

MAPA DO CENOZÓICO DO LITORAL DO ESTADO DO PARANÁ

CENOZOIC MAP OF THE STATE OF PARANÁ COASTAL ZONE

Rodolfo José Angulo^{1,2}

RESUMO

O objetivo do trabalho é apresentar um novo mapa dos sedimentos cenozóicos da região litorânea do Estado do Paraná. A área foi mapeada na escala 1:50.000. Foram identificadas unidades compostas por sedimentos continentais e costeiros com idades do Mioceno Inferior até o Holoceno. O litoral paranaense é composto por três unidades geomorfológicas principais: Serra do Mar, Primeiro Planalto e Planície costeira. A Serra do Mar é composta por bordas dissecadas de planalto e por núcleos serranos formados por erosão diferencial denominados altas serras. Os setores de Primeiro Planalto paranaense incluídos na área de estudo correspondem a áreas que antigamente pertenciam à bacia do Rio Iguaçu e que, atualmente, como consequência de sucessivas capturas, drenam para as bacias das baías de Paranaguá e Guaratuba. A planície costeira se estende ao longo de toda a costa paranaense e tem largura de até 55 km. A planície formou-se durante os dois últimos ciclos transgressivo/regressivos do Quaternário, relacionados aos ciclos glaciais. Na planície costeira foram mapeadas: planícies com cordões litorâneos e planícies paleoestuarinas do Pleistoceno Superior e Holoceno, dunas frontais do Holoceno e planície de maré, fundos rasos, deltas de maré, depressões intercordões e praias atuais. Também foram mapeadas unidades compostas por sedimentos continentais tais como, Fm. Alexandra do Mioceno Inferior, leques e cones aluviais do Plio-Quaternário e tálus, colúvios e sedimentos fluviais do Quaternário.

Palavras-chave: Mapa geológico, litoral paranaense, sedimentos cenozóicos, Cenozóico, Quaternário.

ABSTRACT

This work aims at presenting a new map of the Cenozoic sediments of the coastal zone of the State of Paraná, Brazil. The study area was mapped on 1:50.000 scale. There were mapping units of continental and coastal sediments ranging from Lower Miocene to Holocene. The Paraná coastal zone is made up of three main geomorphologic units: mountains (Serra do Mar), plateau (Primeiro Planalto) and coastal plain. The mountains

1 Laboratório de Estudos Costeiros, Departamento de Geologia, UFPR.

2 Pesquisador CNPq.

were formed by two main different processes: the dissection of the plateau border and differential erosion. The mountains formed by differential erosion are the highest ones and reach more than 1,500 m in height. The plateau sectors includes in the study area drained in the past to the Iguazu River, that flows westward to Paraná River. After several captures, the rivers of these areas flow eastward to the Guaratuba and Paranaguá estuaries on the State of Paraná coastal zone. The coastal plain occurs along the whole Paraná coast and reaches 55 km in wide. The coastal plain was formed during the last two transgressive regressive cycles in the Quaternary, related to the two late glacial-interglacial cycles. On the coastal are the following features were mapped: Pleistocene and Holocene strand plains and paleoestuarine plains, Holocene foredunes, present tidal flats, shoals, tidal deltas, interdune depressions and beaches. Also continental sediments were mapped: Lower Miocene Alexandra Formation, Pliocene-Quaternary alluvial fans and alluvial cones, Quaternary talus, colluviums and fluvial sediments.

Key-words: Geologic map, coastal zone, southern Brazil, Cenozoic, Quaternary.

INTRODUÇÃO

O primeiro mapa geológico do litoral paranaense foi publicado no trabalho pioneiro de Bigarella (1946). Posteriormente, Bigarella et al. (1957) publicaram o mapa da Baía de Guaratuba e Bigarella & Doubek (1963), a folha geológica de Paranaguá, ambos na escala 1:50.000. Entre 1968 e 1970, a Comissão da Carta Geológica do Estado do Paraná publicou diversas folhas geológicas na escala 1:70.000 (Rivereau et al. 1968, 1969a,b,c,d,e, 1970). Martin et al. (1988) publicaram o mapa geológico do Quaternário costeiro do Estado do Paraná na escala 1:200.000.

O objetivo deste trabalho é apresentar um novo mapa geológico dos sedimentos cenozóicos do litoral do Estado do Paraná.

LOCALIZAÇÃO

A área mapeada, localizada entre as latitudes 25°11' e 25°59' Sul, abrange parte da região litorânea do Estado do Paraná, e das bacias hidrográficas que desaguam nas baías de Paranaguá e Guaratuba, e pequenas áreas pertencentes às bacias do Mar do Arapira e do Rio Saí-Guaçu (figura 1). Abrange os municípios de Pontal do Paraná e Matinhos, e parte dos municípios de Guaraqueçaba, Paranaguá e Guaratuba. Ao norte, limita com o Estado de São Paulo e, ao sul, com o de Santa Catarina. As principais cidades da região são: Paranaguá, Matinhos e Guaratuba.

CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL

Na área de estudo, ocorrem dois domínios geológicos principais: o das rochas do embasamento, ou escudo, e o da cobertura sedimentar cenozóica. Tanto as rochas como os sedimentos estão associados às grandes unidades geomorfológicas da região. Confor-

me trabalho de síntese sobre a geologia do Estado do Paraná (Mineropar 1989), o litoral do Paraná está localizado no bloco costeiro da área de estudo. Segundo Fuck et al. (1969), os principais alinhamentos no embasamento são predominantemente de direção NE-SW. Dentre as estruturas regionais, destaca-se o Arco de Ponta Grossa, reconhecido por Sanford & Lange (1960 *apud* Almeida 1976), cujo eixo tem orientação NW. O tectonismo cenozóico, segundo Asmus & Ferrari (1978), resultou essencialmente em falhamentos normais com até 3.000 m de rejeitos verticais, ao longo de linhas de fraqueza pré-cambrianas, dando lugar ao deslizamento gravitacional de blocos, os quais atualmente se expressam por escarpas de linha de falha, tais como a Serra do Mar (Almeida 1976, Asmus & Ferrari 1978). Com relação à neotectônica, Riccomini et al. (1989) se referem ao *sistema de rift da Serra do Mar*, falhamentos de provável idade Pleistoceno Superior – Holoceno, possivelmente ativas até o presente.

MATERIAIS E MÉTODOS

Os mapas foram confeccionados a partir da interpretação de fotografias aéreas na escala 1:70.000, dos anos 1962 a 1965, e 1:25.000, do ano de 1980; interpretação de imagens do satélite LANDSAT 3 - MSS, bandas 5 e 7 e composição colorida das bandas 4, 5 e 7 nas escalas 1:500.000 e 1:250.000, imagens LANDSAT 5 - TM, na escala 1:100.000; imagens de radar na escala 1:250.000 e levantamentos de campo, que consistiram na descrição de afloramentos. Também foram realizadas análises sedimentológicas, paleobotânicas, palinológicas, micropaleontológicas, malacológicas e datações ¹⁴C (Para detalhes sobre essas análises ver Angulo 1992b).

Originalmente foram elaborados três mapas na escala 1:50.000, compreendendo principalmente a planície costeira (figura 1). Posteriormente, o mapa foi

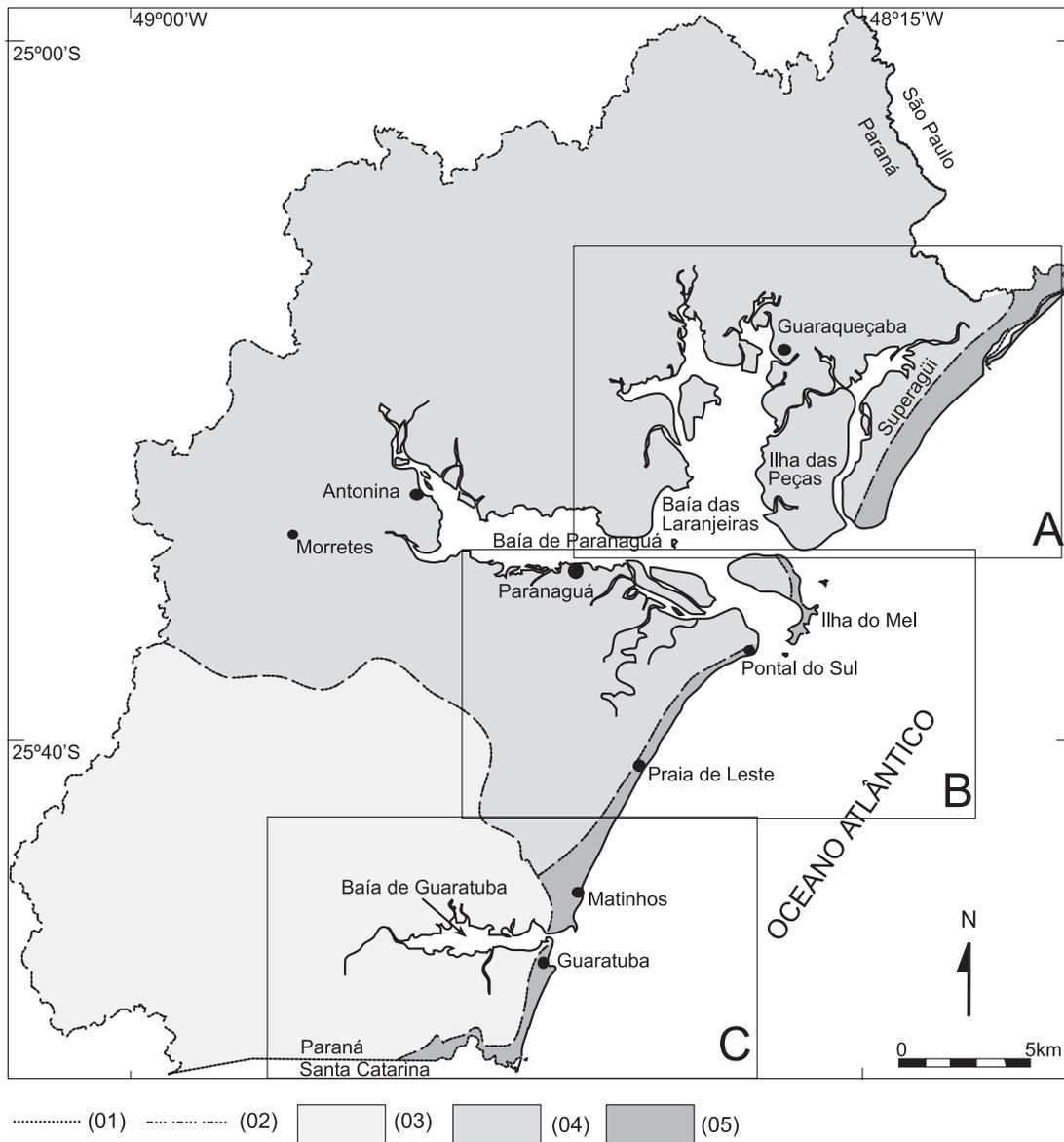


Figura 1: Mapa de localização das áreas de estudo (A-Guaraqueçaba, B-Paranaguá, C-Guaratuba). (1) Limite interestadual; (2) divisor d'água; (3) bacia de Guaratuba; (4) bacia de Paranaguá; (5) outras bacias. Location map (A-Guaraqueçaba, B-Paranaguá, C-Guaratuba). (1) interstate limit; (2) watershed; (3) Guaratuba basin; (4) Paranaguá basin; (5) other basins.

digitalizado por escanização e vetorização *Autocad Tracer*, os mapas digitais foram referenciados a partir de cartas topográficas do DSG e IBGE na escala 1:50.000. A seguir foi feita a conversão dos arquivos para *software ArcInfo* e criada a topologia. Finalmente os dados foram inseridos no *software ArcView*, no qual foram gerados os *layouts* de impressão.

RESULTADOS

Os sedimentos Cenozóicos da região litorânea do Estado do Paraná foram agrupados em dois tipos principais: continentais e costeiros, com idades desde o Mioceno Inferior até o Holoceno, incluindo ambientes de sedimentação atuais (quadro 1).

Quadro 1: Unidades de mapeamento. *Mapping units.*

<p>Sedimentos Continentais</p> <p>Formação Alexandra (Mioceno Inferior)</p> <p>Leques e Cones Aluviais (Plio-Quaternário)</p> <p>Tálus (Quaternário)</p> <p>Colúvios (Quaternário)</p> <p>Sedimentos Fluviais (Quaternário)</p> <p>Sedimentos Costeiros</p> <p>Planície Costeira com Cordões Litorâneos (Pleistoceno Superior e Holoceno)</p> <p>Sedimentos Paleoestuarinos (Pleistoceno Superior e Holoceno)</p> <p>Planícies de Maré Atuais</p> <p>Fundos Rasos Atuais</p> <p>Deltas de Maré Atuais</p> <p>Dunas (Holoceno)</p> <p>Depressões Intercordões Atuais</p> <p>Praias Atuais</p>
--

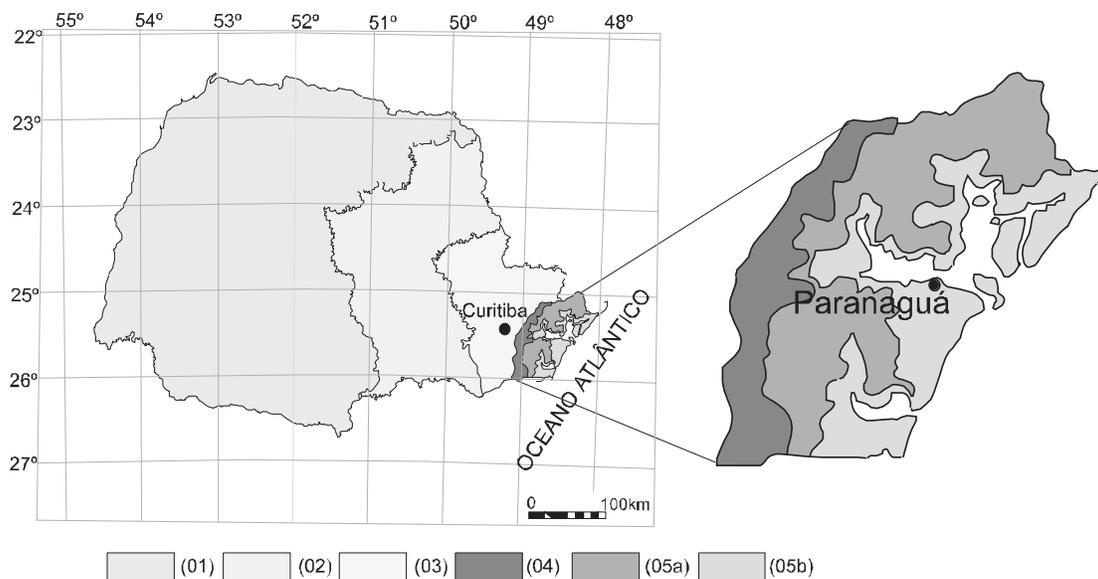


Figura 2: Regiões geográficas naturais do Estado do Paraná segundo Maack (1968): (1) Terceiro Planalto; (2) Segundo Planalto; (3) Primeiro Planalto; (4) Serra do Mar e (5) Zona Litoral; que é composta pela (5a) orla marinha e (5b) orla da serra. *Natural geographic regions of the State of Paraná after Maack (1968): (1) Third plateau; (2) Second plateau; (3) First plateau; (4) Serra do Mar and (5) Coastal zone that is composed by (5a) sea edge and (5b) mountain edge.*

GEOMORFOLOGIA

No clássico trabalho de Geografia Física do Estado do Paraná, Maack (1968) dividiu o Estado em cinco grandes *zonas de paisagem natural*, ou *regiões geográficas naturais*, sendo que três delas estão presentes na área estudada: Litoral, Serra do Mar e Primeiro Planalto Paranaense (figura 2).

Quando se consideram as bacias hidrográficas que drenam para as baías de Paranaguá e Guaratuba, a região litorânea inclui setores da borda oriental do Primeiro Planalto Paranaense, que antigamente drenavam para a bacia do Rio Iguaçu. Como consequência das contínuas capturas, a antiga superfície do planalto encontra-se atualmente em diversos estágios de dissecação, resultando num relevo mais ou menos ondulado,

de acordo com a intensidade do processo erosivo. Nas áreas menos dissecadas, do planalto ondulado observam-se suaves colinas entremeadas de amplas várzeas, com rios meandrantos e de baixa declividade.

Em relação à Serra do Mar, existem no Paraná duas concepções diferentes. Maack (1968) considera que apenas os núcleos serranos, situados entre o Primeiro Planalto e a *subzona montanhosa litorânea*, que sobressaem do nível geral do planalto, constituem a Serra do Mar. Por outro lado, Bigarella et al. (1978) consideram que a Serra do Mar abrange esses núcleos serranos e a *subzona montanhosa litorânea* definida por Maack (1968). Neste trabalho, foi adotada a definição de Bigarella et al. (1978), reservando-se o nome de Al-

tas Serras, proposto por Ipardes (1990), para os núcleos serranos que sobressaem do planalto.

No Paraná, a Serra do Mar apresenta características distintas das de outros Estados, pois não constitui apenas uma serra de borda de planalto ou de escarpa, mas também possui setores originados principalmente por erosão diferencial (figura 3). Nas áreas onde as rochas são mais resistentes ao intemperismo, tais como granitos e rochas efusivas e sedimentares da Formação Guaratubinha, as serras sobressaem entre 400 e 900 m acima do nível geral do Primeiro Planalto. Alguns desses núcleos localizam-se no interior do planalto, outros, na sua borda e alguns não possuem mais contato com o planalto.

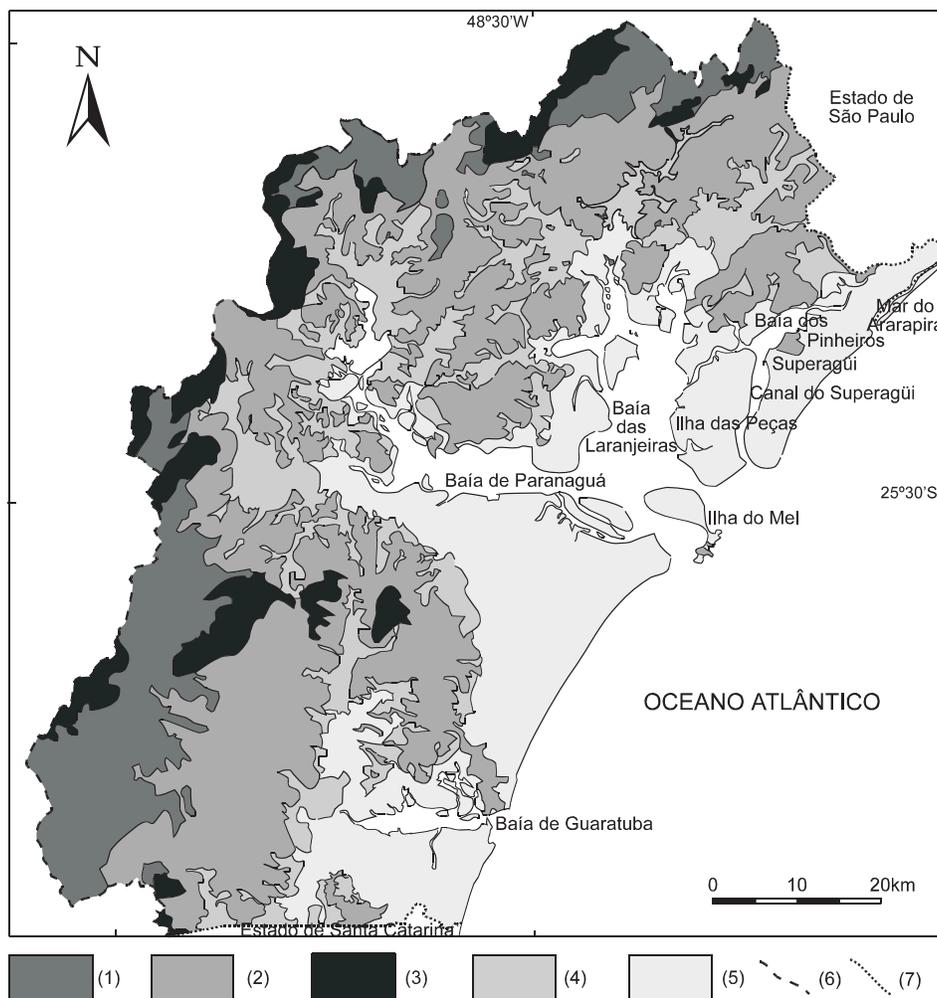


Figura 3: Principais unidades geomorfológicas da região litorânea do Estado do Paraná. (1) planaltos; (2) serras originadas por dissecção de borda de planalto; (3) serras originadas por erosão diferencial; (4) tálus, leques aluviais e planícies aluviais; (5) planície costeira; (6) divisor de águas; (7) limite interestadual (Angulo 1999). *Main geomorphologic units of the littoral region of the State of Paraná. (1) plateaus; (2) mountains originated by dissection of the plateau border; (3) mountains originated by differential erosion; (4) talus, alluvial fans and alluvial plains; (5) coastal plain; (6) watershed; (7) interstate limit (after Angulo 1999).*

Existe na serra uma nítida orientação de cristas e vales em três direções predominantes, NE-NNE, NNW e NW, que se correspondem com os principais lineamentos do substrato geológico. As orientações NE-NNE e NNW estão associadas a velhas linhas estruturais pré-cambrianas e condicionam as principais formas do relevo, tais como serras e vales maiores. A orientação NW coincide com a orientação das intrusivas mesozóicas, que se apresentam na forma de um enxame de diques paralelos. A maior concentração de diques ocorre na parte central da região, aproximadamente na área da Baía de Paranaguá, e coincide com o eixo do Arco de Ponta Grossa. Essa direção é mais evidente nas cristas e vales menores. A Serra do Mar alcança o mar, no extremo meridional da Serra da Prata, que constitui o divisor de águas entre as bacias de Paranaguá e Guaratuba (figura 1).

A planície litorânea ou planície costeira corresponde à *orla marinha*, de Loureiro Fernandes (1947) e à *subzona das planícies litorâneas*, de Maack (1968). Ela se estende desde o sopé da Serra até o oceano; tem comprimento de aproximadamente 90 km; largura máxima em torno de 55 km, na região de Paranaguá, e altitudes inferiores a 20 m. Ela é constituída principalmente por depósitos sedimentares costeiros Quaternários que ainda conservam total ou parcialmente as feições

morfológicas originadas durante sua deposição, notadamente os cordões litorâneos, que correspondem a antigas linhas de praias e dunas frontais.

Unidades sedimentares do Cenozóico

A cobertura sedimentar do Cenozóico da região litorânea do Estado do Paraná pode ser dividida em dois tipos principais: continentais e costeiros. Os continentais incluem depósitos atribuídos a leques aluviais com idades de Mioceno Inferior ao Holoceno, depósitos associados a vertentes, tais como tálus e colúvios e depósitos fluviais do Quaternário.

SEDIMENTOS CONTINENTAIS

Formação Alexandra (Mioceno Inferior)

Os depósitos da Formação Alexandra ocorrem em colinas isoladas, niveladas topograficamente em altitudes em torno de 30 m. Os tipos principais de sedimentos que a constituem são areias arcoseanas e lamas e subsidiariamente, cascalhos, argilas e, num único afloramento, uma camada de linhito (Angulo 1995). As cores predominantes dos sedimentos são cinza esverdeado e vermelho, sendo que as lamas também

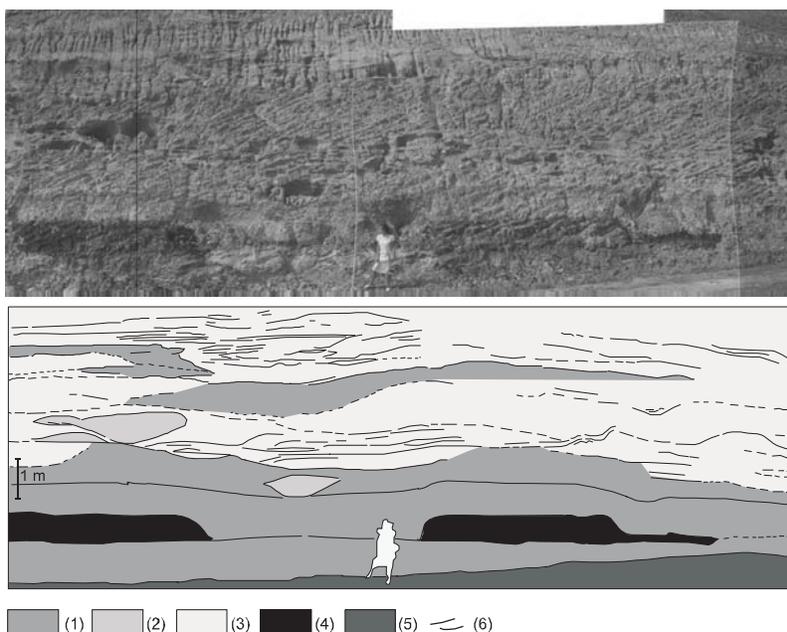


Figura 4: Vista parcial da seção-tipo da Formação Alexandra no trevo da BR-277 com a PR-312 (modificado de Angulo 1992b). (1) lama, (2) arcóseo, (3) lamas e arcóseos, (4) linhito, (5) encoberto, (6) estratificação. *Partial view of the Alexandra Formation type-section on the crossroad BR-277 and PR-312 (after Angulo 1992b). (1) mud, (2) arkose, (3) mud and arkoses, (4) lignite, (5) covered, (6) stratification.*

apresentam tons azulados ou violáceos. Nos sedimentos mais intemperizados, as cores tendem para o vermelho, laranja e amarelo.

A Formação Alexandra foi definida por Bigarella et al. (1959) e a seção-tipo por Angulo (1995), que na camada linhítica descreve detritos vegetais, troncos e restos de raízes *in situ* (figura 4).

Os processos atuantes na formação das fácies foram interpretados por Angulo (1992b, 1995) como sendo principalmente fluxos gravitacionais do tipo fluxo de detritos (conglomerados sustentados pela matriz) e fluxo de lama (lamas e lamas arenosas). Os arcóseos e arenitos arcoseanos sugeririam fluxos em canais entrelaçados (*braided*), ocorrendo transição para fluxos mais densos não confinados (figura 5). Os arcóseos com estratificação gradacional foram atribuídos a fluxos densos em meio subaquoso. A camada linhítica indicaria um processo de carbonização em um ambiente do tipo pântano. Segundo o autor, o conjunto dos depósitos sugere um sistema deposicional de leque aluvial associado a corpos aquosos, de pequena dimensão talvez, pântanos. Angulo (1992b, 1995) interpreta que o clima

durante a deposição da Formação Alexandra poderia ter sido úmido, porém mais seco que o atual, propiciando uma maior abundância de arbustos e plantas herbáceas. Talvez existisse na serra uma zonação vertical diferente da atual com faixas maiores de campos e áreas arbustivas. A grande ocorrência de fluxos de lama e de detritos estaria associada a existência de um relevo acidentado, com superfícies de rocha exposta que favoreceriam o fornecimento de seixos e grânulos de quartzo e feldspato. A vegetação mais aberta, sobretudo nas partes altas da serra, não ofereceria uma proteção tão eficiente das encostas, como a mata atlântica atual, favorecendo a ocorrência de corridas de lama e detritos e a existência de canais entrelaçados, num ambiente de leque aluvial.

Lima & Angulo (1990), com base no conteúdo palinológico da camada linhítica, posicionaram os depósitos da Formação Alexandra no Mioceno Inferior.

Leques e cones aluviais (Plio-Quaternário)

Os leques e cones aluviais incluídos nesta unidade apresentam sua morfologia preservada total ou parcialmente e ocorrem associados as grandes vertentes da Serra do Mar (Angulo 1995). Essa unidade inclui os sedimentos da Formação Iquererim definida por Bigarella et al. (1961).

O maior conjunto de leque e cones localiza-se na vertente oriental da Serra do Quiriri ou Iquererim, onde o desnível entre a planície e os cumes da serra alcança mais de 1.500 m. Outro grande conjunto ocorre associado à vertente oriental das serras do Marumbi e dos Órgãos, onde os desníveis têm a mesma magnitude. Angulo (1995) observou que a ocorrência de leques é mais freqüente onde as rochas do embasamento são graníticas ou migmatíticas.

Os leques e cones aluviais apresentam morfologia semelhante, distinguindo-se pela sua inclinação. Tem raio entre 100 m e 400 m e declives entre 2° e 20°, sendo que os que possuem declives superiores a 10° se enquadrariam na categoria de cones de Rapp & Fairbridge (1968). Nas folhas geológicas da Comissão da Carta (Rivereau et al. 1969a,b,c, 1970), muitos desses leques foram mapeados como depósitos de tálus.

Os leques e cones formam-se onde uma drenagem secundária alcança a planície costeira ou o vale do rio principal. Os leques e cones apresentam diversos estágios de dissecação. Nos menos dissecados, diversos canais abandonados que compõem uma drenagem radial distributiva típica de leque. Em vários locais, é possível distinguir três gerações de leques, sendo os das gerações localizadas a montante mais dissecados.

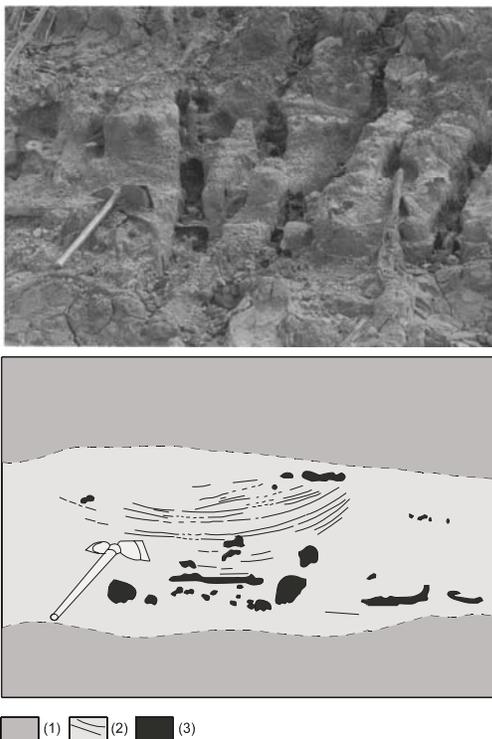


Figura 5: Afloramento da Formação Alexandra, próximo à estrada PR-312, onde se observam: (1) lamas, (2) arcóseos com estratificação cruzada de preenchimento de canal e (3) bolas e lâminas de argila (modificado de Angulo 1992b). *Alexandra Formation outcrop near the road PR-312. (1) mud, (2) arkose with filled cross-stratification, (3) clay balls and clay laminae (after Angulo 1992b).*

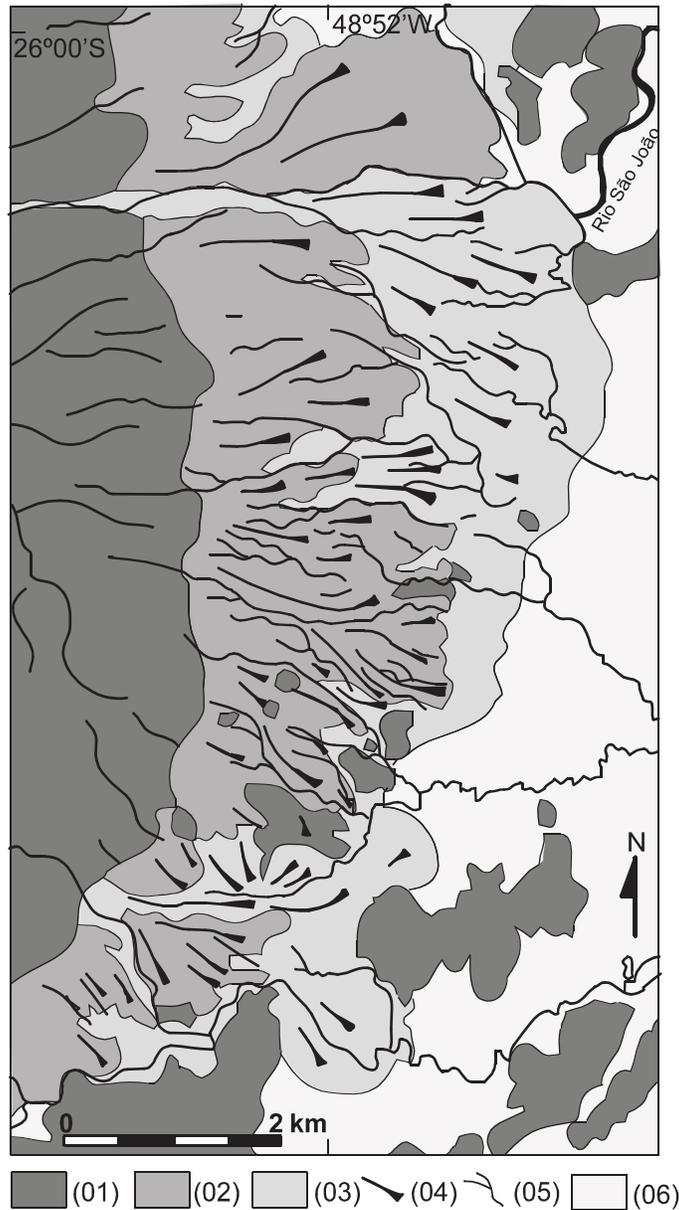


Figura 6: Leques aluviais coalescentes nas encostas da Serra do Quiriri ou Iquererim, na área onde foi definida a Formação Iquererim por Bigarella et al. (1961), no Estado de Santa Catarina, próximo ao limite com o Estado do Paraná (modificado de Angulo 1992b). (1) Serras e morros, (2) leques dissecados, (3) leques pouco dissecados, (4) direção preferencial de fluxo sobre os leques, (5) rios, (6) outras unidades. *Coalescent alluvial fans on the Quiriri or Iquererim mountain, where Iquererim Formation was defined by Bigarella et al. (1961), on Santa Catarina State, near the limit to the State of Paraná (after Angulo 1992b). (1) mountain and hills, (2) dissected fans, (3) low dissected fans, (4) main flux direction over the fans, (5) rivers, (6) other units.*

As três gerações já tinham sido identificadas por Bigarella et al. (1961), quando da definição da Formação Iquererim (Figura 6). Nos leques maiores, geralmente, o canal fluvial principal está encaixado e retrabalha os depósitos do leque, evidenciando o predomínio da erosão vertical do canal fluvial, sugerindo que a dinâmica atual é diferente da que originou os depósitos do leque.

Em superfície, os sedimentos dos leques compõem uma paisagem composta por uma superfície suavemente inclinada, freqüentemente, com a presença de grandes blocos esparsos. Em diversos locais, esses sedimentos jazem sobre uma superfície irregular cortada nas rochas de embasamento e apresentam espessuras variáveis, sendo a maior observada de 10 m. Segundo Bessa Jr. (1996), os leques são constituídos por areias arcoseanas, lamas, cascalhos clasto-suportados e matriz-suportados, com estruturas de escavação e preenchimento, estratificação cruzada acanalada e tabular, estratificação plano-paralela, granodecrescência ascendente, pelotas de argila e restos vegetais.

As principais fácies sedimentares encontradas podem ser atribuídas a fluxos densos de lama e detritos e a fluxos trativos fluviais. Bessa Jr. (1996) também descreve depósitos atribuídos a canais confinados e não confinados de rios entrelaçados e depósitos lacustres. Segundo o mesmo autor, as análises palinológicas, aliada à presença de fósseis vegetais e depósitos lacustres, sugerem que a formação desses leques tenha ocorrido sob clima úmido. A datação de duas amostras de restos vegetais forneceram idades de 13.850 ± 120 anos A.P. e 8.330 ± 80 anos A.P., ou seja do final do Pleistoceno e início do Holoceno. Contudo, evidências geomorfológicas indicam a existência de pelo menos três gerações de leques e os mais antigos podem, segundo Angulo (1995), alcançar o Plioceno.

Tálus (Quaternário)

No sopé das vertentes mais íngremes da serra, freqüentemente ocorrem acúmulos de sedimentos, cujas superfícies de deposição formam rampas de forte inclinação. Essas rampas não apresentam evidências de processos fluviais, ocorrendo aparentemente um predomínio do processo de queda de detritos. Em alguns casos, as rampas apresentam ravinamento, com padrão paralelo e não radial, como nos leques. Os sedimentos que formam essas rampas íngremes foram interpretados como depósitos de tálus (Angulo 1992b, 1995).

Colúvios (Quaternário)

Sob a denominação colúvios incluíram-se sedimentos associados às vertentes da serra, nos quais não

se observam evidências de transporte por fluxos de baixa viscosidade.

Trata-se de sedimentos predominantemente finos, com proporções variáveis de areia e seixos, geralmente, sem estruturas. Os seixos podem estar dispersos na matriz ou concentrados em níveis ou linhas (*stone lines*). É freqüente a ocorrência de mais de um colúvio superposto, com características texturais, ou de coloração diferentes, podendo ocorrer solos enterrados.

Alguns colúvios parecem ter sido originados por processos de movimentos de massa lentos, envolvendo o manto de intemperismo, porém, as linhas de seixos e os solos enterrados atestam a complexidade de sua evolução.

Sedimentos fluviais (Quaternário)

Os sedimentos fluviais estão amplamente distribuídos em toda a área de estudo. Em cada tipo de paisagem, as planícies aluviais e os canais fluviais apresentam características distintas. Na Serra do Mar, os rios são encaixados, com padrão retilíneo e planícies aluviais estreitas. Um tipo particular de planície aluvial, freqüente na Serra do Mar, são as *planícies de soleira*, formadas a montante de obstáculos no curso fluvial, constituídos por rochas mais resistentes. No Primeiro Planalto, as planícies são amplas e com canais meandrantés. Na planície costeira, uma das principais características é a desproporção entre o tamanho da planície aluvial e o do canal fluvial. Segundo Angulo (1992b), trata-se de rios desproporcionados, originados pelo afogamento de grandes vales fluviais escavados durante períodos de mar baixo e afogados durante os períodos de mar alto (figura 7). Outra característica dos rios da planície é a mudança do padrão do canal ao longo do seu curso, que, segundo Angulo (1992b), estaria associada aos diferentes níveis de base do rio durante o Quaternário, decorrentes das variações do nível do mar (figura 8).

As principais fácies observadas foram: cascalhos clasto-suportados, com grânulos até matacões, imbricações e estruturas de corte e preenchimento de canal; areias pobremente e muito pobremente selecionadas, com estratificações cruzadas acanaladas; e argilas maciças (Angulo 1992b).

Os sedimentos fluviais ocorrem em terraços nas planícies aluviais atuais que podem ser atribuídos ao Quaternário. Angulo (1992b) identificou, por meio da morfologia, planícies aluviais anteriores e posteriores à transgressão pós-glacial, sendo portanto as primeiras do Pleistoceno e as últimas do Holoceno.

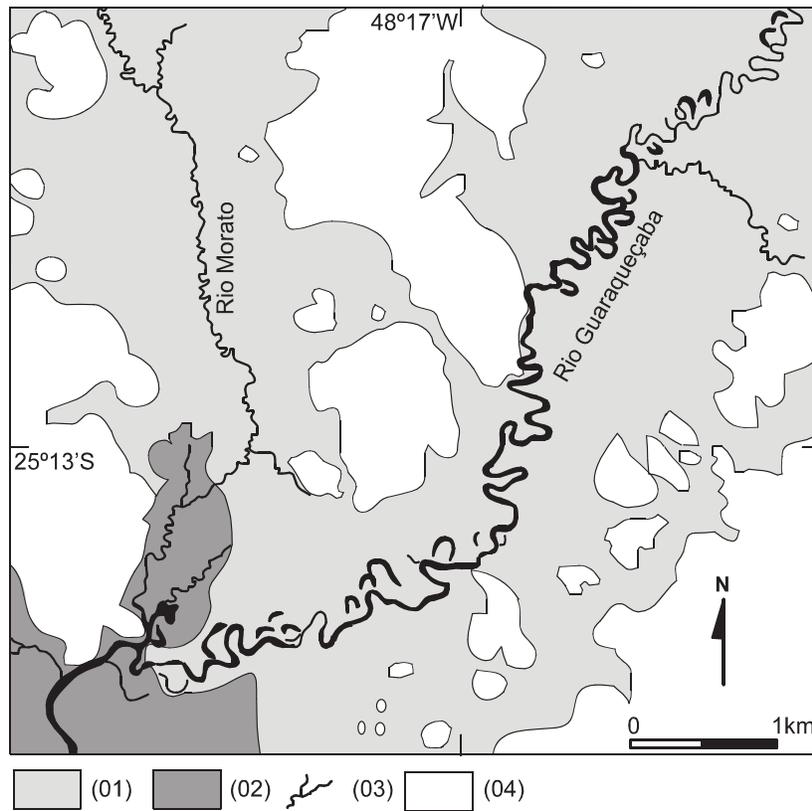


Figura 7: Rios diminuídos, evidenciados pela desproporção entre a largura da faixa de meandros e a da planície aluvial (modificado de Angulo 1992b). (1) planície aluvial, (2) planície paleoestuarina, (3) rios, (4) outras unidades. *Underfit rivers, pointed out by disproportion between the meander belt width and the alluvial plain (after Angulo 1992b). (1) alluvial plain, (2) paleoestuarine plain, (3) rivers, (4) other units.*

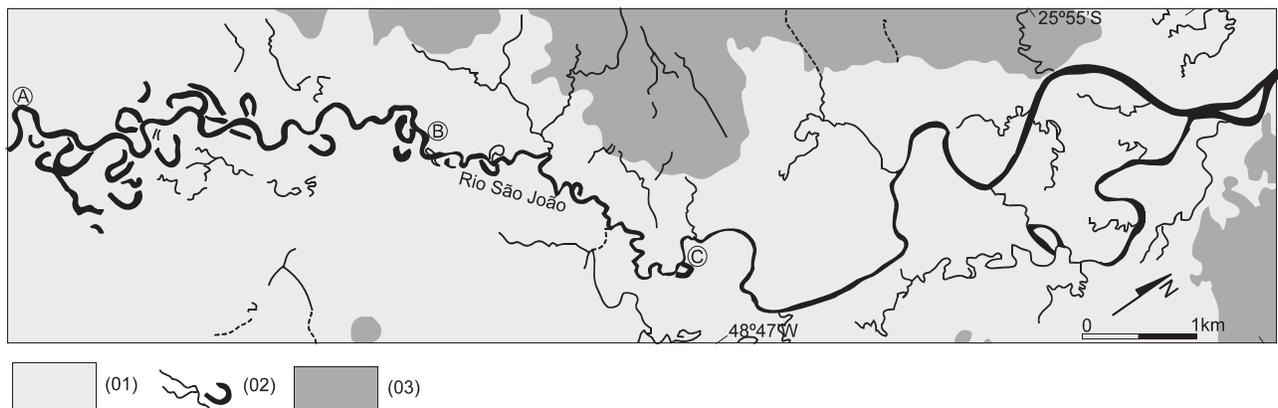


Figura 8: Variação da morfologia do canal do curso inferior do Rio São João. (A-B) meandrante com meandros de 100 a 200 m de raio, (B-C) meandrante com meandros com 20 a 60 m de raio, (C-D) sinuoso com amplas curvas, evidenciando influência de maré (modificado de Angulo 1992b). (1) planície aluvial, (2) rios e meandros abandonados, (3) outras unidades. *Morphologic variation of the São João River lower course. (A-B) meandering with meanders of 100 to 200 m radius, (B-C) meandering with meanders of 20 to 60 m radius, (C-D) sinuous with wide curves, showing tidal influence (after Angulo 1992b). (1) alluvial plain, (2) rivers and abandoned meanders, (3) other units.*

SEDIMENTOS COSTEIROS

Planície costeira com cordões litorâneos (Pleistoceno Superior e Holoceno)

As planícies costeiras com cordões litorâneos são uma das feições mais marcantes do litoral brasileiro, sendo que no litoral paranaense se estendem ao longo de toda sua costa. Essas planícies formaram-se como consequência das oscilações do nível relativo do mar durante o Quaternário.

Os cordões litorâneos são feições relacionadas a antigas linhas de praia (figura 9).

As planícies com cordões litorâneos são constituídas por areias finas e muito finas, moderada a muito bem selecionadas e assimetria predominantemente negativa (Bigarella et al. 1978, Tessler & Suguio 1987, Angulo 1992a,b). Os sedimentos dessa unidade apresentam teores de finos de até 20%, que Angulo (1992a,b) interpretou como de origem epigenética, principalmente pedogenética.

Angulo (1992a,b) identificou estratificação cruzada de baixo ângulo; estratificação cruzada acanalada, tangencial, sigmóide, planar e truncada por ondas; estrutura de corte e preenchimento de canal; laminação cruzada de marcas onduladas simétricas e assimétricas; laminação convoluta e diversos tipos de bioturbações,



Figura 9: Planície costeira com cordões litorâneos do Holoceno no Superagüi. Os cordões correspondem a antigas linhas de costa com dunas frontais. *Holocene strand plain in Superagüi. The ridges are former coastlines with foredunes.*

destacando-se os tubos (*Ophiomorpha*) atribuídos a *Callichirus major*. Os depósitos foram interpretados como formados principalmente em ambiente de antepraia (*foreshore*) e face litorânea superior (*upper shore face*).

Características morfológicas e datações ^{14}C permitiram distinguir planícies correspondentes a pelo menos dois eventos transgressivo-regressivos, um do Pleistoceno Superior e outro do Holoceno (Martin & Suguio 1986, Martin et al. 1988, Angulo 1992b, Lessa et al. 2000). Um modelo evolutivo das planícies costeiras paranaenses durante o Pleistoceno Superior e Holoceno foi proposto por Lessa et al. (2000).

Planícies paleoestuarinas (Pleistoceno Superior e Holoceno)

Os sedimentos paleoestuarinos estão amplamente distribuídos no litoral paranaense, ocorrem em áreas planas com altitude inferior a 7 m e não apresentam alinhamentos visíveis. Predominam areias, ocorrendo subsidiariamente areias argilosas, areias siltosas e silte argilo-arenoso, sendo que a seleção variou entre muito bem e muito pobremente selecionados (Angulo 1992a,b).

Segundo Angulo (1992b), os sedimentos podem ser interpretados como depositados em ambiente estuarino ou lagunar. Sedimentos com estratificação ondulada e bioturbações sugerem ambiente de planície de maré e sedimentos argilo-arenosos com abundantes conchas, corresponderiam à parte inferior da planície de maré ou fundos rasos (Angulo 1992b, Angulo & Absher 1992).

Associados aos sedimentos paleoestuarinos ocorrem abundantes conchas de moluscos, sendo a espécie dominante *Anomalocardia brasiliiana* (figura 10). Descrições da composição malacológica desses bancos foram realizadas por Bigarella (1946, 1950/51), Angulo (1992b) e Angulo & Absher (1992). Datações ^{14}C dessas conchas forneceram idades inferiores a 6.000 anos A.P. (Bigarella 1971, Bigarella & Becker 1975, Martin et al. 1988, Angulo et al. 2001), o que permite correlacioná-los ao último ciclo transgressivo-regressivo do Holoceno.

Próximo ao canal do Varadouro foi identificada uma área de sedimentos paleoestuarinos contendo troncos e detritos vegetais. A datação de um fragmento de tronco forneceu idade além do alcance do ^{14}C (> 40.000 anos A.P., CENA-121), o que permite atribuir os depósitos ao ciclo transgressivo-regressivo do último interglacial no Pleistoceno (Angulo et al. 2001).



Figura 10: Banco de moluscos com predominância de *Anomalocardia brasiliiana* em sedimentos paleoestuarinos do Holoceno, na margem do Rio Guaraguaçu, na Baía de Paranaguá (Angulo et al. 2001). A datação dessas conchas forneceu idade de 2680 ± 240 anos A.P. (Bah-1270). *Mollusks Shell banks composed mainly of Anomalocardia brasiliiana in Holocene paleoestuarine sediments, on the Guaraguaçu River margin, in the Paranaguá bay (after Angulo et al. 2001). Dating of the shells yield an age of 2680 ± 240 years B.P. (Bah-1270) (Martin et al. 1988).*

Planícies de maré

Segundo Reineck & Singh (1973), as planícies de maré (*tidal-flats*) se desenvolvem ao longo de costas de baixo declive, com marcado ciclo de marés, onde há suficiente sedimento disponível e não há forte ação das ondas. No Paraná, áreas com essas características têm extensão de aproximadamente 310 km².

Em diversos trabalhos sobre o litoral paranaense, essas áreas são referidas como manguezais; porém Angulo (1990) propôs a utilização da denominação planície de maré, pois nela ocorrem diversos ecossistemas, sendo o manguezal apenas um deles. No litoral paranaense foram mapeadas seis unidades correspondentes à planície de maré: (a) manguezais, (b) marismas e bancos não vegetados, (c) manguezal com *Acrostichum* e *Hibiscus*, (d) zona de *Cladium*, (e) pântano de maré e (f) brejo de maré. A maior parte da planície de maré é ocupada pelos manguezais. Na parte inferior, entre os manguezais e o estuário, ocorrem os marismas formados por *Spartina* e os bancos arenosos e areno-argilosos, sem vegetação (figura 11). Na parte superior da planície de maré é freqüente a ocorrência da zona de *Cladium*, que é inundada apenas durante as preamares de sizígia e as tempestades (Angulo & Müller 1990) (figura 12). Nas partes mais internas das baías, nos locais onde existe importante aporte fluvial, que impede ou dificulta a intrusão salina, os marismas e manguezais são substituídos por brejos e pântanos de maré (Angulo & Müller 1990).

Os sedimentos da planície de maré variam de areias a argilas arenosas, geralmente ricos em matéria orgânica, podendo conter grânulos e seixos (Bigarella 1946, Martin et al. 1988, Lana & Guiss 1991, Angulo 1992b).



Figura 11: Manguezais e marismas, na Baía de Paranaguá. *Mangroves and salt-marshes on Paranaguá bay.*

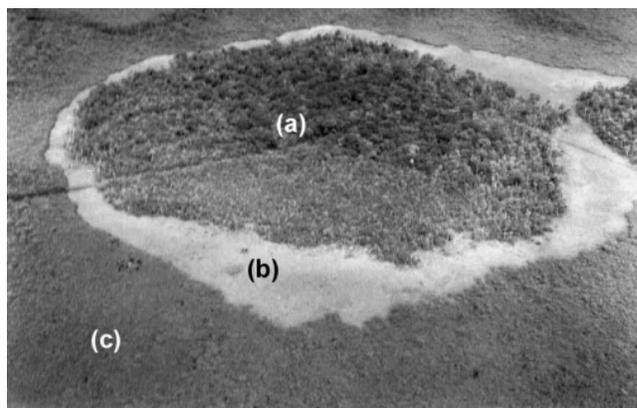


Figura 12: Vista aérea da (a) planície paleoestuarina, (b) zona de *Cladium* e (c) manguezais, na Baía de Paranaguá. *Aerial view of the (a) paleoestuarine plain, (b) Cladium zone and (c) mangroves, on Paranaguá bay.*

Fundos rasos

Os fundos rasos localizam-se no interior dos estuários, têm profundidades inferiores a 2 m, podendo ficar emersos durante as maiores marés mais baixas. Formam-se principalmente nas áreas de sombra das correntes de maré vazante. No complexo estuarino de Paranaguá, destacam-se o Baixo do Perigo, entre a Baía das Laranjeiras e a Baía de Paranaguá, e o Baixo do Bagre, ao sul da Ilha Rasa, que têm comprimento de aproximadamente 7 km.

Deltas de maré

As feições deposicionais arenosas, submersas e semi-submersas, que ocorrem associadas às desem-

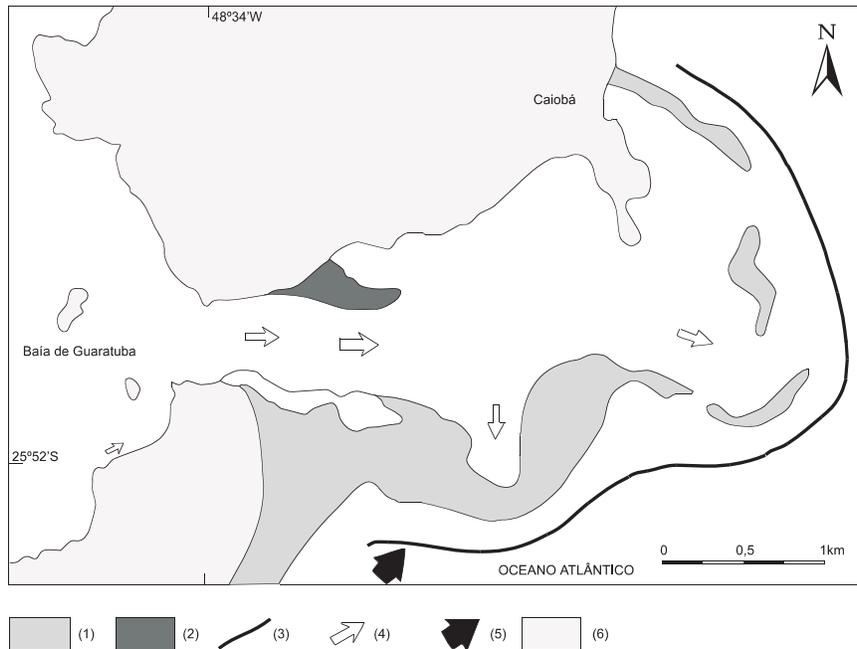


Figura 13: Modelo de delta de maré vazante na desembocadura da Baía de Guaratuba. (1) barras de espraiamento e barras submersas; (2) barra de margem de canal; (3) lobo terminal; (4) canal principal de vazante; (5) direção inferida de deriva litorânea predominante; (6) outras unidades (Angulo 1999). *Ebb tidal delta at Guaratuba bay. (1) swash and subaqueous bars, (2) channel margin linear bar, (3) terminal lobe, (4) main ebb channel, (5) inferred direction of net littoral drift, (6) other units (after Angulo 1999).*



Figura 14: Imagem de satélite LANDSAT 5 de 1999, onde se observam bancos e zonas de arrebentação correspondentes aos deltas de maré vazante associados às desembocaduras da Baía de Paranaguá e Canal do Superagüi (Fonte: Laboratório de Física Marinha, Centro de Estudos do Mar, Universidade Federal do Paraná). *LANDSAT 5 image of 1999 showing shoals and breaking wave zone corresponding to ebb tidal deltas of the Paranaguá bay and Superagüi channel inlets (Source: Laboratório de Física Marinha, Centro de Estudos do Mar, Universidade Federal do Paraná).*

bocaduras das baías de Guaratuba e Paranaguá, do Canal do Superagüi e do Mar do Arapira, no litoral do Estado do Paraná, foram interpretadas por Angulo (1992b, 1999) como deltas de maré (figuras 13 e 14). Os deltas de maré ocorrem em costas com regimes de micro e mesomares; do lado do mar ocorre o delta de maré vazante (*ebb-tidal delta*) e no interior do estuário ou laguna, o delta de maré enchente (*flood-tidal delta*) (Hayes 1975).

Segundo Angulo (1999), no litoral paranaense, os deltas de vazante são mais desenvolvidos que os de enchente. Somente nas desembocaduras sul da Baía de Paranaguá e Mar do Arapira foram identificadas feições interpretadas como deltas de enchente. Segundo os modelos propostos por Oertel (1975), os deltas de maré das baías de Paranaguá e Guaratuba e do Canal do Superagüi seriam deltas dominados por marés (Angulo 1999).

Dunas (Holoceno)

Em seu trabalho pioneiro sobre o litoral paranaense, Bigarella (1946) descreveu as dunas costeiras. Posteriormente, outros autores acrescentaram informações sobre as dunas do litoral paranaense (Bigarella 1965, 1972, Bigarella et al. 1969a,b, 1970/71, 1978, Angulo 1993a).

Os sedimentos eólicos que ocorrem na costa do Paraná próximos ao litoral constituem feições que podem ser denominadas, genericamente, de cordões dunares costeiros, identificando-se, assim, sua configuração linear, sua origem eólica e sua relação geo-

gráfica e genética com a costa (Angulo 1993a). Os cordões podem ser agrupados em dois tipos principais: os desenvolvidos e os incipientes ou embrionários, podendo ocorrer formas transicionais (Angulo 1993a). Os desenvolvidos são paralelos à linha de costa, têm largura entre 20 e 80 m, podendo alcançar até 250 m. O comprimento pode alcançar 15 km. A altura raramente ultrapassa 6 m sobre o nível da planície, sendo mais frequentes alturas de 3 a 5 m (figura 15). Uma exceção são as dunas existentes na Ilha do Mel, entre os morros Bento Alves e do Meio, que atingem altitude superior a 20 m (Angulo 1993a) (figura 16). Os cordões incipientes são feições com altura inferior a 3 m, às vezes formados pela coalescência de pequenas dunas linguóides ou *nebkhas* (figuras 17 e 18).

Angulo (1993a) interpretou que todos os cordões dunares da costa paranaense se desenvolveram a partir de dunas frontais com o auxílio efetivo da vegetação.

Bigarella et al. (1969a,b) determinaram que as areias das dunas, no litoral sul entre Matinhos e Pontal do Sul, tinham diâmetro médio de 2,0 a 2,9 f, fração predominante de 3,0-2,0 f, eram bem selecionadas e com assimetria predominantemente negativa. As estruturas sedimentares foram descritas em detalhe por Bigarella et al. (1969b, 1970/71).

Segundo Angulo (1993a), os cordões de dunas, tanto os desenvolvidos como os incipientes, formaram-se no Holoceno, com exceção do existente entre os morros Bento Alves e do Meio, na Ilha do Mel, que poderia ser do Pleistoceno Superior ou do Holoceno (figura 16).

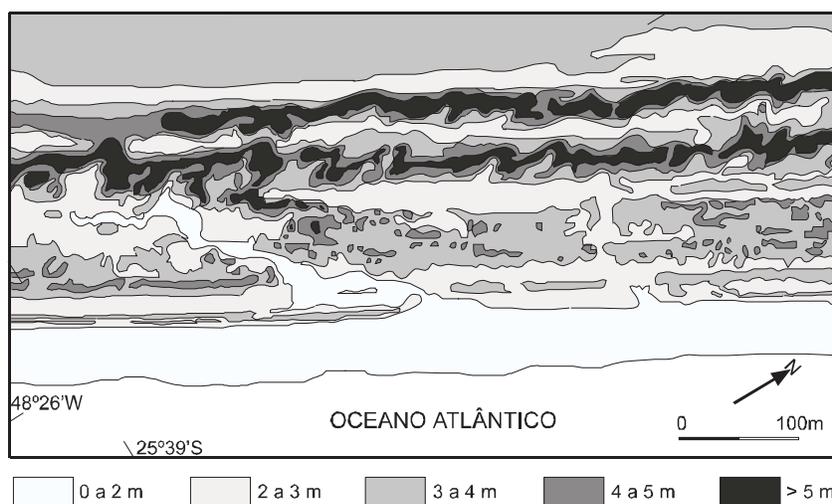


Figura 15: Mapa hipsométrico da faixa costeira entre Guarapari e Ipanema, evidenciando os cordões dunares desenvolvidos (Modificado de Angulo 1993a). *Hypsometric map of the coastal area between Guarapari and Ipanema showing developed dune ridges (after Angulo 1993a).*

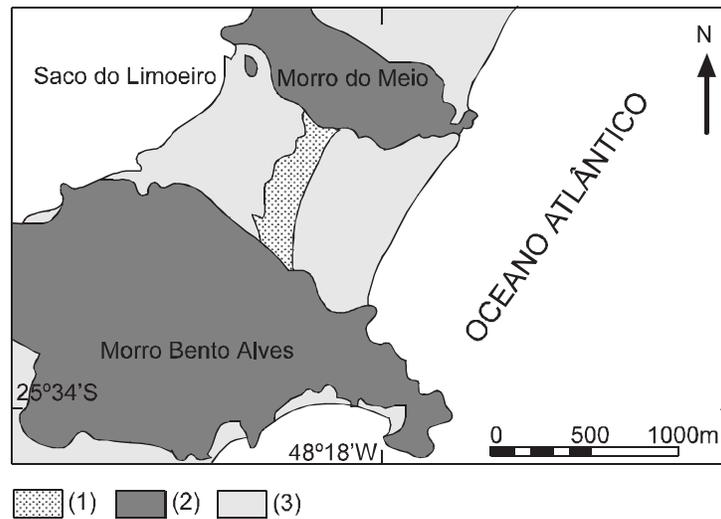


Figura 16: Cordão de dunas do Pleistoceno Superior ou Holoceno, na Ilha do Mel (modificado de Angulo 1993a). (1) cordão dunar, (2) morros, (3) outras unidades. *Upper Pleistocene or Holocene dune ridge in Ilha do Mel (after Angulo 1993a). (1) dune ridge, (2) hills, (3) other units.*



Figura 17: Cordão dunar incipiente com dunas linguóides, em Superagüi. *Incipient dune ridge with linguoid dunes, in Superagüi.*



Figura 18: Cordão dunar incipiente com nebkhas, na Ilha do Mel. *Incipient dune ridge with nebkhas, in Ilha do Mel.*

DEPRESSÕES INTERCORDÕES

Entre os cordões litorâneos da planície costeira, ocorrem depressões rasas, estreitas e alongadas, com largura inferior a 100 m e comprimento de até 13 km (figura 19). Constituem áreas alagadas, com vegetação principalmente de *Cladium* e *Scirpus* (Klein 1975), às vezes associadas a pequenas lagoas e cursos fluviais. Apresentam sedimentos arenosos com abundantes restos vegetais e de matéria orgânica (figura 20).

Praias

As praias paranaenses têm extensão de aproximadamente 126 km e com base na sua dinâmica foram classificadas em oceânicas ou de mar aberto, oceânicas sob influências das desembocaduras estuarina, e estuarinas (Angulo 1993b, Angulo & Araújo 1996). As praias são constituídas por areias finas a médias, bem selecionadas, constituídas principalmente por quartzo e teores variáveis de fragmentos carbonáticos biodetríticos e minerais pesados (Bigarella et al. 1966, 1969a, 1970/71, Giannini et al. 2004, Angulo et al. 1996, Paranhos 1996, Mihály 1997).

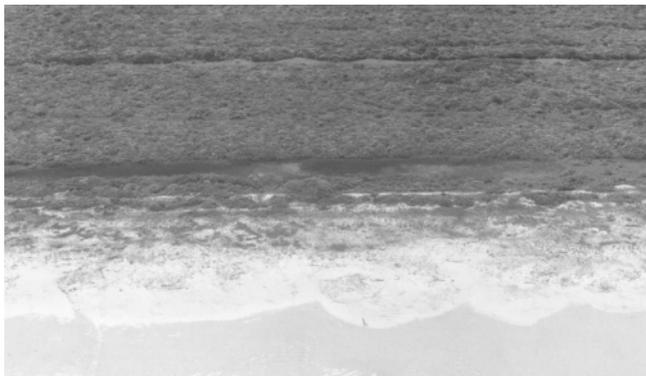


Figura 19: Vista aérea da planície costeira com cordões litorâneos holocênicos e depressões intercordões, no Superagüi. *Holocene strand plain and interdune depressions aerial view, on Superagüi.*



Figura 20: Brejo intercordões com vegetação típica de *Cladium* e *Scirpus* em Guarapari, entre Praia de Leste e Pontal do Sul. *Interdune marsh with typical vegetation of Cladium and Scirpus, on Guarapari, between Praia de Leste and Pontal do Sul.*

AGRADECIMENTOS

A CNPq, pelo apoio financeiro por meio dos projetos números 401632/86-GL-FV, 404025/87.0/OC/FV, 520424/93-0(NV), 522079/95-4(NV). A Maria Cristina de

Souza, pelas discussões, revisão e confecção das figuras. Ao Geólogo Oscar Salazar Júnior e à Mineropar – Minerais do Paraná S.A. – pelo auxílio na elaboração do mapa digital. A Jorge Alberto Villwock e Enrique Schnack pelas correções e sugestões.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA F.F.M. de. 1976. The system of continental rifts boardering the Santos basin. Brasil. *Anais..., Acad. Bras. Cien.*, Rio de Janeiro, 48(supl.):15-26.
- ANGULO R.J. 1990. O manguezal como unidade dos mapas geológicos. In: Simp. Ecos. Costa Sul Sudeste Bras., 2. Águas de Lindóia, 1990. *Publ...* São Paulo, ACIESP, 2:54-62.
- ANGULO R.J. 1992a. Ambientes de sedimentação da planície costeira com cordões litorâneos no Estado do Paraná. *Bol. Par. Geoc.* Curitiba, 40:69-114.
- ANGULO R.J. 1992b. *Geologia da Planície Costeira do Estado do Paraná*. Inst. de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, Tese de Doutorado, 334 p.
- ANGULO R.J. 1993a. Morfologia e gênese das dunas frontais do litoral do Estado do Paraná. *Rev. Bras. Geoc.* São Paulo, 23(1):68-80.
- ANGULO R.J. 1993b. Variações na configuração da linha de costa no Paraná nas últimas quatro décadas. *Bol. Par. Geoc.* Curitiba, 41:52-72.
- ANGULO R.J. 1995. Caracterização e reavaliação da Formação Alexandra (Terciário) e de sedimentos continentais associados a vertentes no litoral do Estado do Paraná, Brasil. *Anais..., Acad. Bras. Ciên.* Rio de Janeiro, 67(4):443-463.
- ANGULO R.J. 1999. Morphological characterization of the tidal deltas on the coast of the State of Paraná. *Anais..., Acad. Bras. Ciên.* São Paulo, 71(4-II):935-959.
- ANGULO R.J. & ABSHER T.M. 1992. Sedimentos paleoestuarinos da planície costeira do Estado do Paraná. *Bol. Par. Geoc.* Curitiba, 40:115-135.
- ANGULO R.J. & ARAÚJO A.D. 1996. Classificação da costa paranaense com base na sua dinâmica, como subsídio à ocupação da orla litorânea. *Bol. Par. Geoc.* Curitiba, 44:7-17.
- ANGULO R.J.; GIANNINI P.C.F.; KOGUT J.S.; PRAZERES F.ºH.J.; SOUZA M.C. 1996. Variação das características sedimentológicas através de uma sucessão de cordões litorâneos holocênicos na ilha do Mel, Estado do Paraná. *Bol. Par. Geoc.* Curitiba, 44:77-86.
- ANGULO R.J. & MÜLLER A.C. de P. 1990. Preliminary characterization of some tidal flat ecosystems on the State of Paraná Coast. Brasil. In: Simp. Ecos. Costa Sul Sudeste Bras., 2. Águas de Lindóia, 1990. *Publ...*, São Paulo, ACIESP, 2:158-168.
- ANGULO R.J.; PESSENDA L.C.R.; SOUZA M.C. 2001. O significado das datações ¹⁴C do litoral paranaense na reconstrução de paleoníveis marinhos e na evolução das barreiras do Pleistoceno Superior e Holoceno. *Rev. Bras. Geociências*, São Paulo (submetido).
- ASMUS H.E. & FERRARI A. L. 1978. Hipótese sobre a causa do tectonismo cenozóico na região sul do Brasil. In: PETROBRÁS. *Aspectos estruturais da margem continental leste e sudeste do Brasil*. Rio de Janeiro, p. 75-88 (Série Projeto REMAC, 4).

- BESSA JR. O. 1996. *Estratigrafia e sedimentação dos depósitos continentais cenozóicos da planície costeira do Estado do Paraná*. Inst. de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, Dissertação de Mestrado, 143 p.
- BIGARELLA J.J. 1946. Contribuição ao estudo da planície litorânea do Estado do Paraná. *Arq. Biol. Tecn.*, Curitiba, v.1. p. 75-11.
- BIGARELLA J.J. 1950/51. Contribuição do estudo dos sambaquis no Estado do Paraná, 1 - Regiões adjacentes às baías de Paranaguá e Antonina. *Arq. Biol. Tecn.*, Curitiba, 5-6(17):231-292.
- BIGARELLA J.J. 1965. Sand-ridge structures from Paraná coastal plain. *Marine Geology*, Amsterdam, 3:269-278.
- BIGARELLA J.J. 1971. Variações climáticas no Quaternário Superior do Brasil e sua datação radiométrica pelo método do Carbono 14. *Paleoclimas Inst. Geogr. USP*, São Paulo, (1):1-22.
- BIGARELLA J.J. 1972. Eolian environment their characteristics, recognition and importance. In: Recognition of Ancient Sedimentary Environments. Dallas, 1969. *Special Publ.* (s.l.) 1972. Soc. Ec. Paleont. Mineral - AAPG. n. 16. p. 11-62.
- BIGARELLA J.J.; ALESSI A.H.; BECKER R.D.; DUARTE G.K. 1969a. Textural characteristics of the coastal dune, sand ridge and beach sediments. *Bol. Par. Geoc.*, Curitiba, n. 27, p. 15-80.
- BIGARELLA J.J. & BECKER R.D. (Ed.) 1975. International symposium on the Quaternary. Topics for discussion. *Bol. Par. Geoc.*, Curitiba, 33:169-276.
- BIGARELLA J.J.; BECKER R.D.; DUARTE G.M. 1969b. Coastal dune structures from Paraná (Brazil). *Marine Geology*, Amsterdam, 7:5-55.
- BIGARELLA J.J.; BECKER R.D.; MATOS D.J. de; WERNER A. (Ed.) 1978. *A Serra do Mar e a porção oriental do Estado do Paraná...* Um problema de segurança ambiental e nacional. Curitiba, Gov. Par./SEPL/ADEA, 249 p.
- BIGARELLA J.J. & DOUBEK R. 1963. *Folha geológica de Paranaguá (Estado do Paraná)*. Curitiba, Univ. Paraná. Escala 1:50.000.
- BIGARELLA J.J.; DOUBEK A.; SALAMUNI R. 1957. Planta geológica provisória da Baía de Guaratuba. *Bol. Univ. Par. Geol.*, Curitiba, 8:1-6.
- BIGARELLA J.J.; DUARTE M.G.; BECKER R.D. 1970/71. Structural characteristics of the dune, foredune, interdune, beach, beach-dune ridge and sand ridge deposits. *Bol. Par. Geoc.*, Curitiba, (28-29):9-72.
- BIGARELLA J.J.; FREIRE S.S.; SALAMUNI R.; VIANA R. 1966. Contribuição ao estudo dos sedimentos praias recentes, II Praias de Matinhos e Caiobá. *Bol. Univ. Fed. Par. Geog. Fís.*, Curitiba, n.6. 109 p.
- BIGARELLA J.J.; MARQUES F.ºP.L.; AB'SABER A.N. 1961. Ocorrência de pedimentos nas fraldas da Serra do Iquerim (Garuva, SC). *Bol. Par. Geogr.*, Curitiba, (4 e 5):82-93.
- BIGARELLA J.J.; SALAMUNI R.; MARQUES F.ºP.L. 1959. Ocorrência de depósitos sedimentares continentais no litoral do Estado do Paraná (Formação Alexandra). *Not. Prel. Est. Inst. Biol. Pesq. Tecn.*, Curitiba, 1:7 p.
- FUCK R.A.; TREIN E.; MURATORI A.; RIVEREAU J.C. 1969. Mapa geológico preliminar do litoral, da Serra do Mar e parte do Primeiro Planalto no Estado do Paraná. *Bol. Par. Geoc.*, Curitiba, (27):123-152.
- GIANNINI P.C.F.; ANGULO R.J.; SOUZA M.C. de; KOGUT J.S. & DELAI, M.S.A. 2004. Erosão na costa leste da ilha do Mel, Baía de Paranaguá, Estado do Paraná: modelo baseado na distribuição espacial de formas deposicionais e propriedades sedimentológicas. *Rev. Bras. Geociências*, São Paulo, 34(2):231-242.
- HAYES M.O. 1975. Morphology of sand accumulations in estuaries. In: CRONIN L. E. (ed.). *Estuarine Research, Geology and Engineering*. New York. Acad. Press 2:3-22.
- IPARDES – INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. 1990. *Macrozoneamento da APA de Guaqueçaba*. Curitiba, IPARDES, 2 v. 257 p.
- KLEIN R.M. 1975. Southern brazilian phytogeographic features and the probable influence of upper Quaternary climatic changes in the floristic distribution. *Bol. Par. Geoc.*, Curitiba, n. 33. p. 67-88.
- LANA P.C. & GUISS C. 1991. Influence of *Spartina alterniflora* on structure and temporal variability of macrobentic associations in a tidal flat of Paranaguá bay (southeastern Brazil). *Marine Ecology, Progress Series*. Oldendorf. 73:231-244.
- LESSA G.C.; ANGULO R.J.; GIANNINI P.C.F.; ARAÚJO A.D. 2000. Stratigraphy and Holocene evolution of a regressive barrier in south Brazil. *Marine Geology*, 165(1-4):87-108.
- LIMA M.R. de & ANGULO R.J. 1990. Descoberta de microflora em um nível linhítico da Formação Alexandra, Terciário do Estado do Paraná, Brasil. *Anais..., Acad. Bras. Ciê.*, Rio de Janeiro, 62(4):357-371.
- LOUREIRO FERNANDES J. 1947. Contribuição à geografia da Praia de Leste. Curitiba, *Arq. Mus. Par.*, 6:3-44.
- MAACK R. 1968. *Geografia física do Estado do Paraná*. Curitiba, Banco BADEP, UFPR, IBPT. 350 p.
- MARTIN L. & SUGUIO K. 1986. Excursion route along the coastal plains of states of Paraná and Santa Catarina. In: Intern. Symp. Sea Level Changes and Quaternary Shorelines. São Paulo, 1986. *Special Publ...* São Paulo, INQUA, (1):39-124.
- MARTIN L.; SUGUIO K.; FLEXOR J.M.; AZEVEDO A.E.G. 1988. Mapa geológico do Quaternário costeiro dos Estados do Paraná e Santa Catarina. *Série Geol. DNPM*. Brasília, n. 28, 40 p., 2 mapas.
- MIHÁLY P. 1997. *Dinâmica sedimentar do litoral norte paranaense e extremo sul paulista*. Curso de Pós-Gradua-

- ção em Geologia, Departamento de Geologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Dissertação de Mestrado (inédito), 104 p.
- MINEROPAR – MINERAIS DO PARANÁ S.A. 1989. *Mapa geológico do Estado do Paraná*. Brasília. Dep. Nac. Prod. Min. (DNPM). Escala 1:650.000.
- OERTEL G.F. 1975. Ebb-tidal deltas of Georgia estuaries. In: CRONIN L. E. (ed.). *Estuarine Research Geology and Engineering*. New York. Acad. Press, 2:267-276.
- PARANHOS F.ºA.C. 1996. *O processo erosivo e as variações morfodinâmicas nas praias na Ilha do Mel (Baía de Paranaguá-PR)*. Curso de Pós-Graduação em Geologia, Departamento de Geologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Dissertação de Mestrado (inédito), 239 p.
- RAPP A. & FAIRBRIDGE R.W. 1968. Talus fan or cone; scree and cliff debris. In: FAIRBRIDGE R. W. *Enciclopedia of Geomorphology*. Stroudsburg. D. Hutchinson & Ross. p. 1.106-1.109.
- REINECK H.E. & SINGH I.B. 1973. *Depositional sedimentary environments*. Berlin. Springer-Verlag. 439 p.
- RICCOMINI C.; PELAGGIA A.V.G.; SALONI J.C.L.; KOHNKE M.W.; FIGUEIRA R.M. 1989. Neotectonic activity in the Serra do Mar rift system (southeastern Brazil). *Jour South Amer. Earth Scien.*, Great Britain, v. 2, n. 2, p. 191-197.
- RIVIEREAU J.C.; FUCK R.A.; MURATORIA.; TREIN E. 1968. *Ilha do Mel, folha geológica*. Curitiba, Comissão da Carta Geológica do Paraná. Escala 1:70.000.
- RIVIEREAU J.C.; FUCK R.A.; MURATORIA.; TREIN E. 1969a. *Barra do Arapira, folha geológica*. Curitiba, Comissão da Carta Geológica do Paraná. Escala 1:70.000.
- RIVIEREAU J.C.; FUCK R.A.; MURATORIA.; TREIN E. 1969b. *Guaratuba, folha geológica*. Curitiba, Comissão da Carta Geológica do Paraná. Escala 1:70.000.
- RIVIEREAU J.C.; FUCK R.A.; MURATORIA.; TREIN E. 1969c. *Paranaguá, folha geológica*. Curitiba, Comissão da Carta Geológica do Paraná. Escala 1:70.000.
- RIVIEREAU J.C.; FUCK R.A.; MURATORIA.; TREIN E. 1969d. *Pedra Branca de Araraquara, folha geológica*. Curitiba, Comissão da Carta Geológica do Paraná. Escala 1:70.000.
- RIVIEREAU J.C.; MURATORIA.; TREIN E.; FUCK R.A.; HAUSEN J.P.; BASUMALLICK S. 1969e. *Guaraqueçaba, folha geológica*. Curitiba, Comissão da Carta Geológica do Paraná. Escala 1:70.000.
- RIVIEREAU J.C.; TREIN E.; MURATORIA.; FUCK R.A.; BASUMALLICK S.; BERTOLDO A.L. 1970. *Antonina, folha geológica*. Curitiba, Comissão da Carta Geológica do Paraná. Escala 1:70.000.
- TESSLER M.G. & SUGUIO K. 1987. Características sedimentológicas da Formação Cananéia (Pleistoceno superior) na área Paranaguá-Antonina (Estado do Paraná, Brasil). *Assoc. Bras. Est. Quat.*, São Paulo, Publ. Avulsa n. 2, p. 43-54.

Recebido em 22 jul. 2003
Aceito em 01 dez. 2003