

CARACTERÍSTICAS SEDIMENTOLÓGICAS DA PLATAFORMA CONTINENTAL INTERNA RASA NA PORÇÃO CENTRAL DO LITORAL PARANAENSE

SHOREFACE SEDIMENTOLOGY AT PARANÁ MIDDLE COAST

Fernando Alvim VEIGA¹
Rodolfo José ANGULO²
Eduardo MARONE³
Frederico Pereira BRANDINI⁴

RESUMO

O objetivo deste trabalho é caracterizar os sedimentos da plataforma continental interna paranaense entre as profundidades de 5 a 15 m entre os estuários de Guaratuba, ao sul e Paranaguá, ao norte da área de estudo. Informações batimétricas, análises granulométricas e determinação de teores de carbonato e matéria orgânica de amostras de sedimentos de fundo permitiram a geração dos mapas temáticos. Observou-se uma grande predominância de areia fina, porém a média granulométrica dos sedimentos varia do silte grosso até a areia grossa. Foram identificados cinco padrões distintos de sedimentos na área estudada: i) as areias fina e muito fina do delta de maré vazante associado à desembocadura sul do Complexo Estuarino de Paranaguá; ii) as areias muito finas bimodais, com teores de finos entre 10 e 40 %, localizadas próximas à costa, iii) as areias média e grossa unimodais; iv) as areias finas na faixa dos 10 a 15 m de profundidade, unimodais menos selecionadas que as areias finas do delta de maré vazante; v) as areias finas a muito finas das barras do início da zona de arrebentação.

Palavras-chave: sedimentos, plataforma interna, Paraná, cerca de energia.

1 Geólogo, Universidade Federal do Paraná, Departamento de Geologia, Pós-Graduação em Geologia. Rua Evaristo Berleze, 119 – Curitiba-PR – CEP 82600-630 – Brasil. Fone: +55 041 256-1720. e-mail: ferveiga@ufpr.br

2 Dr. Universidade Federal do Paraná, Departamento de Geologia, Pesquisador CNPq. e-mail: angulo@ufpr.br

3 Dr. Universidade Federal do Paraná, Centro de Estudos do Mar. e-mail: maroneed@ufpr.br

4 Dr. Universidade Federal do Paraná, Centro de Estudos do Mar. e-mail: brandini@ufpr.br

ABSTRACT

The aim of this work aims at knowing the shallow inner continental shelf between 5 and 15 m water depths of the State of Paraná between the Guaratuba (south) and Paranaguá (north) estuaries. Bathymetric data, grain size analysis and carbonate and organic matter rates of bottom sediments samples allowed to make thematic charts of this depositional environment. The predominance of fine sand is quite large; despite the mean grain size of the samples varies (coarse silt to coarse sand). It was identified five different sediment patterns at the study area: i) fine and very fine sands of the Paranaguá Estuarine Complex south mouth tide delta; ii) bimodal very fine sand with 10 to 40% rates of silt and clay that occurs near the coastline between 5 and 10 m water depths; iii) unimodal medium and coarse sand sediments; iv) fine sand sediments between 10 and 15 m water depths, unimodal but different from the delta fine sands because the distributions in more Ø intervals; v) fine and very fine sands of the beach braking bars zone.

Key-words: sediments, inner shelf, Paraná, littoral energy fence.

INTRODUÇÃO

A ocupação crescente da faixa litorânea do Estado do Paraná e a necessidade de criação de alternativas econômicas para a população têm causado um incremento no interesse pelos recursos disponíveis nos oceanos, assim como uma grande valorização e exploração imobiliária da orla marítima. Todavia, as obras realizadas para suportar a crescente ocupação urbana têm sofrido danos constantes causados pelas variações da dinâmica costeira. Os prejuízos materiais decorrentes da erosão são bastante elevados e, freqüentemente, poderiam ser evitados. Para propor soluções aos problemas inerentes a projetos dessa natureza, torna-se necessário um estudo mais profundo da dinâmica dos ambientes costeiros e marinhos, principalmente da plataforma continental interna rasa, ainda muito pouco conhecida em escala detalhada na costa paranaense. O objetivo deste trabalho é tentar preencher essa lacuna. A seguir, serão apresentados os dados e resultados obtidos durante as pesquisas realizadas nos sedimentos de fundo da plataforma continental interna rasa na porção central do litoral do Estado do Paraná, além das considerações sobre os processos geológicos que atuam na região.

CARACTERIZAÇÃO E LOCALIZAÇÃO DA ÁREA

A plataforma continental sul brasileira é ampla, com largura média de 130 km. A morfologia da plataforma é controlada pela herança geológica, por estar situada em zona de margem continental passiva do tipo Atlântico. Outro fator que muito contribui para a larga extensão da plataforma continental no Sul do Brasil é a presença do derrame basáltico submerso associado ao Arco de Ponta Grossa que forma o Platô de Santos (Chang et al., 1992) (figura 1).

A área estudada abrange parte da plataforma continental interna rasa do litoral do Paraná entre Pontal do Sul e a Ponta de Matinhos, aproximadamente entre as profundidades de 5 e 15 m (figura 2) e é adjacente a uma extensa planície costeira, composta por sedimentos da barreira regressiva Holocênica mapeada por Angulo (1992). Essa costa foi classificada por Angulo & Araújo (1996) como dominada por ondas, sendo caracterizada por regime de micromaré com amplitude de 1,5 m (Marone & Camargo, 1994). Incidem sobre a costa dois sistemas preferenciais de trens de ondas, de E/NE e SSE/SE (Portobras, 1983) e os ventos predominantes provêm dos quadrantes NE e SE, sendo estes últimos os de maior intensidade associados aos sistemas frontais provenientes de sul (Noernberg, 2001). Os períodos de ondas significativos variam entre 4 e 12 s e a altura significativa entre 0,4 e 1,3 m (Martins, 2002).

Um transporte preferencial de sedimentos no sentido NE para SW para a região próxima ao balneário Atami foi descrito por Martins (2002), porém, baseando-se em feições geológicas da costa (Bigarella et al., 1966; Angulo, 1993) e, baseando-se em imagens *LandSat* (Noernberg, 2001), descrevem correntes de deriva preferenciais de sul para norte nessa porção da costa paranaense. A inversão na direção da corrente de deriva é conhecida na região mas os eventos que regulam a dinâmica deste ambiente deposicional são as ocorrências de sistemas frontais provenientes de sul (Quadros, 2002). Segundo Noernberg (2001), correntes de retorno (*rip currents*) e de subsidência (*downwelling*) ocorrem com freqüência na área.

Não existem rios importantes desaguardo na área de estudo. Os principais rios parecem ter sua direção controlada pelos cordões litorâneos, que dominam o relevo da planície costeira, seguindo paralelos à costa e desaguardo nos estuários. Apenas em períodos muito chuvosos há o aparecimento de riachos desaguardo diretamente na praia na forma de sangradouros

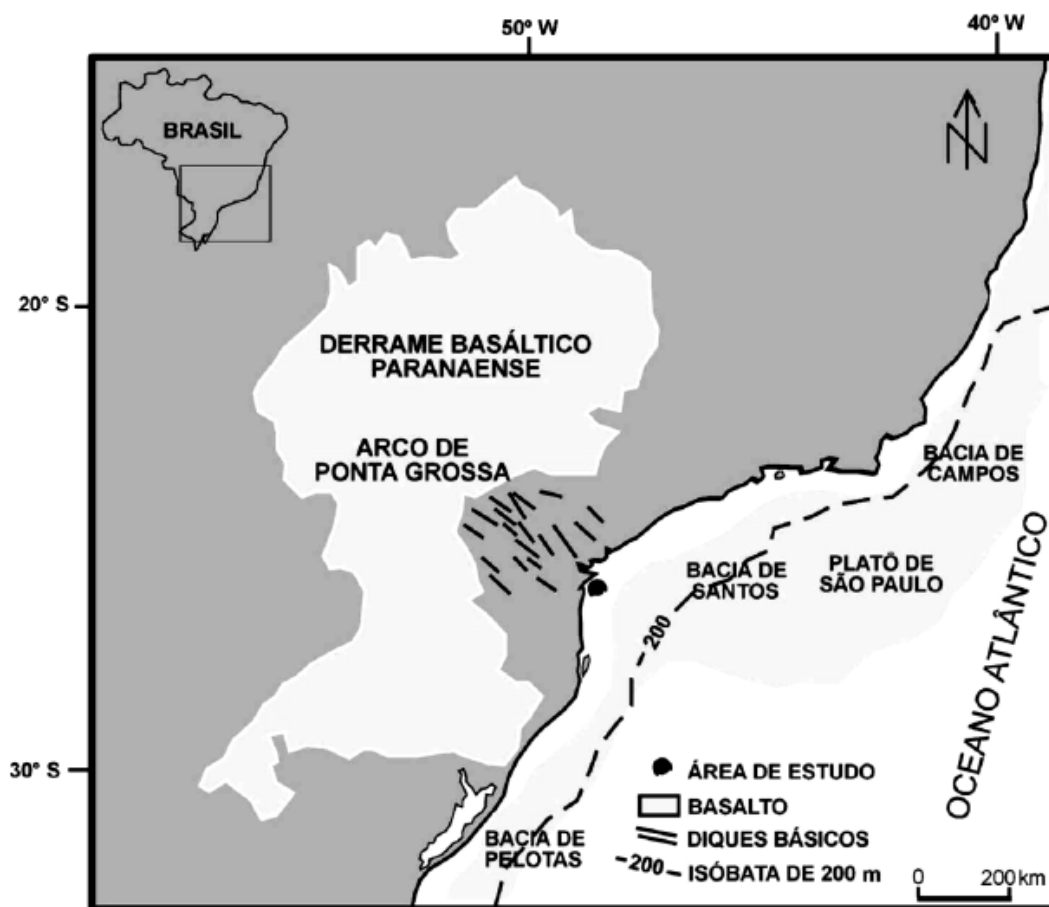


Figura 1 - Amplitude da plataforma continental sul brasileira (modificado de CHANG et al., 1992). Amplitude of the continental southern Brazilian platform (modified by chang et al., 1992).

(washout), porém a presença dos estuários ao sul e ao norte garante um bom suprimento de sedimentos finos na região (Noernberg, 2001).

MATERIAIS E MÉTODOS

Os dados utilizados para gerar o mapa batimétrico foram obtidos sobrepondo-se a imagem escaneizada da Carta Náutica 1824 (DHN, 1961) com a linha de costa digitalizada, disponibilizada pelo Laboratório de Oceanografia Geológica do Centro de Estudos do Mar – CEM da Universidade Federal do Paraná – UFPR.

As amostras de sedimento de fundo foram obtidas com equipamento de busca a fundo tipo *Petite Ponar*, em 16 perfis transversais à linha de costa predefinidos com auxílio do *software Surfer 7.0* com distâncias entre estes de 2 km, ao longo dos quais foram retiradas amostras a cada 600 m, totalizando 289 amostras (figura 2). O sedimento foi embalado em saco plástico com etiqueta de papel vegetal ou papel especial para *overlay* entre duas presilhas de arame e congelado para preservação da

matéria orgânica. No momento do processamento foi verificado um grave problema com as etiquetas de papel vegetal, o que resultou em alguma dificuldade para identificar algumas amostras. Ao contrário, as etiquetas de papel *overlay* não apresentaram problema algum, cabendo aqui a recomendação de sua utilização para identificação de amostras com muita água.

As análises granulométricas foram realizadas segundo os métodos descritos por Suguio (1973) para o peneiramento com peneiras a intervalos de 0,5 Ø e pelo método de Carver (1971) para a pipetagem, com intervalos de 1 Ø.

Em cinco amostras de cada classe granulométrica (areia grossa a areia muito fina), foram observadas as frações granulométricas em lupa binocular para determinar o grau de arredondamento dos grãos, segundo tabela proposta por Russel & Taylor (1937).

O teor de carbonato foi obtido tratando-se 10 g da amostra com HCl a 10% de volume até cessar a efervescência, lavando-se em seguida o material com água morna destilada e posto a secar para pesagem.

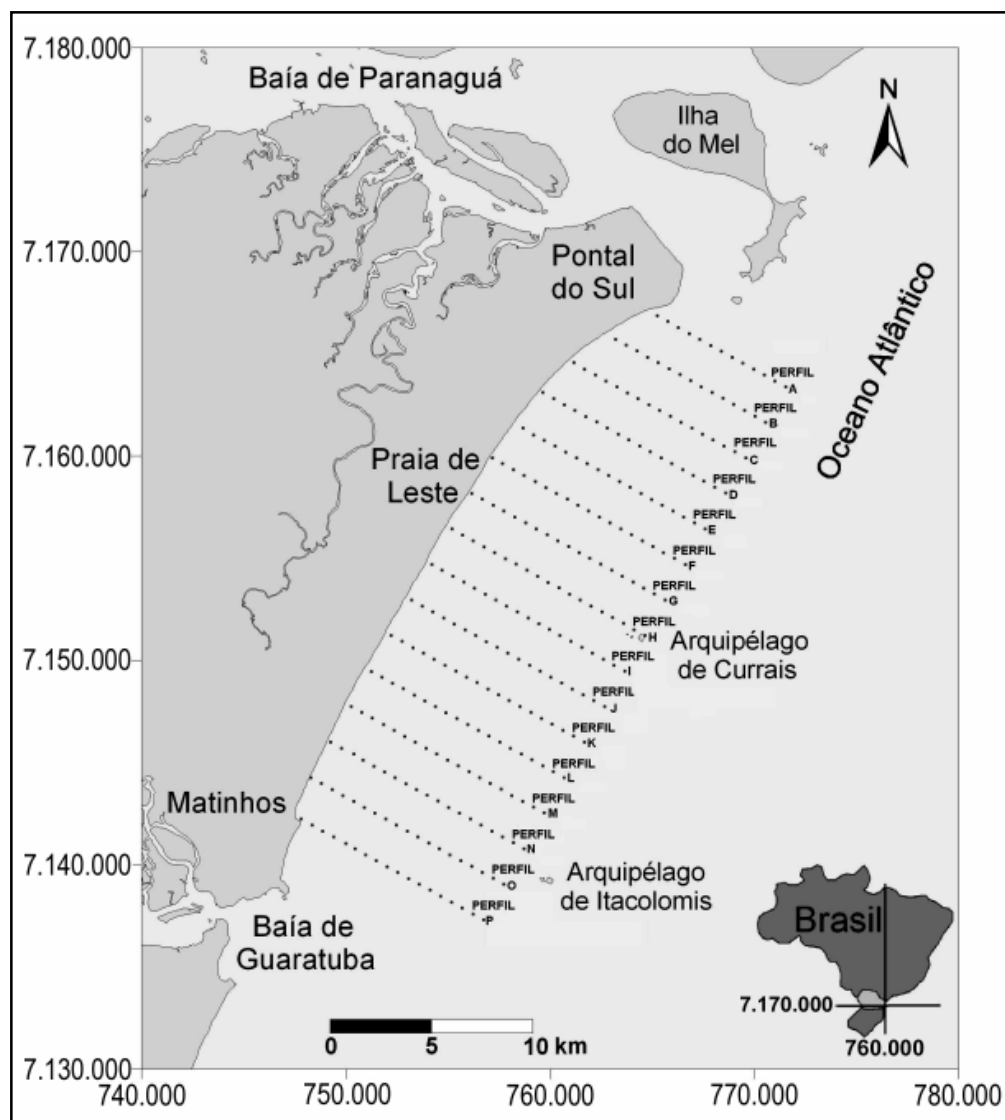


Figura 2 – Localização da área de estudo com os perfis e os pontos amostrais. Locating the studied area with profile and sample points.

O teor de matéria orgânica foi obtido por meio da queima de 5 g de material seco em mufla a 600 °C. Devido ao baixo teor de argila, presente na maioria das amostras, possíveis erros decorrentes da liberação de moléculas de água existentes na estrutura dos argilo-minerais (DANA, 1978) não foram considerados.

Os resultados das análises granulométricas foram processados no *software* SysGran (Camargo, 1999) e os dados obtidos foram plotados na forma de planilhas numéricas para serem utilizados por outros *softwares*. A estrutura do banco de dados, sendo composta pelo número da amostra; coordenadas UTM de cada ponto; os parâmetros estatísticos granulométricos e a classifi-

cação nominal segundo Folk & Ward (1957); as porcentagens de cascalho, areia, silte e argila na escala de Wentworth (1922); além das porcentagens de carbonatos totais e matéria orgânica presentes nas amostras.

A base de dados foi processada no *software* Surfer 7.0 para gerar os mapas de distribuição dos parâmetros analisados. Todos os mapas foram gerados pelo método estatístico de triangulação W / interpolação linear e as coordenadas estão em UTM – zona 22J – datum horizontal WGS84. A escolha desse método estatístico simples em detrimento de um método geoestatístico foi feita após várias tentativas de gerar os mapas de contorno. O tipo de malha amostral,

utilizado com seu eixo NE/SW alongado, necessita de ajustes da anisotropia e estudos de variografia exploratória quando se pretende usar métodos geoestatísticos para representação dos dados (Odreski, 2002).

RESULTADOS

A plataforma continental interna rasa na porção central do litoral paranaense apresenta gradientes suaves, entre 1/65 e 1/700. Observa-se uma diferença entre os gradientes de acordo com o segmento do perfil ao longo da plataforma: i) entre o nível médio do mar e 7 m de profundidade, o gradiente fica em torno de 1/65; ii) entre 7 e 12 m de profundidade, o gradiente fica em torno de 1/300; iii) e entre 12 e 15 m de profundidade, o gradiente diminui até 1/700. Altos fundos podem ser observados a oeste dos arquipélagos de Currais e Itacolomis. No extremo norte da área, situa-se o delta de maré vazante associado à desembocadura sul do Complexo Estuarino de Paranaguá (anexo I).

Quanto a granulometria, a região estudada apresenta grande predominância de areia fina (figura 3) (anexo II). Corpos de areia média a grossa ocorrem entre os 10 e 15 m de profundidade. Entre os 5 e 10 m de profundidade ocorre uma faixa, que pode ultrapassar 2 km de largura, de areia muito fina com teores de finos (silte + argila) entre 10 e 40% (anexo III).

O caráter predominantemente arenoso da plataforma continental interna rasa também pode ser observado utilizando a classificação de Shepard (1954), na qual apenas 5% das amostras são classificadas como areia siltica e os 95% restantes, como areia (figura 4).

A observação dos sedimentos em lupa binocular evidenciou que as areias muito finas que ocorrem na região proximal à costa entre 5 e 10 m de profundidade apresentam os grãos de quartzo subarredondados. As partículas de material mais fino presente nessas areias são bastante angulosas e heterogêneas. Fragmentos de mica são frequentes e restos vegetais abundantes, bem como carapaças de foraminíferos e fragmentos de conchas.

As areias finas apresentam os grãos de quartzo subarredondados e uma parcela menor de grãos de feldspato com as mesmas características. A presença de fragmentos de conchas também foi notada.

Nas frações de 3,5 e 4 Ø, nas amostras classificadas pela média granulométrica como areias finas e muito finas, os minerais pesados representam 20 a 40% do total de grãos observados. Em areias médias e grossas este percentual cai para cerca de 5%.

Os grãos das areias média e grossa são preferencialmente subarredondados, porém, uma porção estimada em torno de 10% destes é angulosa.

Na área de estudo predominam os sedimentos moderadamente e bem selecionados (anexo IV). Na faixa entre 5 e 10 m de profundidade, as areias muito

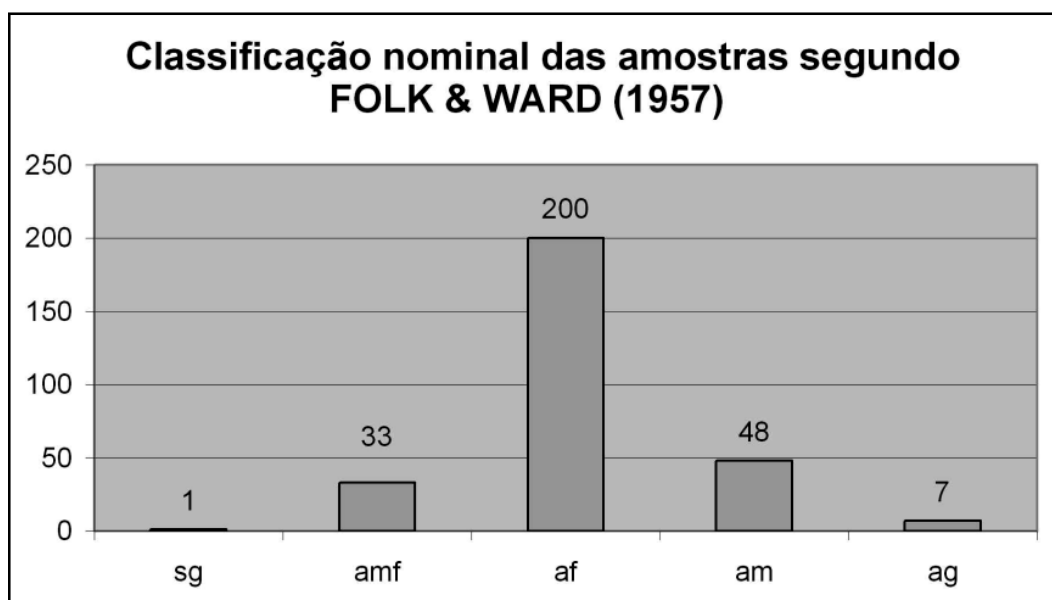


Figura 3 - Ocorrência das amostras segundo a classificação nominal de Folk & Ward (1957). (sg = silte grosso; amf = areia muito fina; af = areia fina; am = areia média; ag = areia grossa). Samples occurrence according to nominal classification by Folk & Ward (195). (sg = thick silt; amf = very thin sand; af = thin sand; am = average sand; ag = thick sand).

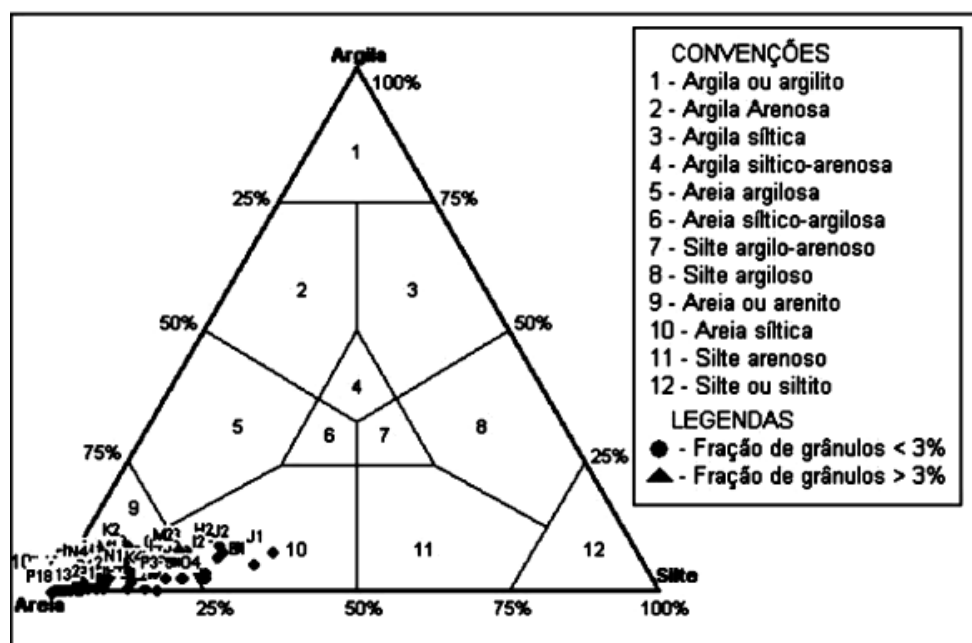


Figura 4 - Classificação dos sedimentos da plataforma continental interna rasa na porção central do litoral paranaense segundo a classificação de Shepard (1954). *Classifying sediments from an indoor low continental platform in a central portion of Paranaense seashore according to Shepard classification (1954).*

finas, com teores de finos entre 10 e 40%, são predominantemente pobremente selecionadas. Já as areias muito finas, associadas ao delta de maré vazante são bem a muito bem selecionadas. As areias médias e grossas são geralmente moderadamente selecionadas.

Nos histogramas dos intervalos de ϕ das amostras estudadas (anexos VIII até XXIII) podem ser identificados cinco padrões distintos: i) as areias fina e muito fina do delta de maré vazante associado à desembocadura sul do Complexo Estuarino de Paranaguá, envolvendo o perfil A e a maior parte do perfil B, caracterizando-se pela concentração dos grãos nos intervalos de ϕ 3 e 3,5, quase não ocorrendo grãos em outros intervalos; ii) as areias muito finas próximo à costa, com porcentagens de silte e argila entre 10 e 40%, com uma distribuição ampla de intervalos de ϕ e caracteristicamente bimodais, com as modas predominantes situadas principalmente nas classes de ϕ 2,5/3 e nas classes 5/6; iii) as areias média e grossa com distribuição em várias classes de ϕ , porém caracteristicamente unimodais; iv) as areias finas da plataforma na faixa dos 10 a 15 m de profundidade, unimodais, porém diferenciando-se das areias finas do delta de maré vazante por apresentarem uma distribuição em mais intervalos de ϕ ; v) as areias finas a muito finas pertencentes às barras do início da zona de arrebentação, que ocorrem apenas em alguns perfis (C, D, F, G, O e P) e apresentam histogramas semelhantes aos das areias do delta de maré vazante.

Na plataforma interna rasa na porção central do litoral paranaense predominam os sedimentos com assimetria negativa e aproximadamente simétricos (anexo V). Os sedimentos próximos à costa entre as profundidades de 5 e 10 m, compostos de areia muito fina com teores de finos entre 20 e 40%, apresentam assimetria positiva. Já entre os 10 e 15 m, onde ocorrem os corpos de areia média e grossa, predomina a assimetria negativa e muito negativa.

Os teores de matéria orgânica nos sedimentos da área estudada são predominantemente inferiores a 2,5% (anexo VI). Na faixa entre 5 e 10 m de profundidade, onde ocorrem areias muito finas com altos teores de finos, os teores de matéria orgânica podem alcançar valores superiores a 10%. O valor máximo observado foi de 12%. Já os teores de carbonato são usualmente inferiores a 5% (anexo VII). Os teores mais elevados, entre 7,5 e 15%, ocorrem na faixa de sedimentos com altos teores de finos entre as profundidades de 5 e 10 m. Também se observam teores elevados onde ocorrem as areias média e grossa, fato corroborado pela análise com lupa binocular, com a qual foi observada a presença de fragmentos de conchas.

DISCUSSÃO

Os dados batimétricos permitem identificar que a parte norte da região estudada é uma área rasa corres-

pondente ao delta de maré vazante associado à desembocadura sul do Complexo Estuarino de Paranaguá. Ao sul da mesma, pode ser notada uma área mais profunda que a plataforma mais ao sul, que poderia corresponder a uma zona de erosão originada pelo desvio e aumento da velocidade das correntes costeiras, provenientes de sudoeste causada pela diminuição brusca da profundidade, ocasionada pela presença do delta. Na porção central da área, ocorrem altos fundos próximos ao Arquipélago de Currais, que podem estar associados à interferência do arquipélago no padrão de refração de ondas incidentes.

Com relação à morfologia dos grãos de areia, a maioria indica um período prolongado de retrabalhamento. Contudo, os grãos angulosos das areias média e grossa sugerem a ocorrência de fontes próximas, sendo que os arquipélagos de Itacolomis e Currais poderiam ser a fonte desses grãos. As frações finas, dos sedimentos classificados como areia muito fina, apresentam grãos angulosos de quartzo, fragmentos de mica e restos vegetais abundantes, o que sugere aporte recente de sedimentos de origem continental.

Na região correspondente ao delta de maré vazante, há o aumento da seleção de sul para norte, considerando-se que o grau de seleção de sedimentos aumenta ou diminui na direção do transporte MacLaren (1981); MacLaren & Bowles (1985) e que a deriva litorânea na região é de sul para norte (Bigarella et al., 1966; Angulo, 1993), pode-se sugerir transporte preferencial de sedimentos neste sentido. Para o restante da área, o grau de seleção não foi utilizado na determinação da direção de transporte de sedimentos, devido a serem de mais de uma fonte.

As características sedimentológicas sugerem que vários processos geológicos e hidrodinâmicos contribuíram na configuração dos depósitos sedimentares da porção estudada da plataforma interna paranaense. Os sedimentos podem se agrupados em cinco tipos:

i) As areias finas e muito finas do delta de maré vazante associado à desembocadura sul do Complexo Estuarino de Paranaguá:

Essas areias parecem refletir com maior acuidade as propriedades dos sedimentos ao longo de um fluxo, sendo transportados por tração, havendo uma seleção progressiva na direção SW para NE, que indica um transporte preferencial nessa direção na área (MacLaren, 1981).

ii) As areias muito finas próximo à costa com teores de silte e argila entre 10 e 40%:

Poder-se-ia inferir que a fração fina das areias muito finas situadas na faixa próxima à costa entre as profundidades de 5 e 10 m é principalmente transportada por suspensão e depositada em condições de baixa energia de ondas. Quando a energia de ondas aumenta, pode ocorrer a ressuspensão e transporte desse sedimento ao longo da costa. Veiga et al. (2004) levantaram duas hipóteses para a origem das areias com elevados teores de finos (10 a 40%) que ocorrem numa faixa da plataforma interna entre os 5 e 10 m de profundidade. Uma, de serem sedimentos lagunares antigos aflorando na plataforma, correspondentes à transgressão pós-glacial e outra, de serem sedimentos de deposição atual. Uma datação da matéria orgânica contida nesses sedimentos que forneceu idade ^{14}C calibrada de 1.517 - 1.189 anos antes do presente, calibrada com o programa CALIB 4.4 (Stuiver & Reimer 1993) com um ΔR de 63 ± 29 anos (Angulo et al., 2005), indica que se tratam de sedimentos mais recentes que os da transgressão pós-glacial, que acabou por volta de 6.500 a 5.500 anos ^{14}C calibrados AP (Angulo et al, 2004). Ademais, análises de foraminíferos realizadas nesses sedimentos (Disaró et al., 2001) mostraram uma fauna típica de plataforma rasa. Essas evidências sugerem que esses sedimentos se depositaram em ambiente de plataforma rasa, em condições semelhantes às atuais. Apesar de não haver rios importantes na região, o suprimento de material fino é bastante grande em períodos chuvosos, visto que a área se encontra entre os estuários de Guaratuba e de Paranaguá. Estudos realizados a partir de imagens de satélite mostram uma alta concentração de sedimentos em suspensão provenientes desses estuários (Noernberg, 2001). O material fino parece ficar preso próximo à costa pela “cerca de energia litorânea” (*littoral energy fence*) descrita por Allen (1970). Esse fenômeno é provocado pela energia das ondas que movendo o sedimento em direção à costa. Os elevados teores de matéria orgânica encontrados nesses sedimentos parecem estar associados à grande quantidade de organismos que vivem associados aos mesmos e que foram observados durante as amostragens. Outro fator que contribui para os altos teores de matéria orgânica é a presença de fragmentos vegetais, que foram observados em lupa. Não há rios importantes desembocando na área de estudo. O escoamento da planície costeira nessa parte do litoral é para dentro da baía de Paranaguá, sendo controlado pela presença de cordões litorâneos. O escoamento na praia ocorre apenas em períodos de intensa pluviosidade. Isso sugere que os fragmentos vegetais provêm das baías situadas ao sul e ao norte da área. O alto teor de carbonatos presentes nesses sedimentos

finos pode ser explicado pela ocorrência das conchas dos moluscos bivalves que ali habitam.

iii) As areias médias e grossas:

As areias médias a grossas provavelmente são palimpsésticas, pois elas ocorrem a profundidades entre 10 e 14 m, onde as correntes costeiras não têm energia suficiente para transportá-las, provavelmente constituindo restos de antigas praias, formadas em períodos em que o nível relativo do mar era mais baixo que o atual, submersas durante a fase transgressiva holocênica. Sua forma preferencialmente alongada levou Veiga & Angulo (2003) a relacioná-los com as dorsais de areia (*sand ridges*) características de plataformas clásticas dominadas por ondas que incidem obliquamente à costa descritas por Parker et al. (1982). Em alguns setores da plataforma estudada, principalmente próximo aos arquipélagos de Itacolomis e Currais, os corpos de areia média e grossa correspondem aos altos fundos observados no mapa batimétrico. O contato desses corpos com as áreas de sedimentos mais finos é abrupto e pode ser facilmente observado em imagens de sonar de varredura (Veiga et al., 2004b).

iv) As areias finas da plataforma na faixa dos 10 a 15 m de profundidade:

São sedimentos unimodais bem selecionados, porém menos que as areias finas do delta de maré vazante, sugerindo condições de energia de ondas e correntes mais baixas que no delta, provavelmente por se encontrarem a maiores profundidades.

v) As areias finas a muito finas pertencentes às barras do início da zona de arrebenção:

Em alguns perfis (C, D, F, G, O e P), na parte mais rasa, ocorrem areias finas a muito finas bem muito bem selecionadas, semelhantes às do delta de maré vazante, indicando ambiente de alta energia, que foram interpretadas como correspondentes às barras da zona de arrebenção.

AGRADECIMENTOS

À CAPES, pela bolsa de doutorado; à Fundação Araucária por meio do projeto Protocolo 451 - chamada 001/2000, ao convênio APPA-CEM e ao CNPq - projeto individual processo 460134/00-0 pelo apoio financeiro; ao Instituto Ecomar pelo apoio logístico.

REFERÊNCIAS

- ALLEN J.R.L. 1970. *Physical Processes of Sedimentation. An Introduction*. Elsevier. New York, 433 p.
- ANGULO R.J. 1992 – *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. 1993. Variações na configuração da linha de costa no Paraná nas últimas quatro décadas. *Boletim Paranaense de Geociências*. Curitiba, 41:52-72.
- ANGULO R.J. & ARAÚJO A.D. 1996. Classificação da costa paranaense com base na sua dinâmica, como subsídio à ocupação da orla litorânea. *Boletim Paranaense de Geociências*. Curitiba, 44:7-17.
- ANGULO R.J.; SOUZA M.C. de; REIMER P.J.; SASAKA S.K. 2005. Reservoir effect of southern and southern-east Brazilian coast. *Radiocarbon*, 47(1):1-7.
- ANGULO R.J.; LESSA G.C.; SOUZA M.C. de 2004. A Critical Review of the Mid- to Late Holocene Sea-level Fluctuations on the Eastern Brazilian Coastline. *Quaternary Science Review* (submetido).
- BIGARELLA J.J.; FREIRE S.S.; SALAMUNI R.; VIANA R.; 1966. Contribuição ao estudo dos sedimentos praias recentes II – praias de Matinhos e Caiobá. *Boletim da Universidade Federal do Paraná, Geografia Física*, 6:1-113.
- CAMARGO M.G. 1999. *SysGran para Windows: sistema de análises granulométricas*. Pontal do Sul-PR.
- CARVER R.E. 1971. Settling analysis. In: *Procedures in sedimentary petrology*. New York: Wiley-Interscience. 427-452 p.
- CHANG H. K.; KOWSMANN R.O.; FIGUEIREDO A.M.F.; BENDER A. A. 1992. Tectonics and stratigraphy of the East Brazil Rift system: an overview. *Tectonophysics*, 213:97-138.
- DANA J.D. 1978. *Manual de Mineralogia*. Revisto por Hurlbut Jr. C. S. Livros técnicos e científicos editora. Rio de Janeiro, 642 p.
- DHN – DIRETORIA DE HIDROGRAFIA E NAVEGAÇÃO. 1961. *Carta Náutica Número 1820 – Proximidades da Barra de Paranaguá*. Marinha do Brasil (corrigida em 1991).
- DISARÓ S.T.; SOUSA S.H.M.; VEIGA F.A.; ANGULO R.J. 2001. Foraminíferos da plataforma continental interna rasa do Estado do Paraná, Brasil. *Anais..., do VIII Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário – ABEQUA*. Imbé-RS, 600 p.

- FOLK R.L. & WARD W.C. 1957. Brazos River Bay: Study of the significance of grain size parameters. *Journal of Sedimentary Petrology*, 27:3-27.
- McLAREN P. 1981. An interpretation of trends in grain size measures. *Journal of Sedimentary Petrology*, 51(2):611-624.
- McLAREN P. & BOWLES D. 1985. The effects of sediment transport on grain-size distributions. *Journal of Sedimentary Petrology*, 55(4):457-470.
- MARONE E. & CAMARGO R. 1994. Marés meteorológicas no litoral do Estado do Paraná: o evento de 18 de agosto de 1993. Curitiba. *Nerítica*, 8:73-85.
- MARTINS G.J. 2002. *Dinâmica da zona de arrebentação e suas potenciais conseqüências no transporte de sedimentos na costa adjacente a desembocadura sul do complexo estuarino de Paranaguá*. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Dissertação de Mestrado, 58 p.
- NOERNBERG M. A. 2001. *Processos morfodinâmicos no complexo estuarino de Paranaguá – Paraná – Brasil*. Um estudo a partir de dados in situ e LandSat TM. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Tese de Doutorado, 180 p.
- ODRESKI L.L.R. 2002. *Evolução sedimentar e batimétrica da Baía de Antonina-PR*. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Dissertação de Mestrado, 79 p.
- PARKER G.; LANFREDI N.W.; SWIFT D.J.P. 1982. Seafloor response to flow in a Southern Hemisphere sand ridge field: Argentine inner shelf. *Sedimentary Geology*, 33:195-216.
- PORTOBRAS – EMPRESA DE PORTOS DO BRASIL S.A., 1983. Campanha de medições de ondas em Paranaguá-PR, período: 21.08.82 a 21.01.83. Rio de Janeiro. INPH-DIDELE, 23 p.
- QUADROS C.J.L. 2002. *Morfodinâmica praial associada a passagens de sistemas frontais em duas praias arenosas do litoral paranaense*. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Dissertação de Mestrado, 83 p.
- RUSSEL R.D. & TAYLOR R.E. 1937. Roundness and shape of Mississippi River sands. *Journal of Geology*, 45:225-267.
- SHEPARD F.P. 1954. Nomenclature based on sand-silt-clay ratios. *Journal of Sedimentary Petrology*, 24(3):151-158.
- STUIVER M. & REIMER P.J. 1993. Extended ¹⁴C database and revised CALIB radiocarbon calibration program. *Radiocarbon*, 35:215-230.
- SUGUIO K. 1973. *Introdução à Sedimentologia*. Editora Edgard Blucher/EDUSP, São Paulo, 317 p.
- VEIGA F.A. & ÂNGULO R.J. 2003. Sedimentologia da plataforma continental interna rasa na porção central da costa paranaense. *Anais..., IX Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário*. CD de trabalhos completos. Volume único.
- VEIGA F.A.; ANGULO R.J.; SÁ ODRESKI L.L.R.; LAMOUR M.R.; DISARÓ S.T. 2004. Origin of mud deposits in a wave dominated shallow inner continental shelf of the State of Paraná coast, southern Brazil. *Journal of Coastal Research. SI 39. Proceedings of the 8th International Coastal Symposium*. Itajaí-SC.
- VEIGA F.A.; ANGULO R.J.; CAZZOLLI Y GOYA S.; RODRIGUEZ M. 2004b. Investigações com sonar de varredura lateral na plataforma rasa paranaense. *Anais..., I Congresso Brasileiro de Oceanografia*. Itajaí – SC, CD de Resumos Volume único.
- WENTWORTH C.K. 1922. A scale of grade and class term for clastic sediments. *Journal of Geology*, 30:377-392.

Recebido em 20 jun. 2004
Aceito em 04 out. 2004