ISSN:1984-2295

Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: www.ufpe.br/rbgfe

Zona costeira do estado de Pernambuco: caracterização ambiental, sedimentar, textural e composicional da praia de São José Da Coroa Grande

Eduardo Paes Barreto¹, Valdir Do Amaral Vaz Manso², Maria Das Neves Gregório³, Carlos Fabrício Assunção Da Silva³, Bruno Ferreira³, Patrícia Fernanda Passos De Oliveira³

Doutor em Geociências, Mestre em Engenharia Mineral, UFPE. Autor correspondente: edubarretoy@hotmail.com

Doutor em Geociências, Professor do Departamento de Geologia, UFPE vazmanso@uol.com.br

Doutora em Oceanografia, Mestre em Oceanografia, UFPE nevesgregorio@hotmail.com

Graduando em Engenharia Cartográfica, Bolsista do Laboratório de Fotogrametria, UFPE carlosfew@outlook.com

Doutor em Geociências, Professor do Departamento de Geografia, UFRN, brunge2005@gmail.com

Doutoranda em Geociências, Mestre em Geociências, UFPE, nanda_fox@hotmail.com

Artigo submetido em 06/05/2015 e aceite em 28/12/2015.

RESUMO

As zonas costeiras brasileiras têm sido alvo de vários problemas ambientais ao longo das últimas décadas, devido, principalmente, aos efeitos do crescimento demográfico com o aumento da ocupação desordenada. Faz-se necessário então, compreender os impactos dessa pressão demográfica sobre as faixas praias. Nesse contexto, a avaliação das variações na textura dos sedimentos praias ao longo da costa e seu padrão de distribuição podem fornecer valiosas informações sobre os principais processos atuantes em praias arenosas. O município de São José da Coroa Grande está localizado no litoral sul de Pernambuco a 123 km do Recife e atualmente apresenta graves problemas de erosão em suas praias, processos esses, associados à ocupação da pós-praia. Este estudo propõe identificar as características ambientais e sedimentológicas das praias de São José da Coroa Grande, avaliando as características granulométricas do estirâncio médio e correlacionando-as com a inclinação da face praial. Para uma melhor análise, a caracterização geoambiental das praias, ajudou a inferir os estágios morfodinâmicos ao longo da praia. Os resultados mostram que na praia em estudo predominam areias quartzosas com classe modal dominante de areia fina. Dominam grãos moderadamente selecionados, com assimetria entre muito negativa a aproximadamente simétrica. Em relação à curtose, para os sedimentos analisados, predominaram percentagens platicúrtica, muito leptocúrtica e mesocúrtica, indicando prováveis ciclos de remoção e deposição. Quanto a morfodinâmica, as praias foram classificadas como sendo intermediárias na maioria dos pontos analisados. Para a determinação das propriedades morfométricas dos grãos (arredondamento e esfericidade), textura superficial e composição utilizou-se uma lupa binocular sobre a fração entre 1 ϕ a 2 ϕ . Posteriormente foi realizada a separação de 100 grãos de cada amostra selecionada para determinação da sua composição. Sendo assim, a caracterização dos sedimentos praias auxilia em projetos de recuperação de praias sob atuação de processos erosivos. Dessa forma, o presente estudo serve de subsídio para o planejamento ambiental das praias no litoral pernambucano e, em especial, das praias de São José da Coroa Grande.

Palavras-Chave: Praia; Morfologia praial; Sedimentologia marinha; Erosão marinha.

The coastal zone of the state of Pernambuco: environmental, sedimentary, textural and compositional description of São José da Cora Grande beach

ABSTRACT

The Brazilian coastal zones have been the target of many environmental issues in the last decades, especially because of the effects of the demographic growth as well as the increase of the disordered occupation. Therefore, it is necessary to understand the impacts of this demographic pressure upon the beaches. For that matter, the evaluation of the variation in the texture of the beach sediments along the coast can provide important information about the main processes that act in sandy beaches. São José da Coroa Grande is located on the coast of Pernambuco 123 km from Recife, the State capital. There are serious erosion problems that are associated to the occupation of the backshore. This study aims at identifying the environmental and sedimentary characteristics of the beaches in São José da Coroa Grande, evaluating the granulometric features of the medium foreshore correlating them to the inclination of the beach face. For a better analysis, the geo-environmental description of the beach aided to infer morphodynamic stages along the beach. The results show predominance of quartz sand with dominance of thin sand. Most grains are moderately selected with asymmetry between very negative to approximately symmetric. Regarding the kurtosis of the sediments, there was a

predominance of platykurtic, very leptokurtic and mesokurtic percentages, which indicate probable cycles of removal and deposition. Concerning the morphodynamics, the beaches were classified as being intermediate in most analyzed locations. In order to determine the morphometric properties of the grains (sphericity and rounding), superficial texture and composition, binocular magnifying glasses were used upon the fraction between 1 ϕ to 2 ϕ . After, 100 grains from each sample were analyzed to determine their composition. In this way, the description of the beach sediments aid projects to recover the beaches under the activity of erosion. Thus, this work subsidizes the environmental planning of the beaches in the coastline of Pernambuco, especially the beaches of São José da Coroa Grande.

Key words: Beach; Beach Morphology; Marine sedimentology; Marine erosion.

Introdução

King (1959) define uma praia como um ambiente sedimentar costeiro de composição variada, formado comumente por areia, e condicionado pelos sistemas de ondas que incidem sobre a costa. As variações texturais observadas nos sedimentos litorâneos podem estar relacionadas às variações na energia das ondas, taxas de transporte e a influência de diferentes fontes de sedimentos ao longo praia (Komar, 1976).

As praias são geralmente definidas como uma acumulação de sedimentos inconsolidados tais como areias, cascalhos e seixos. A morfologia desses ambientes reflete a composição e o transporte dos sedimentos bem como os processos físicos principalmente relacionados as ondas e correntes costeiras, que retrabalham continuamente os sedimentos acumulados na praia, arredondando as partículas e selecionando-as pelo tamanho, forma e densidade (Manso, 2003).

Sendo assim, a investigação dos processos sedimentares com base nas análises granulométricas, vem sendo utilizadas para a compreensão da dinâmica sazonal de ambientes sedimentares costeiros recentes (Bittencourt *et al.*, 1987). A análise sedimentar visa fornecer subsídios para a correlação entre as características texturais dos sedimentos e dos vários ambientes que compõe a dinâmica deposicional, estabelecer parâmetros utilizáveis na identificação e característica do ambiente (Suguio, 1973).

As condições ambientais de um sistema praial podem ser avaliadas pela análise e classificação dos sedimentos. Avaliar esse ambiente, em diferentes pontos de sua extensão requer a utilização de métodos de análises específicos na quantificação do resultado dos principais parâmetros ambientais e a escolha de pontos de amostragem representativos. A investigação dos processos sedimentares com base nas análises granulométricas vem sendo utilizada para a compreensão da dinâmica sazonal de ambientes costeiros recentes (Marino, 2013).

O entendimento da dinâmica sedimentar no ambiente praial é de grande importância para o

conhecimento e planejamento ambiental das regiões costeiras, auxiliando na compreensão de modelos físicos de previsão de mudanças nos posicionamentos das linhas de praia, em resposta às variações do nível do mar, e na alteração na taxa de sedimentação ao longo do Quaternário (Suguio *et al.*, 2005).

A caracterização granulométrica é feita pela determinação das porcentagens em massa dos grãos, em cada classe granulométrica (frações). Vários métodos têm sido utilizados para correlacionar as classes granulométricas com os ambientes deposicionais. Variações de tamanho de grão ao longo da costa e transversalmente a ela são observadas em diversas praias ao redor do mundo, sendo controlada por fatores geológicos (área-fonte), hidrodinâmicos e eólicos que atuam de forma distinta sobre os sedimentos. Estudos abordando a distribuição sedimentar ao longo das praias e fatores condicionantes foram realizados, mundo a fora, objetivando um melhor entendimento das condições reinantes nos momentos da deposição e retrabalhamento, além de permitir traçar os fluxos das cargas sedimentares. Daí a proposta do presente estudo, buscando compreender a sedimentação da praia de São José da coroa Grande, Litoral Sul de Pernambuco.

Localização e Caracterização da Área de Estudo

A praia de São José da Coroa Grande está localizada a 123 km da capital Recife, no município homônimo, na Zona da Mata Sul de Pernambuco, limite com o Estado de Alagoas (Fig. 1). A área de estudo limita-se, a norte, pelo Rio Una, onde se forma um pontal, e, a sul, pelo Rio Persinunga, possuindo, aproximadamente, 6 km de orla. E está localizada no mapa (Figura 1) entre as coordenadas UTM 262000E – 266000E e 9018000N – 9014000. O município ao qual pertence é o menor do litoral sul de Pernambuco, com 74,7 km² de superfície, apresentando a segunda maior densidade demográfica desse segmento litorâneo – 186,91 habitantes km⁻² (IBGE, 2008).

Figura 1. Localização da Área de Estudo. Fonte: Elaborado pelos autores

A orla do município está dividida em duas áreas, a área urbana ao sul e a área dos distritos da Várzea do Una e Abreu do Una ao norte. Na parte sul, encontra-se a sede onde há uma maior concentração e aceleração da urbanização que se dá do litoral para o interior. Em termos morfodinâmicos, a tendência predominante é de processos de avanço marinho sobre a praia, em razão de aterros e ocupações irregulares (MMA - PROJETO ORLA, 2005).

Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo As', tropical chuvoso, com verão seco - menos de 60 mm de chuva no mês mais seco - com precipitação pluviométrica anual aproximada de 2.000 mm. A estação chuvosa ocorre de abril a setembro, sendo os meses. Manso (2003) afirma que o regime de ventos em toda região costeira caracteriza-se por ser bastante regular, sazonal, soprando em 90% do tempo do setor E-SE, com velocidades médias de 3 a 5 m/s.

As marés que atuam em Pernambuco são do tipo mesomaré, dominadas por ondas, e sob ação constante dos ventos alísios. As marés do

litoral pernambucano são do tipo semidiurna, com período médio de 12.42 horas, apresentando duas preamares e duas baixa-mares por dia lunar; os valores representativos da altura da maré são de 2.4 m para sizígia máxima; 2.1 para sizígia mínima (Coutinho *et al.*, 1997).

São José da Coroa Grande está situada sobre a planície costeira que se formou durante o período Quaternário. Transgressões e regressões marinhas retrabalharam o Grupo Barreiras durante este período, (Bittencourt *et al.* 1983; Dominguez *et al.*, 1990), formando os terraços marinhos arenosos, sendo o produto da última Transgressão os cordões holocênicos, quando o nível do mar atingiu 5m acima do nível atual a aproximadamente 5.000 anos AP.

Em geral, as praias de São José da Coroa Grande são constituídas de sedimentos arenosos de granulação média a fina apresentando um perfil com baixa declividade e uma berma pouco desenvolvida. As ondas observadas na arrebentação são do tipo deslizante, estas características são de praias do tipo dissipativa segundo os estágios propostos por (Wright & Short, 1984). Na plataforma interna adjacente há

ocorrência de recifes que acompanham a linha de costa de forma paralela, servindo de proteção

natural ao sistema praial.

Figura 2. Saliências e embaixamentos da linha de costa resultantes da difração e refração das ondas sobre os recifes. Fonte: Adaptado de Google Earth (2015)

Segundo Sanderson e Eliot (1996) a refração e difração de ondas sobre os recifes induz a formação de saliências e embaixamentos ao longo da costa. Nas áreas protegidas pelos recifes a linha de costa apresenta a formação de saliências, elas são formadas em zonas de sombra, quando há diminuição da energia da onda incidente favorecendo a sedimentação. O contrário ocorre nos embaixamentos, que estão relacionados às áreas onde há abertura nos recifes, favorecendo um recuo da linha de costa, em relação aos embaixamentos (Figura 2).

Material e métodos

Para realização desta pesquisa foi realizado uma coleta de sedimentos *in loco* no dia 17/08/2011, na maré baixa. Foram realizadas 18 coletas de sedimentos no estirâncio médio (Sentido Sul/Norte) na praia de São José da Coroa Grande com equidistância de 300 m (Figura 3). Em cada ponto de coleta de sedimentos foi medida a declividade da face praial, onde também foram observadas as características geomorfológicas que melhor caracterizassem o ambiente praial de acordo com as feições morfológicas presentes na praia, tais como: presença de recifes, ocupação da pós-praia e etc.

As amostras foram triadas e trabalhadas no laboratório de Geologia e Geofísica Marinha da UFPE.

Segundo Bascom (1951) o tamanho do grão influencia diretamente a declividade da face da praia, isto é, quanto menor o tamanho do grão menor será a declividade da face da praia. Wegel (1964) afirma que uma praia com mesmo tamanho de grão pode ter declividades diferentes. Sunamura (1984) expôs a partir de dados de observação de várias praias e experimentos que a declividade da praia ($\tan\beta$) é função do tamanho do grão (W_s) e das características da onda como altura significativa da onda na arrebentação (H_b) e período de onda (T), a que a praia é submetida, sugerindo assim a equação $\tan\beta=0,12/(H_b/g^{1/2}.T.d^{1/2})$ (1), que demonstra que a declividade da face da praia diminui com o aumento da altura da onda e com a diminuição do período. Kriebel *et al.*, (1991) reanalizando dados de Sunamura (1984), sugeriram a equação $\tan\beta=0,15\Omega^{-1/2}$ (2), que foi modificada para a forma $\Omega=0,0225/\tan\beta^2$ (3). Com essa equação é possível calcular o parâmetro adimensional ômega (Ω) através da declividade da face da praia que é um parâmetro mais fácil de ser observado e determinado em campo, Tabela 1.

Tabela 1: Valores limites teóricos da declividade da face da praia para os estágios morfodinâmicos.

Estágios	Ω	$\tan\beta$
Dissipativo	$\Omega>6$	$\tan\beta<0,61$
Intermediário	$1<\Omega<6$	$0,61<\tan\beta<0,15$
Refletivo	$\Omega<1$	$\tan\beta>0,15$

Para a análise granulométrica foi adotada a metodologia de (Suguio,1973) que envolve a separação das frações cascalho, areia e lama. Na primeira etapa, após secagem das amostras em estufa, foi tomada uma alíquota de 100 g para

peneiramento via úmida, utilizando-se peneiras com aberturas de 2 e 0,062 mm. O material maior que 2 mm e 0,062 mm, correspondente à fração cascalho e areia, respectivamente, foi colocado para secar em estufa, com temperatura inferior a 60°C. Posteriormente, o material retido na peneira

com abertura de 0,062 mm foi submetido ao processo de peneiramento seco, a intervalos de ½ f. Foi utilizado o software Sysgram para o processamento da análise granulométrica e determinação de parâmetros estatísticos, empregando a classificação proposta por (Folk & Ward 1957; *apud* Suguio, 1973).

A análise das propriedades morfoscópias dos grãos (arredondamento, esfericidade e textura superficial) foi realizada com ajuda de uma lupa binocular, sendo utilizadas as frações que melhor caracterizassem quantitativamente a amostra. Durante a análise, os grãos, foram separados em duas áreas distintas e aleatórias da Placa de Petri e a partir deste montante realizou-se a contagem de 100 grãos, separando os grãos em terrígenos ou bioclásticos. Foram escolhidas as frações que melhor representasse quantitativamente a amostra,

neste caso foram selecionadas para análise as frações 2 e 3 (*phi*), e em menor ocorrência foi selecionado a fração 1 (*phi*). Para se determinar a composição foram avaliados o valor médio percentual de minerais terrígenos e bioclásticos.

O teor de carbonato de cálcio foi determinado pelo método de Loring & Rantala (1992), o qual consiste no ataque de HCL a 40% a frio, para eliminação do CaCO_3 . Uma alíquota seca 10 gramas de cada amostra foi atacada com uma solução de ácido clorídrico, depois lavada com água destilada, levada à estufa (60°C), e novamente pesada. O valor do teor CaCO_3 foi encontrado pela diferença de peso entre o total da alíquota utilizada e o valor do peso de grãos de quartzo sendo depois calculado o percentual do CaCO_3 .

Figura 3 – Localização espacial das amostras de sedimentos no estirâncio. Fonte: Elaborado pelos autores.

Resultados e discussão

Observou-se que a presença de sedimentos do estirâncio é gerada predominantemente por processos aquosos associados aos regimes normais de 'swash e backwash', com mínima atuação de processos eólicos. São sedimentos que mais refletem as condições médias da energia das ondas. Quanto menos inclinada for a face da praia, maiores serão as diferenças de velocidade entre as correntes de 'swash' e 'backwash', e como consequência, maiores as diferenças no tamanho de grão entre as populações de 'swash' e 'backwash', resultando em um menor grau de seleção das amostras no estirâncio (Evans, 1939).

O significado físico do parâmetro adimensional (Ω) demonstrado por Dean (1973) é que este indica que se um grão de areia, quando colocado em suspensão pela passagem de uma onda, pode, ou não, se sedimentar durante o tempo em que o fluxo de água, induzido pela propagação da onda, se desloca em direção à praia. Se isto acontecer, o sedimento vai se mover da zona de arrebenção para a praia, produzindo um perfil de acresção (*swell*) mais refletivo. Em situação contrária, o grão ficando em suspensão por um período mais longo, tende a se deslocar em direção ao mar desenvolvendo, assim, um perfil de erosão (mais dissipativo).

Nesse contexto, o presente estudo buscou identificar as características granulométricas dos sedimentos do estirâncio médio da praia de São José da Coroa Grande, correlacionando-as com a inclinação da face praial. Para uma melhor análise foi realizada uma caracterização geoambiental da praia, no instante da coleta e das medições, bem como inferir os estágios morfodinâmicos da praia. Tendo em vista que a classificação morfodinâmica de uma praia requer a mensuração de outras variáveis e parâmetros, este estudo propõe testar a aplicabilidade da equação de Kriebel et al. (1991).

Características Granulométricas e Parâmetros Estatísticos

O ambiente praial é caracterizado como produto da interação entre ondas e sedimentos, influenciados por uma amplitude de parâmetros adicionais (Albuquerque *et al.*, 2008). Os sedimentos de praia são predominantemente formados por quartzo e variáveis, porém significativas quantidades de fragmentos de conchas podem ser encontradas, ocorrendo variação no tamanho do grão entre os subambientes praiais, indo dos finos até cascalho, (Wright *et al.*, 1982). De acordo com Komar (1976) há dois fatores determinantes no controle

da granulometria dos sedimentos da praia a) a fonte dos sedimentos, que pode ser a plataforma interna, falésias ou a desembocadura de rios, no caso de sedimentos siliciclásticos, e recifes de coral e algas coralinas no caso de sedimentos bioclásticos carbonáticos; e b) a energia de onda que incide na face de praia.

Segundo Thurman (1994), em áreas onde o sedimento é abastecido por montanhas costeiras, as praias são compostas dos minerais contidos nas rochas dessas montanhas e devem ser relativamente grossos em textura. Se o sedimento é abastecido principalmente por rios que drenam áreas de baixios, os sedimentos que alcançarão as regiões costeiras serão normalmente finos em textura; em muitos casos, baixios de lama desenvolvem-se ao longo do litoral porque somente partículas de silte e argila sofrem carência em direção ao oceano.

Mclaren (1981), afirma que os sedimentos são erodidos na área fonte, transportados e depositados em ambiente de agradação. A erosão do sedimento na fonte ocorre se a magnitude de energia de processos, tais como correntes e quebra das ondas, for capaz de remover os depósitos e frações granulométricas. A deposição do sedimento decresce do grosso ao fino, quanto menor o nível de energia atuante. Assim, nas praias os sedimentos mais grossos se encontram, normalmente, na antepraia e os mais finos na pós-praia.

Os parâmetros granulométricos mudam em diferentes ambientes, além disso, variações espaciais nestes parâmetros podem também existir dentro do mesmo ambiente. Tendências granulométricas são resultados dos processos do transporte sedimentar como abrasão, transporte seletivo e a mistura de sedimentos de várias fontes (Russel, 1939 *Apud* Gao e Collins, 1994). Segundo Carmo (2006) o termo "tendência granulométrica" está relacionado à variação espacial de algum parâmetro das partículas sedimentares em estudo de uma região (granulometria média, assimetria, desvio padrão, curtose, entre outros). Tais tendências ocorrem devido à variação de energia do ambiente, além da morfologia do fundo, do tipo de sedimento, disponibilidade de sedimentos, distancia da fonte de grãos, etc.

De acordo Friedman (1967) os parâmetros estatísticos refletem os processos de transporte e deposição dos sedimentos, tais como: deposição seletiva, abrasão, remoção seletiva e mistura de sedimentos. Para Duane (1964) afirma que a assimetria e a curtose são os parâmetros que melhor definem os ambientes de deposição. No

entanto, Friedman (1967) considera que a assimetria define melhor o ambiente de deposição. Martins (1965) acrescenta que o tamanho dos grãos é útil na distinção dos ambientes sedimentares. Adicionalmente, Suguio (2003) afirma que os parâmetros texturais refletem o modo e a intensidade do agente de transporte. Dessa forma, a compreensão do significado dos parâmetros estatísticos dos sedimentos é fundamental nos estudos de ambientes sedimentares.

O mais significativo parâmetro estatístico em sedimentologia é certamente o diâmetro médio. No que se refere à geologia, esse parâmetro revela a média do tamanho dos grãos dos sedimentos que estão correlacionados com a fonte de suprimento de material, processo de deposição e velocidade da corrente (Barros, 2003).

Sendo assim, no presente estudo as características texturais dos sedimentos obtidas de

acordo com a análise granulométrica e seguindo a classificação textural de Shepard (1954), teve predomínio areia quartzosa, com percentuais de diâmetro médio das distribuições granulométricas de 80% areia fina e 20% areia média (Fig.4). As praias ao sul e ao central do município variaram entre areia fina/areia média, e a outra porção mais a norte concentrou-se de areia fina, e este aporte de areia fina pode estar relacionado à proximidade da foz do rio Una. Em praias o tamanho das partículas vai diminuindo em direção ao continente, em face da mudança do agente transportador hidrodinâmico para o eólico, ocorrendo também um aumento crescente no nível de seleção dos grãos entre o domínio praial (areias bem selecionadas) e o domínio eólico (areias muito bem selecionadas). Areias finas são sedimentos melhor selecionados, assimetria tende a se tornar negativa, e curtose aumenta gradualmente (Tabajara e Martin, 2006).

Figura 4: Percentual do diâmetro médio das populações de areia da praia de São José da Coroa Grande. Fonte: Elaborado pelos autores.

A distribuição do desvio padrão apresentou-se como sedimentos com grau moderadamente selecionados compreendendo 73% das amostras, que tem maior predominância no setor mais a sul do município, representando um relativo índice de selecionamento. Os sedimentos bem selecionados e pobremente selecionados compreendem igualmente 27% das amostras, distribuídos na porção norte e central do litoral estudado, (Fig. 5 e 9). A presença de sedimentos moderadamente na praia investigada corrobora com o proposto por Martins (1965) para sedimentos praias. Porém, a presença de

sedimentos pobremente selecionados pode ser explicada das seguintes formas: (i) como a praia estudada consiste em uma “praia de desembocadura fluvial”, os rios Persinunga e Una trazem sedimentos de diferentes frações granulométricas para a zona costeira. De acordo com Briggs (1977), os sedimentos tendem a ser menos selecionados próximos a área-fonte ou (ii) o retrabalhamento no ambiente deposicional ainda não foi eficaz no selecionamento das partículas, conforme sugerido por Folk (1957).

Figura 5: Percentual do Desvio Padrão das populações de areia da praia de São José da Coroa Grande em 2011. Fonte: Elaborado pelos autores.

Assimetria refere-se à posição da mediana em relação à média aritmética de uma distribuição granulométrica, sendo, assim, adimensional (Folk e Ward, 1957). A análise da assimetria vem sendo adotada para interpretação de processos de deposição ou erosão em ambientes de sedimentos modernos. Duane (1964) em seu estudo em Pamlico Sound, na Carolina do Norte, identificou que valores negativos de assimetria são indicativos de áreas em processo de erosão, enquanto valores positivos indicam deposição. Nos resultados obtidos os valores assimétricos variaram entre muito positiva (25%) a positiva (38%), e muito negativa (19%), indicando

mudanças nas condições de energia do ambiente (Fig. 6 e 9).

Segundo Folk e Ward (1957), a análise da variação da curtose permite determinar o grau de mistura de diferentes populações dentro de um mesmo ambiente sedimentar. As medidas de curtose estão relacionadas ao grau de achatamento ou agudez dos tipos de curvas granulométricas, e sua medida indica a razão do espalhamento médio das caudas e na parte central da distribuição no desvio padrão (Silva, 2004). No que se refere aos seus tipos de curvas de distribuição, podemos classificá-las em: Leptocúrtica, Mesocúrtica e Platicúrtica, segundo Moraes (2008).

Figura 6: Percentual da Assimetria das populações de areia das praias do município de Paulista em 2012. Fonte: Elaborado pelos autores.

Em relação à curtose, para os sedimentos analisados predominaram percentagens platicúrtica, muito leptocúrtica e mesocúrtica de 31%, indicando prováveis ciclos de remoção e deposição (Fig. 7 e 9). Segundo Silva (2008) tais

curvas estão diretamente relacionada às condições de movimento no ambiente sedimentar, sendo que as amostras que apresentam curvas leptocúrticas, indicam provavelmente remoção de uma fração dos sedimentos por meio de correntes de fundo,

enquanto distribuições platicúrticas podem indicar uma baixa movimentação. Já as curvas

mesocúrticas delimitam áreas intermediárias de média energia.

Figura 7: Percentual da Curtose das populações de areia da praia de São José da Coroa Grande. Fonte: Elaborado pelos autores.

A distribuição sedimentológica ao longo do estirâncio apresentou-se como arenosa, tendo percentuais entre 0 a 5% de cascalho, em todos os

pontos de amostragens e percentuais de lama variando de 0 a 20%, como representa as (Fig. 8 e 9).

Figura 8 - Distribuição sedimentológica do setor do estirâncio. Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 9 – Distribuição espacial das características dos sedimentos do estirâncio na praia de São José da Coroa Grande. Fonte: Elaborado pelos autores.

Quantificação do Teor de Carbonato de Cálcio

A análise nas 18 amostras do estirâncio do teor de carbonato de cálcio revelou que, os valores variaram de 6,6% a 71,6% (Figura 87). Os maiores valores são encontrados no extremo Norte da área (valores entre 65,50% a 71,6%) nas amostras 13, 17,18, entretanto houve a ocorrência de apenas uma amostra ao sul da área que apresentou 47%, enquanto valores intermediários foram encontrados na parte central (19% a 38,8%). Na parte Sul predominaram valores intermediários (entre 20% a 40%) (Fig. 10).

Em sua distribuição espacial de Sul para o Norte, os menores valores de teor de carbonato de cálcio foram encontrados na parte central e Sul da área onde percebesse-se uma correlação entre o teor de carbonato e as áreas protegidas por recifes. Nestas, a contribuição de material oriundo da plataforma continental é menor, predominando os sedimentos quartzosos. Na parte Norte da área estudada, onde predominam uma praia mais aberta, encontram-se os maiores valores de carbonato de cálcio.

Figura 10 -Variação do teor de carbonato de cálcio nas amostras do estirâncio. Fonte: Elaborado pelos autores.

Análise Morfoscópica e Composicional

O estudo da morfoscopia analisa o tamanho, a forma e a textura das partículas, além de indicar a origem, o modo de transporte e as condições de deposição dos sedimentos (Pascoal, 2011). Desde finais do século XIX que alguns autores se debruçaram sobre o significado das marcas existentes na superfície dos grãos detríticos de areia. Como a constituição mineralógica dos sedimentos de praia são geralmente grãos de quartzo, efetivamente, na superfície dos mesmos fica registrada grande parte da história da "vida" desse grão. A observação atenta das marcas existentes nessa superfície permite, com frequência, deduzir se o grão se encontra ou não há muito tempo no ciclo

Arredondamento

De acordo com Suguio (1973) a esfericidade reflete as condições de deposição no momento da acumulação, embora em grau mais limitado seja modificada também pela abrasão. Embora a esfericidade seja menos significativa para relatar a abrasão dos sedimentos, é um importante fator na história do selecionamento granulométrico das partículas, (Suguio, 1973). Segundo Suguio (2003) as diminutas feições superficiais encontradas nas partículas sedimentares detríticas, independentemente do tamanho, forma ou arredondamento desses fragmentos constituem as texturas superficiais. Vários pesquisadores têm tentado correlacionar a textura superficial, principalmente de grãos

sedimentar, quais foram os agentes de transporte a que foi sujeito, e episódios de integração no solo, etc. (Dias, 2004).

A composição dos sedimentos de praia é variada, e, de acordo com Friedman e Sanders (1978), consiste basicamente de: fragmentos de rocha, resto esqueletais carbonáticos e minerais pesados. Os referidos autores ressaltam ainda a predominância do mineral quartzo está relacionada a componentes de origem continental, sobretudo em praias arenosas. De acordo com Davis (1984) as praias compostas de areias quartzosas são maioria, sendo mineral feldspato o segundo em abundância. A predominância de quartzo e feldspato se deve ao fato de que estes são mais resistentes ao intemperismo.

arenosos de quartzo aos ambientes deposicionais, pois os agentes de deposição deixariam impressas certas feições superficiais características sobre os grãos de quartzo.

Com relação ao grau de arredondamento, as amostras analisadas apresentaram a predominância de grãos de quartzo sub-angulosos, em toda área de estudo com 67% do total, indicando que esses grãos podem ter sido submetidos a uma intensa abrasão (Fig. 12). O restante das amostras apresentou características angulosas (22%) e sub-arredondadas (11%) (Fig. 11).

Figura 11 – Percentual do grau de esfericidade dos grãos nas amostras.

Figura 12 - resultados das análises morfoscópica e composicional dos sedimentos.

Esfericidade

É uma grandeza que expressa numericamente o grau de aproximação da forma de uma partícula tamanho areia com aquela de esfera perfeita. A esfericidade reflete as condições de deposição no momento da acumulação, embora em grau mais limitado seja modificada também pela abrasão. Embora a esfericidade seja menos significativa para relatar a abrasão dos sedimentos, é um importante fator na história do

selecionamento granulométrico das partículas (Suguio, 1973).

Foi possível visualizar que na maioria das amostras a alta esfericidade é predominante (Figuras 13 e 14) principalmente dos grãos maiores, comprovando a afirmação de Reineck & Singh (1980) em que os grãos de areia tornam-se mais esféricos com o aumento do desgaste e da quebra durante o transporte e que a esfericidade aumenta com o aumento do tamanho do grão.

Figura 13 – Percentual do grau de esfericidade dos grãos nas amostras.

Grãos de quartzo com baixa esfericidade (Amostra 10).

Grãos de quartzo com alta esfericidade (Amostra 11).

Figura 14 - resultados das análises morfoscóptica e composicional dos sedimentos.

Textura Superficial

A textura superficial é expressa pela ornamentação das faces dos grãos e pela presença ou ausência de brilho. O polimento é atribuído ao suave retrabalhamento por agente abrasivo de granulação muito fina, apresentam superfícies lisas e polidas. Os grãos polidos resultam de transporte em que o agente tenha sido a água, de modo que este fluido em função de sua viscosidade pode lubrificar a superfície dos grãos, e reduzir o impacto entre eles (Toldo, 2005).

Segundo Dias (2004) é na superfície dos grãos de quartzo onde fica registrada grande parte da história da vida desse grão. A observação atenta das marcas existente nessa superfície permite, com frequência, deduzir se o grão encontra-se ou não há muito tempo no ciclo sedimentar, quais foram os agentes de transporte a que foi sujeito. A cor amarelada dos grãos de quartzo deve-se à presença de uma cutícula de óxidos/hidróxidos de ferro que pode ter sido herdada da área fonte (Figura 15).

Grãos de quartzo com presença de óxido ferro (Amostra 13).

Grãos de quartzo brilhante (Amostra 9).

Figura 16 - resultados das análises morfoscóptica e composicional dos sedimentos.

Composição dos Grãos

Com relação à composição os sedimentos analisados são constituídos por dois grupos principais: grãos detríticos e bioclásticos. O quartzo hialino representa a maior parte detrítica, complementada, por alguns minerais pesados e fragmentos de rocha. Os valores de quartzo alcançaram quase 100% na maioria das amostras.

Secundariamente é pertinente destacar que em algumas amostras (05 e 07) apresentaram percentuais acima de 70% de grãos bioclásticos.

As proporções entre os grupos nas amostras analisadas variam consideravelmente, em função da área onde estão localizadas. Entretanto, verificou-se quase sempre a predominância de bioclastos em algumas

amostras, como podemos visualizar na Figura 17. Porém a quantidade de bioclásticos está associado principalmente à presença de recifes algálicos existente na região. Sua distribuição pode está

relacionada com a influência de elementos terrígenos, condições de substrato, iluminação e a hidrodinâmica.

Presença de variadas proporções siliciclásticas e bioclásticos de cores variadas (Amostra 05).

Presença de bioclastos de cores variadas (Amostra 07).

Figura 17 -resultados das análises morfooscópica e composicional dos sedimentos da praia.

Relação entre Textura dos Sedimentos e Inclinação da Face de Praia Classificação Morfodinâmica

A classificação morfodinâmica predominante encontrada nas praias estudadas foi de praias em estado intermediário, (Tab. 2), que possui características de praias refletivas e dissipativas, possuindo características morfodinâmicas mais complexas e com maior instabilidade. As praias em estágio intermediário possuem inclinação da face praial entre 2 a 4°, e em conjunto formam uma sequência cíclica de transferência do aporte sedimentar da praia para a zona submersa, durante as fases de alta energia das ondas e, da zona submersa para praia durante fases de menor energia das ondas. A dissipação das ondas aumenta com o incremento da sua altura e com a diminuição da declividade do fundo, enquanto a reflexão aumenta com a maior declividade da zona de surfe, resultado da transferência dos sedimentos da zona submersa para a praia (Albino, 1999).

Já praias refletivas possuem declividades maiores que 4° e sedimentos grossos, e com baixa energia de onda. Praias dissipativas tem geralmente como características possuem declividades menores que 2° e sedimentos finos, e maior energia de onda. De acordo com a Tabela 1, a classificação morfodinâmica das praias de acordo com a declividade relativamente condiz com a equação, já que as maiores declividades foram classificadas como refletivas (ponto 10, 12, 13 e 14), a menor inclinação 5° como intermediária nos pontos (2, 7, 15 e 18), e as

demaís como intermediárias. Mas de acordo com Calliari (2003) a morfodinâmica praial é um método de estudo o qual integra observações morfológicas e dinâmicas numa descrição mais completa e coerente da praia e zona de arrebentação, tornando a equação de Kriebel *et al* (1991) aplicável mas havendo a necessidade da observação de dados de onda e maré, e a realização de perfis de praia para uma classificação mais precisa, uma vez que a presença de recifes de arenitos dificultam essa classificação, tendo em vista que os tipos morfodinâmicos estabelecidos por (Wright, 1984 ; Short, 1984) são para praias sem este tipo de obstáculo, e para praias com regime de micromarés. O que torna mais adequado a classificação de Masselink & Short (1993) que analisaram a influência da maré sobre a morfodinâmica praial e verificaram que a interação desta com a altura da onda resulta em distintas morfologias praiais. Esta interação foi resumida na formulação do índice RTR (Relative Tidal Range).

Na área de estudo a inclinação da face de praia, foi classificada em baixa (> 5°), média (entre 5° e 10°) e alta (>11°), através destes dados foi realizada a classificação morfodinâmica da praia, segundo a equação proposta por Kriebel (1991). Esta classificação segue a setorização da praia em suas porções sul, central e norte.

A classificação morfodinâmica predominante encontrada na praia de São José da Coroa Grande foram de praias em estado intermediário a refletivo, o que pode também estar

relacionado à presença de recifes e as obras de proteção. Este resultado foge um pouco a realidade uma vez que os recifes submersos formam uma barreira impedindo que as ondas cheguem à praia com alta energia, e também pela ocupação total da faixa de praia em alguns pontos. Na região costeira de São José da Coroa a média das declividades da face praial encontradas em

campo foi de 6.72° , podendo ser classificado como um litoral de média declividade. Ao sul do município foram medidos valores médios da declividade que variaram entre 5° a 8° com areias finas a média. As maiores inclinações estão ao norte do município, variando entre 8° a 11° com areias fina a média (Tab. 2).

Tabela 2 – Correlação dos dados de diâmetro médio dos grãos, declividade e classificação morfodinâmica.

Ponto	Coordenadas UTM	Sedimento Face Praial	Inclinação da Face Praial	Gradiente (Tan β)	$\Omega=0,0225/\tan\beta^2$	Classificação Wright e Short (1984)
1	263298 E 9014040S	Areia Média	6°	0,105	2,040	intermediária
2	263349 E 9014276 S	Areia Fina	5°	0,087	2,97	intermediária
3	0263387 E 9014674 S	Areia fina	8°	0,140	1,147	intermediária
4	0263417 E 9014472S	Areia Fina	8°	0,140	1,147	intermediário
5	263516 E 9014908 S	Areia Fina	5°	0,087	2,97	intermediária
6	0263701 E 9015212 S	Areia Fina	6°	0,105	2,040	intermediária
7	0264053 E 9015460 S	Areia Fina	5°	0,087	2,97	intermediária
8	0264291 E 9015838 S	Areia Fina	6°	0,105	2,040	intermediária
9	264343 E 9016222 S	Areia Fina	7°	0,122	1,511	intermediária
10	264370 E 9016546 S	Areia Fina	9°	0,158	0,9012	refletiva
11	264432 E 9016868 S	Areia Média	7°	0,122	1,511	intermediária
12	264492 E 9017164 S	Areia Média	10°	0,176	0,7263	refletiva
13	264581 E 9017368 S	Areia Fina	10°	0,176	0,7263	refletiva
14	264730 E 9017630 S	Areia Fina	11°	0,194	0,5978	refletiva
15	264859 E 9017832 S	Areia Fina	5°	0,087	2,97	intermediária
16	264944 E 9017998 S	Areia Fina	6°	0,105	2,040	intermediária
17	0263576 E 9019036 S	Areia Fina	8°	0,140	1,147	intermediária
18	264050 E 9015440 S	Areia Fina	5°	0,087	2,97	intermediária

Conclusões

A análise granulométrica das 18 amostras superficiais de sedimentos de praia permitiu constatar o predomínio da fração arenosa ao longo dos cerca de 5 quilômetros de praia. Em relação a granulação o ambiente do estirâncio apresentou uma predominância de areia fina e

moderadamente selecionadas, constatando um ambiente de energia moderada, não apresentando energia suficiente para o deslocamento dos grãos finos, bem como a predominância da distribuição mesocúrtica. Quanto ao resultado da análise morfoscópica dos grãos do estirâncio nas 18 amostras analisados indicam que o grau de

arredondamento predominante foi de grãos sub-angulosos em 67% amostras, angulosos em 22% e sub-arredondados em 11%.

Os sedimentos apresentam uma predominância de grãos de quartzo com alta esfericidade, e com maior representatividade. Os grãos de quartzo são predominantemente brilhantes, indicando um transporte subaquoso, ocorrendo este por saltação e suspensão.

Os grãos bioclásticos são constituídos por carapaças de foraminíferos, fragmentos de conchas, espinhos de equinodermatas, gastrópodes, tubos de poliquetas.

Em relação ao teor de carbonato de cálcio observou-se que, os menores valores de teor de carbonato de cálcio são encontrados na parte central e sul da área, mostrando uma correlação entre o teor de carbonato e as áreas protegidas por beach rocks. Nestas, a contribuição de material oriundo da plataforma continental é menor, predominando os sedimentos quartzosos.

Na parte norte da área estudada, onde predominam praias abertas, encontram-se os maiores valores de carbonato de cálcio.

A inclinação da face praias quando comparada com o tamanho do sedimento, teve uma relação inversa ao proposto por alguns autores citados.

As maiores declividades ocorreram onde o tamanho do sedimento é menor, e as menores declividades estão relacionadas com menor tamanho do grão, o que pode ser melhor compreendido pelo Modelo de Bascom (1951) o qual afirma que a quantidade de energia da onda é uma função das condições de refração. Consequentemente, praias protegidas são mais íngremes que praias expostas com o mesmo tamanho de grãos. A classificação morfodinâmica da praia foram de praias intermediárias na maioria dos pontos, o que de certa forma condiz com o que foi visto em campo, o que torna a equação proposta aplicável.

Agradecimentos

Os autores são gratos à Capes em função do apoio financeiro para o desenvolvimento desta pesquisa. Em especial ao Laboratório de Geologia e Geofísica marinha – LGGM – UFPE pelo apoio logístico prestado para a análise das amostras utilizadas para este trabalho.

Referências

Albino, J., Processos de sedimentação atual e morfodinâmica das praias de Bicanga à Povoação, ES. 1999. Tese de Doutorado, Pós-Graduação em Geologia Sedimentar, USP. 175p.

- Albuquerque M.G. 2008. Morfodinâmica da praia do Futuro, FortalezaCE. Dissertação de Mestrado, Pós-Graduação em Oceanografia Física, Química e Geológica, Instituto de Oceanografia, Universidade Federal do Rio Grande, 147p.
- Barros, L. C. 2003. Estudos Sedimentológicos na Plataforma Continental Interna Adjacente às Desembocaduras Sul do Canal De Santa Cruz e do Rio Timbó, Norte do Estado de Pernambuco. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós Graduação em Geociências, Universidade Federal de Pernambuco.
- Bascom, W. N. 1951. The relationship between sand-size and beach face slope. Transactions, American Geophysical Union 32, 866-874.
- Bittencourt, A. C. S. P.; Martin, L.; Dominguez, J. M. L. & Ferreira, Y. A. 1983. Revista Brasileira de Geociências 13, 93-97.
- Briggs, D. Sediments. Fakenham, Norkfolk: Fakenham Press limited, 1977. 192pp. Folk, R.L. Petrology of sedimentary rocks. Hemphills Publishing. Austin. USA. 1977.
- Calliari, L. J. 2003. Muehe, D.; Hoefel, F. G. & Toldo Jr., E. Morfodinâmica praias: uma breve revisão. Revista brasileira de oceanografia 51, 63-78.
- Carmo, D.A. 2006. Aplicação do Modelo de Tendências Granulométricas (*Gsta*) para Determinação do Padrão de Transporte de Sedimento na Baía do Espírito Santo, Vitória – Es. Monografia de conclusão de curso. Departamento de Ecologia e Recursos Naturais. Universidade Federal do Espírito Santo.
- Coutinho, P.N. 1997. Levantamento do estado da arte da pesquisa dos recursos marinhos do Brasil. Oceanografia Geológica. 68p.
- Dominguez, J. M.; Bittencourt, A. C. S. P.; Leão, Z. M. A. N. & Azevedo, A. E. G. 1990. Geologia do Quaternário costeiro do estado de Pernambuco. Revista Brasileira de Geociências 20, 208-215.
- Davis Jr. R.A., Hayes M.O. 1984. What is a wave-dominated coast? Marine Geology 60, 313-329.
- Dean, R. G. 1973. Heuristic models of sand transport in the surf zone. In: Conference on Engineering Dynamics in the Surf Zone. Sydney, 1973. Proceedings. Sydney, Institute of Engineers, p. 208-214.
- Dias, J. M. A. 2004. A análise sedimentar e o conhecimento dos sistemas marinhos (Uma Introdução à Oceanografia Geológica). Universidade do Algarve Faro. 84p. Disponível em:

- http://w3.ualg.pt/~jdias/JAD/eb_sediment.html. Acessado em: 24/04/2013.
- Dominguez, J. M.; Bittencourt, A. C. S. P.; Leão, Z. M. A. N., Azevedo, A. E. G. 1990. Geologia do Quaternário costeiro do estado de Pernambuco. *Revista Brasileira de Geociências* 20, 208-215.
- Duane, D. B. 1964. Significance of skewness in recent sediments, Western Pamlico Sound, North Carolina. *Journal of Sedimentary Petrology* 34, 864-874.
- Evans, O. F. 1939. Sorting and transportation of material in the swash and backwash. *Journal of Sedimentary Petrology* 9, 28-31.
- Friedman, G. M. 1967. Dynamic processes and statistical parameters compared for size frequency distribution of beach and river sands. *Journal of Sedimentary Petrology* 37, 327-354.
- Friedman GM, Sanders JE. 1978. *Principles of Sedimentology*. Wiley: New York.
- Folk, R. L. Ward W. C. 1957. Brazos river bar: a study of significance of grain size parameters. *Journal of Sedimentary Petrology* 27, 3-26.
- Gao, S.; Collins, M. 1994. Analysis of grain size trends, for defining sediment transport pathways in marine environments. *Journal of Coastal Research*, Fort Lauderdale, Flórida, p. 70-78.
- King, C.A.M., 1959. *Beaches and Coasts*. 1ª ed. Edward Arnold, 1952. 403p.
- Komar, P. D. 1976. *Beach processes and sedimentation*. New Jersey: Prentice Hall Inc. / Englewood Cliffs. 429 p.
- Kriebel, D. L., Kraus, N. C., e Larson, M. (1991). "Engineering Methods for Predicting Beach Profile Response". *Proceedings of Conference on Coastal Sediments* 91, ASCE, 557-571.
- Martins, L.R. 1965. Significance of skewness and kurtosis in environmental interpretation. *Journal of Sedimentary Petrology*, 35, 768-770.
- Loring, G. H.; Rantala, R. T. T. 1992. Manual for the geochemical analyses of marine sediments and suspended particulate matter. *Earth Sci. Rev.* 32, 235-283.
- Mclaren, P. 1981. An interpretation of trends in grain measure. *Journal of sedimentary petrology* 51, 611-624.
- Manso, V. A. V. 2003. Definição dos pontos de contorno da linha de preamar máxima atual do litoral do município de Ipojuca – PE. Relatório final, MMA/PNMA II - SECTMA Nº 249.
- Marino, M.T.R.D.; Freire, G.S.S. (2013) – Análise da evolução da linha de costa entre as praias do Futuro e Porto das Dunas, Região Metropolitana de Fortaleza (RMF), estado do Ceará, Brasil. *Revista Gestão Costeira Integrada* 13, 113-129. DOI: 10.5894/rgci373
- Martins, L.R. 2003. Recent sediments and grain-size analysis. *Gravel*, Amsterdam 1, 90-105.
- Masselink, G.; Short, A. D. 1993. The effect of tide range on beach morphodynamics and morphology: a conceptual model. *Journal of Coastal Research* 9, 785-800.
- MMA, 2006. *Erosão e Progradação do Litoral Brasileiro / MMA/SQA/Gercom* Masselink, G.; Short, A. D. 1993. The effect of tide range on beach morphodynamics and morphology: a conceptual model. *Journal of Coastal Research* 9, 785-800.
- Morais, J. O.; Pinheiro, L. S.; Cavalcante, A. A.; Paula, D. P.; Silva, R. L. 2008. *Erosão Costeira em Praias Adjacentes às Desembocaduras Fluviais: O Caso de Pontal de Maceió, Ceará, Brasil*. Coastal Erosion of Beaches near River Mouths: The Case of the Pontal.
- Pascoal, V.M. C. 2011. *Caracterização Granulométrica, Química, Mineralógica e Morfooscópica dos Sedimentos do Rio Urussanga, SC*. Trabalho de Conclusão de Curso. Departamento de Engenharia Ambiental da Universidade Extremo Sul Catarinense, UNESC.
- Russell, R.J., 1962. Origin of beachrock. *Zeitschrift für Geomorphologie*. 6, 1-16.
- Sanderson, P. G. & Eliot, I., 1996. Shoreline salients, cusped forelands and tombolos on the coast of Western Australia. *Journal of Coastal Research* 12, 761-773.
- Shepard, F. P. 1954. Nomenclature based on sand-silt-clay ratios: *Journal Sedimentary Petrology* 24, 151-158.
- Silva, L. A. 2004. *Sedimentologia do Canal de Santa Cruz - Ilha de Itamaracá - PE*. Dissertação, (mestrado em geociências). Recife: Universidade Federal de Pernambuco - UFPE, Centro de Tecnologia e Geociências-CTG. Pós-Graduação em Geociências.
- Silva, J. P. 2008. *Estudos sedimentológicos, hidrodinâmicos, batimétricos e da qualidade da água visando a evolução e os aspectos ambientais associados do Estuário do Rio Formoso - PE*. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal de Pernambuco.
- Suguio, K. 1973. *Introdução à sedimentologia*. São Paulo, Editora Edgar Blucher, da Universidade de São Paulo, 312 p.
- Suguio, K. 2003. *Geologia Sedimentar*. São Paulo-SP. Editora Edgar Blucher Ltda. 400p.
- Sunamura, T. 1984. Quantitative predictions of beach face slopes. *Geological Society of America Bulletin* 95, 242-245.

- Reineck, H.E., Singh, I.B. 1980. Depositional Sedimentary Environments. Springer-Verlag. New York. 549p.
- Tabajara, L. L.; Martins, L. R. 2008. Classificação Textural de Sedimentos Praiais e a Relação com os Processos Morfogenéticos Eólicos e Marinhos. Gravel 4, 99-107.
- Toldo Jr: E. E.; Almeida, L. E. S. B. Nicolodi, J. L.; Martins, L. R., 2005. Retração e progradação da zona costeira do estado do Rio Grande do Sul. Gravel 3, 33 - 38.
- Thurman, H. V. Introductory Oceanography. 7^a ed. p.285, Macmillan Publishing Company, USA, 1994.
- Wegel, R.L. (1964): "Oceanographical Engineering" - Prentice-Hall.
- Wright, L. D. & Short, A. D. 1984. Morphodynamics variability of surf zones and beaches: a synthesis. Marine Geology 56, 93-118.
- Wright, L. D.; Guza, R. T. & Short, A. D. 1982. Dynamics of a high energy dissipative surf zone. Marine Geology 45, 41-62.