

LEVANTAMENTO SEDIMENTOLÓGICO DO ESTUÁRIO DO RIO TIMBÓ - PE

Maria José de Oliveira Barbosa¹
Valdir do Amaral Vaz Manso²
Lúcia Maria Mafra Valença³

¹ Programa de Pós-Graduação em Geociências, Centro de Tecnologia e Geociências, UFPE (marybelle2000@yahoo.com.br).

^{2,3} Departamento de Geologia, UFPE (vazmanso@uol.com.br; lmv@ufpe.br).

RESUMO

O estuário do Rio Timbó está situado entre os municípios de Abreu e Lima, Igarassu e Paulista, no litoral norte de Pernambuco, abrangendo uma área de quase 1400 ha. Visando preencher uma lacuna de conhecimento sobre aspectos sedimentológicos desta zona estuarina, e assim contribuir para um gerenciamento adequado de seus recursos naturais, análises texturais, granulométricas e o cálculo de parâmetros estatísticos foram realizados em 46 pontos de amostragem, em transectos de uma margem à outra. Estas análises subsidiaram a elaboração de mapas temáticos. A fração cascalho é predominantemente biogênica, porém pouco significativa em todo o corpo estuarino. A fração areia prepondera, com maiores concentrações na desembocadura e nas áreas de deságue dos arroios Desterro e da Fábrica. A concentração da fração lama é mais significativa em trechos próximos às margens do rio no estuário superior, nos quais prolifera a vegetação de mangue. A fácies de cascalho areno-lamoso foi localizada somente no estuário médio, sendo basicamente composta por grãos siliciclásticos e elementos bioclásticos. Areia cascalhosa ocorre na parte mais proximal do estuário inferior e no estuário superior. O diâmetro médio dos sedimentos arenosos na área pesquisada é influenciado pela fonte de suprimento de material, pelo processo de sedimentação e velocidade da corrente, revelando areias grossas, médias, finas e muito finas. Resultados platicúrticos e muito platicúrticos são observados no estuário médio e sudeste do estuário superior, indicando áreas de moderada energia e menor grau de seleção. Os valores leptocúrticos a muito leptocúrticos prevalecem no inferior sugerindo maior energia, apesar dos sedimentos não se apresentarem bem selecionados. As amostras revelaram assimetria desde muito negativa a muito positiva, indicando mistura de sedimentos de diversas fontes.

Palavras chave: Rio Timbó; sedimentologia; ambiente estuarino; manguezal.

ABSTRACT

The Timbó River estuary is located among between the cities of Abreu e Lima, Igarassu and Paulista, in the north coast of Pernambuco, covering an area of approximately 1400ha. Aiming to better understand the sedimentologic aspects of this region, and contribute for an adequate management of its natural resources, granulometric, textural analyses and determination of statistical parameters were conducted in 46 sampling points, crossing the margins of the river. These analyses were used to make thematic maps. The gravel granulometric fraction is predominantly biogenic, however, of little significant in all the estuarine body. The sand granulometric fraction predominates in the estuary area and where the streams Desterro and Fabrica reach the estuary of the Timbó River. The concentration of the mud fraction is significant in the margins to the upper estuary, in which the mangrove proliferates. Facies of sand-muddy gravel was located in the medium estuary, being basically composed by siliciclastic grains and bioclastic components. Coarsely sand occurs in the proximal part of the lower estuary and in the upper estuary. The average diameter of the arenaceous sediments in the study area is influenced by the source of material supplied, by the process of sedimentation and speed of the stream, showing thick, average, fine and very fine sands. Platicurtic and planicurtic values were observed in the medium estuary and to the southeastern of the upper estuary, suggesting areas of moderate energy and reduced degree of selection. Leptocurtic and very leptocurtic values prevailed in the lower estuary, suggesting an environment of higher energy with sediments not well selected. The samples revealed asymmetry varying from very negative to very positive, evidencing mixing of sediments of distinct sources.

Keywords: Timbó River; sedimentology; estuarine environmental; mangrove.

INTRODUÇÃO

Estuários são ambientes de transição entre o continente e o oceano, onde rios encontram o mar. Em média, as águas estuarinas são biologicamente mais produtivas do que as do rio e do oceano adjacente devido, principalmente, às características hidrodinâmicas de circulação que, aprisionando nutrientes, algas e outros organismos, estimulam a produtividade nesses corpos de água (Miranda *et al.*, 2002).

Muitos estuários constituem-se em áreas de manguezais que, por sua vez têm sido degradados expressivamente em todo o mundo (French, 1997). No Brasil, os manguezais têm tido relevância sócio-econômica desde os tempos coloniais, sobretudo como fonte de recursos naturais de subsistência e de madeira para as populações caiçaras.

Cavalcanti (1997) sugere que há necessidade de conhecimento detalhado sobre a dinâmica estuarina para um gerenciamento adequado dos recursos que estão disponíveis nestes ecossistemas. Ratificando esta afirmação, Lamour *et al.* (2004) sugerem que o conhecimento sobre a origem e a distribuição dos sedimentos de fundo nos ambientes estuarinos é extremamente importante sob diversos aspectos, uma vez que contribui para o gerenciamento ambiental em diversas áreas, tais como o planejamento de canais de acesso aos portos, terminais portuários, marinas, dragagens e áreas de despejo.

Atualmente, a área de manguezal do Rio Timbó tem sido afetada por diversos problemas relacionados à destruição do ambiente original, tais como àqueles associados à indústria turística que, segundo Davenport & Davenport (2006), trazem grandes mudanças ecológicas através da construção de hotéis, marinas, aterros indiscriminados para fins imobiliários e de

posição de resíduos sólidos.

A ação antrópica desordenada ocorrida nas margens do Timbó tem empobrecido muito sua zona estuarina, antes uma das regiões mais férteis do litoral pernambucano (FIDEM, 1996).

Deste modo, esta pesquisa teve como objetivo principal preencher uma lacuna de conhecimento detalhado sobre aspectos sedimentológicos do estuário do Rio Timbó na praia de Maria Farinha, em Pernambuco. Este conhecimento pode auxiliar futuramente na adoção de uma gestão ambiental responsável dos recursos naturais locais, assim como servir de base para estudos sobre a gênese e evolução desta sub-bacia hidrográfica.

LOCALIZAÇÃO E GEOLOGIA

A área estuarina abordada nesta pesquisa constitui a zona de transição onde o Rio Timbó encontra o Oceano Atlântico. É formada especialmente pelo rio de mesmo nome e pelo arroio Desterro, sendo que está situada nos municípios de Abreu e Lima, Igarassu e Paulista, abrangendo uma área de quase 1400ha (Fig. 1).

Segundo Lima Filho (1996; 1998) e Barbosa (2004), o lineamento de Pernambuco divide a faixa costeira pernambucana em duas bacias sedimentares com características geológicas bem diferentes: ao sul, a Bacia de Pernambuco e ao norte, a Bacia da Paraíba. A área estuarina do Rio Timbó está localizada nesta última bacia, se desenvolvendo sobre um embasamento a profundidade de aproximadamente 400m (FIDEM, 1980). A partir do embasamento proterozóico, a Bacia da Paraíba apresenta um preenchimento sedimentar composto pelas formações Beberibe, Itamaracá, Gramame, Maria Farinha e Barreiras (Mabesoone & Alheiros, 1988; Fig. 2).

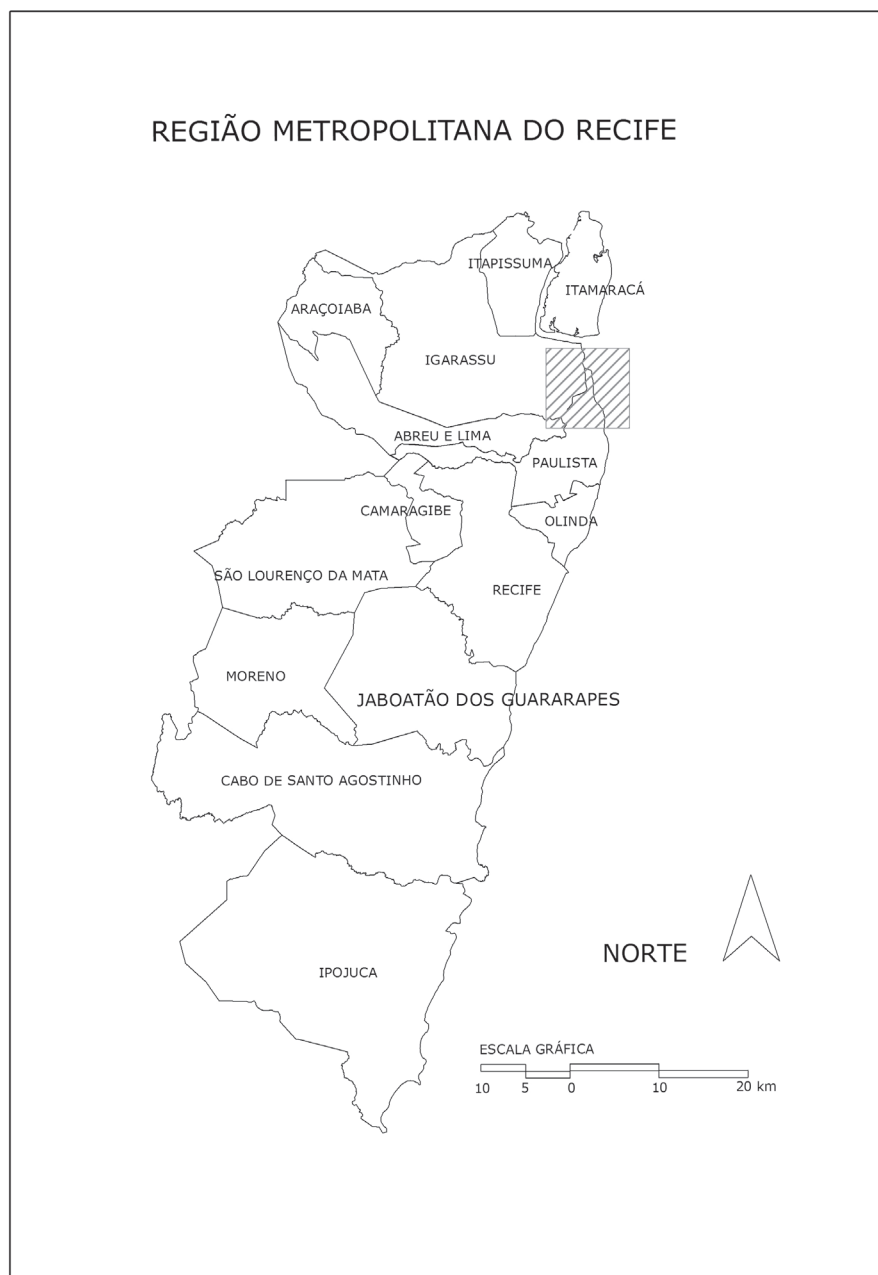


Figura 1 – Mapa de localização da área estudada (FIDEM, 2001).

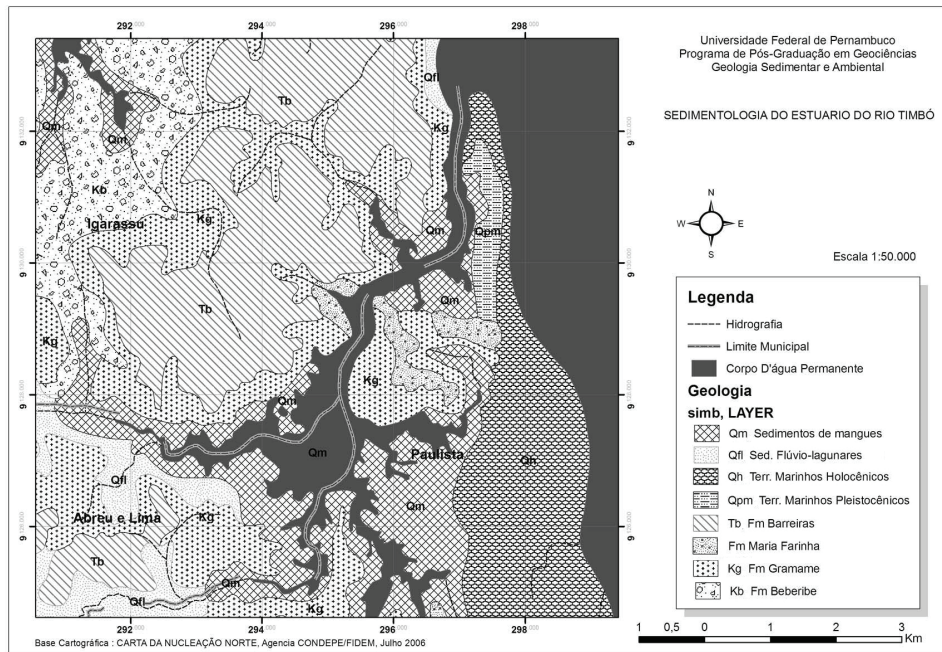


Figura 2 – Área estudada mostrando unidades geológicas e feições geomorfológicas (FIDEM, 2001).

MÉTODOS UTILIZADOS

Foram selecionados 46 pontos de amostragem (Fig. 3), distribuídos ao longo do Rio Timbó e seus principais tributários, em transectos de uma margem à outra. Para a análise granulométrica das amostras foram utilizadas técnicas fundamentadas no método descrito por Suguio (1973). O material foi seco à temperatura ambiente e depois levado à estufa para secagem a 60 °C. Em seguida, foram realizados o quarteamento manual e pesagem de 100 g, sendo então as amostras peneiradas por via úmida em duas peneiras de malhas 2 e 0,062 mm, e separadas as frações: cascalho, areia e lama. Depois, as areias e os cascalhos foram colocados na estufa à temperatura de 60 °C. As amos-

tras de cascalho e areia foram novamente pesadas, separadamente, para definir o percentual de cada parte, inclusive o de silte e argila, obtido por diferença. A fração areia foi posta em um jogo de cinco peneiras de aço, com aberturas variando de 1 a 0,062 mm e submetida à peneiragem mecânica no *rot up* por cerca de 10min. Foram separadas as diferentes classes arenosas e pesadas em balança até a segunda casa decimal. Segundo Ponzi (1995), as análises granulométricas fornecem dados que podem ser convertidos em informações gráficas ou numéricas, viabilizando a comparação entre amostras, descrições texturais, interpretação das condições de gênese, de transporte, deposição, etc.

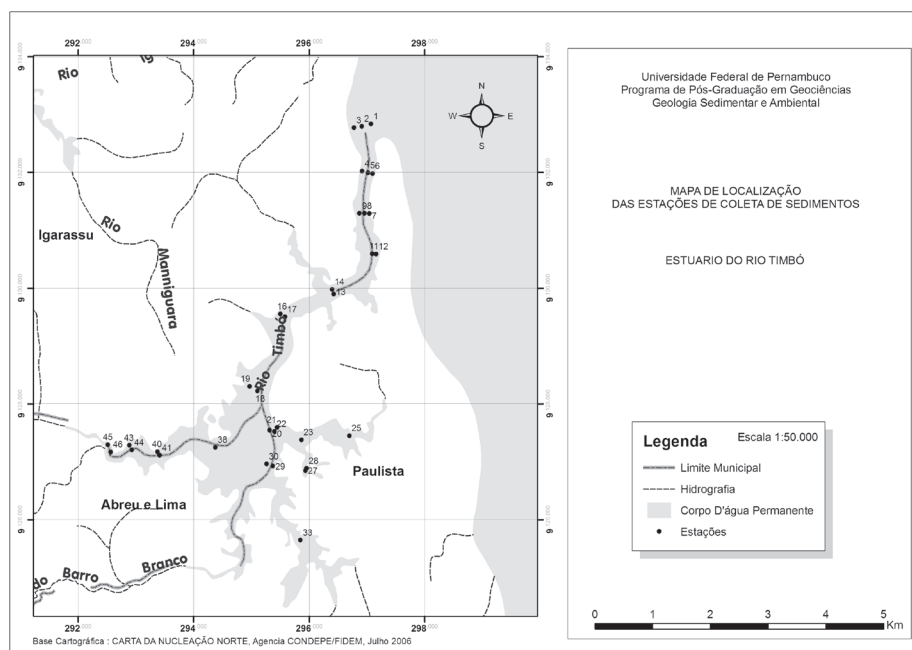


Figura 3 – Área estudada com a localização das estações de amostragem (FIDEM, 2001).

Ao término destas etapas, os dados obtidos possibilitaram o cálculo dos parâmetros estatísticos granulométricos embasados na classificação de Folk & Ward (1957), com o emprego do *software Anasede*. Apenas as frações arenosas foram empregadas na elaboração de mapas temáticos. Neste contexto, as frações que foram excluídas nesta etapa aparecem nas tabelas de distribuição espacial e nos mapas como “área bloqueada”. Para fazer a distribuição faciológica dos sedimentos, foi usado o diagrama triangular proposto por Shepard (1954), considerando-se todas as frações, inclusive lama e cascalho. Foram elaborados mapas de estimativa espacial das frações cascalho, areia e lama, das fácies texturais e dos parâmetros estatísticos granulométricos, utilizando-se um *software* que permite técnicas de interpolação através do método *Krigagem*. Posteriormente, os mapas de interpolação foram incorporados à base cartográfica. O per-

centual de ocorrência das diversas frações granulométricas, fácies texturais e classes dos parâmetros estatísticos, também foi obtido automaticamente mediante o uso de *software* que possui um módulo o qual calcula a área de distribuição destas feições presentes nos mapas.

RESULTADOS

Distribuição granulométrica

A fração cascalho é identificada em todo o corpo estuarino em geral com percentual inferior a 3%. Os percentuais mais significativos (>10%) foram localizados no estuário médio, sujeito à intensa mistura da água do mar com a água fluvial (Tabela 1, Fig.4). Apresenta em sua constituição pequena proporção de fragmentos minerais (quartzo), todavia, prevalecem os bioclastos: restos de cracas, de conchas inteiras ou fragmentadas de bivalvíos (como, por exemplo, dos gêneros *Mytilus*, *Crasostrea*, *Anomalocardia*, *Tellina* e *Tagelus*)

e de gastrópodos (como *Thais*, *Cheilea*, *Cerithiopsis* e *Natica*), fragmentos lenho-

sos, e segmentos calcários da alga codiácea *Halimeda* spp.

Tabela 1 – Distribuição espacial da fração cascalho.

Percentual de ocorrência	Área (km ²)	(%)
<3	3, 50	53,76
3-10	1, 92	29,42
>10	1, 09	16,82
Total	6, 51	100

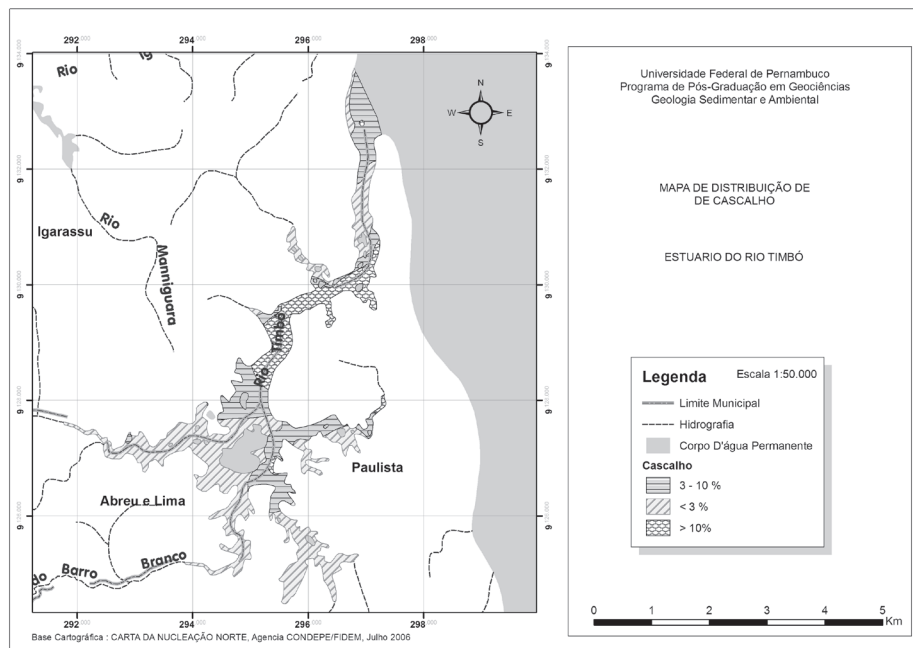


Figura 4 – Mapa de distribuição da fração cascalho. Fonte: FIDEM, 2001.

A fração areia prepondera por toda a região estudada, evidenciando influências de ambos os ambientes: fluvial e marinho (Fig. 5). A desembocadura do Rio Timbó e os canais dispostos ao lado da ilha de mangue central exibem as maiores concentrações de sua ocorrência (>90%). No que se refere à distribuição por área (Tabela 2), cerca de 13%, ou seja, menos do que 1 km², correspondem às maiores concentrações. Os componentes biogênicos

desta fração são representados por foraminíferos bentônicos (Fig. 6), de ambientes transicionais (estações 1 e 4) dos gêneros *Miliammina*, *Archais*, *Quinqueloculina* e *Elphidium*, entre outros, e planctônicos marinhos (*Globigerinoides*; estação 17), assim como ostracodes mixohalinos (estações 23 e 13; Fig.7), fragmentos de bivalvíos, gastrópodos (Fig. 8a), cracas, espinhos rolados de equinóides marinhos (Fig.8b) e restos lenhosos.

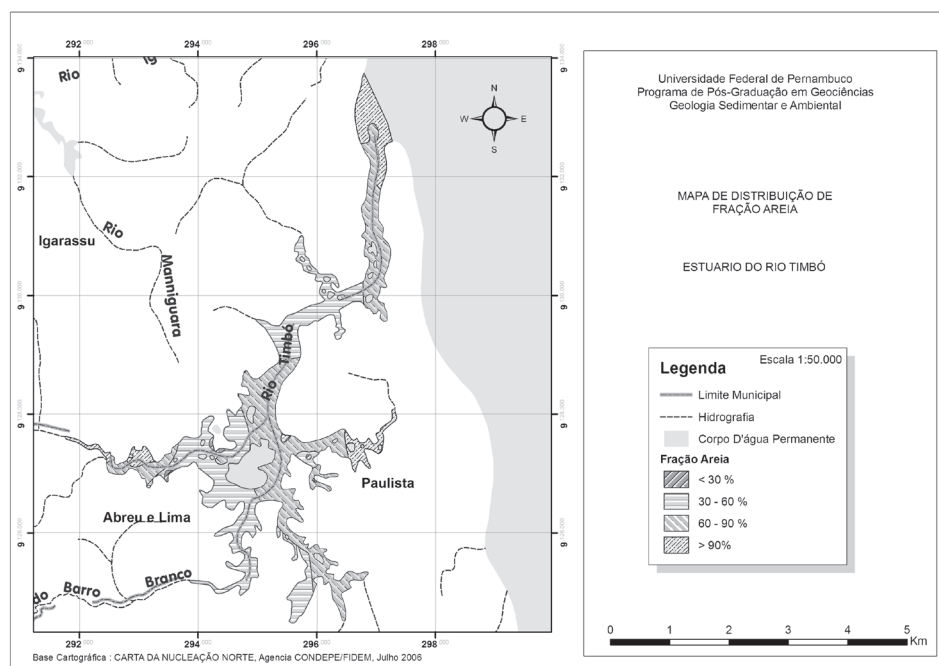


Figura 5 – Mapa de distribuição da fração areia. Fonte: FIDEM, 2001.

Tabela 2 – Distribuição espacial da fração areia.

Percentual de ocorrência	Área (km ²)	(%)
< 30	0,03	0,59
30 - 60	2,64	40,47
60 - 90	2,99	45,95
> 90	0,84	12,99
Total	6,50	100

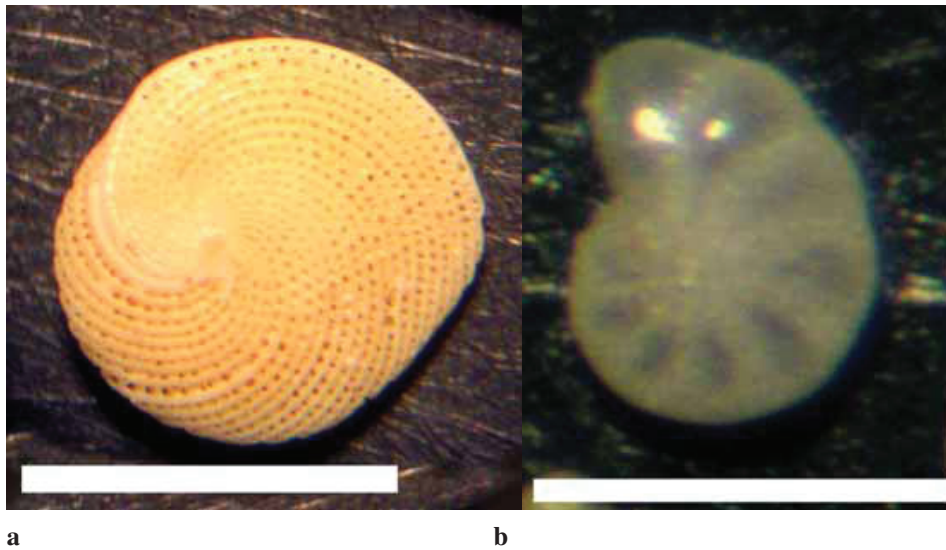


Figura 6 – Foraminíferos da fração areia: a) *Archaias*; b) *Elphidium* (barra 50 mm).

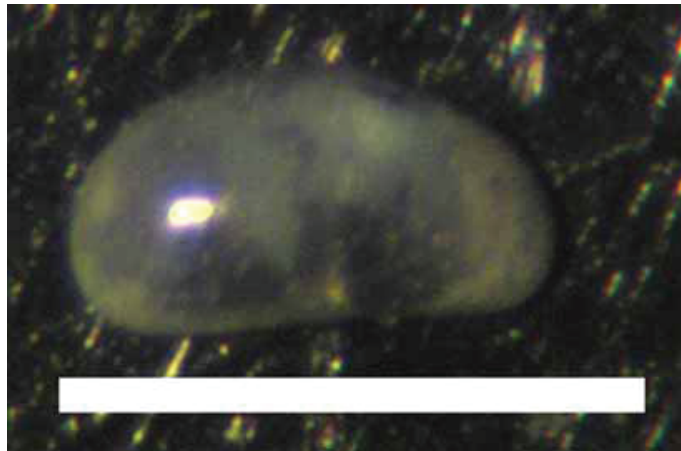


Figura 7 – Valva de ostracode da fração areia (barra 50 mm).

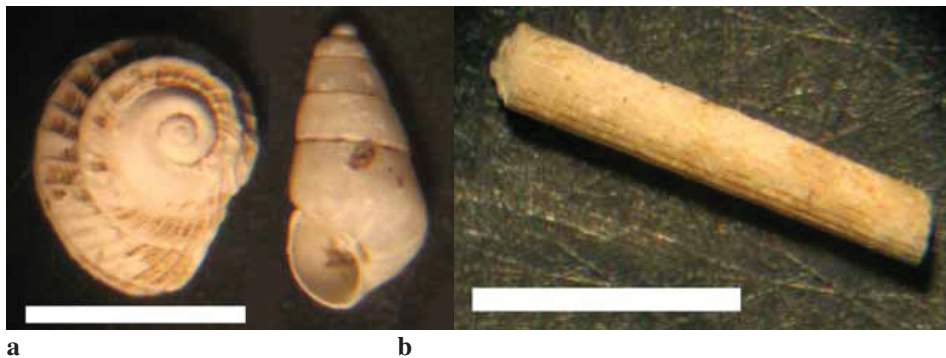


Figura 8 – Restos de invertebrados da fração areia: a) gastrópodos; b) espinho de equinóide (barra 50 mm).

As análises sedimentológicas demonstraram que, de modo geral, a área abrangida pelo estuário do Rio Timbó possui baixos teores da fração lama (Tabela 3, Fig. 9). A concentração da fração lama é

mais significativa (>60%) em trechos próximos às margens do rio no estuário superior, nos quais prolifera a vegetação de mangue e onde, por ocasião da maré baixa, a lâmina d'água mostra muito pequena espessura.

Tabela 3 – Distribuição espacial da fração lama.

Percentual de ocorrência	Área (km ²)	(%)
< 30	3, 51	53,83
30 - 60	2, 76	42,27
> 60	0, 25	3,90
Total	6, 52	100

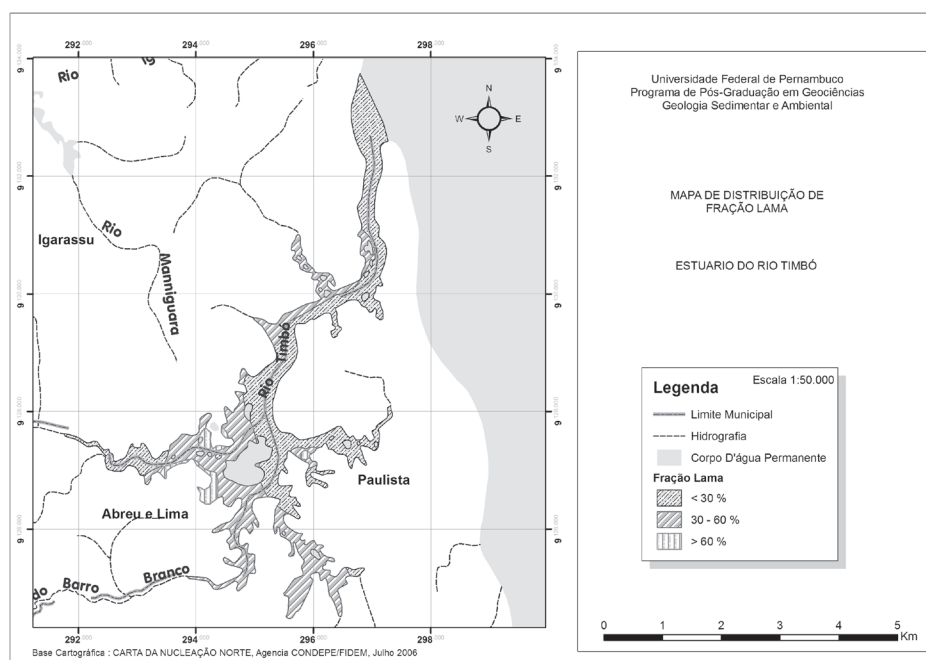


Figura 9 – Mapa de distribuição da fração lama. Fonte: FIDEM, 2001.

Distribuição de fácies texturais

A fácies de cascalho areno-lamoso foi localizada somente no estuário médio (estações 13 e 17). Está basicamente composta por grãos siliciclásticos e elementos bioclásticos: restos de ostras e outros bi-

válvios, de gastrópodos, além de fragmentos lenhosos.

A fácies de areia cascalhosa ocorre em dois pontos distintos (estações 12 e 29), localizados um na parte mais proximal do estuário inferior e outro no estuário

rio superior (Fig. 10). Em sua constituição estão presentes matéria orgânica lenhosa, fragmentos de conchas calcárias de moluscos e grãos de quartzo, sendo que a fração cascalho presente nesta fácies é composta de material biótico. A fácies de areia é a de maior incidência no estuário do Rio Timbó, perfazendo aproximadamente 39% da área total (Tabela 4). É, sobretudo, composta por grãos siliciclásticos e, em menor proporção, por material biodetrítico: fragmentos de briozoários, esponjas, equinóides, algas calcárias, bivalvíos, gastrópodos, pterópodos, ostracodes e foraminíferos.

A fácies de areia lamosa ocorre em pequena escala (estações 10, 19, 23, 33), equivalendo a 13,70% da área estuarina. É restrita a quatro áreas localizadas no estuário superior (Fig. 10), sendo composta por grãos quartzosos, restos lenhosos,

fragmentos de gastrópodos, bivalvíos e de equinóides, assim como carapaças de ostracodes e foraminíferos. A fácies de lama arenosa é observada localmente em duas áreas: na margem esquerda do estuário médio, a partir da montante (estações 15 e 16), e nas adjacências ocidentais da ilha central de mangue no estuário superior (estação 37). É constituída por siliciclásticos finos a muito finos, e material de origem orgânica de coloração cinza-escuro.

A fácies lama ocupa exclusivamente os trechos da zona estuarina superior, nas estações 24, 26, 31, 32, 34, 35, 36, 39 e 42, onde a vegetação de mangue bordejia todas as reentrâncias do sistema estuarino nas terras emersas. Apresenta uma tonalidade bastante escura em virtude de ser predominantemente formada por argilas ricas em matéria orgânica.

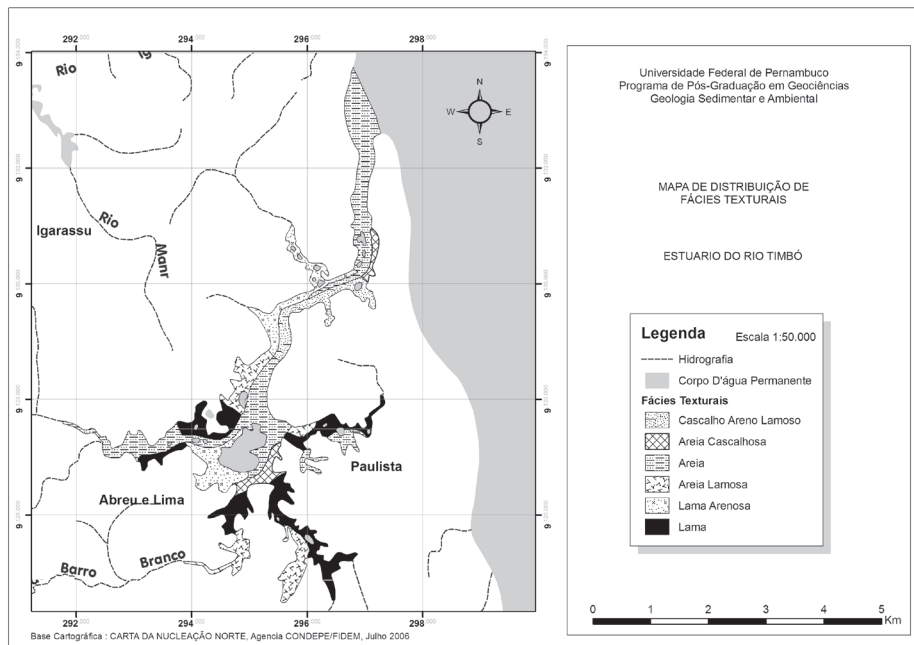


Figura 10 – Mapa de distribuição das fácies texturais na região estuarina do Rio Timbó. Fonte: FIDEM, 2001.

Tabela 4: Distribuição espacial das classes de fácies texturais

Classes	Área (km ²)	(%)
Cascalho areno-lamoso	0,47	7,22
Areia cascalhosa	0,29	4,51
Areia	2,52	38,67
Areia lamosa	0,89	13,70
Lama arenosa	0,90	13,89
Lama	1,43	22,01
Total	6,50	100

Diâmetro médio

Os sedimentos arenosos analisados nesta pesquisa apresentam o diâmetro médio variando entre os intervalos: 0 a 1 Φ = areia grossa; 1 a 2 Φ = areia média; 2 a 4 Φ = areia fina a muito fina (Fig. 11). A fração arenosa é basicamente constituída por quartzo e em menor proporção por material biotétrico proveniente de vegetais superiores (vegetação do mangue), algas calcárias (principalmente codiáceas) e de animais invertebrados de esqueleto calcítico e/ou aragonítico. Geralmente, os grãos siliciclásticos estão relacionados a unidades rochosas adjacentes (formações Beberibe, Gramame e Barreiras), enquan-

to que os bioclásticos provêm de influência predominantemente marinha e da ação antropomórfica das populações ribeirinhas (descarte de conchas pelos pescadores).

A fração de areia grossa incide como pequeno ponto isolado bem em frente à desembocadura do Rio Timbó. As areias médias, em contrapartida, são encontradas em toda a área de contato com as águas marinhas. Ocupam também áreas localizadas na margem direita da zona de mistura (estuário médio) e nos dois canais adjacentes à ilha central de mangue (Tabela 5, Fig. 11). Por sua vez, as areias finas a muito finas prevalecem em todo o estuário, ocorrendo especialmente no trecho superior da zona estuarina.

Tabela 5 – Distribuição espacial das classes do diâmetro médio da fração areia (área bloqueada corresponde a áreas com lama).

Classes	Área (km ²)	(%)
Areia grossa	0,03	0,47
Areia média	1,63	24,98
Areia fina	2,05	31,47
Areia muito fina	0,46	7,18
Área bloqueada	2,34	35,90
Total	6,51	100

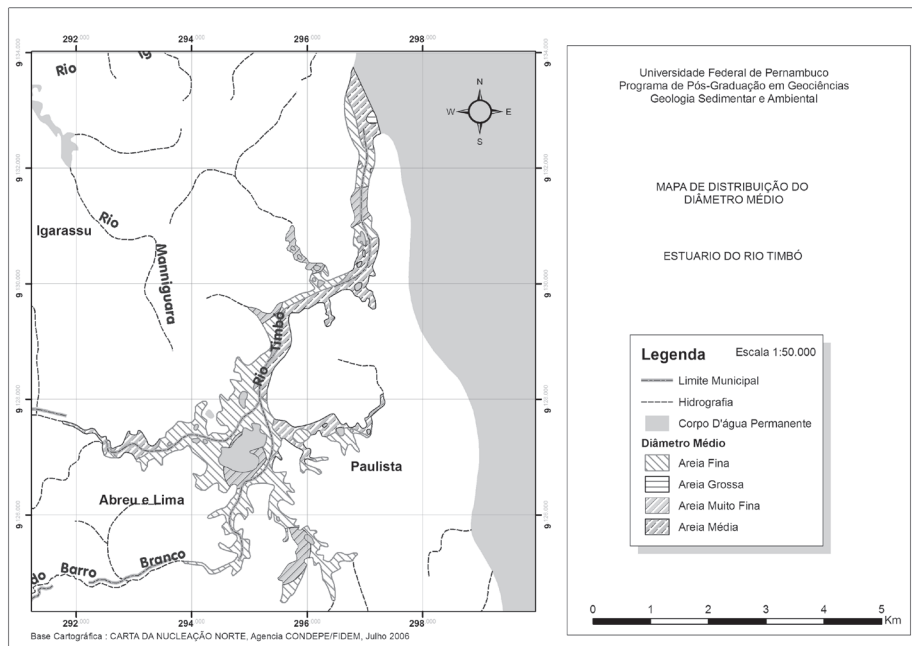


Figura 11 – Mapa de distribuição do diâmetro médio dos grãos da fração areia do estuário do Rio Timbó. Fonte: FIDEM, 2001.

Curtose

No mapa de curtose elaborado no presente estudo (Fig.12), os sedimentos arenosos mostram valores de distribuição desde muito platicúrticos (<0,67) até muito leptocúrticos (1,50-3; Tabela 6). Resultados platicúrticos e muito platicúrticos são especialmente observados no estuário

superior, no extremo sul da zona estuária, assim como também a sudeste da ilha central de mangue e da zona de mistura (estuário médio). Valores de curtose leptocúrtica a muito leptocúrtica prevalecem nas áreas adjacentes ao norte e nordeste da ilha central de mangue e no estuário inferior.

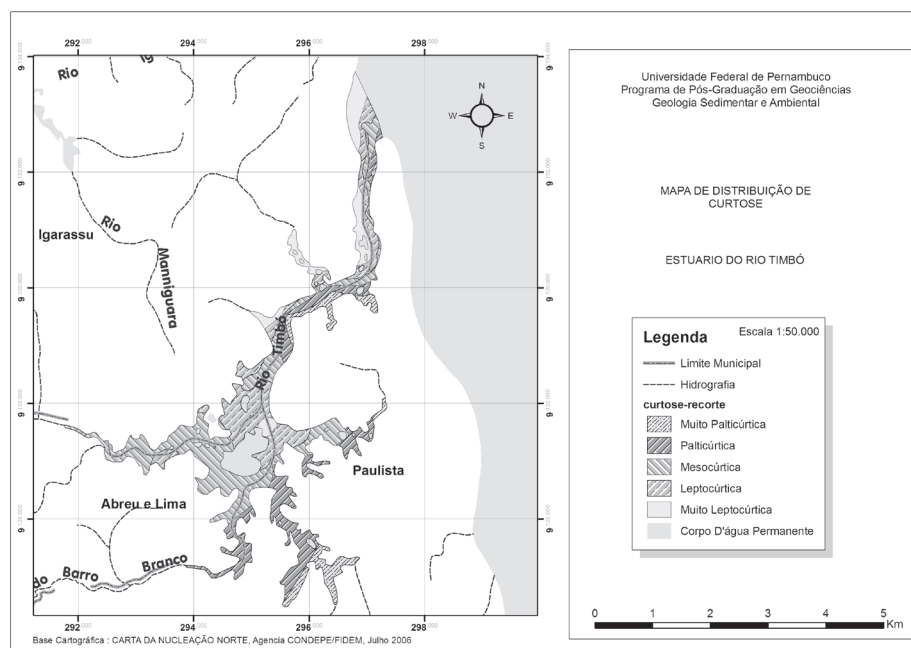


Figura 12 – Mapa de distribuição da curtose da fração areia dos sedimentos do estuário do Rio Timbó. Fonte: FIDEM, 2001.

Tabela 6 – Distribuição espacial das classes de curtose da fração areia (área bloqueada corresponde a áreas com lama).

Classes	Área (km ²)	(%)
Muito platicúrtica	0,32	5,03
Platicúrtica	0,95	14,63
Mesocúrtica	1,15	17,74
Leptocúrtica	1,17	18,01
Muito leptocúrtica	0,56	8,69
Área bloqueada	2,34	35,90
Total	6,49	100

A distribuição mesocúrtica está naturalmente presente entre os mencionados valores de distribuição da curtose. Na área pesquisada sobressaem os sedimentos platicúrticos a muito platicúrticos assim como os leptocúrticos a muito leptocúrticos com 19,65% e 26,70% do total, respectivamente.

Assimetria

As amostras da fração areia utilizadas nesta investigação revelaram graus de assimetria variando desde muito negativa a muito positiva (Fig. 13). As análises (Tabela 7) mostram que os sedimentos arenosos no estuário do Rio Timbó são na maioria aproximadamente simétricos, sobretudo

no trecho superior. Os valores de assimetria positiva e muito positiva são encontrados principalmente em duas áreas: próximo ao desague do Rio da Fábrica e a nordeste do estuário médio. Distribuições negativas e muito negativas ocorrem na foz do Timbó, no início do estuário inferior onde o Rio

Timbó segue a direção aproximadamente N-S, ao norte e sudeste da ilha central de mangue e no canal de convergência do Arroio Desterro. Os valores de assimetria muito positiva são os menos freqüentes, abrangendo cerca de 1% da região estuarina (Tabela 7).

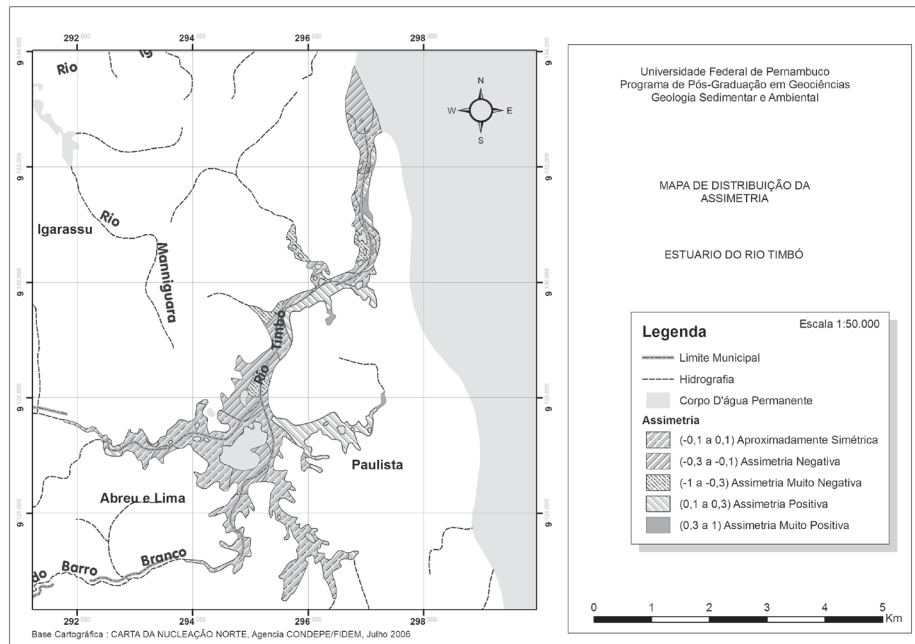


Figura 13 – Mapa de distribuição da assimetria da fração arenosa dos sedimentos do estuário do Rio Timbó. Fonte: FIDEM, 2001.

Tabela 7 – Distribuição espacial das classes da assimetria (área bloqueada corresponde a áreas com lama).

Classes	Área (km ²)	(%)
Assimetria muito negativa	0,22	3,51
Assimetria negativa	1,25	19,25
Aproximadamente simétrica	1,86	28,56
Assimetria positiva	0,76	11,69
Assimetria muito positiva	0,07	1,09
Área bloqueada	2,34	35,90
Total	6,50	100

Desvio padrão

Os resultados obtidos na investigação da fração arenosa permitem inferir que na área estuarina do Rio Timbó o grau de seleção das amostras pode ser classificado de moderadamente a muito pobremente selecionado (Tabela 8). Uma única amostra (estação 11) indicou areias bem selecionadas, sendo situada entre duas pequenas ilhas de mangue no início do estuário inferior. Os sedimentos arenosos moderadamente selecionados distribuem-se em uma área mais extensa que abrange a desembocadura do rio, trechos do estuário inferior e os canais a

leste e oeste da ilha central de mangue (deságue do Arroio Desterro e nas imediações do Rio da Fábrica). Entretanto, as areias pobremente selecionadas predominam em praticamente todos os setores ao longo da área de estudo, mormente nas porções central e sul. Em contrapartida, as muito pobremente selecionadas têm pequeno índice de ocorrência, estando distribuídas no estuário médio de maneira bastante peculiar, isto é, junto à margem direita do Rio Timbó (Fig. 14). Nesta pesquisa foi observada a predominância de sedimentos pobremente a muito pobremente selecionados.

Tabela 8 – Distribuição do desvio padrão ou grau de seleção no estuário do Rio Timbó (área bloqueada corresponde a áreas com lama).

Classes	Área (km²)	(%)
Bem selecionado	0, 22	3,51
Moderadamente selecionado	1, 25	19,25
Pobremente selecionado	1, 86	28,56
Muito pobremente selecionado	0, 76	11,69
Área bloqueada	0, 07	1,09
Total	4, 16	100

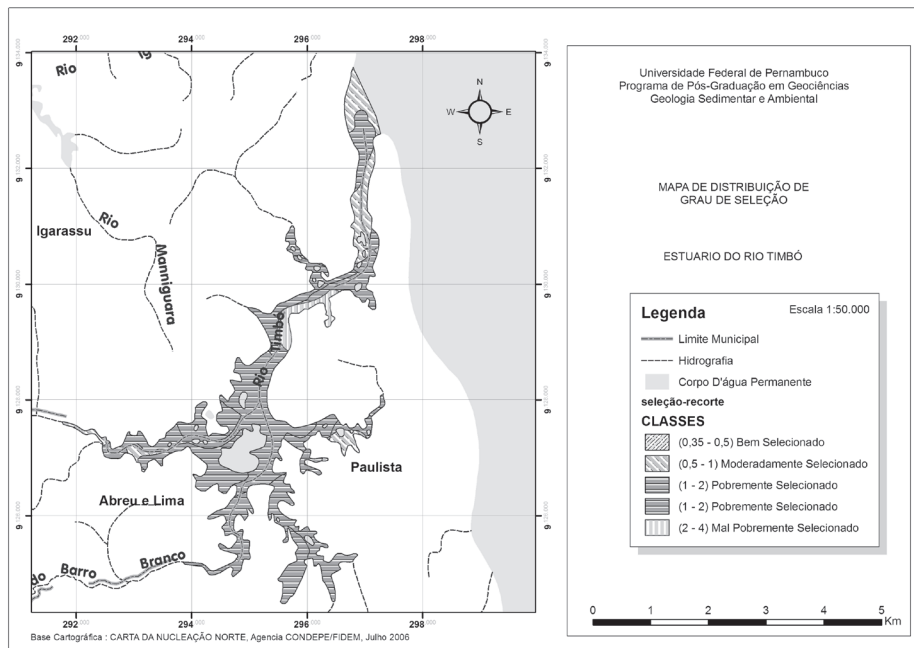


Figura 14 – Mapa de desvio padrão (distribuição do grau de seleção) da fração arenosa no estuário do Rio Timbó. Fonte: FIDEM, 2001.

CONCLUSÕES

A fração cascalho é predominantemente biogênica na área estudada e participa com um baixo percentual em todo o corpo estuarino porque não há elevados índices energéticos que favoreçam sua deposição, ou seja, as variações de energia caracterizam este estuário como um sistema moderado.

Foram identificadas seis fácies texturais distintas: cascalho areno-lamoso, areia cascalhosa, areia, areia lamosa, lama arenosa e lama. A distribuição das fácies texturais é influenciada pela interação entre as águas fluviais do Rio Timbó e as oceânicas da plataforma continental adjacente.

A fácies de cascalho areno-lamoso é localizada somente no estuário médio, sendo composta especialmente por grãos siliciclásticos e bioclásticos. Estes últimos provavelmente advindos da ação antrópica por descarte das conchas de moluscos, bem como da atuação das correntes de

marés que limitam a competência fluvial, favorecendo sua deposição.

A fração areia prepondera por toda a região estudada, com maiores concentrações na foz do rio e nas áreas de desagüe do Arroio Desterro e do Rio da Fábrica. A fração lama apresenta-se com maior relevância na porção superior e mais meridional do estuário, estando relacionada à baixa hidrodinâmica e à presença de manguezais, que retém o material fino e rico em matéria orgânica, enquanto que a fração lama arenosa ocorre no estuário médio, talvez relacionada aos calcários detríticos com níveis argilosos da Formação Maria Marinha e ao maior desenvolvimento de mangues na borda ocidental.

Os organismos bentônicos muito frequentemente encontrados neste ecossistema são bivalvíos (*Crassostrea*, *Mytilus*, *Anomalocardia*, *Tellina* e *Tagelus*) e gastrópodos (*Thais*, *Cheilea*, *Cerithiopsis*).

sis) de origem dulceaquícola; ostracodes e foraminíferos bentônicos (*Miliammina*, *Archaias*, *Quinqueloculina* e *Elphidium*) de ambientes transicionais; e cracas, gastrópodos (*Natica*), equinóides e algas codiáceas (*Halimeda*) de origem marinha.

O diâmetro médio dos sedimentos arenosos na área estudada é influenciado pela fonte de suprimento de material, pelo processo de sedimentação e velocidade da corrente, revelando areias grossas, médias, finas e muito finas. É possível verificar que, no estuário inferior, o tamanho médio dos grãos arenosos diminui da montante até a desembocadura, a partir de onde se verifica um aumento da granulometria em direção à zona costeira. Isto significa que o ambiente litorâneo fornece sedimentos mais grossos que são transportados pelas ondas e correntes de maré para o interior do estuário.

Resultados platicúrticos e muito platicúrticos da curtose são observados no estuário médio e na área sudeste da zona superior, indicando moderada energia e menor grau de seleção, conforme o diâmetro médio e desvio padrão obtidos. Todavia, os valores leptocúrticos a muito leptocúrticos aparecem, de modo especial, no estuário inferior, onde as águas correm com maior velocidade junto à margem esquerda, sugerindo migração do fluxo fluvial do Timbó mais para o norte.

Na assimetria das amostras investigadas se destacou uma distribuição aproximadamente simétrica. Sua ocorrência no estuário superior permite-nos inferir a presença de biodetritos na população areia fina e areia muito fina deste setor.

No que se refere ao grau de seleção, as amostras moderadamente selecionadas ocorrem onde há uma hidrodinâmica mais intensa, inibindo a deposição de material muito fino. As areias pobremente e moderadamente selecionadas destacam-se em todo o corpo estuarino confirmando

que a dinâmica entre as águas marinhas e fluviais proporciona variações de energia. Além disso, o afluxo de material da área fonte está bastante próximo (formações cretáceas, terciárias e neogênicas), ou seja, há pouca extensão de transporte. Foi observada a predominância de areias pobremente a muito pobremente selecionadas que podem estar associadas ao desmatamento dos mangues que, conforme observou Silva (2004) no Canal de Santa Cruz – Ilha de Itamaracá, faz com que o material fino fique solto e seja transportado. Mas, como neste setor estuarino não há elevado índice de energia, o agente transportador não tem competência para classificar os sedimentos.

As análises granulométricas permitem inferir que o estuário do Rio Timbó além de ser fortemente dinâmico, característica dos ambientes de transição, exibe importantes variações nos resultados dos parâmetros estatísticos devido à intensa mistura de sedimentos de diferentes origens, proximidade das áreas-fonte e, por consequência, pequena distância no transporte de grãos, bem como à predominância de oscilações nos níveis energéticos da coluna d'água.

REFERÊNCIAS

- Barbosa, J.A. 2004. *Evolução da Bacia Paraíba durante o Maastrichtiano-Paleoceno: Formações Gramame e Maria Farinha, NE do Brasil. Recife, PE*. Dissertação de Mestrado, Pós-graduação em Geociências - UFPE, 229p.
- Cavalcanti, A.P.B. 1997. *Desenvolvimento Sustentável e Planejamento: Bases Teóricas e Conceituais*. Fortaleza, UFCE, 86p.
- Davenport, J. & Davenport, J.L. 2006. The Impact of Tourism and Personal Leisure Transport on Coastal Environments: A review. *Estuarine Coastal and Shelf Science*, Amsterdam, 67: 280-292.

- FIDEM 1980. Estudo Geológico-ambiental do Estuário do Rio Timbó, Município de Igarassu. Recife, Fundação de Desenvolvimento da Região Metropolitana do Recife, 60p.
- FIDEM 1996. Proteção das Áreas Estuárias de Pernambuco. Recife, Fundação de Desenvolvimento da Região Metropolitana do Recife, 64p.
- FIDEM 2001. Carta de Nucleação Norte: Região Metropolitana do Recife. Recife, Fundação de Desenvolvimento da Região Metropolitana do Recife, 35p.
- Folk, R.L. & Ward, W.C. 1957. Brazos River Bar: A Study in the Significance of Grain Size Parameters. *Journal of Sedimentary Petrology*, Tulsa, 27: 3-27.
- French, P.W. 1997. Coastal and Estuarine Management. New York, Routledge, 243p.
- Lamour, M. R., Soares, C. R. & Carriho, J. C. 2004. Mapas de Parâmetros Texturais de Sedimentos de Fundo do Complexo Estuarino de Paranaguá – PR. *Boletim Paranaense de Geociências/UFPR*, Curitiba, 55: 77-82.
- Lima Fo, M.F. 1996. Correlação da Bacia Cabo com as Bacias do Oeste Africano. *Congresso Brasileiro de Geologia*, 39, Salvador, *Anais*, SBG, 5: 347-349.
- Lima Fo, M.F. 1998. *Análise Estratigráfica e Estrutural da Bacia Pernambuco*. Tese de Doutorado, Pós-graduação em Geociências, USP, 180p.
- Mabesoone, J.M. & Alheiros, M. M. 1988. Origem da Bacia Sedimentar Costeira Pernambuco-Paraíba. *Revista Brasileira de Geociências*, São Paulo, 18: 476-821.
- Miranda, L.B., Castro, B.M. & Kjerfve, B. 2002. Princípios de Oceanografia Física de Estuários. EDUSP, São Paulo, 414p.
- Ponzi, V.R.A. 1995. Métodos de Análises Sedimentológicas de Amostras Marinhas. Representação de Resultados Através de Gráficos e Mapas. Notas de Aula, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 52p.
- Shepard, F.P. 1954. Nomeclature Basead on Sand-silt-clay Ratios. *Journal of Sedimentary Petrology*, Amsterdam, 24: 51-80.
- Silva, L.A. 2004. *Sedimentologia do Canal de Santa Cruz, Ilha de Itamaracá, PE*. Dissertação de Mestrado, Pós-graduação em Geociências - UFPE, 129p.
- Suguio, K. 1973. Introdução à Sedimentologia. Edgar Blücher, São Paulo, 317p.