, correlacionavam seus resultados às nomenclaturas dos estágios isotópicos marinhos, propostos pela literatura paleoclimática internacional com base em datações de $\delta^{18}\text{O}$ em foraminíferos bentônicos de núcleos de sedimentos marinhos profundos (EMILIANI, 1955; SHACKLETON, 1969; BERGER e WEFER, 2003; LISIECKI e RAYMO, 2005; RAILSBACK, 2015a; RAILSBACK et al., 2015b; RAILSBACK et al., 2015c).

Nesta perspectiva, Barreto et al. (1999) foram os responsáveis por identificar e datar por TL, os primeiros registros marinhos no Estado do Paraná com gênese correlacionada ao MIS5e. Trata-se de terraços da planície costeira de Paranaguá (PR) que apresentaram idades entre 122 ± 4.54 ka e 100.72 ± 2.25 ka (Quadro 1).

Posteriormente, Barreto et al. (2002, 2004) dataram de maneira inédita, terraços marinhos identificados preliminarmente por Suguio et al. (2001) no Estado do Rio Grande do Norte (Formação Touros). Utilizando-se do método da LOE ($117 \pm 10 / 109 \pm 4$ ka), apontaram, também, evidências consistentes sobre a atuação da neotectônica na costa do Brasil, uma vez que alguns setores destes terraços se encontram a 20 m de altitude acima do atual nível do mar (Quadro 1).

Do mesmo modo, Buchmann e Tomazelli (2003) também se apresentaram determinantes em relação a constatações temporais do MIS5e, pois foram os pioneiros na obtenção de idades absolutas do Sistema Laguna-Barreira III (109 ± 7.5 ka), desde as

proposições iniciais de Villwock (1984) e Villwock et al. (1986) para a costa do Estado do Rio Grande do Sul (Quadro 1).

Quadro 1: Registros marinhos espaciais/temporais de paleoníveis vinculados ao MIS5e

| Região | Tipo de Registro | Altitude | Método | Idade (ka) | Referências | |
|--|--|---|--|---|---|---|
| Estado de São Paulo e Estado do Rio de Janeiro (RJ) | Fragmentos de madeiras carbonizadas | 8 ± 2m | C ¹⁴ | > 35 > 35 | Suguio e Martin (1978) | PESQUISAS PIONEIRAS (DATAÇÕES RELATIVAS, C ¹⁴ E ²³⁰ Th/U) |
| Estado da Bahia (BA) | Fragmento de madeira em camada de argila coberta por areia marinha (terraço) | 6m Depósito dissecado pela erosão | C ¹⁴ | > 30 >27.1 ± 1.7 | Bittencourt et al. (1979) | |
| Cananéia-Iguape, Santos (SP) Itaparica, Itacaré e Caravelas (BA) | Fragmento de madeira, corais e conchas de moluscos | > 0 (assim foi descrito pelos autores) | C ¹⁴ | > 32 / > 32 > 35 / > 32 > 32 / > 32 | Martin et al. (1980) | |
| Olivença (BA) | Recife de Corais (<i>Siderastrea</i>) na base do terraço marinho | 7 ± 1 m com base no topo do terraço | Iônio ²³⁰ Th/U | 116 ± 6.9/122 ± 6.1 124 ± 8.7/132 ± 9.0 142 ± 9.7 | Martin, Bittencourt e Vilas-Boas (1982) Bernat et al. (1983) | |
| Estado de Sergipe (SE) e de Alagoas (AL) | Terraços marinhos alinhados e paralelos a encosta da Formação Barreiras | 8 ± 2m Com base no topo dos terraços marinhos | Datação Relativa. Características sedimentológicas e geomórficas | - | Bittencourt et al. (1982, 1983) | |
| Estado do Rio Grande do Sul (RS) | Sistemas Laguna -Barreira I, II, III e IV | 8m (Barreira III) | Datação Relativa (Estratigrafia) | - | Villwock (1984) Villwock et al. (1986) | |
| Planície Costeira de Paranaguá (PR) | Terraços Marinhos | Não informada | TL | 105.51 ± 2.47 106.98 ± 9.17 122 ± 4.54 100.72 ± 2.25 | Barreto et al. (1999) | INÍCIO DE DATAÇÕES POR LUMINESCÊNCIA (TL / LOE) EM REGISTROS |
| Trecho entre São Bento e Touros (RN) | Terraços Marinhos | 1 a 10 m atingindo máximo de 20 m (<i>uplift</i>) <i>Tectônica!?</i> | TL / LOE | (TL / RN): 117 ± 10 / 109 ± 4 (LOE / RN): 117 ± 4 | Barreto et al. (2002, 2004) | |
| Planície costeira do Estado do Rio Grande do Sul | Arenitos expostos na praia atual, sob os sedimentos do sistema de Barreira IV | - | TL | 109 ± 7.5 | Buchmann e Tomazelli (2003) | |
| Estado da Paraíba (PB) e de Pernambuco (PE) | Terraços Marinhos elevados sobre a formação barreiras ao longo da zona litorânea e em vales incisivos que cortam os tabuleiros costeiros | A altitude da base dos terraços varia entre 12 m e -2 m <i>Tectônica!?</i> | TL / LOE | (TL / PB): 110 ± 6.2 / 108 ± 8 103 ± 14 / 117 ± 1 117 ± 14 / 101 ± 9 (LOE / PB): 110 ± 20 / 120 ± 2 103 ± 6 / 109 ± 9 116 ± 14 / 100 ± 11 (TL / PE): 109 ± 8 (LOE / PE): 113 ± 8.4 | Suguio et al. (2011) | RECENTES DESCOBERTAS E APERFEIÇOAMENTO DAS TÉCNICAS DE LUMINESCÊNCIA (TL / LOE / ESR) |
| Complexo Deltaico do rio Doce (ES) | Cristas Praiais Pleistocênicas | Foi informada só a prof. de coleta 2,65 | LOE | 132.70 ± 9.152 | Rossetti et al. (2015) | |
| Encosta da Bacia de Santos (SP) | Foraminíferos planctônicos de um núcleo de sedimentos | - 2225m coluna de sedimentos de 19,14m | C ¹⁴ (AMS) $\delta^{18}\text{O}$ | Núcleo com intervalo temporal de 185-6ka. gradação de 13cm/ka | Lessa et al. (2017) | |
| Planície Costeira da bacia do rio Araranguá (SC) | Terraço Marinho soterrado por depósito eólico (<i>Loess</i>) | 7 ± 1m | LOE | >75 | Rubira e Perez Filho (2019) | |
| Planície costeira do Estado do Rio Grande do Sul (RS) | Conchas dos depósitos da Laguna III | 7 ± 1 m | ESR | Conchas próximas a Barreira III indicam idades de ~ 120 ka (MIS5e). Conchas próximas a Barreira II indicam idades de ~ 100 ka (MIS 5c) | Lopes et al. (2020) | |

Após estas pesquisas, na década de 2010, o que se observou foi um refinamento e aprimoramento metodológico das técnicas por TL e LOE, bem como adição/aplicação de novos métodos de datação para identificação do MIS5e no litoral do Brasil, a Ressonância de Spin Eletrônico (ESR) e $\delta^{18}\text{O}$ (SUGUIO et al., 2011; ROCHA et al., 2013; LESSA et al., 2017; RUBIRA e PEREZ FILHO, 2019; LOPES et al., 2020).

Neste viés, Suguio et al. (2011) observaram um conjunto de terraços marinhos no litoral oriental do nordeste brasileiro (Estados da Paraíba e Pernambuco), localizados a 12 metros acima do nível do mar atual. Assim, por meio da utilização das técnicas de TL e LOE, obtiveram idades entre 120 ± 2 ka a 100 ± 11 ka, próximas aos resultados obtidos por Barreto et al. (2004).

Lessa et al. (2017) trouxeram contribuições ao analisarem foraminíferos planctônicos de um núcleo de sedimentos a -2225 m de profundidade, situado na encosta da Bacia de Santos (SP), litoral sudeste do Brasil. A partir de um furo realizado pela Petrobrás (GL-1090), os autores discutiram a história de intervalo temporal compreendido entre 185-6 ka. O registro obteve uma taxa de agradiação de 13cm/ka (Quadro 1).

Rubira e Perez Filho (2019) igualmente contribuíram ao trazer resultados inéditos sobre registros do MIS5e no litoral sul de Santa Catarina, mais especificamente na planície costeira da bacia hidrográfica do rio Araranguá. Trata-se do primeiro terraço marinho pleistocênico (7 ± 1 m) datado por LOE no litoral catarinense (idade mínima saturada em > 75 ka), soterrado por depósitos eólicos do tipo *loess*. Por fim, também se destaca a pesquisa de Lopes et al. (2020) na planície costeira do Estado do Rio Grande do Sul, com datações por ESR em conchas dos depósitos da Laguna III, que revelaram idades com aproximadamente 120 ka (MIS5e).

Mediante análise espacial e temporal destes e de outros registros ao longo da costa brasileira, infere-se que o nível relativo do mar durante o MIS5e atingiu altitudes entre 8m e 12m acima do atual, podendo variar para mais ou menos em razão da neotectônica. Fato que implica, conforme estabeleceu Barreto et al. (2002), na constatação de que a elevação por si só, não se caracteriza como uma ferramenta confiável para estabelecer uma cronologia de mudança do nível do mar no Quaternário. Mesmo em áreas costeiras de margem passiva.

3.2 Paleoníveis mais baixos que o atual entre MIS5e e MIS1

Este tópico foi estruturado, de modo a evidenciar inicialmente, pesquisas pioneiras que buscaram reconstituir o comportamento do nível relativo do mar na costa brasileira entre os estágios isotópicos marinhos MIS5e e MIS1 (KOWSMANN et al., 1977; CORRÊA, 1996). Posteriormente, também foram apresentadas pesquisas recentes, responsáveis por renovar os conhecimentos a partir de inéditas descobertas para a plataforma continental do Brasil. Desvendando, mediante utilização de técnicas modernas, parte dos mistérios submersos (LOPES et al., 2010, 2014b; ROSSETTI et al., 2015; COOPER et al., 2018; ALVES e MAHIQUES, 2019; DILLENBURG et al., 2020).

Após o pico transgressivo Cananeense há 123 ka (MIS5e), iniciaram-se uma sequência de regressões marinhas (MIS5d, MIS5b, MIS4 e MIS3b), que se findaram no último máximo glacial (UMG - MIS2). Tais regressões, foram interrompidas por oscilações climáticas responsáveis por impedir uma tendência de rebaixamento contínuo e uniforme. Estes eventos transgressivos foram associados aos estágios isotópicos marinhos MIS5c, MIS5a, MIS3c, MIS3a.

Posteriormente, iniciou-se uma rápida mudança climática associada à transgressão pós-glacial, relativa à transição do último máximo glacial (MIS2) para o *optimum* climático holocênico (MIS1). Essa tendência eustática atingiu um paleonível marinho semelhante ao atual por volta de 7 ka, culminando em um pico máximo no Holoceno por volta de 5 ka (~ 5m acima do atual nível).

Nesta linha de raciocínio, Kowsmann et al. (1977), por meio dos resultados de sua pesquisa e das datações realizadas por Figueiredo Junior (1975), propuseram que o limite máximo desta regressão generalizada (MIS5e a MIS2) esteja associado à presença de uma escarpa na plataforma continental, localizada a 120-130m abaixo do nível do mar atual.

Deste modo, Kowsmann et al. (1977), a partir dos resultados obtidos em amostras de algas calcárias, inferiram idade pleistocênica tardia para a escarpa homônima, elaborada há ~17.5 ka (amostra 4324, coletada a 132m de profundidade, datada em 17.3 ± 0.48 ka). Outra amostra de destaque no estudo de Kowsmann et al. (1977) refere-se ao testemunho 4333 (conchas), obtido à profundidade de 100m, datado em 14.69 ± 0.17 ka, pelo qual os autores inferiram que durante o limite do Pleistoceno/Holoceno o mar esteve, no mínimo, 100m abaixo do atual no sul do Brasil.

Meirelles et al. (2005) reconheceram que, durante esta regressão, que para Suguio (2003a) perdurou até 17.5 ka, desenvolveram-se extensas planícies costeiras sobre a plataforma atual, como a foz do rio Amazonas, a qual possivelmente recuou 300 km. Área na qual desenvolveram-se sistemas fluviais com meandros, estuários, terraços marinhos, manguezais, lagoas, lagoas, gerações de dunas e pântanos.

Nesta perspectiva, a partir da definição das profundidades das escarpas submersas (níveis de estabilização) e de idades obtidas por datações de C^{14} obtidos, Corrêa (1996) realizou inferências sobre o comportamento do nível relativo do mar no decorrer da transgressão marinha (MIS1), estabelecendo 3 fases de avanço (Figura 1).

A primeira fase compreende elevação do nível do mar rápida (2cm/ano) entre 17.5 e 16 ka. Na segunda fase a velocidade de ascensão do nível relativo do mar diminuiu de cerca de 2 cm/ano para 0,6cm/ano entre 16 e 11 ka (escarpas 100-110m, 60-70m). Enquanto a terceira fase, segundo Corrêa (1996), caracterizou-se pelo aumento da velocidade de subida do nível do mar, passando de 0,6cm/ano para 1,6cm/ano entre 11 e 6.5 ka (escarpas 32-45m e 20-26m).

Pesquisas modernas também fizeram importantes descobertas, quase todas vinculadas ao litoral sul e sudeste do Brasil, assim como as clássicas evidenciadas anteriormente (FIGUEIREDO JUNIOR, 1975; KOWSMANN et al., 1977; CORRÊA, 1996). Inicialmente, pode-se citar como exemplo, o estudo de Lopes et al. (2010). Os

autores objetivaram estabelecer a cronologia de fósseis dispostos no riacho Chuí e na plataforma continental costeira do Estado do Rio Grande do Sul. Para tanto, dataram 11 dentes de fósseis por ESR, testemunhos relativos a três táxons extintos (*Toxodon platensis*, *Stegomastodon waringi* e *Hippidion principale*), situados em profundidades inferiores a 10m, abaixo do nível relativo do mar atual (Quadro 2).

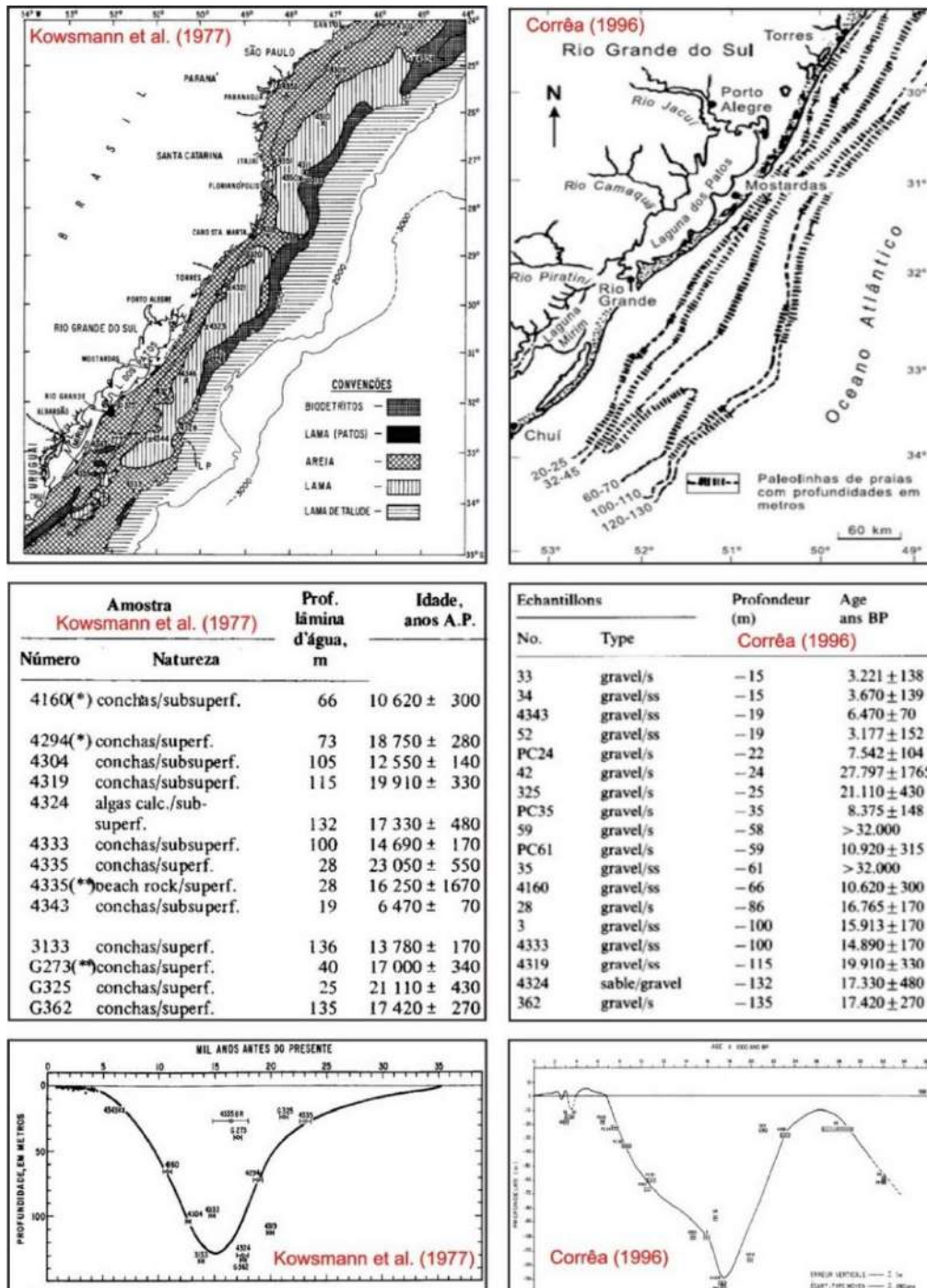


Figura 1: Mapas da plataforma continental do sul e parte do sudeste do Brasil, mostrando os contornos das antigas linhas de praia, desenvolvidas nas fases de estabilização dos níveis do mar entre 17.500 e 6.500 A.P. e respectivas idades obtidas por C^{14} . Fonte: Adaptado de Kowsmann et al. (1977, p. 11-13), Corrêa (1996, p.169-170) e Suguio (2003a, p.16).

As amostras datadas por Lopes et al. (2010) nas margens do Riacho Chuí, apresentaram idades entre 42 ± 3 e 34 ± 7 ka, sendo correlacionadas ao MIS3. Em relação às amostras de dentes encontradas na plataforma continental, os autores obtiveram idades com substanciais variações temporais (entre 8 ± 3 e 650 ± 100 ka). Estas últimas idades coincidiram com períodos de regressões marinhas, indicando retrabalhamento dos depósitos fossilíferos pelas sucessivas oscilações do nível do mar durante o Quaternário. A partir da descoberta inerente à pesquisa de Lopes et al. (2010), nota-se uma sequência de publicações que se iniciaram nesta década, aprimorando a cronologia estratigráfica dos sistemas Lagunas-Barreiras da planície costeira do Estado do Rio Grande do Sul (PCRGs) (LOPES et al. 2013, 2014a, 2014b, 2020; LOPES, DILLENBURG e SCHULTZ, 2016).

Em uma destas publicações, Lopes et al. (2014a) fizeram importantes descobertas sobre a variação eustática ocorrida entre o fim do MIS5 e MIS3 (entre 90 e 30 ka). Na tentativa de refinar a cronologia dos depósitos da PCRGs, os autores dataram por ESR vários fósseis de mamíferos terrestres coletados nas fácies fluviais do sistema Laguna-Barreira III. Por meio desta metodologia, Lopes et al. (2014a) obtiveram idades que variaram entre 90 ± 10 a 43 ± 3 ka, período relacionado ao MIS5c, MIS4 e MIS3. Tais resultados auxiliaram com reconstituições geocronológicas deposicionais e climáticas atuantes no sul do país, em um intervalo marcado por pulsos quentes e frios associados aos eventos *Dansgaard-Oeschger e Heinrich*.

Rossetti et al. (2015) também contribuíram com a identificação de registros entre os estágios isotópicos marinhos MIS5e e MIS1. Buscando compreender a evolução do delta do rio Doce (ES), os autores dataram por meio da LOE e C^{14} materiais correlacionados a distintos paleoambientes (terraços fluviais, canais, cordões litorâneos). Antes do fatídico desastre ambiental associado ao rompimento da barragem de Brumadinho (MG).

As datações realizadas por Rossetti et al. (2015) ofereceram importantes correlações com testemunhos da progradação da costa na transição para o UMG. A partir da obtenção das idades, Rossetti et al. (2015) notaram que a evolução do delta foi diretamente influenciada por ação das ondas no contexto das flutuações do nível do mar Pleistoceno-Holoceno tardio. As descobertas vincularam-se a constatações de uma progradação inicial em $132,7 \pm 9,1$ ka (LOE) após o estágio do isótopo marinho MIS5e, intensificada entre 45.775-49.391 cal ano A.P (C^{14}), 29.678-29.226 cal ano A.P (C^{14}) e 31.681 ± 3.203 (LOE), durante o MIS3c ao MIS2 (Quadro 2).

Na tentativa de estabelecer correlações com o paleonível marinho da época datada, Rossetti et al. (2015) inferiram um nível relativo do mar 25m abaixo do atual no momento deposicional, muito menor que a queda global proposta para este período. Para justificar esta discrepância altimétrica entre o que indica a literatura para o período mencionado, antecedente ao MIS2 (130m abaixo do atual), os autores hipotetizam a atuação de deformações tectônicas. Eventos que, segundo os autores, possivelmente teriam

compensado a queda do nível do mar neste intervalo temporal. Contudo, ao mesmo tempo, salientaram que tais hipóteses estariam abertas para o debate.

Quadro 2: Registros marinhos espaciais/temporais de paleoníveis abaixo do atual entre MIS5e e MIS1

| Região | Tipo de Registro | Profundidade (m) | Método | Idade (ka) | Referências | |
|---|---|---|---------------------------------|--|--------------------------|----------------------|
| Plataforma Continental do Estado do Rio Grande do Sul | Biodetritos de conchas e fragmentos de <i>beach rocks</i> | 25 20 40 | C ¹⁴ | >30 16.25 ± 1.67 17 ± 3.4 | Figueiredo Junior (1975) | PESQUISAS PIONEIRAS |
| Plataforma Continental do Sudeste e Sul do Brasil (SP, PR, SC, RS) | Conchas e algas calcárias em sedimentos da plataforma continental | 19 / 25 / 28 66 / 73 / 100 105 / 115 / 132 135 / 136 | C ¹⁴ | 6.47 ± 0.07 / 21.11 ± 0.43 23.05 ± 0.55 / 10.62 ± 0.3 18.75 ± 0.28/14.69 ± 0,17 12.55 ± 0.14/19.91 ± 0.33 17.33 ± 0.48/14.69 ± 0,17 17.42 ± 0.27/13.78 ± 0.17 | Kowsmann et al. (1977) | |
| Plataforma Continental do Estado do Rio Grande do Sul | Materiais bioclásticos das escarpas submersas da plataforma continental | -15 / -19 / -19 / -22 -24 / -25 / -35 / -58 -59 / -61 / -66 / -86 -100 / -100 / -115 -132 | C ¹⁴ | 3.67 ± 0.139 / 6.47 ± 0.7 3.177 ± 0.152 / 7.542 ± 0.104 27.797 ± 1.765 / 21.11 ± 0.43 8.375 ± 0.148 / 10.92 ± 0.315 > 32 / > 32 / 10.62 ± 0.3 16.765 ± 0.17 / 15.913 ± 0.17 14.89 ± 0.17 / 19.91 ± 0.33 17.33 ± 0.48 / 17.42 ± 0.27 | Corrêa (1996) | |
| Planície Costeira do Estado do Rio Grande do Sul (RS) | Onze dentes fósseis <i>Toxodon platensis</i> , <i>Stegomastodon waringi</i> e <i>Hippidion principale</i> | Inferiores a 10 | ESR | 34 ± 7 38 ± 2 42 ± 3 | Lopes et al. (2010) | RECENTES DESCOBERTAS |
| Planície Costeira do Estado do Rio Grande do Sul (RS) | Fósseis de mamíferos terrestres nas fácies fluviais do Sistema Laguna- Barreira III | Profundidade de coleta não informada pelos autores | ESR | 43 ± 3 / 48 ± 4 48 ± 9 / 57 ± 8 70 ± 10 / 90 ± 10 | Lopes et al. (2014a) | |
| Complexo Deltaico do rio Doce (ES) | Materiais das cristas praias pleistocênicas e sedimentos orgânicos intercalados entre as cristas praias | 25m abaixo do atual no momento deposicional | LOE C ¹⁴ (AMS) | 29.678-29.226 (C ¹⁴ / cal) 31.681 ± 3.203 (LOE) 35.162-36.321 (C ¹⁴ / cal) 36.105-40.014 (C ¹⁴ / cal) 45.775-49.391 (C ¹⁴ / cal) | Rosseti et al. (2015) | |
| Planície Costeira da Baixada Santista (SP) | Frações de Sedimentos orgânicos | Perfuração com 58,45 m de comprimento (-7 / -19 / -40) | C ¹⁴ (AMS) | 41.53-40.3 45.58 - 44.2 > 43.5 | Salvaterra et al. (2017) | |
| Plataforma Continental adjacente a Ilha de Santa Catarina | Arquitetura Estratigráfica da plataforma continental interna e da costa de Santa Catarina | 0 a 50 | Estratigráfia Sismica | Inferências relativas com base na estratigrafia MIS3c-b-a (-50m) | Cooper et al. (2018) | |
| Canal de São Sebastião na costa brasileira do Sudeste (SP) | Interpretação de fácies sísmicas de depósitos marinhos | 0 a 50 | Estratigráfia Sismica | 40-30 (U1 e U2) 13-11 (U3) 9-5.6 (U4 e U5) 5.6 - Atual (U6) | Alvis e Mahiques (2019) | |
| Planície Costeira de Pinheira, Curumim, Cassino e Hermenegildo (RS) | Reinterpretação de idades C ¹⁴ obtidas em conchas e sedimentos orgânicos | 22 a 25 | C ¹⁴ | 36.2 / 41 / 41.1 43.3 / 44.9 / 45.4 / 47.7 | Dillenburg et al. (2020) | |

A pesquisa de Salvaterra et al. (2017) também apresentou evidências sobre a transgressão ocorrida ao longo do MIS3 (60 a 25 ka). O estudo foi realizado na Baixada Santista, litoral do Estado de São Paulo (SP), a partir da análise de um novo conjunto de dados sedimentológicos e geoquímicos provenientes de uma perfuração com 58,45 m de

profundidade. Com o auxílio de datações por C^{14} em frações de sedimentos orgânicos, Salvaterra et al. (2017) obtiveram idades entre 41.53-40.3 ka (-7m), 45.58-44.2 ka (-19m) e > 43.5 ka (-40m), atribuídas pelos autores a oscilações climáticas bruscas, de curto prazo, que ocorreram entre 43 e 42 ka (MIS3).

O estudo realizado por Cooper et al. (2018) também merece destaque, uma vez que os autores, utilizando-se de métodos estratigráficos sísmicos (seções de até 50m de profundidade), identificaram e interpretaram a evolução da plataforma continental interna de Santa Catarina durante o MIS5e ao MIS1. Os resultados revelaram unidades desenvolvidas durante o fim do Pleistoceno, deformadas por falha normal que originou descontinuidade com rejeito vertical de 3,5m. Para os autores, tais unidades foram elaboradas durante MIS5a ou MIS5c, quando o nível do mar estava situado a 20m abaixo do atual. Também revelaram o desenvolvimento de extenso terraço marinho situado a 50m abaixo do nível atual, erodido pela ação das ondas no decorrer das sucessivas variações do nível relativo do mar atreladas ao MIS3c, MIS3b e MIS3a.

Além destas descobertas, Cooper et al. (2018) identificaram desenvolvimento de ampla planície costeira emergente durante o UMG (MIS2), a qual sofreu posterior acumulação de sedimentos, depositados no decorrer da transgressão pós-glacial MIS1. Esta dinâmica sedimentar elaborou sucessivas planícies litorâneas e sistemas de dunas transgressores da praia, perfazendo uma extensão de centenas de quilômetros. Utilizando-se destes resultados, Cooper et al. (2018) propuseram curva eustática para o sul do Brasil com base em Corrêa (1996) e Angulo e Lessa (1997).

Alvis e Mahiques (2019) também divulgaram resultados importantes; os autores interpretaram fácies sísmicas ao longo de 60 km no Canal de São Sebastião (SP), exibindo estreita relação com as oscilações eustáticas dos últimos 120 ka (MIS5e ao MIS1) (Quadro 2). O modelo desenvolvido pelos autores foi dividido em quatro fases: entre 40 e 30 ka (U1/MIS4 e U2/MIS3); 13 a 11 ka (U3/Término MIS2 e início MIS1); 9 a 5,6 ka (U4/MIS1 e U5/MIS); e 5,6 ka ao presente (U6/MIS1).

Para encerrar este tópico, cita-se também a recente pesquisa de Dillenburg et al. (2020). Os autores objetivaram reinterpretar idades C^{14} obtidas em pólenes, diatomáceas, conchas e sedimentos orgânicos de depósito sedimentar, originados em ambiente marinho estuarino/raso (-22 e -25m) no sul do Brasil. A reinterpretação dos dados anteriormente publicados, culminou na determinação de antigo nível do mar vinculado ao MIS3, que oscilou na planície costeira do Estado do Rio Grande do Sul entre 5 e 23 m de profundidade abaixo do nível atual, por volta de 36,2 a 47,7 ka. Contrariando assim, as antigas interpretações, que associavam as idades a contaminação natural de conchas mais velhas (carbono jovem) erodidas em depósitos de 123 ka (MIS5e).

3.3 Paleoníveis próximos ao atual no Holoceno Médio (Transgressão MIS1)

Suguio et al. (1985) e Martin et al. (1985), determinaram para diferentes regiões costeiras (Cananéia-Iguape, Santos e Salvador), o tempo de travessia em relação ao nível médio atual do mar no decorrer da transgressão pós-glacial (MIS1):

- *Região costeira de Cananéia-Iguape (SP)*: 6.2 ka (SUGUIO et al. 1976) / 6.9 ka (MARTIN et al., 1979b) / 6.6 ka (MARTIN et al., 1985; SUGUIO et al., 1985);

- *Região costeira de Santos (SP)*: 6.4 ka (MARTIN et al., 1979b) / 6.8 ka (MARTIN et al., 1985; SUGUIO et al., 1985);

- *Região costeira de Salvador (BA)*: 7.1 ka (MARTIN et al., 1979) / 7.5 ka (MARTIN et al., 1985; SUGUIO et al., 1985).

Pode-se notar, a indefinição por parte dos autores mediante modificações das proposições no decorrer da descoberta de inéditas evidências, as quais induziram novas reformulações interpretativas. Angulo, Lessa e Souza (2006) apontaram que tais alterações se devem a determinações resultantes de interpolações entre as idades obtidas de diferentes amostras, conforme foram se acumulando do decorrer dos estudos costeiros supracitados.

As amostras que resultaram na determinação de um nível médio semelhante ao atual em Cananéia-Iguape e Santos, proposto por Martin et al. (1985) e Suguio et al. (1985), consistem em fragmentos de madeira transportados em sedimentos lamosos (SUGUIO et al. 1976; MARTIN et al., 1979b).

Na região de Cananéia-Iguape, Martin, Suguio e Flexor (1976) dataram tais fragmentos (6.5 ± 0.17 / 6.1 ± 0.13 ka) em posições que indicariam, respectivamente, paleoníveis marinhos em -0.8 ± 0.3 m e $+0.8 \pm 0.3$ m. Martin, Suguio e Flexor (1979a) também dataram estes fragmentos (6.52 ± 0.15 / 6.45 ± 0.17 / 6.0 ± 0.16 / 5.29 ± 0.11 / 4.4 ± 0.11 / 3.78 ± 0.11 ka) em posições que indicariam, respectivamente, paleoníveis marinhos em 0 ± 0.4 m / -0.8 ± 0.4 m / $+1.2 \pm 0.4$ m / $+1.5 \pm 0.4$ m / $+1.5 \pm 0.4$ m / $+2 \pm 0.5$ m. Ao incorporar essas reconstruções de paleoníveis marinhos nas curvas do nível do mar de Cananéia-Iguape, Martin et al. (1985) e Suguio et al. (1985) sugeriram um tempo de cruzamento do nível relativo atual do mar em torno de 6.6 ka.

Na região de Santos, Martin, Suguio e Flexor (1979a) também dataram fragmentos de madeira transportados em sedimentos lamosos (6.565 ± 0.115 / 6.28 ± 0.13 / 6.22 ± 0.125 / 6.2 ± 0.165 / 5.795 ± 0.125 / 5.455 ± 0.17 / 4.1 ± 0.11 ka) em posições que indicariam, respectivamente, paleoníveis marinhos em $+1 \pm 0.4$ m / $+0.8 \pm 0.4$ m / $+1.2 \pm 0.4$ m / $+1.3 \pm 0.4$ m / $+1.7 \pm 0.4$ m / $+2.4 \pm 0.4$ m / $+2.8 \pm 0.4$ m. Ao incorporar essas reconstruções de paleoníveis marinhos nas curvas do nível do mar de Santos, Martin et al. (1985) e Suguio et al. (1985) sugeriram um tempo de cruzamento perante o nível atual em torno de 6.8 ka.

Apesar dos dados dispostos acima serem pioneiros e inovadores para época, oferecendo novas interpretações para Geomorfologia costeira e noções do comportamento do nível relativo do mar no Holoceno Médio, Angulo, Lessa e Souza (2006) alertaram para o problema em relação à interpretação espaço-temporal destas amostras (estimativas de idades e altitudes), devido à natureza do material datado e em razão da interpretação do paleoambiente do qual estes indicadores foram derivados.

Sobre as inconsistências no espaço, Angulo, Lessa e Souza (2006) levantaram a possibilidade de os sedimentos lamosos terem sidos depositados em ambiente

paleoestuarino, mediante elevação submariz, o que indicaria nível do mar mais baixo. Quanto às inconsistências temporais, Angulo, Lessa e Souza (2006) argumentaram que as idades dos depósitos, onde foram alojadas as cascas de madeira, seriam mais jovens do que as amostras transportadas (dúvidas que poderiam ser sanadas atualmente mediante datações por LOE).

Em relação à região costeira de Salvador, a determinação do tempo de travessia em relação ao nível médio atual, foi baseada em uma única amostra, vinculada à concha retrabalhada (MARTIN et al., 1979). Testemunho embutido em depósitos sedimentares de praia, cimentados pela precipitação carbonática litificada em zona de intermarés (*beachrock*). A datação realizada por Martin, Suguio e Flexor (1979a), revelou idade 7.095 ± 0.125 ka, em posição que indicaria paleonível marinho em 0 ± 0.5 m. Ao incorporar essas reconstruções de paleoníveis marinhos na curva do nível do mar de Salvador, Martin et al. (1985) e Suguio et al. (1985) sugeriram um tempo de cruzamento do nível relativo atual do mar em torno de 7.5 ka.

No entanto, Angulo, Lessa e Souza (2006) também alertaram para o problema em relação à interpretação espaço-temporal desta amostra. Os autores argumentaram que a interpretação de altitude foi baseada em estruturas sedimentares primárias (observadas na *beachrock*) e, a idade do depósito, foi inferida mediante a amostra transportada, que poderia ser muito mais velha que o próprio depósito.

Nota-se que as discussões sobre a travessia em relação ao nível médio atual estão longe de serem encerradas, tornando-se importante, portanto, a investigação e descoberta de registros de paleoníveis marinhos mais confiáveis e precisos. Contudo, graças aos estudos dos pesquisadores citados neste subitem, pôde-se estimar o período de *crossover*. Para Suguio et al. (2003a) ocorreu entre 7.0 e 6.5 ka, enquanto para Angulo, Lessa e Souza (2006) entre 6.9 e 7.7 ka.

3.4 Paleoníveis mais altos que o atual (pico transgressivo Santista - MIS1)

Outros questionamentos em relação ao comportamento do nível relativo do mar no Holoceno Médio, vinculam-se à máxima elevação que a transgressão santista (MIS1) alcançou e quando esse pico transgressivo ocorreu. Tais discussões e constatações podem ser encontradas nas pesquisas realizadas por Martin e Suguio (1978), Martin, Suguio e Flexor (1979a, 1979b), Suguio et al. (1985), Martin et al. (1985, 1986), Angulo e Suguio (1995), Bezerra et al. (1998), Angulo et al. (1999, 2002) e Barreto et al. (2004).

Estes autores estabeleceram paleoníveis marinhos máximos mediante identificação de diferentes registros. Representados por terraços marinhos, cordões litorâneos e barreiras costeiras; camadas estratigráficas de depósitos ricos em conchas; amostras de ostras e de vermetídeos em diversas regiões costeiras:

- *Rio Grande do Norte (RN)*: Bezerra et al. (1998) propuseram um nível máximo alcançado em 2.2 ± 1.0 m acima do atual há 5.31 ka. Enquanto Barreto et al. (2004), inferiram máximo de 2.1 ± 1.0 m acima do atual há 4.14 ka, mediante datação por C^{14} em

conchas de *beachrocks*. Ambas as idades foram associadas pelos autores ao momento de desaceleração da subida do nível relativo do mar no Holoceno Médio;

- *Salvador (BA)*: Martin et al. (1979) propuseram um nível máximo alcançado em 4.7 ± 0.5 m acima do atual há 5.195 ± 0.11 ka, mediante datação por C^{14} em vermetídeos;

- *Angra dos Reis-Parati (RJ)*: Martin e Suguio (1978) propuseram um nível máximo alcançado em 4.8 ± 0.5 m acima do atual há 5.2 ± 0.2 ka / 4.8 ± 0.2 ka, mediante datação por C^{14} em amostras de ostras. Todavia, Angulo, Lessa e Souza (2006) alertam que ostras podem viver em uma ampla faixa de elevação e, portanto, segundo os autores, são de uso limitado como indicador de posição do nível do mar;

- *Cananéia (SP)*: Martin, Suguio e Flexor (1986) propuseram um nível máximo alcançado em 4.7 ± 0.5 m há 5.8 ka., mediante datação por C^{14} em conchas de moluscos coletados em sedimentos paleolagunares, sugerindo expansão da lagoa entre 5.65 ka e 5.45 ka;

- *Bertioga (SP)*: Martin, Suguio e Flexor (1979a) propuseram um nível máximo alcançado em 4.5 ± 0.5 acima do atual há 5.905 ka, mediante datação por C^{14} em fragmentos de conchas embutidas em depósito litorâneo cimentado por carbonato de cálcio, que se acumulou em uma pequena reentrância protegida em costa rochosa;

- *Santos (SP)*: Martin, Suguio e Flexor (1979b) propuseram um nível máximo alcançado em 4.6 ± 0.4 m acima do atual há 5.47 ± 0.1 ka, mediante datação por C^{14} em fragmentos de conchas embutidas em *beachrocks*. Contudo, Angulo, Lessa e Souza (2006) alertam que inferências de níveis paleomarinheiros com base em camadas de sedimentos ricos em conchas, são questionáveis devido à interpretação imprecisa do ambiente deposicional;

- *Paranaguá (PR)*: Angulo e Suguio (1995) propuseram um nível máximo alcançado em 4m acima do atual com base na altitude da parte mais interna da planície de barbatana;

- *Morro de Caiobá (PR)*: Angulo, Pessenda e Souza (2002) propuseram um nível máximo alcançado em 3.6 ± 1.0 m e 3.5 ± 1.0 m acima do atual há 4.75 ± 0.07 ka e 5.3 ± 0.07 ka, mediante datação por C^{14} em vermetídeos;

- *Cabo de Santa Marta (SC)*: Angulo et al. (1999) propuseram um nível máximo alcançado em 2.1 ± 1.0 m acima do atual há 5.41 ± 0.08 ka, mediante datação por C^{14} em vermetídeos situados em promontório rochoso;

- *Ponta de Itapirubá (SC)*: Angulo et al. (1999) propuseram um nível máximo alcançado em 1.9 ± 1.0 m acima do atual há 4.6 ± 0.07 ka, mediante datação por C^{14} em vermetídeos dispostos em promontório rochoso.

Recentemente, Rubira e Perez Filho (2018) encontraram nova evidência de nível mais alto que o atual na planície costeira do litoral sul do Estado de Santa Catarina (bacia hidrográfica do rio Araranguá). Os autores identificaram superfície geomorfológica correspondente a terraço fluviomarinho situado a 3m de altitude, com coluna estratigráfica composta por materiais marinhos em profundidade (com evidências de conchas intemperizadas), sobrepostos por materiais aluviais. Por meio de datações LOE

nestes sedimentos, Rubira e Perez Filho (2018) obtiveram idades entre 5.0 ± 0.62 e 6.0 ± 0.82 ka para os materiais marinhos, associando-os a um nível máximo deposicional alcançado pela transgressão MIS1.

Posteriormente, no decorrer do episódio eustático regressivo que sucedeu o máximo da Transgressão Santista (MS1), o rio Araranguá voltou a drenar áreas antes submersas, exercendo incisão do talvegue e alargamento horizontal da planície costeira por meio de migração lateral do canal, depositando assim os materiais aluviais em superfície há 2.7 ± 0.42 ka. Salienta-se que Rubira e Perez Filho (2018) foram cautelosos em propor a exatidão de um nível máximo alcançado em razão da dissecação dos materiais marinhos pela ação fluvial, uma vez que esta dinâmica eliminou parte dos materiais marinhos, perturbando a real posição altimétrica do topo destes depósitos.

Verifica-se, com base na posição altimétrica dos paleoníveis marinhos holocênicos máximos (apresentados acima), calibração das idades provenientes das datações e em Angulo, Lessa e Souza (2006), que o pico transgressivo santista (MIS1) possivelmente ocorreu entre 4.9 ka (5.100 cal anos A.P.) e 5.4 ka (5.700 cal anos A.P.), atingindo elevações que variaram entre 5m e 2m acima do nível relativo do mar atual.

Salienta-se a necessidade da identificação de outros registros ao longo da costa brasileira, para reforçar ou contestar tais interpretações, pois com novas descobertas o limite máximo alcançado em algumas regiões (2m), podem aumentar consideravelmente. Vide o caso de Salvador (4.7m), região mais detalhada no Brasil (63 registros de posição de paleoníveis marinhos para construção da curva).

Nota-se que nenhum dos registros holocênicos citados até o momento correlacionam-se a costa norte do Brasil. Não há um consenso de que houve um nível relativo do mar superior ao atual no Holoceno próximo à região Amazônica e domínio Equatorial do Brasil (regiões costeiras dos Estados do Amapá, Pará, Maranhão, Piauí e Ceará). Enquanto alguns cientistas afirmam encontrar evidências de nível mais alto no Holoceno no trecho homônimo, como elucidam as pesquisas de Meirelles et al. (2005) na planície costeira de Icapuí (CE) (1.825 ± 0.051 ka) e de Vasconcelos (2014) entre Acaraú e Itapipoca (CE) (4 intervalos superiores ao atual entre 3.1 e 0.715 ka). Outros autores como Cohen et al. (2005), em estudo realizado na Península de Bragança (PA), e Irion, Morais e Bungenstock (2012), na costa de Jericoacoara (CE), verificaram que o nível do mar no Holoceno nunca foi maior do que o atual nestes setores.

Nesta perspectiva, hipóteses surgem em relação a estas divergências observadas nas regiões costeiras entre os Estados do Amapá (AP) e Ceará (CE), as quais podem estar correlacionadas a descontinuidades na plataforma continental passiva. Portanto, a deformações tectônicas, suscitadas por espessamento crustal com forte controle estrutural e, por um conjunto de falhas, identificadas por Bezerra et al. (1998), Pedoja et al. (2011, 2014) e Ximenes Neto et al. (2018).

De qualquer modo, observa-se uma carência de pesquisas no litoral da região norte, tornando-se necessário o aprofundamento de estudos nestes trechos da costa brasileira,

para que muitas das incógnitas que atualmente prevalecem, perante o nível do mar no Holoceno, sejam progressivamente sanadas.

3.5 Oscilações secundárias ao longo de regressão que sucedeu MIS1

Neste momento, torna-se imprescindível mencionar os dois principais modelos de curvas de variações do nível relativo do mar elaborados para o litoral brasileiro no Holoceno. Trata-se das propostas pioneiras e curvas clássicas desenvolvidas por Suguio et al. (1985) e Angulo e Lessa (1997), as quais são divergentes e se confrontam (Figura 2). Em resumo, estas curvas do nível relativo do mar evidenciaram que durante os últimos 7.0 ka a costa central brasileira foi submetida a uma fase de submersão que durou até 5.1-5.4 ka (MIS1), seguido por período de emersão associado a regressão que culminou do nível relativo do mar atual (RUBIRA e PEREZ FILHO, 2021a, no prelo).

Para Suguio et al. (1985), esta regressão marinha, que sucedeu o auge transgressivo holocênico, transcorreu mediante duas oscilações de alta frequência (4.2-3.7 ka e 2.7-2.1 ka) 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 regressiva. É justamente sobre esta regressão e possíveis oscilações climáticas secundárias que se concentram as principais discussões e debates inerentes à literatura costeira e paleoclimática brasileira.

A principal diferença entre as duas propostas consiste nos registros utilizados para construção das curvas mencionadas. Suguio et al. (1985), por exemplo, utilizaram-se de centenas de datações realizadas em estudos anteriores, obtidas em monte de conchas (sambaquis), vermetídeos, fragmentos de casca de madeira, depósitos de casca e terraços marinhos holocênicos. Correlações que resultaram na proposição das duas oscilações.

Enquanto Angulo e Lessa (1997) utilizaram-se somente de testemunhos provenientes de tubos de vermetídeos disponíveis na literatura para costa brasileira (93 amostras), resultando na proposição de regressão contínua. Isso, por entenderem que registros provenientes de conchas, fragmentos de madeira e depósitos de conchas de moluscos (sambaquis) não são totalmente confiáveis para estabelecer paleoníveis marinhos. Portanto, para Angulo e Lessa (1997), muitos dos dados baseados nas datas de sambaquis, inferidas por Suguio et al. (1985), possuem inconsistências que prejudicam a confirmação da existência de tais oscilações (Figura 2).

Iniciava-se assim, um longo debate que persistiu ao longo das décadas de 1990, relacionado aos artigos-repostas publicados por Martin et al. (1998) e Lessa e Angulo (1998). Até que na década de 2000, com o aprimoramento das técnicas de datações por meio de correções de fracionamento isotópico (flutuação do CO₂ atmosférico) e calibrações para idades astronômicas, as curvas clássicas de Suguio et al. (1985) e Angulo e Lessa (1997) foram reajustadas (Figura 2).

Tais reajustes, resultaram em modelos atualizados, publicados por Martin, Dominguez e Bittencourt (2003) e Angulo, Lessa e Souza (2006), este último com forte influência da proposta de Milne, Long e Bassett (2005). Contudo, praticamente não houve inovação entre as propostas detalhadas anteriormente, onde o grupo de Suguio et al.

(1985) e Martin, Dominguez e Bittencourt (2003) mantiveram as interpretações com as duas oscilações, enquanto o grupo de Angulo e Lessa (1997) e Angulo, Lessa e Souza (2006) persistia com as proposições de rebaixamento contínuo.

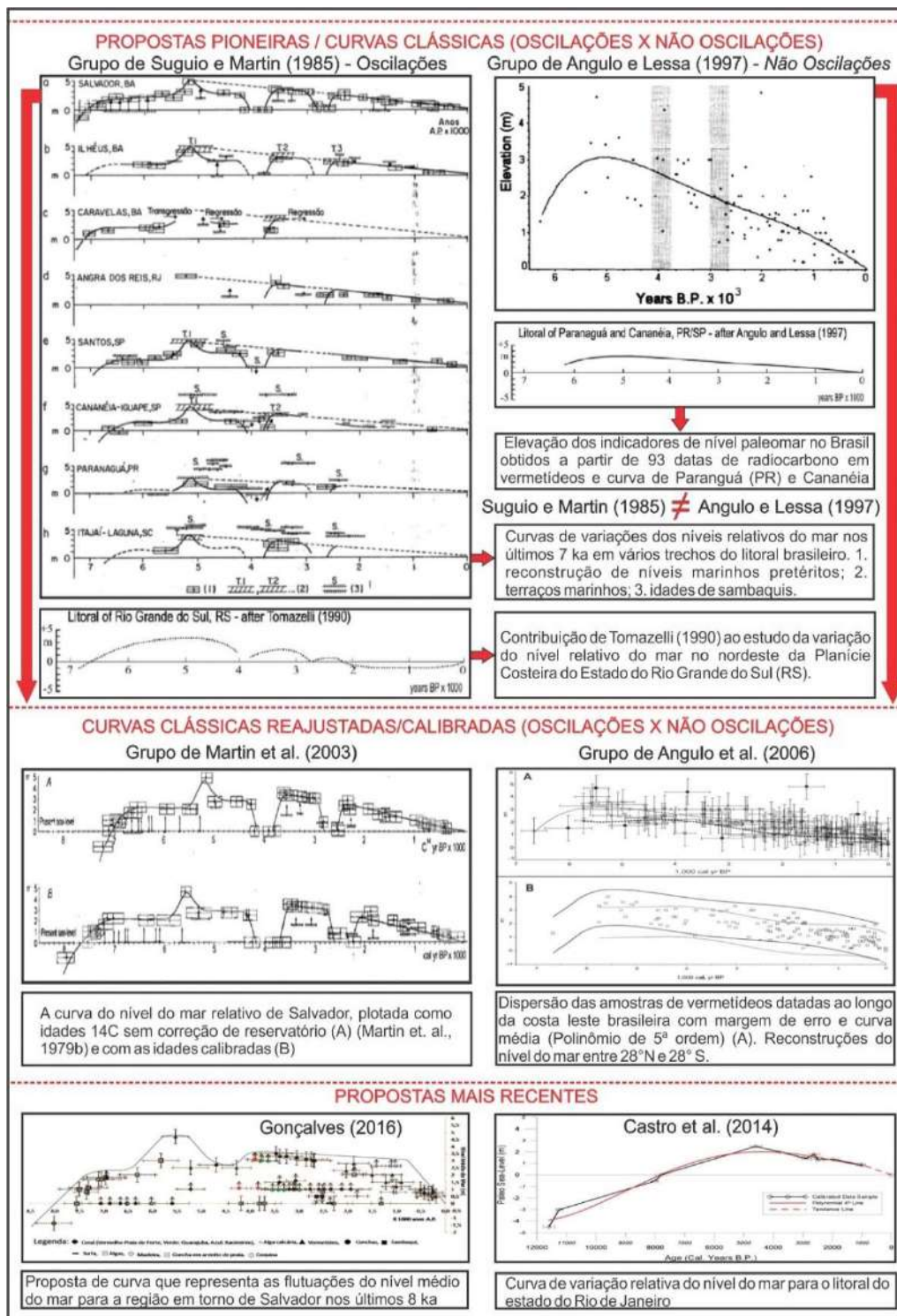


Figura 2: Curvas do nível relativo do mar desenvolvidas para setores do litoral brasileiro. Propostas pioneiras, reajusta por calibrações e proposta recentes. Fonte: Suguio e Martin et al. (1985, p.277), Tomazelli (1990), Angulo e Lessa (1997, p. 160), Martin, Dominguez e Bittencourt (2003, p.107), Angulo, Lessa e Souza (2006, p.500), Gonçalves (2016, p. 27) e Castro et al. (2014, p.679).

Na década de 2010 os debates sobre ocorrência de duas ou mais oscilações de alta magnitude se prolongaram, destacando-se as novas propostas desenvolvidas por Castro et al. (2014, 2018) e Gonçalves (2016).

Castro et al. (2014) propuseram curva de variação do nível relativo do mar baseada em 25 novas datações em registros biológicos (vermetídeos) e geológicos (*beachrocks*) realizadas no Estado do Rio de Janeiro (RJ). Os autores inferiram pela primeira vez na costa brasileira, um recorde negativo do nível relativo do mar, envolvendo a transição Pleistoceno/Holoceno. Estes testemunhos, localizados a -4,5 m, -3,0 m e -0,5 m abaixo do nível atual, obtiveram respectivamente, idades entre 11.94-11.24 ka e 11149-11.337 ka e 8198-7827 ka.

Deste modo, Castro et al. (2014), a partir de outros registros, sugeriram um *crossover* em aproximadamente 7.5 ka, atingindo posteriormente pico máximo de 2,5 m acima do atual entre 5.5 - 4.5 ka. Com posterior descida progressiva do nível relativo do mar, sem oscilações secundárias de alta frequência até o nível atual (Figura 2).

Entretanto, mesmo 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, 2018).

Por fim, destaca-se a curva proposta por Gonçalves (2016), que nega a existência das oscilações de alta frequência em Salvador (BA) e reavalia o comportamento do nível relativo do mar mediante datações ($\delta^{18}\text{O}$ e $\delta^{13}\text{C}$) em testemunhos de corais. 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 8.0 ka. No modelo de Gonçalves (2016) há uma queda de 3m por volta de 0.8 ka (oscilação), que a autora atribui à possibilidade da atuação de eventos neotectônicos regionais.

4. IMPLICAÇÕES PERANTE A MORFOGÊNESE DE SUPERFÍCIES GEOMORFOLÓGICAS EM AMBIENTES COSTEIROS

A dinâmica descrita até o momento acarretou no desenvolvimento de inúmeras formas no litoral brasileiro. Pode-se citar como exemplo, cordões litorâneos, lagunas, barreiras transgressivas e regressivas, entre tantas outras com gênese associada a processos sedimentológicos, impulsionados por variações climáticas quaternárias que originaram tendências glacioeustáticas. Destas superfícies geomorfológicas costeiras, os terraços, em específico, são responsáveis por despertar o maior fascínio dos geomorfólogos. Isso porque a espacialização da forma e dos materiais que compõem estas estruturas revelam muito bem, com auxílio das datações, os lapsos temporais paleoclimáticos do Quaternário.

Contudo, torna-se válido mencionar que os terraços também podem ser originados por movimentos tectônicos. Processos deformacionais que suscitam elevações do nível relativo do mar em setores localizados, a partir de mudanças do geoide. É o caso de falhas

na plataforma continental, bem como de outras deformações que acarretam descontinuidades em determinada região costeira. Assim, as atividades tectônicas também podem ser responsáveis por modificar a forma desenvolvida anteriormente, com gênese vinculada a processos erosivos/deposicionais induzidos por alterações climáticas/glacioeustáticas. Alçando-as em patamares superiores.

Todavia, neste momento, dá-se ênfase a dinâmica da morfogênese climática, discutindo brevemente as implicações das variações glacioeustáticas no nível relativo do mar, perante a morfogênese de superfícies geomorfológicas em ambientes costeiros. Trata-se especificamente dos terraços marinhos, terraços fluviomarinhos e terraços de planície de maré.

4.1 Morfogênese climática dos terraços marinhos

São registros geomorfológicos e sedimentológicos com gênese atrelada às mudanças, oscilações e pulsações climáticas, cujas formas residuais são originadas em função da dinâmica erosiva/deposicional costeira, resultantes da influência das mudanças glacioeustáticas do nível do mar. Em alguns casos, também podem possuir gênese associada à alteração do balanço sedimentar continental, aumento no fornecimento de material para região costeira por meio de transporte fluvial e consequente retrabalhamento das ondas. Porém, com amplitudes menores e, portanto, normalmente sendo associados a baixos terraços marinhos.

Neste contexto, destaca-se aqui a morfogênese climática de terraços marinhos elaborados por variações glacioeustáticas. Nos estádios glaciais, calotas polares se expandem em direção às latitudes mais baixas, ocasionando retenção de grandes volumes de água em forma de gelo sobre continentes e acarretando à retração dos oceanos por processo de descensão do nível relativo do mar, denominado de regressão marinha. Nos períodos interglaciais, calotas polares se retraem em direção às latitudes mais altas, suscitando diminuição dos volumes de água retidos sobre continentes e ocasionando expansão dos oceanos pela elevação do nível relativo do mar, processo denominado de transgressão marinha.

Esses movimentos do nível relativo do mar, em função das mudanças climáticas promovidas pelas glaciações pleistocênicas, alteraram a dinâmica erosivo/deposicional da costa oceânica brasileira, provocando grandes transformações nas áreas da plataforma continental e das planícies oceânicas. Segundo o princípio de Bruun (1962), quando o perfil médio de equilíbrio do nível do mar é rompido por transgressões marinhas observa-se a retrogradação da costa. Quando é rompido por regressões marinhas, ocorre a progradação da costa.

Dominguez (1982) e Suguio (2003a) indicam que quando o perfil de equilíbrio é atingido (estabilizações), a consequente ascensão no nível do mar destruirá esse equilíbrio, que será restabelecido pela sua migração rumo ao continente. O prisma praial será erodido e o material resultante da erosão será transportado da praia para a antepraia, provocando retrogradação da costa e desenvolvendo bancos e esporões de areia que

podem evoluir para ambientes lagunares. Pode-se afirmar então, que o processo de retrogradação submerge áreas antes emersas, pertencentes à antiga planície oceânica, prolongando a plataforma continental, originando costas de submersão (JOHNSON, 1919) ou costas de recuo (VALENTIN, 1952).

Em relação ao processo de progradação verifica-se o inverso; Dominguez (1982) e Suguio (2003a) afirmam que o perfil de equilíbrio rompido por uma descensão do nível do mar será restabelecido pela sua migração rumo ao oceano. Assim, ondas transportarão os sedimentos inconsolidados da antepraia para o continente, depositando-os no prisma praiial, promovendo progradação da costa. A transição das areias da antepraia para a zona de praia, durante episódios regressivos, também pode originar registros geomorfológicos, indicadores de paleoclimas, como os terraços marinhos. Verifica-se então que o processo de progradação emerge áreas antes submersas, pertencentes à antiga plataforma continental, prolongando a planície oceânica, originando costas de emersão (JOHNSON, 1919) ou costas de avanço (VALENTIN, 1952).

Para Suguio (1998), terraços marinhos são caracterizados por depósitos litorâneos arenosos de origem marinha que representam antigo relevo costeiro, situados acima ou abaixo do atual nível médio do mar. Representam paleolinhas praiiais e tornam-se, assim como terraços fluviomarinhos e fluviais, registros geomorfológicos possivelmente relacionados às mudanças/oscilações/pulsões climáticas quaternárias, conceitos estabelecidos originalmente por Perez Filho e Rubira (2019) e aperfeiçoados por Rubira e Perez Filho (2021b, no prelo).

Dessa maneira, podem auxiliar na investigação e compreensão da ocorrência temporal de episódios eustáticos relacionados a períodos glaciais e interglaciais, a eventos regressivos e transgressivos, respectivamente. Constituem-se importantes feições nas reconstituições paleogeográficas.

4.2 Morfogênese climática dos terraços fluviomarinhos

Existem raras definições sobre terraços fluviomarinhos na literatura geomorfológica brasileira. As únicas encontradas associam-se ao dicionário geológico-geomorfológico proposto por Guerra e Guerra (1997) e as pesquisas publicadas por Rubira e Perez Filho (2019) e Rubira (2019). Ambos os autores determinam que tais superfícies são compostas pela sobreposição de depósitos fluviais e marinhos, provenientes de processos de erosão e deposição, intimamente relacionados à atuação conjunta do rio e oceano em áreas estuarinas.

Com base nesta problemática, informa-se ao leitor que as acepções sobre estas formas, inferidas nesta seção, baseiam-se exclusivamente na observação da dinâmica e interpretação evolutiva realizadas e publicadas por Rubira e Perez Filho (2019) e Rubira (2019). Tais superfícies geomorfológicas foram identificadas pelos autores na foz da bacia hidrográfica do rio Araranguá, litoral sul catarinense.

Nesse sentido, Rubira e Perez Filho (2019) e Rubira (2019), indicam que os terraços fluviomarinhos localizam-se paralelamente a baixos cursos fluviais, espacializando-se ao

longo de áreas rebaixadas, constantemente afetadas por movimentos eustáticos pleistocênicos-holocênicos. Portanto, são associados a antigos ambientes estuarinos, paleobaías e paleolagunas colmatadas durante regressões marinhas.

Segundo Rubira e Perez Filho (2019) e Rubira (2019), estes compartimentos geomorfológicos caracterizam-se pela superposição de materiais marinhos e aluviais ao longo da sucessão da coluna estratigráfica e, por este fator, tornam-se essenciais para reconstituições geocronológicas de ambientes costeiros. Ao mesmo tempo que testemunham flutuações eustáticas ao longo do Holoceno (materiais marinhos), revelam a atuação de pulsos climáticos associados fases continentais mais secas (materiais aluviais). Entretanto, deve-se evitar generalizações, uma vez que a ocorrência de depósitos continentais não pode ser associada unicamente a momentos mais secos. Momentos muito úmidos também produzem sedimentação continental, sobretudo fluxos gravitacionais em encostas.

Para Rubira e Perez Filho (2019) e Rubira (2019), a morfogênese climática destes terraços está vinculada à atuação de transgressões marinhas suscitadas por períodos interglaciais, responsáveis pela retrogradação da costa, recuo das confluências fluviais mediante afogamento do baixo curso e deposição de materiais marinhos. Segundo os autores, com alternância para fases climáticas mais frias, associadas a períodos glaciais, iniciam-se regressões marinhas que sucedem os *optimum* climáticos (eventos transgressivos), ocasionando à progradação da costa e expansão dos baixos cursos fluviais, que voltam a drenar áreas antes submersas. Esta dinâmica suscita a incisão do talvegue e alargamento horizontal da planície fluvial por meio de migração lateral do canal, que por sua vez, busca a direção preferencial para efetivação do percurso de drenagem, depositando materiais aluviais sobre os marinhos alojados anteriormente.

Neste sentido, de acordo com Rubira e Perez Filho (2019) e Rubira (2019), estes processos erosivos de alargamento e incisão, intimamente associados a mudança do nível de base geral, são responsáveis pela elaboração de terraços fluviomarinhos, desenvolvendo rampa morfológica bem definida, adjacente a setores centrais rebaixados dos baixos cursos fluviais que desembocam em oceanos.

4.3 Morfologia Climática e estratigrafia dos terraços de planície de maré

São compartimentos geomorfológicos compostos por diferentes camadas estratigráficas que representam antigos ambientes deposicionais acima dos níveis dos mangues atuais. Também são característicos da transição entre sistema marinho e fluvial, entretanto, são controlados principalmente pela variação de intermarés em ambiente paleoestuarino de baixa energia e água rasa. Os terraços de planícies de maré, do mesmo modo que os marinhos e fluviomarinhos descritos anteriormente, estão diretamente associadas as variações glacioeustáticas induzidas por eventos paleoclimáticos (RUBIRA, 2019).

De acordo com Suguio (2003b) estas superfícies geomorfológicas desenvolvem-se em margens de estuários, lagunas, baías ou atrás de ilhas-barreira. Segundo Suguio

(2003b) a largura das planícies de maré é muito variável, podendo atingir pouco mais de 10 km, mas o comprimento ao longo da costa pode estender-se por centenas de quilômetros. Para o autor, a largura varia principalmente em função das amplitudes de maré, sendo menores em condições de micromaré (menor que 2 m), maiores em macromaré (maior que 4 m) ou intermediárias em mesomaré (entre 2 e 4 m).

Suguio (2003b) determina que os depósitos que compõem os terraços de planície de maré são peculiares de regiões costeiras muito planas, de baixa energia, com ausência de ondas mais fortes e com consideráveis amplitudes de marés. Segundo o autor, grande parte dos sedimentos recém depositados nesse ambiente são submetidos à exposição subaérea nas fases de maré baixa.

Nesse sentido, Suguio (2003b) aponta a coexistência de três zonas deposicionais distintas nestes ambientes: supramarés, intermarés e inframarés. Segundo o autor, a zona de supramaré espacializa-se internamente, continente adentro (*supratidal zone*); a zona de intermarés situa-se em setores da planície de maré quase integralmente cobertas pelas águas na preamar (maré alta ou maré cheia) e expostas na baixa-mar; e a zona de inframarés (*subtidal zone*) localiza-se mais externamente, mar adentro, onde também se desenvolvem canais de maré (*tidal channels*) e baixios areno-argilosos.

Segundo Mendes (1984), considerando-se os tipos de sedimentos, tem-se dois tipos de planícies de maré: as siliciclásticas (*siliciclastic tidal flats*) e as carbonáticas (*carbonate tidal flats*). Informa-se ao leitor, que as acepções sobre à arquitetura deposicional destas formas, inferidas nesta revisão teórica, baseiam-se exclusivamente no tipo siliciclástico, composto predominantemente por areias finas, siltes e argilas. Trata-se de disposição deposicional similar às seções esquemáticas elaboradas por Mackenzie (1968), Klein (1972), Knight e Dalrymple (1975), Dias-Brito, Moura e Bronnimann (1982), Mendes (1984), Suguio (2003b) e Rubira (2019).

Tomando como base às análises dos autores citados no parágrafo anterior, verifica-se que os sedimentos das camadas associados à zona das intermarés, são constituídos pela sucessão de quatro camadas estratigráficas compostas por lamas e areias finas, comumente depositadas alternadamente. Segundo os autores, as areias tendem a concentrar-se na base das colunas estratigráficas, enquanto os siltes e argilas nas partes superiores, devido ao decréscimo de energia das correntes de maré e das ondas nesse sentido (Figura 3).

Nesta perspectiva, Knight e Dalrymple (1975) elaboraram sequência hipotética de costa progradante de macromarés (amplitude superior a 4 m) com corpos arenosos e lamosos de zonas supramarés, intermarés e inframarés. Dinâmica deposicional semelhante foi observada por Rubira (2019) na planície costeira da bacia hidrográfica do rio Itapocu, localizada no litoral norte do Estado de Santa Catarina (Figura 3).

Segundo Rubira (2019), quando estas superfícies geomorfológicas, encontram-se acima do nível do alcance das variações de maré e mangue atual, guardando arquitetura estratigráfica típica de sedimentação neste ambiente, podem ser classificadas como terraços de planície de maré, evidenciando uma antiga área submersa.

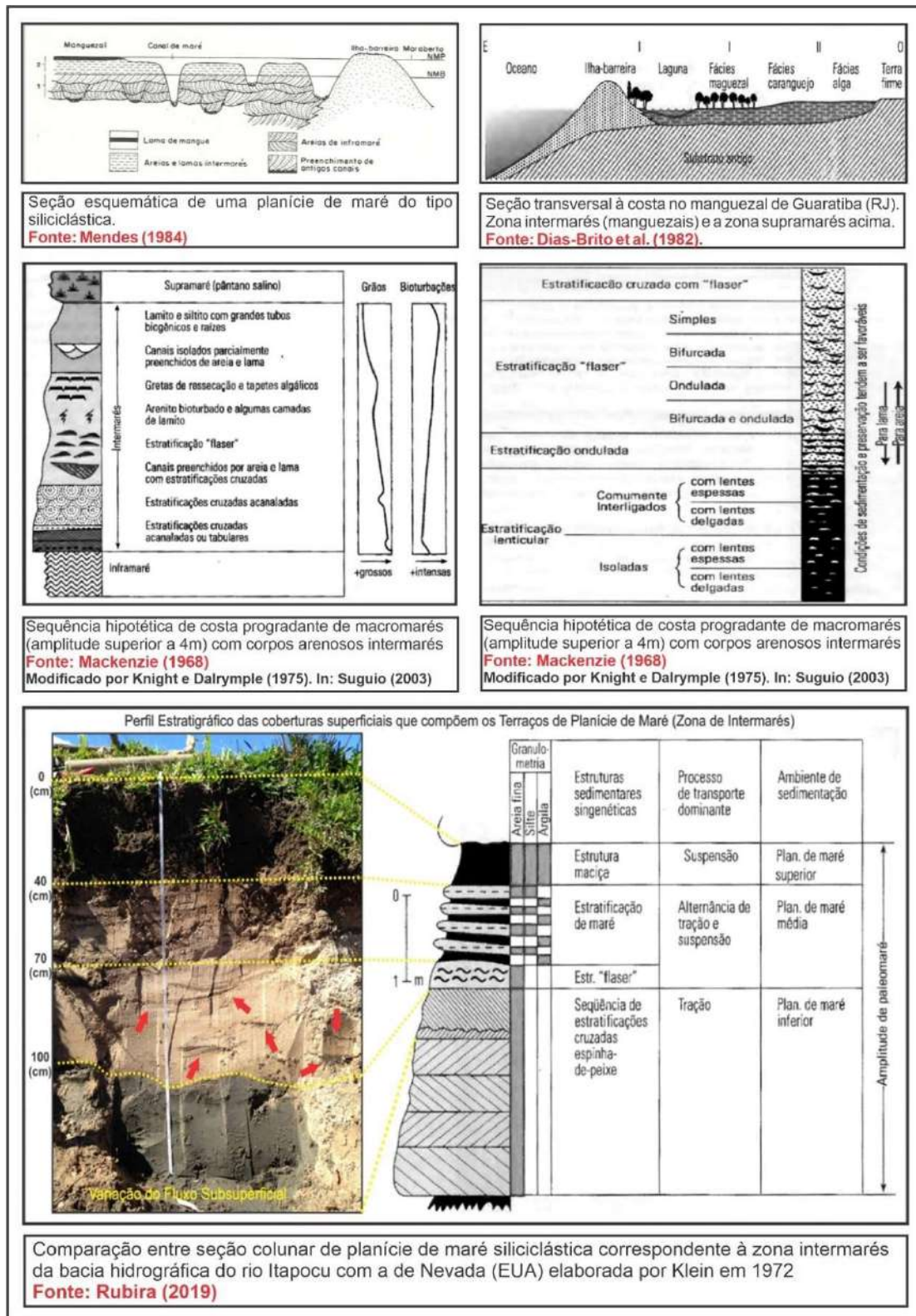


Figura 3: Seções transversais esquemáticas de planícies de maré do tipo siliciclástica, sequências hipotéticas de costas progradante sob influência de macromarés e colunas estratigráficas típicas de planície de maré correspondentes à zona de intermarés. Fonte: Mackenzie (1968), Klein (1972), Knight e Dalrymple (1975), Dias-Brito, Moura e Bronnimann (1982), Mendes (1984), Suguio (2003b) e Rubira (2019)

Segundo a literatura acima indicada, a primeira camada estratigráfica, vinculada aos materiais superficiais das zonas de intermarés, geralmente é composta predominantemente por areias quartzosas finas a muito finas, interdigitadas por partículas siltico-argilosas depositadas por suspensão, mal selecionadas, de coloração escura, com estrutura maciça, ricas em carbonato de cálcio e matéria orgânica. Evidenciando avançado grau avançado de bioturbação e laminação planoparalela (Figura 3).

A segunda camada estratigráfica vincula-se à estratificação de maré. Os sedimentos são compostos por lamas e areias finas, depositadas mediante alternância rítmica de tração durante períodos de inundação da preamar (faixas de areia fina) e suspensão ao longo de recuo suscitado pela baixa-mar (lâminas de silte e argila). Segundo Suguio (2003b), as lâminas de lama são decantadas durante fase estacionária de maré alta. As correntes de maré, durante o abaixamento, não são suficientemente fortes para erodi-las. A repetição desses mecanismos desenvolve as lâminas lamosas entre faixas arenosas (Figura 3).

A terceira camada estratigráfica, subjacente a de estratificação alternada de maré, na transição entre as areias (porções inferiores dos perfis) e lamas (porções superiores dos perfis) é representada por estratificação do tipo “*flaser*”, bifurcada e ondulada, cujas ocorrências dependem dos teores relativos desses sedimentos. Neste tipo de estratificação, as condições hidrodinâmicas devem ser mais favoráveis à sedimentação e preservação da areia que da lama (Figura 3).

A quarta camada estratigráfica, também vinculada à zona de intermarés, situada em profundidade, próximas aos afloramentos dos fluxos subsuperficiais, exibem estratificação cruzada do tipo espinha-de-peixe (*herringbone crossbedding*) em sentidos opostos, separadas por delgado filme argiloso. Segundo Suguio (2003b), este tipo de estratificação é resultante de transporte bipolar e bimodal das correntes de maré desenvolvidas em antigos canais, constituindo limites de sequência abruptos.

5. CONCLUSÃO

A partir das discussões realizadas, nota-se a tentativa por parte dos pesquisadores em desenvolver um modelo geral sobre a tendência dos fenômenos climáticos e eustáticos do Quaternário. Todavia, é importante notar que cada sistema ambiental possui suas especificidades, com contextos regionais estruturais distintos. Tais singularidades podem possibilitar uma série de combinações tectônicas e climáticas, refletidas na diversidade de intensidade dos processos erosivos/deposicionais que atuam em determinada região, proporcionando distintas configurações no relevo costeiro brasileiro.

Deste modo, é imprescindível ressaltar que tais especificidades vão induzir a atuação de diferentes ritmos e intensidades perante a dinâmica dos movimentos eustáticos e, conseqüentemente, proporcionar a diversificação de registros marinhos em cotas altimétricas variadas.

Verifica-se que algumas configurações regionais favorecem maior alcance das variações do nível relativo do mar em direção ao interior continental, como parece ser o caso da região sul do Brasil. Enquanto no litoral norte, por exemplo, observa-se menos

dinamicidade acima do nível relativo do mar atual no decorrer do holoceno, resultando nos poucos registros identificados até o momento para este setor da costa brasileira.

Estas especificidades, justificam, portanto, a coexistência de terraços em posições altimétricas divergentes, com morfologias singulares, extensões espaciais distintas e com estruturas sedimentares caracterizadas por aportes granulométricos e sequências estratigráficas também divergentes ao longo da costa do Brasil.

Neste sentido, deve-se tomar cuidado com tentativas de generalização do alcance de determinado evento transgressivo ao longo de todo litoral do Brasil. Por meio da literatura, fica evidente que a altitude isolada dos registros não se configura mais como condição dominante para as interpretações de paleoníveis marinhos, precisa-se ir além.

Por meio das bibliografias envolvidas nessa revisão, verifica-se que o aprimoramento das técnicas de datação permitiu a compreensão temporal mais precisa das variações do nível relativo do mar e, conseqüentemente, o melhor entendimento dos eventos paleoclimáticos vinculados à gênese dos relevos costeiros (avanços). Antigamente determinadas a partir de interpretações provenientes de datações relativas e, portanto, inevitavelmente subjetivas.

Por fim, constata-se também, a coexistência de lacunas do conhecimento em relação aos efeitos tectônicos perante o desenvolvimento das superfícies geomorfológicas em margens passivas, bem como da influência dos efeitos deformacionais no âmbito regional de alcance das amplitudes eustáticas. Embora, estudos contemporâneos venham proporcionando, paulatinamente, novos conhecimentos relativos a neotectônica costeira.

Agradecimentos

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

Referências Bibliográficas

ALVES, D. P. V.; MAHIQUES, M. M. Deposition and sea-level evolution models for Upper Pleistocene / Holocene in the São Sebastião Channel (SE Brazilian coast) inferred from 5th order seismic stratigraphy. **Journal of South American Earth Sciences**, v.93, p.382-393, 2019.

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.

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.

ANGULO, R. J.; GIANNINI, P. C. F.; SUGUIO, K.; PESSEDA, L. C. R. The relative sea-level changes in the last 5500 years southern Brazil (Laguna-Imbituba region, Santa Catarina State) based on vermetid ¹⁴C ages. **Marine Geology**, v.159, 327–339, 1999.

- 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.
- 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, p.486–506, 2006.
- ANGULO, R. J.; PESSENDA, R. C. L.; SOUZA, M. C. O significado das datações ao ¹⁴C na reconstrução de paleoníveis marinhos e na evolução das barreiras quaternárias do litoral paranaense. **Revista Brasileira de Geociências**, v.32, n.1, p.95-106, 2002.
- ANGULO, R. J.; SUGUIO, K. Re-evaluation of the Holocene sea-level maxima for the State of Parana, Brazil. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v. 113, p.385-393, 1995.
- BARRETO, A. M. F.; ANGULO, R. J.; TATUMI, S. H.; WATANABE, S.; AYTA, W. E. F. Datações por termoluminescência (TL) de sedimentos da planície costeira de Paranaguá, Estado do Paraná. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO. 7., 1999, Porto Seguro, Bahia, Brasil, Vol. 1. Ed. UFBA, Salvador, p.1-4, 1999.
- 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, 57-69, 2002.
- BARRETO, A. M. F.; SUGUIO, K.; BEZERRA, F. H. R. B.; TATUMI, S. H.; YEE, M. GIANNINI, P. C. F. Geologia e Geomorfologia do Quaternário Costeiro do Estado do Rio Grande do Norte. **Geologia USP: Série Didática**, v. 4, n. 2, p.1-12, 2004.
- BERGER, W. H.; WEFER, G. On the dynamics of the ice ages: stage-11 paradox, mid-Brunhes climate shift, and 100-ky cycle. **American Geophysical Union Monograph**, v.137, p. 41-59, 2003.
- BERNAT, M.; MARTIN, L.; BITTENCOURT, A. C. S. P.; VILAS-BOAS, G. S. Datation Io/U du plus haut niveau marin interglaciaire sur la côte du Brésil. Utilisation du ²²⁹Tr comme traceur. **Comptes Rendus de l'Academie de Sciences de Paris**, v. 296,
- BEZERRA, F. H. R.; LIMA-FILHO, F. P.; AMARAL, R. F.; CALDAS, L. H. O.; COSTA-NETO, L. X. Holocene coastal tectonics in NE Brazil. In: STEWART, I. S.; VITA-FINZI, C. (eds) **Coastal Tectonics**. Geological Society, London, Special Publications, 146, 279-293, 1998.
- BITTENCOURT, A. C. S. P.; DOMINGUEZ, J. M. L.; MARTIN, L.; FERREIRA, Y. A. F. Dados preliminares sobre a evolução do delta do rio São Francisco (SE/AL) durante o Quaternário: influência das variações do nível do mar. In: SIMPÓSIO DO QUATERNÁRIO NO BRASIL. 4., 1982, Rio de Janeiro, ABEQUA, p.49-68, 1982.
- BITTENCOURT, A. C. S. P.; MARTIN, L.; DOMINGUEZ, J. M. L.; FERREIRA, Y. A. Evolução paleogeográfica quaternária da costa do Estado de Sergipe e da costa sul do Estado de Alagoas. **Revista Brasileira de Geociências**, v.13, n.2, p.93-97, 1983.
- 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. São Paulo: Proceedings, São Paulo, Instituto de Geociências, 1979, p. 232–253.

BUCHMANN, F. S. C.; TOMAZELLI, L. J. Relict Nearshore Shoals of Rio Grande do Sul, Southern Origin and Effects on Nearby Modern Beaches. **Journal of Coastal**, v.35, p. 318-322, 2003.

CASTRO, J. W. A.; SEOANE, J. C. S.; CUNHA, A. M.; MALTA, J. V.; 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.

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.

COHEN, M. C. L; SOUZA FILHO, P. W; LARA, R. L; BEHLING, H; ANGULO, R. A model of Holocene mangrove development and relative sea-level changes on the Bragança Peninsula (northern Brazil). **Wetlands Ecology and Management**, v. 13, p. 433–443, 2005.

COOPER, J. A. G.; MEIRELES, R. P.; GREEN, A. N.; KLEIN, A. H. F., TOLDO, E. E. Late Quaternary stratigraphic evolution of the inner continental shelf in response to sea-level change, Santa Catarina, Brazil. **Marine Geology**, v.397, p.1-14, 2018.

CORRÊA, I. C. S. Les variations du niveau de la mer durant les derniers 17.500 ans BP: l'exemple de La plate-forme continentale du Rio Grande do Sul, Brésil. **Marine Geology**, v. 130, p. 163-178, 1996.

DIAS-BRITO, D.; MOURA, J. A.; BRONNIMANN, P. Aspectos ecológicos, geomorfológicos e geobotânicos da planície de maré de Guaratiba, RJ. In: SIMPÓSIO DO QUATERNÁRIO DO BRASIL, 4., 1982, Rio de Janeiro – RJ. **Atas...**p.153-174, 1982.

DILLENBURG, S. R.; BARBOZA, E. G.; ROSA, M. L. C. C.; CARON, F.; CANCELLI, R.; SANTOS-FISCHER, C. B.; LOPES, R. P.; RITTER, M. P. Sedimentary records of Marine Isotopic Stage 3 (MIS 3) in southern Brazil. **Geo-Marine Letters**, v.40, p. 1099-1108, 2020.

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. 79 f. Dissertação (Mestrado em Geologia), Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 1982.

EMILIANI, C. Pleistocene temperatures. **Journal of Geology**, v.63, p. 538–578, 1955.

FIGUEIREDO JUNIOR, A. G. Geologia dos depósitos calcários biodetríticos da plataforma continental do Rio Grande do Sul. 72f. Dissertação (Mestrado em Geociências). Departamento de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1975.

GONÇALVES, P. M. **Contribuição aos registros do nível do mar e ambientais do Holoceno no litoral norte da Bahia.** 2016. 142 p. Tese (Doutorado em Geologia). Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2016.

GUERRA, A. T.; GUERRA, A. J. T. **Novo dicionário geológico-geomorfológico.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1997. 648 p.

IRION, G; MORAIS, J. O; BUNGENSTOCK, F. Holocene and Pleistocene sea-level indicators at the coast of Jericoacoara, Ceará, NE Brazil. **Quaternary Research**, v. 77, p. 251–257, 2012.

JOHNSON, D. W. **Shore processes and shoreline development**. 1^a ed. New York: John Wiley and Sons, 1919, 584p.

KLEIN, G. V. Determination of paleotidal range in clastic sedimentary rocks. In: INTERNATIONAL GEOLOGICAL CONGRESS PROCEEDINGS, 24, **Proceedings Sect.**, v. 6, p. 397-405, 1972.

KNIGHT, R. J.; DALRYMPLE, R. W. Interdital sediments from the Southshore of Cobequid Bay, Bay of Fundy, Nova Scotia, Canada. In: GINSBURG, R. N. (ed.) **Tidal deposits: a casebook of recent examples and fossil counterparts**, p. 47-55. New York: Springer-Verlag, 1975.

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.

LESSA, D. V. O.; SANTOS, T. P.; VENANCIO, I. M.; ALBUQUERQUE, A. L. S. Offshore expansion of the Brazilian coastal upwelling zones during Marine Isotope Stage 5. **Global and Planetary Change**, v.158, p.13-20, 2017.

LESSA, G. C., ANGULO, R. J. Oscillations or not oscillations, that is the question - reply. **Marine Geology**, v. 150, 189-196, 1998.

LISIECKI, L. E.; RAYMO, M. E. A Pliocene-Pleistocene stack of 57 globally distributed benthic $\delta^{18}O$ records. **Paleoceanography**, v.20, p.1-17, 2005.

LOPES, R. P. Biostratigraphy of the Pleistocene fossiliferous deposits of southern Brazilian coastal area. **Journal of Mammalian Evolution**, v.20, p.69-82, 2013.

LOPES, R. P.; DILLENBURG, S. R.; SCHULTZ, C. L. Cordão Formation: loess deposits in the southern coastal plain of the state of Rio Grande do Sul, Brazil. **An Acad. Bras Ciências**, v.88, n.4, p.2143-2166, 2016.

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, 2014b.

LOPES, R. P.; KINOSHITA, A.; BAFFA, O.; FIGUEIREDO, A. M. G.; DILLENBURG, S. R.; SCHULTZ, C. L.; PEREIRA, J. C. ESR dating of Pleistocene mammals and marine shells from the coastal plain of Rio Grande do Sul state, southern Brazil. **Quaternary International**, v.352, p.124-134, 2014a.

LOPES, R. P.; OLIVEIRA, L. C.; FIGUEIREDO, A. M. G.; KINOSHITA, A.; BAFFA, O.; BUCHMANN, F. S. ESR dating of pleistocene mammal teeth and its implications for the biostratigraphy and geological evolution of the coastal plain, Rio Grande do Sul, southern Brazil. **Quaternary International**, v.212, p.213-222, 2010.

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, 102605, 2020.

MACKENZIE, D. E. Studies for students: Sedimentary features of Alameda Avenue Curt, Denver, Colorado. **Mtn. Geologist**, v.5, p.3-13, 1968.

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 Cananária regions". **Marine Geology**, v.150, p.179-187, 1998.

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.

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, p.101-124, 2003.

MARTIN, L.; FLEXOR, J. M.; BLITZKOW, D.; SUGUIO, K. Geoid change indications along the Brazilian coast during the last 7000 years. In: PROCEEDINGS OF THE FIFTH INTERNACIONAL CORAL REEF CONGRESS, 3, p.85-90, 1985.

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 des 7000 dernières années sur un secteur homogène du littoral brésilien (nord de Salvador, Bahia). In: SUGUIO, K.; FAIRCHILD, T. R.; MARTIN, L.; FLEXOR, J. M. (Eds.), **Proceedings of the International Symposium on Coastal Evolution in the Quaternary**, p.264-295, 1979.

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., São Paulo. **Special Publication**, v. 2, São Paulo, IGCP, Project 61, p.1-98, 1978.

MARTIN, L.; SUGUIO, K.; FLEXOR, J. M. Le Quaternaire marin du littoral brésilien entre Cananéia (SP) et Barra de Guaratiba (RJ). In: SUGUIO, K.; FAIRCHILD, T. R.; MARTIN, L.; FLEXOR, J. M. (Eds.), **Proceedings of the International Symposium on Coastal Evolution in the Quaternary**, p.296-331, 1979a.

MARTIN, L.; SUGUIO, K.; FLEXOR, J. M. **Mapa geológico do Quaternário costeiro dos Estados do Paraná e Santa Catarina**. Brasília: DNPM, 1988. p. 1-40. (Série Geologia, 28; Seção Geologia Básica, 18).

MARTIN, L.; SUGUIO, K.; FLEXOR, J. M. Precautions sur l'utilisation des datations par le radiocarbone pour la reconstruction des anciens niveaux marins (Additif et correctif à: "Le quaternaire marin du littoral brésilien entre Cananéia (SP) et Barra de Guaratiba (RJ)"). In: SUGUIO, K.; FAIRCHILD, T. R.; MARTIN, L.; FLEXOR, J. M. (Eds.). **Proceedings of the International Symposium on Coastal Evolution in the Quaternary**, p.332-342, 1979b.

MARTIN, L.; SUGUIO, K.; FLEXOR, J. M. Shell middens as a source for additional information in Holocene shoreline and sea-level reconstruction: examples from the coast of Brazil. In: VAN DE PLASSCHE, O. (ed.) **Sea-level Research: A Manual for the Collection and Evaluation of Data**. Norwich: Geo Books, p. 503-521, 1986.

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. 95-124, 1980.

MEIRELLES, A. J. A.; ARRUDA, M. G. C.; GORAYEB, A.; THIERS, P. R. L. Integração dos indicadores geoambientais de flutuações do nível relativo do mar e de mudanças climáticas no litoral cearense. **Mercator**, v.4, n.8, p.109-134, 2005.

MENDES, J. C. M. **Elementos de Estratigrafia**. São Paulo: EDUSP, p. 7-71, 1984.

MILNE, G. A.; LONG, A. L.; BASSETT, E. Modeling Holocene relative sea-level observations from the Caribbean and South America. **Quaternary Science Reviews**, v.24, p.1183-1202, 2005.

p.197-200, 1983.

PEDOJA, K., HUSSON, L., REGARD, V., COBBOLD, P.R., OSTANCIAUX, E., JOHNSON, M.E., KERSHAW, S., SAILLARD, M., MARTINOD, J., FURGEROT, L., WEILL, P., DELCAILLAU, B. Relative sea-level fall since the last interglacial stage: Are coasts uplifting worldwide? **Earth-Science Reviews**, v.108, p.1-15, 2011.

PEDOJA, K.; HUSSON, L.; JOHNSON, M. E.; MELNICK, D.; WITT, C.; POCHAT, S.; NEXER, M.; DELCAILLAU, B.; PINEGINA, T.; POPRAWSKI, Y.; AUTHEMAYOU, C.; ELLIOT, M.; REGARD, V.; GARESTIER, F. Coastal staircase sequences reflecting sea-level oscillations and tectonic uplift during the Quaternary and Neogene. **Earth-Science Reviews**, v.132, p.13-38, 2014.

PEREZ FILHO, A.; RUBIRA, F. G. Evolutionary interpretation of Holocene landscapes in eastern Brazil by optimally stimulated luminescence: Surface coverings and climatic pulsations. **Catena**, p. 866-876, 2019.

RAILSBACK, L. B. **Some Fundamentals of Mineralogy and Geochemistry**. Department of Geology, University of Georgia, Athens, Georgia USA. 2015c. Disponível em: <http://www.gly.uga.edu/railsback/Fundamentals/SFMGSubstages01.pdf>. Acesso em 02/10/2018.

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.

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.

ROCHA, T. B.; FERNANDEZ, G. B.; PEIXOTO, M. N. O.; RODRIGUES, A. Arquitetura deposicional e datação absoluta das cristas de praia pleistocênicas no complexo deltaico do Paraíba do Sul (RJ). **Brazilian Journal of Geology**, v. 43, n.4, p.711-724, 2013.

ROSSETTI, D. F.; POLIZEL, S. P.; COHEN, M. C. L.; B, PESSENDA, L. C. R. Late Pleistocene–Holocene evolution of the Doce River delta, southeastern Brazil: Implications for the understanding of wave-influenced deltas. **Marine Geology**, v. 367, p.171-190, 2015.

RUBIRA, F. G. **Espacialização e geocronologia das coberturas superficiais em terraços marinhos, fluviomarinhos e fluviais na foz das bacias dos rios Itapocu e**

Araranguá (SC), decorrentes dos episódios de transgressões e regressões marinhas associadas às oscilações / pulsações climáticas. 328f. Tese (Doutorado em Geografia). Instituto de Geociências, Departamento de Geografia, Universidade Estadual de Campinas, 2019.

RUBIRA, F. G.; PEREZ FILHO, A. Evolução das bases teóricas e metodológicas para identificação das mudanças, oscilações e pulsações climáticas. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v.22, n.4, 2021b. No prelo.

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.

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**, p. 581-602, v.20, n.3, 2019.

RUBIRA, F. G.; PEREZ FILHO, A. Regressão marinha que sucedeu optimum climático holocênico. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v.22, n.3, 2021a. No prelo.

SALVATERRA, A. S.; SANTOS, R. S.; SALAROLI, A. B.; FIGUEIRA, R. C. L.; MAHIQUES, M. M. Evidence of an Marine Isotope Stage 3 transgression at the Baixada Santista, south-eastern Brazilian coast. **Brazilian Journal of Geology**, v.47, n.4, p.693-702, 2017.

SHACKLETON, N. J. The last interglacial in the marine and terrestrial record. **Proceedings of the Royal Society of London**, v.174, p.135–154, 1969.

SUGUIO, K. **Dicionário de geologia sedimentar e áreas afins**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998, 222 p.

SUGUIO, K. **Geologia do Quaternário e Mudanças Ambientais** {Passado + Presente = Futuro?}. São Paulo: Paulo's Comunicação e Artes Gráficas, 2001, 300p.

SUGUIO, K. **Geologia Sedimentar**. São Paulo: editora Edgard Blücher Ltda, 2003b. 400p.

SUGUIO, K.; BARRETO, A. M. F.; BEZERRA, F. H. R. Barra de Tabatinga and Touros Formations: evidence for Pleistocene high sea-level stillstands of the Rio Grande do Norte coast. **Pesquisa em Geociências**, v.28, p.5-12, 2001.

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.

SUGUIO, K.; MARTIN, L. Brazilian coastline quaternary formations: The States of São Paulo and Bahia littoral zone evolutive schemes. **An. Acad. Bras. Ciên.**, v.48, p. 325-331, 1976.

SUGUIO, K.; MARTIN, L. Quaternary marine formations of the states of São Paulo and southern Rio de Janeiro. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON COASTAL EVOLUTION IN THE QUATERNARY. 1., 1978, São Paulo. **Special Publication nº 1**. São Paulo: Brazilian National Working Group for the IGCP- 61, n.1, p.1-55.

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, p. 273-286, 1985.

SUGUIO, K.; MARTIN, L.; FLEXOR, J. M. Les variations relatives du niveau moyen de la mer au quaternaire récent dans la région de Cananéia-Iguape. **Boletim IG**, v.7, p.113-129, 1976.

SUGUIO, K.; PETRI, S. Stratigraphy of the Iguape-Cananéia lagoonal region sedimentary deposits, São Paulo state, Brazil. **Boletim IG, USP**, v.4, p.1-20, 1973.

SUGUIO, K. Tópicos de Geociências para o Desenvolvimento Sustentável: As Regiões Litorâneas, **Geologia USP: Série Didática**, v.2, n.1, p. 1-40, 2003a.

TOMAZELLI, L. J. **Contribuição ao estudo dos sistemas deposicionais holocênicos do nordeste da Província Costeira do Rio Grande do Sul - Com ênfase no sistema eólico**. 507f. Tese (Doutorado em Geociências). Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 270 p.

VALENTIN, H. **Die Küsten der Erde**. 1ªed. Gotha: Justus Perthes, 1952, 118p.

VASCONCELOS, D. L. **Indicadores do nível relativo do mar e evolução costeira durante o Holoceno Tardio no litoral Oeste do Ceará, NE do Brasil**. 82f. Dissertação (Mestrado em Geodinâmica e Geofísica) - Programa de Pós-Graduação em Geodinâmica e Geofísica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2014.

VILLWOCK, J. A. Geology of the Coastal Province of Rio Grande do Sul, Southern Brazil. A Synthesis. **Pesquisas**, v.16, p.5-49, 1984.

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.

XIMENES NETO, A. R.; MORAIS, J. O.; PAULA, L. F. S.; PINHEIRO, L. S. Transgressive deposits and morphological patterns in the equatorial Atlantic shallow shelf (Northeast Brazil). **Regional Studies in Marine Science**, v.24, p.212-224, 2018.