

Aula 4

A GEOMORFOLOGIA COSTEIRA E SUA RELAÇÃO COM O PERÍODO QUATERNÁRIO

META

Abordar o período Quaternário no contexto da Geomorfologia Costeira.

OBJETIVOS

Ao final desta aula, o aluno deverá:

- entender a complexidade e interação dos mecanismos ativos do Quaternário;
- reconhecer as causas das variações do nível relativo do mar durante o Quaternário;
- diferenciar glaciações de interglaciações;
- identificar os indicadores de paleoníveis marinhos do Quaternário;
- entender a evolução paleogeográfica quaternária no Estado de Sergipe.

Aracy Losano Fontes

INTRODUÇÃO

As épocas em que se produziram as glaciações, bem como as condições de sua formação, constituem as características mais marcantes do Quaternário. Além disso, o Quaternário representa um período excepcional, porque abrange eventos atuais e antigos. A partir do conhecimento dos eventos atuais pode-se tentar compreender os eventos antigos, razão porque se diz que o presente é a chave do passado. Da mesma maneira, a partir dos registros precisos do passado, sobretudo do passado recente, pode-se reconstruir os mecanismos e estabelecer as suas eventuais flutuações periódicas. Neste caso, o passado pode constituir uma chave do futuro.

Entretanto, estudos que abrangem alguns anos, décadas ou mesmo séculos, cobrirão períodos de tempo muito restritos para permitirem em previsões confiáveis do futuro, principalmente porque a influência do homem não poderá ser facilmente separada da evolução natural.

O controle através de datações absolutas, a abundância de dados disponíveis, a acessibilidade dos testemunhos e os estudos multidisciplinares em curso no mundo inteiro são fatores que fazem do Quaternário um período geológico excepcional. Finalmente, o Quaternário é a idade do homem.

O que é Quaternário?

A origem desse termo remonta ao ano de 1669 (Século XVII), quando o pesquisador dinamarquês Steno (1638-1687), citado por Suguio (2010), estabeleceu a lei da superposição das camadas sedimentares. Em 1829, o termo Quaternário, referia-se aos depósitos marinhos superpostos aos sedimentos terciários da Bacia de Paris. Em 1833 foi oficializada a palavra Quaternário, referindo-se aos depósitos sedimentares com associações de conteúdos fossilíferos. Essa denominação veio completar a escala do tempo geológico, cujos termos Primário, Secundário e Terciário seriam, posteriormente, substituídos por Paleozóico, Mesozóico e Cenozóico, respectivamente, com base em fósseis faunísticos.

Em 1839, Lyell, como explica Suguio (2010), introduziu a palavra Pleistoceno, com critério também paleontológico e o intervalo de tempo caracterizado por depósitos que abrigam somente espécies viventes foi designado de Holoceno.

Aprenda mais...

Fósseis

Restos de organismos encontrados nas rochas, principalmente nas de origem sedimentar.

Os fósseis constituem evidências de vida no passado geológico

(geologic past), sendo representados por partes duras de animais (ossos, dentes, conchas, etc.) ou vegetais (caules, etc.), alterados em vários graus e podendo apresentar composições diferenciadas: carbonática, fosfática, silicosa, quitinóide, etc. Pela sua natureza e estado de conservação pode-se classificar os fósseis da seguinte maneira:

1. Restos orgânicos fossilizados:
 - 1.1 – Inalterados (valves, dentes, etc.)
 - 1.2 – Alterados (petrificações):
 - a) Silicificados,
 - b) Carbonizados,
 - c) Piritizados e
 - d) Carbonatizados (calcários).
2. Outras estruturas devidas a organismos
 - 2.1 Moldes (interno, externo e contramolde),
 - 2.2 Impressões ou moldes parciais (rastos, etc.),
 - 2.3 Marcas de atividades dinâmica ou fisiológica (sulcos, tubos, nódulos fecais, etc.)

SUGUIO, 1998

Essa subdivisão bipartida do Quaternário ainda subsiste, apesar das desproporções cronológicas de suas durações.

Um dos aspectos mais discutidos do Pleistoceno está relacionado com o seu limite inferior, ou seja, a transição Plioceno – Pleistoceno que foi datado em 1,81 Ma, coincidindo com a implantação das fases Glaciais do Quaternário e com o surgimento do *Homo erectus* na África.

O Pleistoceno, com base em fósseis de mamíferos extintos, foi subdividido em (SUGUIO, 2010, p. 42-43):

- i) Pleistoceno superior (10.000 a 82.800 anos) – corresponde ao estágio glacial Würm, inclusive várias épocas interstadiais, representado por fósseis de *Elephas primigenius*, *Rhinoceros tichorhinus* e *Rangifer tarandus*;
- ii) Pleistoceno médio (82.800 a 355.000 anos) – abrange os estágios glaciais Riss e Mindel, além dos estágios interglaciais Günz-Mindel, Mindel-Riss e Riss-Würm, e é caracterizado pelos fósseis de *Elephas trogontherii*, *Rhinoceros etruscus*, *Rhinoceros mercki* e *Equus caballus*;
- iii) Pleistoceno inferior (355.000 a 1,81 Ma) – compreende o estágio glacial Günz e os anteriores, além dos estágios interglaciais e pré-glaciais, e seria caracterizado por *Elephas meridionalis*, *Mastodon spp.*, *Rhinoceros etruscus*, *Rhinoceros mercki*, *Rhinoceros App.*, *Hippopotamus major*, *Trogontherium cuvieri*, *Equus stenorhinus* e *Leptobos spp.*

Assim, o Pleistoceno abrange várias alternâncias glaciais e interglaciais. No início das pesquisas apenas uma “Grande Idade do Gelo” tinha sido reconhecida. Mais tarde Penk e Bruckner citado por Martin et al (1986)

identificaram na região alpina os períodos glaciais – Gunz, Mindel, Riss e Wurm. Posteriormente, foram acrescentadas a estas fases glaciais, as glaciações Danau e Biber. Na América do Norte a seqüência clássica adotada compreende quatro períodos glaciais: Nebraska, Kansas, Illinois e Wisconsin.

As clássicas alternâncias glaciais/interglaciais da América do Norte e da Europa estão representadas no Quadro 4.1.

O Holoceno é a época mais recente do período Quaternário e teve início ao final da última grande glaciação (Wurm), 10.000 anos AP.

O Quaternário representa o período geológico de grande intensificação das atividades antrópicas. Embora represente parte extremamente limitada da história da Terra, continua sendo um tempo infinitamente grande em relação à duração efêmera da vida humana.

AMÉRICA DO NORTE		ALPES	
<i>Glaciais</i>	<i>Interglaciais</i>	<i>Glaciais</i>	<i>Interglaciais</i>
Wisconsiniano		Würm	
	Sangamoniano		Riss-Würm
Illinoiano		Riss	
	Yarmouthiano		Mindel-Riss
Kansano		Mindel	
	Aftoniano		Günz-Mindel
Nebraskano		Günz	
		Donau (= Danúbio)	
		Biber (Plioceno/Pleistoceno)	

Quadro 4.1 – Unidades geoclimáticas do Pleistoceno.
(Fonte: MENDES, 1984.)

AS MUDANÇAS DO NÍVEL DO MAR NO QUATERNÁRIO E OS SEUS REGISTROS

O que é eustasia ou eustatismo?

Termo criado para designar as variações lentas do nível dos oceanos. Os movimentos eustáticos podem ser: positivos – quando as águas invadem as terras, também chamados de transgressões marinhas; e negativos – quando as águas se afastam da linha litorânea, também denominados regressões marinhas.

As mudanças eustáticas constituem fenômenos complexos que não podem ser explicados somente por episódios de glaciação e deglaciação, embora esta seja a causa de maior alcance global.

Causas das variações do nível relativo do mar durante o Quaternário

As flutuações dos paleoníveis do mar representam uma conseqüência das variações reais dos paleoníveis dos oceanos, conhecidas por eustasia, e

das mudanças dos níveis dos terrenos emersos adjacentes, devido à tectônica e/ou isostasia (Figura 4.1).

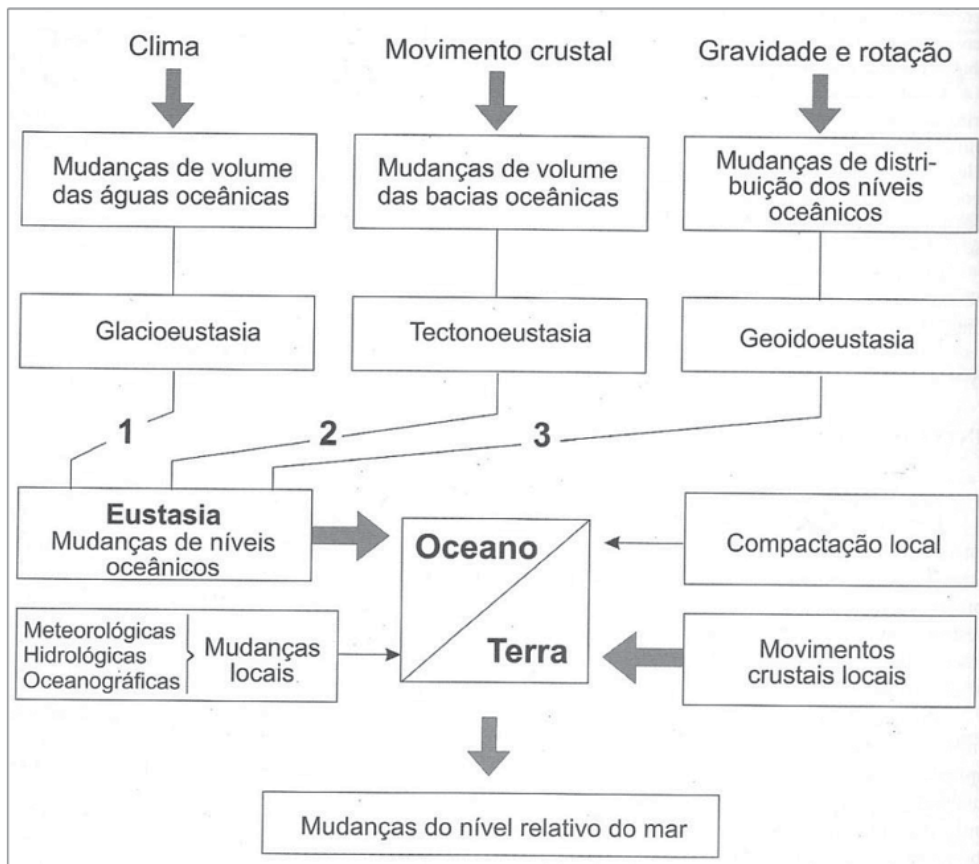


Figura 4.1 – Principais fatores que influem nas variações dos paleoníveis do mar e paleolinhas de costa durante o Quaternário, compreendendo fatores mundiais, regionais e locais. (Fonte: SUGUIO et al., 2005.)

As variações dos paleoníveis do mar são controladas principalmente por:

- a) flutuações nos volumes das bacias oceânicas, sobretudo em consequência da tectônica de placas, causando a tectonoeustasia;
- b) flutuações nos volumes das águas contidas nas bacias oceânicas, principalmente por fenômenos de glaciação (formação de geleiras) e deglaciação (fusão das geleiras), dando origem à glacioeustasia; e
- c) deformações das superfícies oceânicas, principalmente por causas gravitacionais, causando a geoidoeustasia.

Segundo estudos de imagens orbitais fornecidas por satélites artificiais, as diferenças de altura entre o geóide atual e o elipsóide terrestre apresentam valores máximos na Nova Guiné e mínimos no arquipélago das Maldivas, cuja diferença chega a 180 m. Algumas variações do nível do mar ocorridas no passado, como a regressão na ilha de Barbados e a transgressão nas ilhas do Havaí, ocorridas há 115.000 anos A.P. foram atribuídas a geoidoeustasia (MORNER, 1976).

Aprenda mais.....

Isostasia

Teoria que postula a tendência da crosta terrestre de manter-se em estado de quase-equilíbrio. Segundo este princípio, áreas de crosta compostas de material menos denso ascenderiam topograficamente acima das formadas de material mais denso. Existem duas teorias para explicar o fenômeno da isostasia: (a) Teoria de Pratt, que admite densidades diferentes para a crosta terrestre, sendo maiores sob as montanhas do que sob os oceanos e (b) Teoria de Airy, segundo a qual, admite-se a densidade crustal como constante, de modo que as áreas montanhosas seriam compensadas por “raízes”, analogamente às extensões subaquáticas dos icebergs que flutuam nos oceanos.

SUGUIO, 1998

Por outro lado, as mudanças dos paleoníveis dos continentes são controladas por:

- a) movimentos tectônicos, horizontais e verticais, que afetam a crosta terrestre por mecanismos da dinâmica interna, cujas escalas temporais de atuação variam desde geológicas, que são muito longas, até instantâneas, como os movimentos sísmicos;
- b) movimentos isostáticos relacionados às variações nas sobrecargas exercidas pela expansão (glacialção) ou retração (deglaciação) das calotas glaciais sobre continentes ou ainda pela deposição e erosão em bacias sedimentares ou pela transgressão e regressão sobre as plataformas continentais (hidroisostasia); e
- c) deformações das superfícies continentais, devidas principalmente a causas gravitacionais.

Portanto, entre as causas dos movimentos eustáticos ocorrem as que dependem dos volumes de águas oceânicas, das mudanças isostáticas e dos movimentos geoidais que se associam ou não aos movimentos crustais, locais ou regionais.

Entre as causas das mudanças do nível relativo do mar, a glacioeustasia é a mais importante, sendo de caráter global. As mudanças isostáticas são as causas mais importantes nas adjacências das antigas calotas glaciais, como acontece na península da Escandinávia e no Canadá. Os movimentos crustais podem ser as causas significativas nas vizinhanças de cinturões móveis, como ocorre no arquipélago japonês.

Assim, em geral, pode-se falar somente em variações do nível relativo do mar.

Geoidoeustasia

Mudança do nível oceânico (eustasia), através do tempo geológico (geological time), por modificações na distribuição dos materiais de diferentes densidades que compõem a crosta oceânica (oceanic crust). Hoje em dia, as conseqüentes diferenças dos níveis oceânicos podem ser medidas por satélites geodésicos.

Geóide

Forma da Terra obtida estendendo-se continuamente o nível médio do mar através dos continentes. É a superfície de referência para observações astronômicas e nivelamentos geodésicos. A forma da Terra, medida através de satélites geodésicos, tem mostrado deformações na superfície do oceano de mais de 60 m nas proximidades de Nova Guiné até menos de 60 m na parte ocidental da Índia. Essas deformações refletem a heterogeneidade existente na composição dos materiais do manto superior e, portanto, seriam importantes evidências da estrutura interna da Terra.

SUGUIO, 1998

Hidroisostasia

Fenômeno de compensação glacioisostática que ocorreu, após o clímax do último estágio glacial do hemisfério norte (cerca de 18.000 anos A.P.), por exemplo, nas zonas litorâneas da América do Sul, por efeito de pressão hidrostática da coluna de água de degelo sobre o assoalho oceânico, principalmente nas áreas de plataformas continentais. Por este efeito, parece ter ocorrido subsidência desta área, acompanhada por levantamento das planícies costeiras adjacentes.

SUGUIO, 1998

As possíveis causas das glaciações

Qual teria sido a causa primordial que desencadeou o advento das glaciações?

Numerosas teorias têm sido propostas para explicar as causas dos períodos glaciais e das mudanças cíclicas glaciais/interglaciais que se produziram no decorrer do período Quaternário.

A origem das variações paleoclimáticas é complexa e resulta da interação de diversos fenômenos astronômicos, geofísicos e geológicos atuando em diferentes escalas temporais e espaciais, a saber: (SUGUIO, 2010)

a) Atividade solar – varia com o ciclo de manchas solares de aproximadamente 11 anos em média, constituindo-se em variações de curto período.

Com a variação da atividade solar ocorre o aumento ou diminuição na quantidade de calor irradiado, sobre a superfície terrestre, causando mudanças no clima.

b) Teoria astronômica de Milankovitch (1920), como explica Suguio (2010) – apresentou uma curva de variações da insolação durante os últimos 500.000 anos e, posteriormente, de 1 milhão de anos.

Segundo essa teoria, a insolação ou radiação solar efetiva que incide sobre a superfície terrestre dependeria dos seguintes parâmetros planetários:

- Excentricidade da órbita terrestre (0 a 0,067), que varia com um ciclo de 92.000 a 100.000 anos, e quanto maior o seu valor, maiores as diferenças de duração e intensidade da insolação entre o verão e o inverno.

- Obliquidade da eclíptica (21,5° a 24,5°), que corresponde ao grau de adernamento do eixo terrestre em relação ao plano da órbita, e varia com um ciclo de 40.000 a 41.000 anos.

- Precessão dos equinócios (das estações), que corresponde à oscilação do eixo da Terra em torno da posição média de sua órbita, com uma periodicidade de 19.000 a 23.000 anos.

Segundo essa teoria, o início da glaciação Günz teria ocorrido há cerca de 600.000 anos, A.P.

Embora a teoria astronômica ofereça uma explicação coerente para a seqüência das principais flutuações paleoclimáticas do Quaternário, outros fatores também influíram nas mudanças globais do clima durante esse período.

c) Modificações na composição da atmosfera terrestre, como mudanças no espectro da radiação solar e nas superfícies ocupadas pelos oceanos e atividades vulcânicas, que provocam alterações na temperatura.

Tipos de indicadores de níveis do mar pretéritos

Os indicadores podem fornecer informações sobre a reconstituição dos níveis relativos do mar ou de linhas de costa pretéritas, sob duas condições:

a) conhecendo-se com precisão a altitude atual do indicador (topo e base) em relação ao zero absoluto (do nivelamento geral) ou ao zero local (nível médio do mar nas proximidades); e

b) Reconhecendo-se a altitude original do indicador em relação ao nível médio do mar no momento de sua formação.

Os indicadores dos eventos holocênicos, e mais raramente pleistocênicos, foram agrupados em três conjuntos: geológicos, biológicos e arqueológicos.

a) Indicadores geológicos

- os depósitos sedimentares marinhos, como os de terraços de construção marinha, situados acima do atual nível do mar formando as planícies costeiras ou as baixadas litorâneas construídas após os máximos relacionados a diferentes episódios transgressivos do Quaternário (Figura 4.2).

- terraços de abrasão marinha que representam superfícies erosivas sustentadas por rochas mais antigas do embasamento – sedimentares ou cristalinas (ígneas ou metamórficas). São originados pela energia das ondas que inicialmente dão origem aos entalhes marinhos podendo evoluir para cavernas marinhas. Com o colapso dos tetos as cavernas transformam-se em terraços de abrasão.



Figura 4.2 – Planície costeira associada a foz do rio São Francisco. Pirambu/SE.
(Fonte: Arquivo da autora.)

- diversos afloramentos de rochas praias (beachrocks) que ocorrem com disposição paralela ao litoral atual nas costas nordeste e leste do Brasil (Figura 4.3).



Figura 4.3 – Recife de arenito. Ipojuca/PE
(Fonte: Arquivo da autora)

b) Indicadores biológicos – são representados por restos biogênicos ligados a partes de animais ou vegetais marinhos ou fósseis – traço encontrados nas adjacências do nível do mar atual.

- incrustações de vermetídeos (moluscos gastrópodes), ostras e corais, além de tocas de ouriços, situados acima do atual nível de vida desses organismos.

- os corais, que fornecem apenas o limite superior atingido pelos antigos níveis do mar. Os recifes de corais existentes ao longo da costa brasileira testemunham níveis do mar superiores ao atual durante o Holoceno (Figura 4.4).

Aprenda mais...

Fóssil Traço

Estrutura devido a organismos, compreendendo pistas, tubos biogênicos e perfurações, representando evidências diretas de vida, porém sem preservação de qualquer parte do organismo.

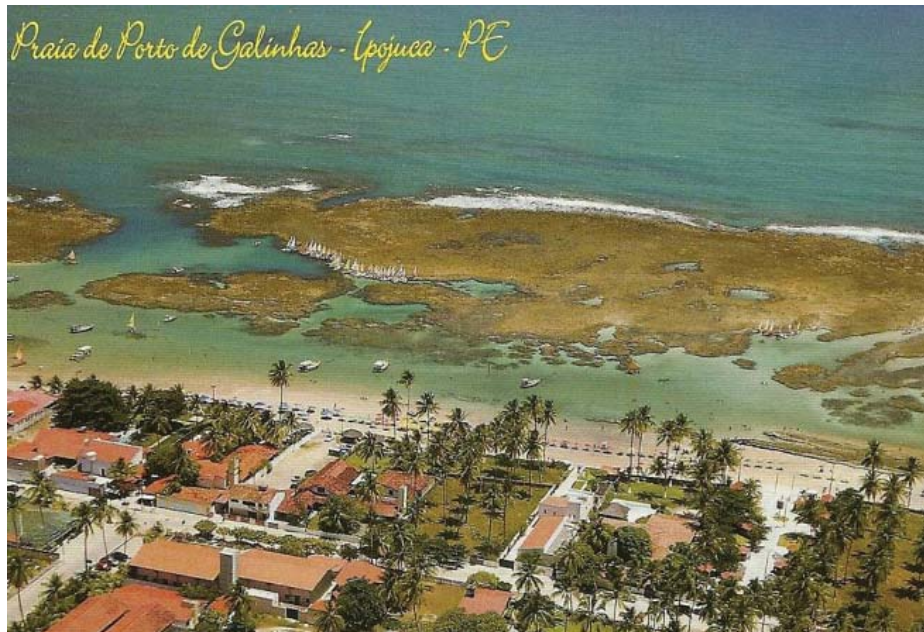


Figura 4.4 – Recifes de corais. Praias de Porto de Galinhas (Ipojuca/PE).
(Fonte: Arquivo da autora.)

- nas costas arenosas com terraços de construção marinha (*wave-built terraces*) são encontrados tubos fósseis de crustáceos do gênero *Callichirus* situados acima do atual nível de vida desses organismos (Figura 4.5).



Figura 4.5 – Tubos fósseis de *Callichirus*. São Paulo.
(Fonte: Arquivo da autora.)

- florestas submersas, paleomangues representados por concentração de restos vegetais de gêneros típicos (*Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa*, *Avicennia tormentosa*, etc.).

c) Indicadores arqueológicos

- Sambaquis

Na costa brasileira, os únicos indicadores pré-históricos úteis nos estudos de paleoníveis do mar e de paleolinhas de costa são os sambaquis, que se localizam sobre substratos de composições e idades diversas (Figura 4.6).

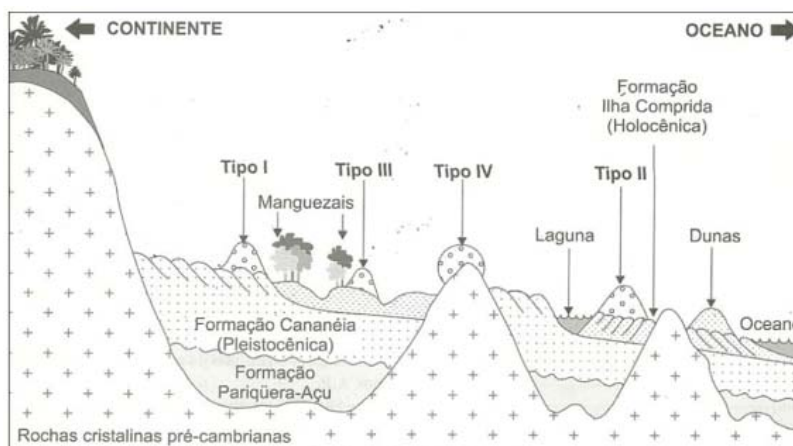


Figura 4.6 – Tipos distintos de substratos, com composições e idades diferentes, de sambaquis (Tipos I a IV) das costas sul e sudeste brasileiras.

(Fonte: VILLWOCK et al., 2005.

)

Os sambaquis situados muito afastados do mar (20 a 30 km ou mais), no interior do continente e nas margens de paleolagunas, sugerem períodos de nível do mar mais elevado.

Saiba mais.....

Sambaquis são montes artificiais de conchas de moluscos construídos pelos antigos habitantes das planícies costeiras. Podem apresentar até algumas dezenas de metros de altura e algumas centenas de metros de diâmetro, instrumentos líticos, ossadas humanas, adornos de outros animais (mamíferos, peixes, etc). No Brasil, os sambaquis se distribuem preferencialmente nas costas sudeste e sul e vários deles, como os de Gaspar (SC) e de Pariquera-Açu (SP), situam-se a quase 30 km da atual linha de costa e, desta maneira, evidenciam fases de nível marinho pretérito acima do atual há cerca de 5.000 anos A.P. (Antes do Presente). Os sambaquis são também conhecidos no Brasil por vários outros nomes: caleiras, casqueiros, cernambis, samauquis e sarnambis.

SUGUIO, 1998

Saiba mais....

O gênero *Callichirus*, que representa um crustáceo decápode marinho vulgarmente conhecido como “corrupto”, é composto por quase 95 espécies distribuídas no mundo inteiro, entre as quais Rodrigues (1966) identificou cinco espécies atualmente viventes na costa brasileira. Entre os tubos fósseis são mais comuns os das espécies *C. major* e *C. mirim*.

SUGUIO, 2010

Ostracode – crustáceo com concha bivalve que vive tanto em água doce como salgada, dependendo da espécie. As conchas são substituídas inúmeras vezes a medida que os indivíduos crescem.

SUGUIO, 2010

EVOLUÇÃO PALEOGEOGRÁFICA QUATERNÁRIA

Os estudos de reconstituição paleogeográfica são de fundamental importância para o entendimento da morfologia costeira atual, bem como para compreensão da origem e disposição geográfica dos diversos ambientes sedimentares e seus ecossistemas associados. Estes estudos baseiam-se em dados e informações referentes aos processos e agentes dinâmicos responsáveis pelas modificações e modelagem das planícies costeiras, tais como,

clima, ondas, correntes litorâneas, eventos tectônicos e as variações do nível relativo do mar (NRM), integrados à distribuição espacial e arquitetura das acumulações sedimentares.

Dominguez et al., (1999) ao estudarem a costa leste do Brasil, identificaram os estágios evolutivos que resultaram na sedimentação das planícies litorâneas, cuja formação está intimamente ligada às variações relativas do nível do mar ocorridas durante o Quaternário. Os eventos mais significativos dessa evolução no Estado de Sergipe foram esquematizados por Bittencourt et al., (1983) e estão graficamente representados na Figura 4.7.

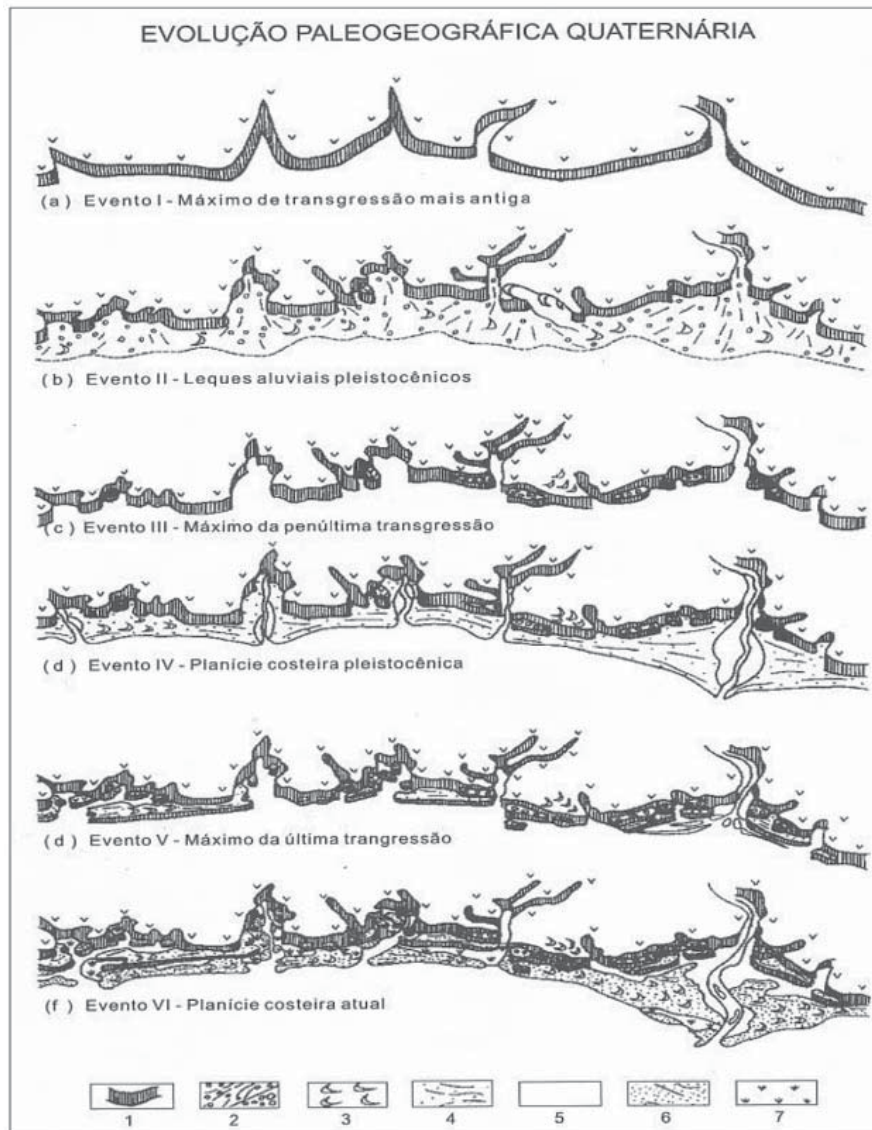


Figura 4.7 – Esquema da evolução paleogeográfica da costa do Estado de Sergipe. (Fonte: CPRM/CODISE, 1977.)

Evento I: Erosão dos sedimentos do Grupo Barreiras durante a Transgressão Mais Antiga, anterior a 123.000 anos A.P., esculpindo falésias que foram recuando até o máximo desta transgressão. Com a subida do nível do mar, os baixos cursos dos rios foram afogados, gerando estuários;

Evento II: Formação de depósitos arenosos, do tipo leques aluviais coalescentes, no sopé das falésias, durante a regressão subsequente à Transgressão mais Antiga, sob um clima semi-árido, com chuvas esparsas e violentas. Nessa ocasião os ventos retrabalharam a superfície desses depósitos formando campos de dunas com sedimentos oriundos da planície costeira, que galgaram os depósitos do Grupo Barreiras.

Evento III: Erosão dos depósitos de leques aluviais coalescentes durante o máximo da Penúltima Transgressão, que alcançou um máximo por volta de 120.000 anos A.P., quando o nível médio do mar atingiu 8 ± 2 m acima do nível atual.

Evento IV: Progradação da linha de costa durante a regressão subsequente à Penúltima Transgressão e formação dos terraços marinhos pleistocênicos, a partir das falésias do Grupo Barreiras e dos testemunhos dos leques aluviais coalescentes. Ainda durante este evento foi instalada uma rede de drenagem na superfície dos terraços marinhos pleistocênicos e retrabalhamento da sua superfície pelos ventos construindo, localmente, campos de dunas.

Evento V: Subida do nível do mar durante a Última Transgressão, que teve seu máximo em 5.100 anos A.P., quando o nível médio do mar atingiu entre 4 e 5 acima do nível atual, provocando a erosão dos terraços marinhos pleistocênicos e, em alguns locais, retrabalhando mais uma vez das falésias do Grupo Barreiras. Os rios da região foram afogados e foi instalado um sistema de ilhas-barreiras, gerando uma série de corpos lagunares.

Evento VI: Descida do nível do mar, após o máximo da Última Transgressão, favorecendo a progradação da linha de costa e a construção dos terraços marinhos holocênicos. As lagunas perderam sua comunicação com o mar, foram colmatadas e evoluíram para pântanos, onde se formaram os depósitos de turfa. Ao longo do litoral desenvolveu-se uma terceira geração de dunas, ainda móveis e com grande desenvolvimento na foz do rio São Francisco.

Desses eventos transgressivos, o último deixou os melhores registros reconhecíveis, que foram datados pelo Método C14 (Carbono 14) e, juntamente com a identificação das feições geomórficas e outros indicadores, permitiram a construção das curvas de variação do nível relativo do mar para a costa leste brasileira e a reconstrução da paleogeografia da zona costeira durante o Holoceno.

Assim, o litoral sergipano esteve submerso até cerca de 5.100 anos A.P., após o que foi submetido a um processo de emersão que dura até os dias atuais, ocasionando um abaixamento médio de 5 metros no nível

relativo do mar. Esta fase regressiva foi responsável pelo desenvolvimento das planícies costeiras holocênicas do Estado de Sergipe.

O registro estratigráfico das planícies costeiras é determinado pelo balanço entre a taxa de variação do nível relativo do mar durante o Quaternário e a taxa de suprimento sedimentar para a linha de costa. Dependendo do balanço entre essas taxas sucessivas, parassequências podem configurar três tipos de padrão de empilhamento dos estratos ou da arquitetura estratigráfica costeira.

Conjuntos de parassequências progradacionais, retrogradacionais e agradacionais são típicos da zona costeira do Estado de Sergipe e registram diferentes momentos na evolução geomórfica dos sítios de sedimentação de forma que materializam suas diferentes etapas da evolução paleogeográfica.

Curvas de variações dos níveis relativos do mar nos últimos 7.000 anos

Com base em dados obtidos de terraços holocênicos e de outros indicadores, que evidenciam paleoníveis do mar diferentes do atual, foram delimitadas curvas parciais ou completas de flutuações de níveis relativos do mar nos últimos 7.000 anos, em vários trechos do litoral brasileiro (Figura 4.8).

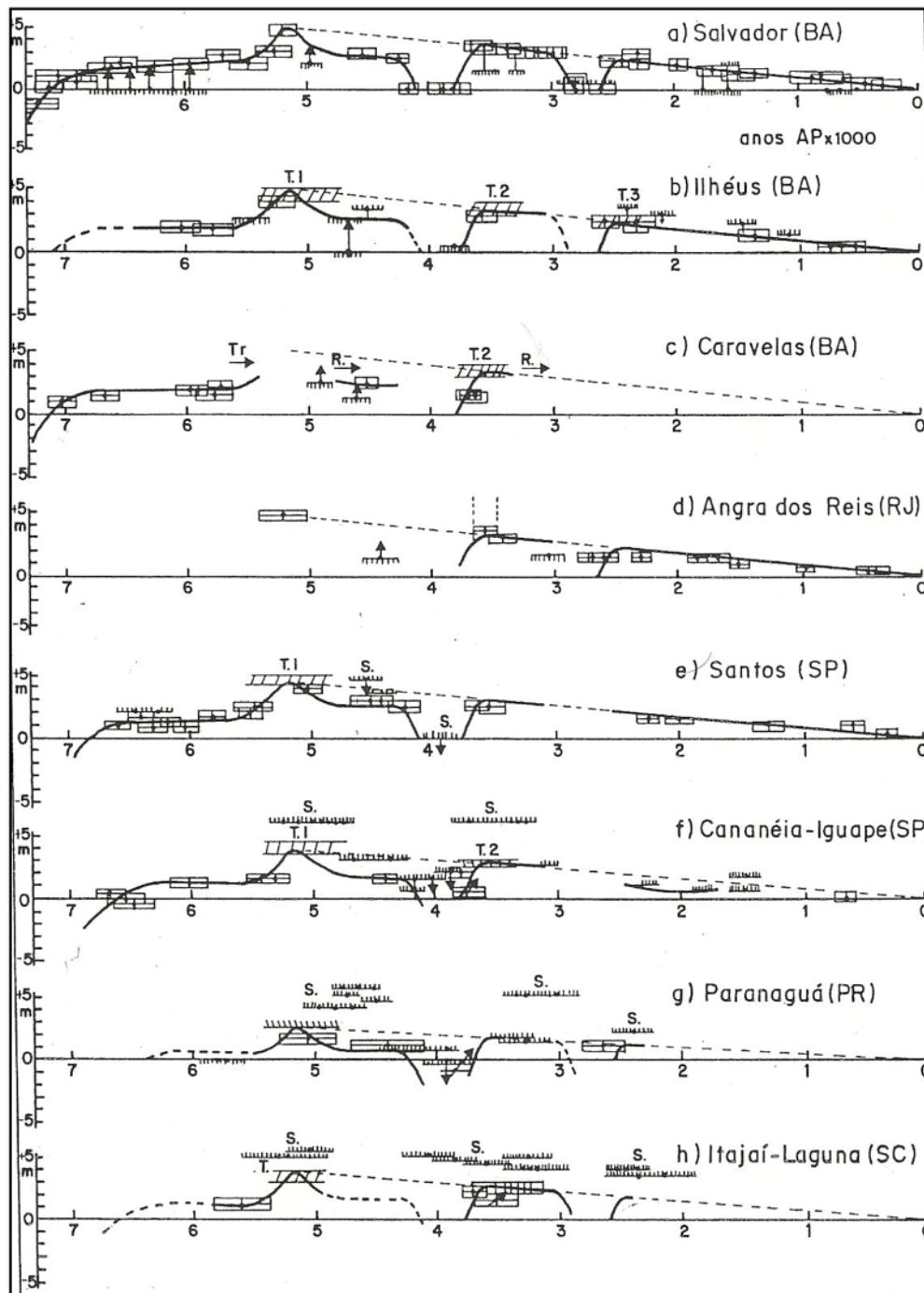


Figura 4.8 – Curvas de variações dos níveis relativos do mar nos últimos 7.000 anos, ao longo de vários trechos do litoral brasileiro. (Fonte: SUGUIO, 2010.)

Cada curva abrangeu apenas trechos de comportamento geológico relativamente uniforme, sobretudo em termos morfoestruturais, sendo considerados trechos relativamente curtos (60 km a 80 km) e que apresentassem número suficiente (20 a 30) de indicadores datados. Em todos os setores estudados, os níveis relativos do mar situaram-se acima do atual, com as seguintes peculiaridades (SUGUIO, 2010: 214):

- a) o atual nível médio do mar foi ultrapassado pela primeira vez 7.000 e 6.500 anos A.P.;
- b) há cerca de 5.100 anos, o nível do mar subiu entre 3 m e 5 m acima da média atual;
- c) há cerca de 3.900 anos, o nível relativo do mar deve ter estado de 1,5 m a 2 m abaixo do atual;
- d) há aproximadamente 3.600 anos, o nível do mar subiu entre 2 m e 3,5 m acima do atual;
- e) há 2.800 anos, ocorreu novamente um pequeno rebaixamento, atingindo um nível inferior ao atual; e
- f) há cerca de 2.500 anos, atingiu-se um nível de 1,5 m a 2,5 m acima do atual, e desde então tem havido uma tendência ao rebaixamento contínuo. Uma vez que o alcance mínimo do método do 14C é de cerca de 300 anos, não se pode determinar a tendência atual por métodos geológicos. Os dados baseados em registros instrumentais (maregramas) indicam que, nos últimos 40 anos, estaria ocorrendo uma subida de nível de 30 cm/século na região da Cananéia (SP). Cifras mais baixas, de 10 a 15 cm/século foram encontradas no Hemisfério Norte.

Até o momento, todas as curvas delineadas para o Brasil apresentam a mesma configuração geral, embora exibam algumas diferenças de amplitudes nos picos. A porção central do litoral brasileiro esteve submersa até aproximadamente 5.100 anos A.P., e desde então permaneceu em emersão. Todavia, essa não é a regra geral para outras partes do mundo, como na costa atlântica dos Estados Unidos, pois o nível relativo do mar jamais ultrapassou o atual durante o Holoceno (Figura 4.9).

Costas em submersão, como a costa leste dos Estados Unidos, caracterizam-se por sistemas de ilhas-barreiras/lagunas, ao passo que as costas em emersão, como as do Brasil, são ocupadas por extensas planícies de cristas praias.

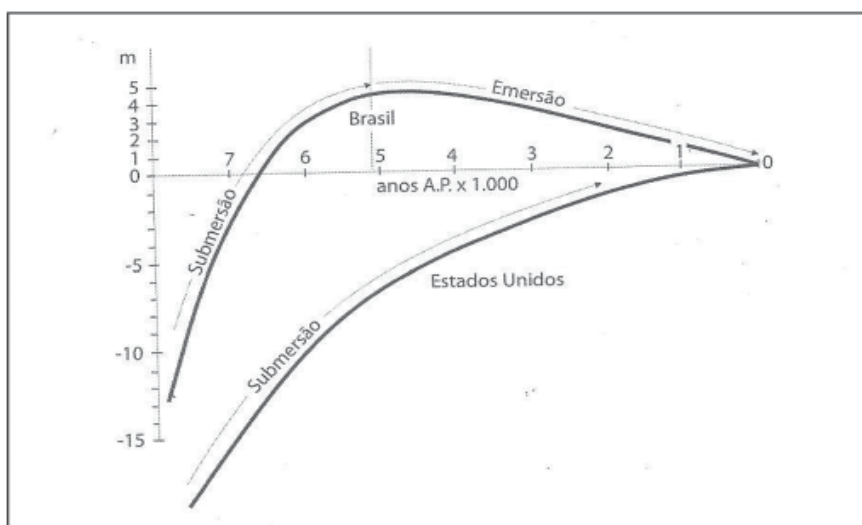


Figura 4.9 – Curvas esquemáticas médias de variações dos níveis relativos do mar ao longo da costa central brasileira e ao longo das costas Atlântica e do Golfo do México nos Estados Unidos durante os últimos 7.000 anos.

(Fonte: SUGUIO, 2010.)

Segundo Bruun (1962), apud Suguio (2010), quando um perfil do equilíbrio é atingido, a subida do nível relativo do mar destruirá esse equilíbrio. Assim, o prisma praiial será erodido e o material resultante transportado e depositado na antepraia, causando a retrogradação da linha de costa (Figura 4.10). Esse processo induzirá uma elevação do fundo submarino da antepraia em igual magnitude à elevação do nível do mar, de modo que a profundidade da água permanecerá constante. Com o rebaixamento do nível relativo do mar as ondas deverão transportar os sedimentos inconsolidados da antepraia rumo ao continente, depositando-os no prisma praiial e promovendo a progradação costeira. Essa transferência de sedimentos da praia externa rumo ao prisma praiial cessará quando a profundidade preexistente tiver sido restabelecida.

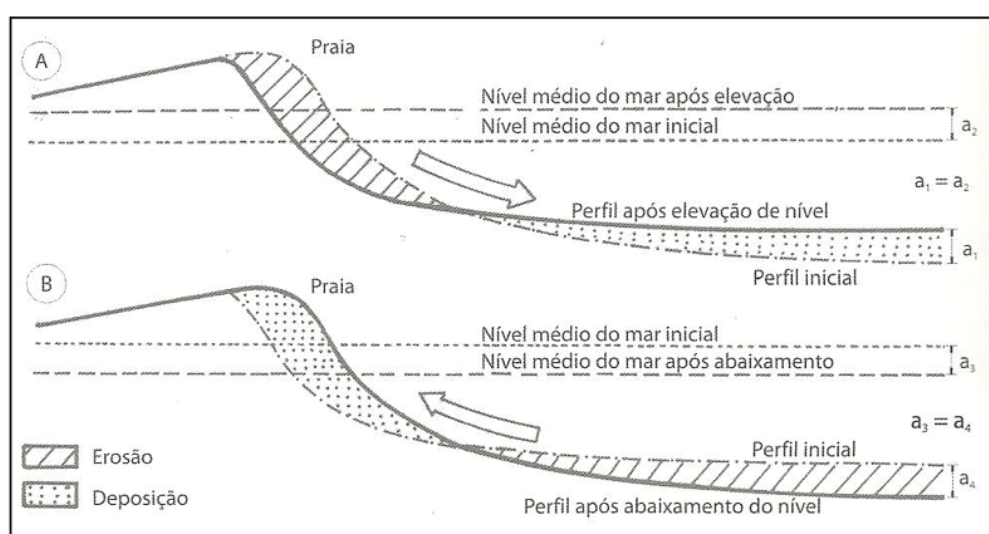


Figura 4.10 – Linha de costa com retrogradação (A) e linha de costa com progradação (B) (Fonte: SUGUIO, 2010.)

CONCLUSÃO

Como vimos, a origem do termo Quaternário remonta ao século XVII, da revolução da ciência, com o estabelecimento da lei da superposição de camadas.

Os principais fatores que influenciaram nas variações dos paleoníveis do mar e nas paleolinhas de costa durante o Quaternário foram: a glacioeustasia, a tectonoeustasia e a geoidoeustasia, que atuam em escalas mundial, regional ou local.

A reconstrução de antigas posições ocupadas pelos paleoníveis do mar e pelas paleolinhas de costa só se tornou viável com a definição de um indicador desse fato, no espaço e no tempo. Os indicadores dos eventos holocênicos e pleistocênicos reconhecidos nas planícies costeiras brasileiras foram agrupados em geológicos, biológicos e pré-históricos.



RESUMO

O período Quaternário divide-se em duas épocas – Pleistoceno e Holoceno. Durante o Pleistoceno ocorreram quatro glaciações na América do Norte e seis na Europa. Distinguem-se dois gêneros de episódios climáticos maiores relacionados com a glaciação: períodos glaciais e períodos interglaciais.

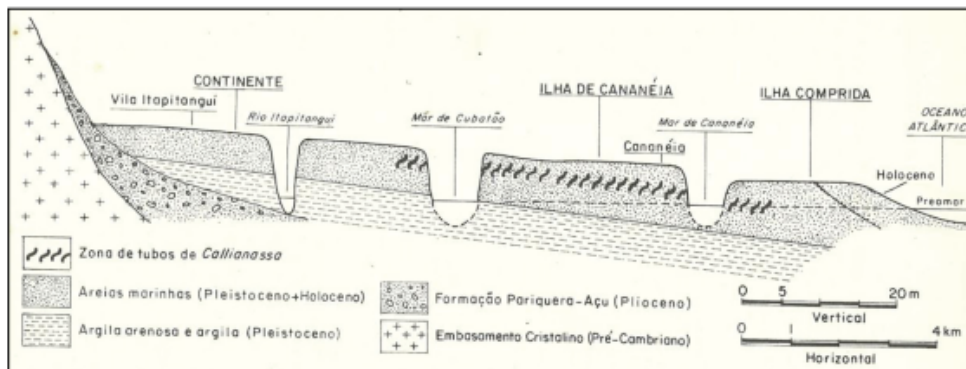
O glacioeustatismo não foi o único tipo de eustatismo atuante no Quaternário, embora tenha sido o mais importante. Há também mudanças do nível do mar provocadas por tectonismo e por alterações da superfície geodésica dos oceanos.

A curva de variação do nível pretérito do mar é constituída com base no reconhecimento de testemunhos de antigas linhas de costa, situados no espaço e no tempo. Observações obtidas de testemunhos datáveis propiciaram a construção de curvas de variação do nível do mar nos últimos 7.000 anos.



AUTOAVALIAÇÃO

1. Observando a figura abaixo indique e caracterize os indicadores de paleoníveis marinhos quaternários do litoral de São Paulo.



2. Explique a afirmativa:

Para reconstruir as antigas posições dos níveis relativos do mar é necessário definir indicadores no tempo e no espaço.

3. Considerando a possibilidade de uma eustasia positiva quais variáveis você propõe monitorar para diagnosticar as alterações no equilíbrio da linha de costa?



PRÓXIMA AULA

Na próxima aula estudaremos as Planícies e Lagunas Costeiras, quando serão apresentados os episódios que modelaram a unidade geomorfológica planície costeira e o ambiente lagunar.

REFERÊNCIAS

- BITTENCOURT, A.C.S.P. et al. Evolução paleogeográfica quaternária da costa do Estado de Sergipe e da costa sul do Estado de Alagoas. **Revista Brasileira de Geociências**. São Paulo, v.13, n. 2, p. 93-97, 1983.
- DOMINGUEZ, J.M.L.; LEÃO, Z.M.A.N.; LYRIO, R.S. 1996. Litoral norte do Estado da Bahia: roteiro da excursão E4. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 37, Salvador. **Anais...** SBG. 32p. 1996.
- DOMINGUEZ, J.M.L.; MARTIN, L.; BITTENCOURT, A.C.S.P. Sea-level history and Quaternary evolution of river mouth associated beach-ridge plains along eastern-southeastern Brazilian coast: a summary. In: NUMMEDAL, D. H.; PILKEY, O.; HOWARD, I. D. (Eds.). **Sea-level fluctuation and coastal evolution**. Tulsa: Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, 1987. p. 115-127 (Special Publication n. 41).
- MORNER, N.A. Eustasy and geoid changes. **Journal of Geology**, v. 84, p. 123-151, 1976.
- SUGUIO et al., Paleoníveis do mar e paleolinhas de costa In: SOUZA, C.R. de G. et al., (Ed.). **Quaternário do Brasil**. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2005.
- SUGUIO, Kenitiro et al. Síntese sobre prováveis níveis relativos do mar acima do atual no Pleistoceno do Brasil. In: CONGRESSO DA ABEQUA, 10, 2005, Guarapari(ES), Anais... Guarapari: **Resumos Expandidos**, 2005. CD-ROM.
- SUGUIO, Kenitiro. **Geologia sedimentar do Quaternário e mudanças ambientais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2010.
- SUGUIO, Kenitiro. **Dicionário de Geologia Sedimentar e áreas afins**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998.
- VILLWOCK J.A. et al., Geology of the Rio Grande do Sul coastal province. **Quaternary of South America and Antarctic Peninsula**. v.4, p. 79-97, 2005.