EFEITOS DE ESTRUTURAS DE PROTEÇÃO COSTEIRA NAS PRAIAS DE CASA CAIADA E RIO DOCE-PE, BRASIL.

Luci Cajueiro Carneiro PEREIRA¹

Paulo da Nóbrega COUTINHO²

Sílvio José de MACÊDO¹

Rauquírio André A. M. da COSTA¹

Departamento de Oceanografia-UFPE¹

Departamento de Engenharia de Minas-UFPE²

RESUMO

As praias de Casa Caiada e Rio Doce, localizadas ao norte do município de Olinda, caracterizam-se por um processo erosivo intenso, decorrente de causas naturais e antrópicas. Para contenção do avanço do mar existem no local, sete quebra-mares semi-submersos e dois espigões perpendiculares, formando um ambiente fechado onde as águas praticamente não circulam. Este trabalho foi realizado a partir de estudos geológicos e físico-químicos em sete perfis localizados perpendicularmente aos quebra-mares. Desta forma, foi possível observar que o tipo de sedimento predominante em todos os perfis foi a fração areia, com uma percentagem média superior a 80%, com exceção dos perfis 4 e 6 que atingiram cerca de 69%. Dentre a fração areia, a granulometria mais abundante foi a média (nos perfis 3, 4, 5 e 7), seguida da fina (nos perfis 1 e 2) e muito fina (no perfil 6). Com relação a morfoscopia, os grãos de quartzo mostraram-se relativamente homogêneos nos diversos perfis. A esfericidade apresentou-se baixa em todas as amostras e o arredondamento variou de subangular a subarredondado. O comportamento do desvio-padrão demonstrou a existência de um ambiente moderadamente selecionado a muito pobremente selecionado. Em todos os perfis predominou a distribuição do tipo S, traduzindo grande homogeneidade do sedimento, representado pela areia média, transportada por saltação. As frações mais grosseiras são transportadas por tração (distribuição R), enquanto o material fino é transportado em suspensão (distribuição T) e depositado em condições calmas, resultantes das intervenções antrópicas que provocaram o aparecimento das zonas de decantação. Estas zonas de decantação estão ocasionando a diminuição da profundidade, acarretando assim, a elevação da temperatura e salinidade, principalmente no verão. Deste modo, conclui-se que as obras de contenção do avanço do mar estão proporcionando nas praias de Casa Caiada e Rio Doce a formação de praias não típicas, com características próprias.

Palavras-chave: Erosão costeira, Estrutura, Geologia, Atlântico Tropical

ABSTRACT

Effects of coastal protection structures along the beaches of Casa Caiada and Rio Doce - PE, Brazil

Casa Caiada and Rio Doce beaches are located to the north of the city of Olinda, NE-Brazil. These beaches are under intense erosion due to natural causes and men actions. In order to reduce erosion, seven shore parallel and two shore normal walls were constructed around the area, resulting in semi-enclosed environment. The effects of these structures on the environment were monitored through geological and physic-chemical studies along seven shore-normal profiles. Sand was the prevailing sediment type at the area (>80%) except along profiles 4 and 6 (69%). Medium sand was the main fraction along profiles 3, 4, 5 and 7 followed by fine sand (profiles 1 and 2) and by very fine sand (profile 6). The analysis of the quartz grains indicated a general homogeneous material, with low sphericity (subangular to subrounded) at the various profiles. At the area, the sediment is moderately to poorly selected. Along all profiles, prevailed the S distribution, indicating the high homogeneity of the sediment represented by medium sand transported by saltation. The more coarse fractions are transported by traction (R distribution) while fine material is transported in suspension (T distribution). The construction of the coastal structures have modified the characteristics of the Casa Caiada and Rio Doce beaches. The reduction of the water circulation in the area favors the deposition of fine material. Local depth is being reduced and an increase in water temperature and salinity verified, mainly during the summer season.

Key-words: Coastal erosion, Structure, Geology, Atlantic Tropical.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, devido ao crescimento urbano, as zonas costeiras estão sendo afetadas intensamente pelas ações antrópicas, tornando-se por isto, alvo de preocupações para pesquisadores em todo mundo. No litoral brasileiro, vários impactos ambientais já foram registrados. No nordeste, especificamente em Pernambuco, a erosão marinha está causando destruição e degradação em diversos locais. Os trechos mais afetados pelo problema estão localizados nas praias de Guadalupe, Maracaípe, Porto de Galinhas, Suape, Barra das Jangadas, Candeias, Piedade, Boa Viagem, toda orla do município de Olinda, Janga, Maria Farinha, Jaguaribe, Pontas de Pedra, Carne de Vaca, dentre outras.

No estudo da erosão costeira, geralmente se distinguem as causas naturais e antrópicas. As causas naturais estão relacionadas principalmente com a nítida diminuição da quantidade de sedimento (areia) transportada pelos rios, a lenta elevação do nível do mar, e um possível aumento do poder destruidor das ondas. Estas causas, agindo conjuntamente, podem criar

condições desfavoráveis que ameaçam a estabilidade das praias, muitas vezes acelerada pelas intervenções humanas (Pereira, 1995).

Em Pernambuco, as ações antrópicas, associadas às causas naturais, são as principais responsáveis pelo agravamento dos problemas de erosão existentes na orla. Dentre estas, podem ser citadas: o aterro indiscriminado de manguezais, a construção de edificações sobre as dunas frontais e zona de pós-praia, as obras portuárias, a construção de espigões e quebra-mares etc.

A ampliação do porto do Recife, através da construção de um molhe de proteção à bacia portuária, é apontada como a principal responsável pelo início da erosão marinha no município de Olinda. A obra acarretou modificações na hidrodinâmica local, retendo os sedimentos e impedindo o transporte dos mesmos através da corrente de deriva litorânea (sentido S-N), atingindo assim, o município de Olinda o qual começou a ser erodido intensamente pelas correntes e ondas (Pereira, 1996).

Para conter os problemas pontuais, foram construídas diversas obras de contenção ao longo de toda orla, com o intuito de conter o avanço do mar e alargar a faixa de praia, porém devido a uma falta de planejamento e estudos sobre a hidrodinâmica local, estas obras não vêm surtindo o efeito esperado no próprio município, assim como vêm gerando problemas erosivos no litoral do Janga, em Paulista.

O presente trabalho tem como objetivo descrever as consequências ambientais causadas pelas obras de contenção marinha, através de estudos sedimentológicos e físico-químicos, nas praias de Casa Caiada e Rio Doce-PE.

DESCRIÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

As praias de Casa Caiada e Rio Doce estão localizadas entre a Rua Dr. Manuel Lima e a foz do rio Paratibe, entre os paralelos $7^{\circ} 57' 30''$ e $7^{\circ} 59' 44''$ de Lat. S. e os meridianos $34^{\circ} 49' 44''$ e $34^{\circ} 50' 22''$ de Long. W.

Na alta praia, situa-se a Avenida Marcos Freire que vai até o antigo Hotel Softel. Daí em diante, a via torna-se descontinua em decorrência do avanço do mar.

No supralitoral podem ser encontrados barracas padronizadas, vendedores ambulantes e uma alta concentração de banhistas, nos fins de semana e feriados, principalmente nos trechos compreendidos entre o Quartel do 4º Batalhão da Polícia do Exército e o antigo Hotel Softel. Nos trechos onde o supralitoral inexistente, o mar em marés muito altas pode chegar até a avenida, destruindo trechos do calçadão e benfeitorias nele existentes, ou invadir casas nos locais onde não existem avenidas, nem ruas.

O mediolitoral apresenta em alguns trechos, uma vasta área de praia, mas em outros é tomado por estruturas de proteção, como: muralhas de concreto, enrocamentos de pedras soltas, troncos de coqueiro alinhados em série, dentre outros. Nestes locais o processo erosivo é bastante evidente.

No infralitoral, constata-se a presença das obras de proteção (Fig. 1): sete quebra-mares construídos a certa distância da costa, uma via de acesso e um guia corrente que, em muitos locais, foram construídos sobre recifes de arenito, ocasionando um grande desequilíbrio ao ecossistema marinho local. Os quebra-mares são constituídos por pedras graníticas variando de 50kg a 2,5Ton. assentadas a distâncias variáveis da praia (180 a 250m.) e paralelamente à mesma. Na extremidade do último quebra-mar, inicia-se o guia-corrente no sentido perpendicular a praia, seguindo a margem direita da foz do rio Paratibe. Tanto o guia corrente, quanto a via de acesso, constituem uma construção granítica formada por pedras variando de 50kg a 1,5Ton.

Fig. 1: Localização da área.

No lado abrigado dos quebra-mares e em regiões adjacentes está ocorrendo assoreamento e uma faixa de praia está sendo formada, denominada neste trabalho de "prainha". Esta região pode ser equivalente a um mediolitoral dentro de um infralitoral.

O espaço costeiro é caracterizado pela estagnação das águas durante a baixa mar, propiciando a proliferação de microorganismos infectantes, como fungos e bactérias provenientes principalmente de saídas de esgotos e do alto fluxo de banhistas, dentre outros.

MATERIAL E MÉTODOS

Os estudos foram realizados em 7 perfis localizados perpendicularmente aos 7 quebra-mares, ao longo do litoral de Casa Caiada e Rio Doce. Em cada perfil, foram determinados até 4 pontos de coleta compreendidos nos andares supralitoral, mediolitoral, infralitoral e "prainha".

Análise dos Sedimentos

As amostras de sedimentos foram analisadas no Laboratório de Geologia e Geofísica Marinha (LGGM) com o intuito de obter a situação atual da área, a partir de um estudo sedimentológico.

Para tal, foram coletadas 28 amostras de sedimentos em 7 perfis. Em cada perfil, foram coletadas 4 amostras retiradas do supralitoral, mediolitoral, infralitoral e "prainha".

No laboratório, inicialmente, as amostras foram homogeneizadas manualmente e postas para secar na estufa à temperatura de 70 °C por 48 horas. Em seguida, pesou-se 100 gramas do material com o auxílio de uma balança de precisão. Posteriormente, usando-se peneiras de 2,000 e 0,062 mm, foi realizado o peneiramento úmido em água corrente, objetivando separar o sedimento em cascalho ($>2,000$ mm), areia ($<2,000$ e $>0,062$ mm) e lama ($<0,062$ mm).

Com a fração areia, foi realizada a análise granulométrica usando-se peneiras de 1,000 mm (muito grossa), 0,500 mm (grossa), 0,250 mm (média), 0,125 mm (fina) e 0,062 mm (muito fina).

Todas as frações foram pesadas, sendo seus resultados utilizados para a elaboração de gráficos. A análise estatística foi elaborada de acordo com os procedimentos abordados por Folk e Ward (1957).

A morfoscopia foi determinada com o auxílio de uma lupa binocular e os resultados comparados com a tabela de Powers (1953) *apud* Scholle (1979). A textura superficial dos grãos de quartzo foi estudada segundo os critérios de Mabesoone (1983) e Suguio (1973).

Análise Hidrológica

As amostras destinadas à análise dos parâmetros hidrológicos foram coletadas para caracterizar os períodos chuvosos e secos, respectivamente. As amostras utilizadas para a análise do pH e salinidade foram coletadas superficialmente em 21 pontos distribuídos no infralitoral, com exceção da temperatura que foi medida superficialmente "*in loco*" em apenas 7 pontos.

As análises destes parâmetros foram efetuadas na Seção de Química do Departamento de Oceanografia da Universidade Federal de Pernambuco.

A medição da temperatura da água do mar foi realizada com o auxílio de um termômetro convencional de escala centígrada, acoplado a uma garrafa de Kitahara. As leituras deste instrumento só ocorreram após o equilíbrio térmico, cerca de 10 minutos de sua imersão. A salinidade foi determinada pelo método de Morh-Knudsen, descrito por Strickland e Parsons (1965). Para determinação do pH utilizou-se um potenciômetro (pHmetro).

RESULTADOS

Análise dos Sedimentos

Perfil 1

No perfil 1, o tipo de sedimento predominante nas 4 amostras coletadas é a fração areia, com uma média de 97,85% do peso total, seguida da fração lama, com apenas 2,1%. O cascalho praticamente inexistente, apresentando uma média de 0,075% (Fig. 2). O sedimento neste perfil é do tipo areia com pouca lama. Dentre a fração areia, a granulometria mais abundante é a fina, possuindo 42,40% do peso total das amostras, porém a fração areia muito grossa compreende apenas 0,42% (Fig. 3).

A análise da composição dos sedimentos, neste perfil, revelam a escassez de fragmento animal e vegetal nas amostras 1.0 (supralitoral) e 1.2 (infralitoral), inexistência no 1.1 (mediolitoral) e predominância no 1.3 ("prainha") onde foram encontrados vários foraminíferos, esqueletos de coral, conchas de moluscos, tubos de poliqueta, espinhos de ouriço, fragmentos de *Halimeda* sp etc.

Os grãos de quartzo mostraram-se predominantes em todos os pontos, com exceção da amostra coletada na "prainha". A esfericidade foi baixa em todo perfil. Quanto ao arredondamento, pode-se dizer que ocorreu predominância de grãos subangular a subarredondado. O supralitoral apresentou os grãos mais subangulosos, com textura superficial não desgastada; enquanto no mediolitoral e infralitoral predominaram os subarredondados. Entretanto, no mediolitoral os brilhantes foram mais frequentes; enquanto, no infralitoral os foscos dominaram. Na "prainha", a amostra não foi analisada, devido a inexistência dos grãos de quartzo.

O diâmetro médio dos grãos variou de areia média no mediolitoral a areia fina no infralitoral. O desvio padrão encontrado nas amostras do supralitoral, mediolitoral e "prainha" indicam que estes ambientes são moderadamente selecionados, enquanto o infralitoral apresenta um ambiente pobremente selecionado. A assimetria apresenta-se muito negativa no infralitoral, negativa no supralitoral e "prainha" e simétrica no mediolitoral. A curtose pode ser classificada em muito platycúrtica para o mediolitoral e infralitoral, platycúrtica para o supralitoral e em muito leptocúrtica para a "prainha". Todas as amostras deste perfil apresentam uma distribuição predominante do tipo S, característica de um transporte por saltação.

Perfil 2

No perfil 2 o tipo de sedimento predominante nas 4 amostras coletadas é a fração areia, com uma média de 85,98% do peso total, em seguida, a fração lama representa 13,11% do peso total e por último o cascalho com apenas 0,9% (Fig. 4). O sedimento neste perfil é do tipo areia com lama. Dentre a fração areia, a granulometria mais abundante é a fina, possuindo em média 23,36% do peso total, enquanto a areia muito grossa compreende apenas 3,71% (Fig. 5).

A análise da composição dos sedimentos, no perfil 2 revela a inexistência de fragmento animal e vegetal no supralitoral (2.0), escassez no mediolitoral (2.1), predominância no infralitoral (2.2) e frequência na "prainha" (2.3) onde foram encontrados vários foraminíferos, esqueletos de coral, conchas de moluscos, tubos de poliqueta, espinhos de ouriço, briozoários, fragmentos de *Halimeda* sp etc.

Os grãos de quartzo apareceram predominantes nas amostras 2.0 e 2.1, escassos no 2.2 e frequentes no 2.3. A esfericidade foi baixa em todos os pontos. Quanto ao arredondamento, os grãos variaram de subangular a subarredondado, porém as amostras coletadas no supralitoral e mediolitoral apresentaram os grãos mais subangulosos, com textura superficial não desgastada; enquanto na "prainha" a predominância foram dos grãos subarredondado brilhantes. A amostra referente ao infralitoral não foi analisada, devido à escassez dos grãos de quartzo.

O diâmetro médio variou de areia grossa no mediolitoral a areia muito fina no infralitoral. O desvio padrão encontrado na amostra do supralitoral, mediolitoral e "prainha" demonstra que o ambiente é moderadamente selecionado, enquanto o infralitoral é muito bem selecionado. A assimetria apresenta-se positiva no mediolitoral, simétrica no supralitoral, negativa na "prainha" e muito negativa no infralitoral. A curtose pode ser classificada em platicúrtica para a amostra do supralitoral, extremamente leptocúrtica para o mediolitoral e muito leptocúrtica para o infralitoral e a "prainha". As amostras do supralitoral e "prainha" possuem distribuição predominante do tipo S. Porém a amostra do mediolitoral apresenta um pouco da distribuição R (Transporte por tração) e a do infralitoral, muito T (Transporte por suspensão).

Perfil 3

No perfil 3, o tipo de sedimento predominante nos 4 pontos de coleta é a fração areia, com uma média de 94,78% do peso total. A fração lama apresenta cerca de 5,01% e o cascalho, apenas 0,22% (Fig. 6). O sedimento neste perfil é do tipo areia com pouca lama. A granulometria mais abundante é a média, possuindo quase 28,67% do peso total das amostras. A fração areia muito grossa compreende apenas 2,39% (Fig. 7).

A composição dos sedimentos, no perfil 3, apresenta a escassez de fragmento animal e vegetal nos pontos localizados no supralitoral (3.0), mediolitoral (3.1) e infralitoral (3.2) e frequência na "prainha" (3.3) onde foram encontrados vários foraminíferos, esqueletos de coral, conchas de moluscos, tubos de poliqueta, espinhos de ouriço, briozoários, fragmentos de *Halimeda* sp etc.

Os grãos de quartzo mostraram-se predominantes no supralitoral, mediolitoral e infralitoral e frequentes na "prainha". A esfericidade apareceu baixa em todo perfil. Quanto ao arredondamento, foram predominantes os grãos subangular a subarredondado, porém as amostras do mediolitoral e

"prainha" apresentaram os grãos mais subangulosos, com textura superficial não desgastada, enquanto as amostras do supralitoral e mediolitoral, a predominância foi dos grãos subarredondados e foscas.

O diâmetro médio dos grãos variou de areia grossa no infralitoral a uma areia muito fina na "prainha", refletindo variações de energia no ambiente. O desvio padrão encontrado nos pontos localizados no supralitoral e mediolitoral indicam que estes ambientes são moderadamente selecionados, no infralitoral o ambiente é bem selecionado e na "prainha" muito bem selecionados. A assimetria apresenta-se positiva para o infralitoral, simétrica para o supralitoral, negativa para o mediolitoral e muito negativa para a "prainha". A curtose pode ser classificada em extremamente leptocúrtica para a amostra do supralitoral e mediolitoral e muito leptocúrtica para o infralitoral e "prainha". As amostras do supralitoral e mediolitoral possuem distribuição predominante do tipo S. Enquanto no infralitoral, a distribuição é mais do tipo S com pouco R e na "prainha" do tipo S com pouco T.

Perfil 4

No perfil 4 o tipo de sedimento predominante nas 4 amostras coletadas é a fração areia, com uma média de 68,69% do peso total das amostras. Em seguida, vem a fração lama, com cerca de 30,76% e o cascalho, com apenas 0,55% (Fig. 8). O sedimento neste perfil é do tipo areia com muita lama. Dentre a fração areia, a granulometria mais abundante é a média, possuindo 24,38% do peso total das amostras. A fração areia muito grossa compreende apenas 0,76% (Fig. 9)

A composição dos sedimentos, no perfil 4, foi escassa de fragmento animal e vegetal no supralitoral (4.0), mediolitoral (4.1) e infralitoral (4.2), e predominante na "prainha" (4.3) onde foram encontrados vários foraminíferos, esqueletos de coral, conchas de moluscos, espinhos de ouriço, fragmentos de *Halimeda* sp etc.

Os grãos de quartzo mostraram-se predominantes nas amostras do supralitoral, mediolitoral e infralitoral e escassos na "prainha". A esfericidade foi baixa em todas as amostras. Quanto ao arredondamento, verificou-se a predominância de grãos subangular a subarredondado, porém as amostras do supralitoral e mediolitoral apresentaram os grãos mais subangulosos, com textura superficial não desgastada; enquanto a amostra do infralitoral, a predominância foi dos grãos subarredondados foscas. A amostra da "prainha" não foi analisada, devido à escassez dos grãos de quartzo.

O diâmetro médio dos grãos####, neste perfil, variou de areia grossa no mediolitoral a lama no infralitoral. O desvio padrão encontrado nas amostras do supralitoral e mediolitoral indicam que estes ambientes são moderadamente selecionados, enquanto os do infralitoral demonstram que o ambiente é pobremente selecionado e o da "prainha", bem selecionado. A assimetria apresenta-se muito negativa nas amostras do infralitoral e "prainha", positiva para o mediolitoral e simétrica para o supralitoral. A curtose pode ser classificada em muito leptocúrtica para o supralitoral e mediolitoral e

leptocúrtica para o infralitoral e "prainha". As amostras do supralitoral e mediolitoral possuem distribuição predominante do tipo S, enquanto a do infralitoral a distribuição predominante é do tipo T e a da "prainha" do tipo S com muito T.

Perfil 5

No perfil 5 o tipo de sedimento predominante nos 4 pontos de coleta é a fração areia, com uma média de 89,42% do peso total das amostras. A fração lama, tem cerca de 9,67% e o cascalho, com apenas 0,9% (Fig. 10). O sedimento neste perfil é do tipo areia com pouca lama. Dentre a fração areia, a granulometria mais abundante é a média, possuindo 27,31% do peso total das amostras desta fração. A areia muito grossa compreende apenas 3,07% (Fig. 11).

De acordo com a composição dos sedimentos, as amostras analisadas no perfil 5 apresentaram escassez de fragmento animal e vegetal no supralitoral (5.0), mediolitoral (5.1) e infralitoral (5.2) e predominância na "prainha" (5.3) onde foram encontrados vários foraminíferos, espículas de esponja, esqueletos de coral, conchas de moluscos, espinhos de ouriço, briozoário, fragmentos de *Halimeda* sp etc.

Os grãos de quartzo foram predominantes nas amostras do supralitoral, mediolitoral e infralitoral, e escassos na "prainha". A esfericidade apareceu baixa em todo perfil. O arredondamento apresentou predominância de grãos subangular a subarredondado. No supralitoral, os grãos apresentaram-se mais subangulosos, com textura superficial não desgastada; enquanto no mediolitoral, infralitoral e "prainha", a predominância foram dos grãos subarredondados foscos.

O diâmetro médio dos grãos variou de areia grossa no supralitoral, no infralitoral a areia fina na "prainha". O desvio padrão encontrado na amostra do supralitoral indica que este ambiente é moderadamente selecionado, enquanto no mediolitoral, infralitoral e "prainha" os ambientes são pobremente selecionados. A assimetria apresenta-se positiva no infralitoral, muito negativa no mediolitoral e "prainha" e simétrica no supralitoral. A curtose pode ser classificada em leptocúrtica para a amostra do supralitoral, mesocúrtica para o mediolitoral e infralitoral e platicúrtica para a "prainha". As amostras do supralitoral, mediolitoral e infralitoral possuem distribuição do tipo S com um pouco de R, porém, na "prainha", a predominância é do tipo S com muito T.

Perfil 6

No perfil 6, o tipo de sedimento predominante nos 4 pontos de coleta é areia, que perfaz uma média de 69,37% do peso total das amostras. Em seguida, vem a fração lama, com cerca de 30,39% e o cascalho, com apenas 0,24% (Fig. 12). O sedimento neste perfil é do tipo areia com muita lama. Dentre a fração areia, a granulometria mais abundante é a muito fina,

possuindo uma média de 33,57% do peso total das amostras desta fração. A areia muito grossa compreende apenas 0,65% (Fig. 13).

Na composição dos sedimentos, as amostras analisadas no perfil 6 apresentaram inexistência de fragmentos animal e vegetal no supralitoral (6.0), escassez no mediolitoral (6.1), frequência no infralitoral (6.2) e predominância na "prainha" (6.3) onde foram encontrados vários foraminíferos, espículas de esponja, esqueletos de coral, conchas de moluscos, tubos de poliqueta, espinhos de ouriço, fragmentos de *Halimeda* etc.

Os grãos de quartzo foram predominantes nas amostras do supralitoral, mediolitoral e infralitoral e escassos na "prainha". A esfericidade apareceu baixa em todo perfil. Quanto ao arredondamento, os grãos apresentaram-se de subangular a subarredondado, porém a predominância em todos os pontos foi de subarredondado, entretanto na amostra do supralitoral sobressaíram os grãos brilhantes e no mediolitoral e infralitoral, os foscos.

O diâmetro médio dos grãos, neste perfil, variou de areia média no supralitoral a lama no infralitoral. O desvio padrão encontrado nas amostras do supralitoral e "prainha" indicam que este ambiente é moderadamente selecionado, enquanto o mediolitoral e infralitoral demonstram que o ambiente é pobremente selecionado. A assimetria apresenta-se simétrica no supralitoral, negativa no mediolitoral e muito negativa no infralitoral e na "prainha". A curtose pode ser classificada em muito leptocúrtica para a amostra do supralitoral e mediolitoral e platicúrtica para o infralitoral e "prainha". A amostra coletada no supralitoral apresenta predominância de distribuição do tipo S. Entretanto, as coletadas no mediolitoral e infralitoral são do tipo S com muito T e a da "prainha" do tipo T.

Perfil 7

No perfil 7 o tipo de sedimento predominante nos 4 pontos de coleta é a fração areia, que perfaz uma média de 80,16% do peso total das amostras. Em seguida, vem a fração lama com cerca de 15,52% e o cascalho, com 4,33% (Fig. 14). O sedimento neste perfil é do tipo areia com lama. Dentre a fração areia, a granulometria mais abundante é a média possuindo 29,25% do peso total das amostras. A fração areia muito grossa compreende apenas 1,60% (Fig. 15)

Na composição dos sedimentos, as amostras analisadas no perfil 7 apresentaram escassez de fragmentos animal e vegetal no supralitoral (7.0), frequência no mediolitoral, infralitoral e "prainha" onde foram encontrados vários foraminíferos, esqueletos de coral, conchas de moluscos, espinhos de ouriço, fragmentos de *Halimeda* sp etc.

Os grãos de quartzo mostraram-se predominantes nas amostras do supralitoral, mediolitoral e "prainha" e frequentes no infralitoral. A esfericidade apareceu baixa em todo perfil. Quanto ao arredondamento, os grãos apresentaram-se de subangular a subarredondado, porém a predominância em todas as amostras foi de subarredondado, entretanto, no

supralitoral, mediolitoral e infralitoral sobressaíram os grãos brilhantes e na "prainha", os foscos.

O diâmetro médio dos grãos, em todas as amostras neste perfil, é representado pela areia média. O desvio padrão encontrado na amostra do supralitoral indica que este ambiente é moderadamente selecionado, enquanto o do mediolitoral e infralitoral demonstram que o ambiente é pobremente selecionado e o da "prainha", muito pobremente selecionado. A assimetria apresentou-se negativa no mediolitoral, muito negativa no infralitoral e simétrica no supralitoral e "prainha". A curtose pode ser classificada em leptocúrtica para a amostra do supralitoral, platocúrtica para a do mediolitoral, infralitoral e "prainha". As amostras do supralitoral possuem distribuição predominante do tipo S. Porém, no infralitoral a distribuição é uma mistura dos tipos R, S e T, enquanto o mediolitoral e "prainha" apresentam distribuição do tipo S com T.

Análise hidrológica

pH

Os resultados de pH variaram em relação aos diferentes pontos de coleta e ao período do ano (Tab. I). No inverno, os valores foram mais baixos do que no verão, porém a variação entre os dois períodos não foi ampla. No inverno, o pH mínimo observado foi de 7,69 na amostra 2.2 e a máxima de 8,48 na amostra 7.2. No verão, o menor valor registrado foi na amostra 3.1 (pH= 7,94) e o maior, na amostra 6.1 (pH= 8,70).

Salinidade

A salinidade no inverno apresentou valores baixos com pequenas variações, quando comparados com os resultados obtidos no verão (Tab. II). A tendência da salinidade ser menor no inverno do que no verão ocorre, porque neste período a taxa pluviométrica excede a de evaporação, enquanto no verão, verifica-se o contrário. No verão, os valores decresceram nos perfis 6 e 7, provavelmente, devido ao fluxo de água doce proveniente do rio Paratibe, localizado a poucos metros destes perfis. A salinidade mínima registrada neste período foi de 34,99‰ nos pontos 6.1 e 7.2, enquanto a máxima, foi de 37,68‰ nos pontos 3.2, 4.3, 5.1 e 5.3. A salinidade mínima registrada no inverno foi de 29,07‰ no ponto 7.2 e a máxima, de 31,22‰ nos pontos 2.3 e 3.3.

Temperatura

A temperatura registrada no inverno apresentou valores baixos com poucas variações, quando comparados com os resultados obtidos no verão (Tab. III). Esta diferença, deve-se principalmente, ao fato de que nos períodos chuvosos as temperaturas são geralmente mais amenas, do que nos períodos secos. Entre os perfis, observou-se que quanto maior a profundidade, menor é a temperatura, desta forma, a profundidade vai diminuindo do perfil 1 ao 7 e consequentemente, a temperatura vai aumentando nesta direção. No verão, as

temperaturas foram bastante elevadas nos perfis 4, 5, 6 e 7, devido às baixas profundidades. No perfil 7, por exemplo, a temperatura foi medida em poça de maré em uma profundidade de 20 cm, aproximadamente. Neste período, a temperatura mínima registrada foi de 29,0 °C no ponto 1.2, e a máxima de 33,6 °C no ponto 7.2. No inverno, a temperatura mínima registrada foi de 27,4 °C no ponto 1.2 e a máxima, de 29 °C no ponto 7.2.

DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

As praias de Casa Caiada e Rio Doce, localizadas ao norte do município de Olinda, caracterizam-se por um processo erosivo intenso, ocasionado por causas naturais e antrópicas.

As praias não apresentam um perfil típico, devido a inexistência do supralitoral em alguns trechos e a presença da "prainha" em todos os perfis.

O tipo de sedimento predominante em todos os perfis foi a fração areia, apresentando uma média superior a 80%, com exceção dos perfis 4 e 6 que tiveram valores aproximados a 69%. Dentre a fração areia, a granulometria mais abundante foi a média (nos perfis 3, 4, 5 e 7), seguida da fina (nos perfis 1 e 2) e muito fina (no perfil 6).

Com relação a morfoscopia, os grãos de quartzo mostraram-se relativamente homogêneos nos diversos perfis, com esfericidade baixa em todas as amostras e o arredondamento variando de subangular a subarredondado. Suguio (1973) cita que a esfericidade está relacionada com o comportamento do sedimento durante o transporte e deposição, enquanto o arredondamento reflete na distância e no rigor do transporte.

No supralitoral, a maioria dos grãos apresenta-se subangular, com uma textura superficial não desgastada, indicando que estes sedimentos não sofreram grandes transportes. Porém, nas amostras onde os grãos mostraram-se subarredondado, a textura superficial apareceu brilhante, refletindo um transporte no ambiente subaquático em condições pretéritas. A textura superficial, segundo Mabesoone (1983), independe do tamanho, da forma e do arredondamento, pois a superfície de um grão pode apresentar aspectos originados por agentes geológicos, juntamente com a origem ou o tipo de transporte sofrido pelo sedimento.

O comportamento do desvio-padrão no supralitoral demonstra a existência de um ambiente moderadamente selecionado. Em geral, no mediolitoral o ambiente varia de moderadamente a pobremente selecionado, enquanto a "prainha" e infralitoral não apresentam um tipo de sedimento com seleção definida, variando de moderadamente a muito pobremente selecionado. O grau de seleção nas amostras é um outro aspecto importante nas análises granulométricas dos sedimentos. O desvio padrão pode ser usado como uma média de dispersão, ou ainda, como a medida de espalhamento da distribuição do tamanho dos grãos do sedimento (Suguio, 1973).

Os sedimentos de praias geralmente apresentam assimetria positiva. Na área estudada a simetria foi observada na maioria dos pontos localizados no

supralitoral. No infralitoral, a assimetria negativa e muito negativa determinaram na maioria dos pontos a caracterização de áreas de baixa energia, ou zonas de deposição. A assimetria descreve se a curva é ou não simétrica, e sendo assimétrica, para que lado se inclina a cauda mais longa da curva. Numa curva de assimetria positiva, a cauda da curva a direita do valor modal se estende mais que a localizada à esquerda, dirigindo-se aos sedimentos mais finos. O contrário ocorre na assimetria negativa de acordo com Muehe (1996).

A curtose é a medida de esbeltez da curva de distribuição. Curvas de distribuição normal são denominadas de mesocúrticas, as mais pontudas que a curva de distribuição normal são denominadas de leptocúrtica e quando são mais achatadas de platicúrtica (Selley, 1982). As amostras do supralitoral apresentaram a curva de distribuição pontudas com curtoses variando de leptocúrtica a extremamente leptocúrtica com exceção dos pontos 1.0 e 2.0. Na "prainha" as curvas também foram mais pontudas com curtoses variando de muito leptocúrtica a leptocúrtica, com exceção dos pontos 5.3, 6.3 e 7.3.

Em todos os perfis predomina a distribuição do tipo S, traduzindo grande homogeneidade do sedimento, representado pela areia média. A distribuição R, transporte por saltação, resulta da presença de fragmentos orgânicos, enquanto a distribuição T, transporte por suspensão, representa o sedimento fino depositado em condições calmas, resultantes das intervenções antrópicas que provocaram o aparecimento das zonas de decantação.

A matéria orgânica animal e vegetal tornou-se escassa ou inexistente em todas as amostras do supralitoral e do mediolitoral, devido a dissolução dos fragmentos orgânicos em condições de exposição aérea, com exceção, da amostra 7.1. No infralitoral, em geral, este tipo de matéria orgânica ainda é escassa, entretanto, nas regiões adjacentes aos quebra-mares, designadas neste trabalho de "prainha", o quartzo praticamente não aparece, devido à proximidade com os recifes de arenito e os próprios quebra-mares, que servem de habitat para vários organismos.

Todas as amostras coletadas nas "prainhas" são morfologicamente bem desgastadas, pois a matéria orgânica animal e vegetal se apresentam bastante fragmentadas e os grãos de quartzos, na maioria, subarredondados. Isto deve-se ao fato destas regiões estarem adjacentes aos quebra-mares, sujeitas aos impactos diretos das ondas e correntes, retrabalhando o sedimento.

Devido a disposição alternada dos quebra-mares, as correntes e ondas entram neste espaço costeiro, depositando sedimento na "prainha", favorecendo assim, a aproximação desta área com o supralitoral e, conseqüentemente o alargamento da faixa de praia. O assoreamento, provocando a diminuição da profundidade e a não circulação das águas, está acarretando a elevação da temperatura e salinidade, principalmente no verão. Entretanto, os valores de pH apresentam-se normais e sem grandes variações.

Diante de tais consequências, pode-se concluir que estas praias estão se transformando em praias não típicas com características próprias, inadequadas para o lazer e vítimas de um desequilíbrio ecológico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- FOLK, R.L.; WARD, C. Brazos river bar: a study in the significance of grain size parameters. **Jornal of sedimentary Petrology**, 28 (3), 3-27, 1957.
- MABESOONE, J. M. **Sedimentologia**. 2 ed. Recife: Editora Universitária, 1983. 475p.
- MUEHE, D. Geomorfologia Costeira. IN: CUNHA, S. B; GUERRA, A. J. T (org.). **Geomorfologia: Exercícios. Técnicas e Aplicações**. Rio de Janeiro, 1996. 345 p.
- PEREIRA, L.C.C. **Consequências ambientais causadas por obras de contenção do avanço do mar nas praias de Casa Caiada e Rio Doce-PE**. Recife, 1995. 112p. Monografia (Bacharelado em Ciências Biológicas), Depto. de Engenharia de Minas-UFPE, 1995.
- PEREIRA, L. C. C. *et al.* Morfologia e Hidrodinâmica da Praia de Casa Caiada-PE. IN: Congresso Brasileiro de Geologia, 39, 1996. Salvador. **Anais...** Salvador, 1996. v. 4, p. 472-476.
- SELLEY, R. C. **An Introduction to Sedimentology**. 2 ed. London: Academic Press INC, 1982. 417p.
- SCHOLLE, P. A. **Constituents, Textures, Cements and Porosities of Sandstones Associated Rocks**. Tulsa, Oklahoma, 1979. 201p.
- STRICKLAND, J. D. H.; PARSONS, T. R. **Manual of sea water analysis**. **Bulletin Fisheries Research Board of Canada**. Ottawa, 125p. 1965.
- SUGUIO K. **Introdução à Sedimentologia**. São Paulo: Ed. Edigard Blucher, 1973. 317p

Fig 2: Distribuição textural (%) dos sedimentos no perfil 1

Fig 3: Distribuição granulométrica (%) da fração areia no perfil 1.

Fig 4: Distribuição textural (%) dos sedimentos no perfil 2.

Fig 5: Distribuição granulométrica (%) da fração areia no perfil 2.

Fig 6: Distribuição textural (%) dos sedimentos no perfil 3.

Fig 7: Distribuição granulométrica (%) da fração areia no perfil 3.

Fig 8: Distribuição textural (%) dos sedimentos no perfil 4.

Fig 9: Distribuição granulométrica (%) da fração areia no perfil 4.

Fig 10: Distribuição textural (%) dos sedimentos no Perfil 5.

Fig 11: Distribuição granulométrica (%) da fração areia no perfil 5.

Fig 12: Distribuição textural (%) dos sedimentos no Perfil 6.

Fig 13: Distribuição granulométrica (%) da fração areia no perfil 6.

Fig 14: Distribuição textural (%) dos sedimentos no perfil 7.

Fig 15: Distribuição granulométrica (%) da fração areia no perfil 7.

Tab. I: Medidas do pH no inverno e no verão

Pt. de coleta	Período do ano	
	Inverno	Verão
1.1	8,03	8,20
1.2	8,02	8,32
1.3	8,00	8,32
2.1	8,07	8,25
2.2	7,69	8,16
2.3	7,91	8,27
3.1	8,05	7,94
3.2	7,77	8,06
3.3	8,03	8,16
4.1	8,06	8,31
4.2	8,02	8,46
4.3	8,21	8,32
5.1	8,16	8,12
5.2	8,28	8,10
5.3	8,03	8,47
6.1	8,12	8,70
6.2	8,19	8,48
6.3	8,14	8,56
7.1	8,16	8,65
7.2	8,48	8,68
7.3	8,40	8,34

Tab. II: Medidas de salinidade ‰ no inverno e no verão.

Pt. de coleta	Período do ano	
	Inverno	Verão
1.1	30,42	37,41
1.2	30,42	37,14
1.3	30,42	37,14
2.1	30,15	36,07
2.2	30,15	37,42
2.3	31,22	37,42
3.1	30,15	36,83
3.2	30,42	37,68
3.3	31,22	37,42
4.1	30,15	36,34
4.2	30,69	36,61
4.3	30,69	37,68
5.1	29,61	37,68
5.2	30,69	37,15
5.3	30,69	37,68
6.1	30,38	34,99
6.2	30,42	35,53
6.3	30,69	35,62
7.1	30,69	36,34
7.2	29,07	34,99
7.3	30,42	-----

Tabela III: Medidas da temperatura °C.

Pt. de coleta	Período do ano	
	Inverno	Verão
1.2	27,0	29,0
2.2	28,0	30,0
3.2	28,0	30,4
4.2	28,0	32,0
5.2	28,2	32,2
6.2	28,4	32,4
7.2	29,0	33,6