



Morfoscopia e Transporte Sedimentar da Linha de Costa da Planície Costeira de Aquiraz, Ceará, Brasil

Marisa Ribeiro MOURA de ABREU¹, Isabelly Maria Maia FERRO²,
João Capistrano de ABREU NETO³, George Satander Sá FREIRE⁴

Resumo: Este trabalho teve como objetivo analisar os sedimentos da faixa de praia do litoral de Aquiraz, na busca de identificar setores de *bypass*, para assim verificar as seções da praia que ainda são protegidos dos processos costeiros pelos campos de dunas que são suprimento sedimentar das praias. O litoral de Aquiraz localiza-se na costa leste do Estado do Ceará, com extensão de aproximadamente 30 km de linha de costa. Tal pesquisa teve em sua metodologia trabalhos de campo com coleta de sedimentos nas três zonas de praia e nos campos de dunas móveis e análises sedimentológicas em laboratório. Segundo os dados obtidos na análise morfoscópica os sedimentos de ambientes dunares na praia do Iguape e Prainha respectivamente eram foscos, cerca de 66% e 77%, havendo uma ocorrência entre 23% e 32% de sedimentos com brilho, sugerindo assim a presença de material antes transportado em ambientes aquosos. Já por meio dos sedimentos praias, mais especificamente, os da zona de antepraia, foi constatado que existe interação entre ambientes de transportes eólicos e subaquáticos, devido à presença de aproximadamente 41% e 37% de sedimentos encontrados na zona de antepraia típicos de áreas dunares. Diante do que foi exposto nos resultados verificou-se que as condições de recuo da linha costa e diminuição do suprimento sedimentar discutidas nesta pesquisa, não estão relacionadas apenas com as mudanças no nível do mar, mais, sobretudo com a evolução da ocupação e a dinâmica costeira da área.

Palavras-chave: sedimentologia, processos costeiros, morfologia, *bypass*, progradação e/ou erosão.

Abstract: *This study aimed to analyze the sediments of Aquiraz coastal beach strip, in order to identify bypass sectors, as well as verify the sections of the beach that are still protected from coastal processes by dune fields that are sediment supply of the beaches. The coast of Aquiraz is located on the east coast of Ceará, with a length of approximately 30 km of coastline. Such research was in its methodology fieldwork with collecting*

¹ Instituto Federal e Tecnológico do Rio Grande do Norte, IFRN – Campus Pau dos Ferros

² Pós-graduação em Geologia – Universidade Federal de Pernambuco

³ Pós-graduação em Geologia – Universidade Federal do Ceará

⁴ Departamento de Geologia – Universidade Federal do Ceará

Autor para correspondência: Marisa Ribeiro Moura de Abreu

Instituto Federal e Tecnológico do Rio Grande do Norte, IFRN – Campus Pau dos Ferros. BR 405, KM 154, Bairro Chico Cajá, Pau dos Ferros/RN, CEP 59900-000. Email: marisa.moura@ifrn.edu.br

Recebido durante o XXVI SGNE 2015 / Aceito em 23 de Maio de 2016.

sediments in the three beach zones and in the fields of mobile dunes and sedimentological analysis in the laboratory. According to the data obtained in the morphoscopic analysis the sediments of dune environments on the beach of Iguape and Prainha respectively they were dull, about 66% and 77%, with an occurrence between 23% and 32% of sediment with brightness, therefore suggesting the presence of material before transported in aqueous environments. Already through beach sediments, more specifically, the shoreface zone, it was found that there is interaction between the wind and underwater transport environments due to the presence of approximately 41% and 37% sediment found inshoreface zone typical from dune areas. Given what has been exposed in the results it was verified that the conditions of retreat of the coast line and reduced sediment supply discussed in this research are not only related to changes in sea level, but especially with the evolution of occupation and coastal dynamics of the area.

Keywords: *Sedimentology, coastal processes, morphology, bypass, progradation and /or erosion.*

1. INTRODUÇÃO

As planícies litorâneas são um dos ecossistemas mais frágeis conhecidos, que, no entanto, apresentam o maior índice de uso, ocupação, urbanização e densidade demográfica em todo o mundo.

Tal fato demonstra a necessidade dessa área requerer estudos específicos para que seu ordenamento, isto é, as formas de uso e ocupação do seu espaço, seja feito de forma sustentável.

A forma e arredondamento dos grãos de areia e dos seixos têm sido usados há muito tempo para decifrar a história dos depósitos sedimentares, dos quais estes fazem parte (BEZERRA, 2009).

Para Komar (1976) as variações texturais observadas nos sedimentos litorâneos podem estar relacionadas com as mudanças na energia de ondas, taxas de transporte e a influência de diferentes fontes de sedimentos ao longo da praia.

Assevera-se que, os estudos morfoscópicos também visam obter, resultados específicos referentes às condições de deposição que caracterizam o ambiente praiado (MADRUGA FILHO *et al.*, 2003), o que constitui uma importante característica textural, pois pode fornecer informações a respeito do transporte e do

ambiente de sedimentação do grão analisado.

Já se constatou os processos de erosão na linha de costa no litoral de Aquiraz. No entanto, devido ainda existir fontes de abastecimento sedimentar, como os campos de dunas móveis, ocorre durante o ano, períodos de progradação e erosão (MEIRELES *et al.*, 1989; MOURA, 2009, 2007, 2012; e OLIVEIRA, 2008, 2009).

Meireles *et al.* (2008) evidenciaram os principais indicadores morfogenéticos e processos erosivos relacionados com a ocupação de promontórios e constatou que a dinâmica costeira é completamente dependente do aporte de areia proveniente dos ambientes dunares.

Para Morais (1996), o processo de bypass é caracterizado pelo transporte sedimentar ocorrido em zonas litorâneas e costeiras. Quando a deriva litorânea transporta uma grande quantidade de sedimentos, e encontra um obstáculo, ocorre um acúmulo de sedimentos à barlar. Em menor escala, parte desses sedimentos acumulados transpõem o obstáculo, e efetuam o bypass litorâneo (MEIRELES, 1994).

Desde a década de 1990, o

município de Aquiraz tem apresentado crescente ocupação dos seus ambientes litorâneos, principalmente através de urbanização e infraestrutura turística. Ressalta-se que, em alguns pontos específicos, essa ocupação ocorre em menor intensidade, devido estar mais distante de Fortaleza, a falta de atrativos do lugar e a especulação imobiliária ainda não se inserir de forma ativa no espaço.

O trabalho teve como objetivo analisar os sedimentos da faixa de praia do litoral de Aquiraz, na busca de

identificar setores de *bypass*, na busca de verificar os setores da praia que ainda são protegidos dos processos costeiros pelos campos de dunas que são suprimento sedimentar das praias.

O município de Aquiraz (Figura 1), localiza-se na Região Metropolitana de Fortaleza - RMF, na porção nordeste do Estado do Ceará, limitando-se com a capital cearense no litoral leste do estado, através do Rio Pacoti (IPECE, 2010). Ocupa a área de 480,97 Km², a uma altitude de 14,23 m (BRASIL, 2000).



Figura 1 - Localização do município de Aquiraz e o litoral em análise.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo da morfoscopia no litoral de Aquiraz dividiu-se em três etapas: levantamentos de dados bibliográficos, trabalhos em campo e trabalhos realizados em laboratório. Após todas estas etapas, fez-se a interpretação dos

dados, buscando dessa forma, uma maior compreensão de como ocorre o transporte de sedimentos da linha de costa do litoral e como as forças dos processos costeiros atuam na área em estudo.

Os trabalhos em gabinete realizaram-se levantamentos de dados bibliográficos, históricos e cartográficos da área nas bibliotecas das universidades e outros órgãos como: SEMACE, LABOMAR-UFC, CPRM, IPECE e na Prefeitura Municipal de Aquiraz, e trabalhos de âmbito científico.

Para acompanhar os estudos da praia demarcou-se dois pontos de monitoramento com a coleta de amostras de sedimentos desde a base de amarração do perfil até a zona de arrebenção das ondas, isto é, nas três

zonas da praia (berma, estirâncio e antepraia), metodologia proposta por Moraes (1996) e nos ambientes de dunas móveis e dunas frontais.

Após a coleta de amostras de sedimentos realizadas em campo, analisaram-se as amostras no Iode Geologia Geomorfologia Costeira e Oceânica da UECE (LGCO), passando por análises granulométricas obedecendo à metodologia de Suguio (1973), que proporciona a caracterização quanto ao ambiente de sedimentação e tamanho dos sedimentos (Figura 2).



Figura 2 - Fluxograma das análises feitas nos sedimentos coletados em campo. Fonte: Moura (2012).

Para o estudo da morfoscopia, lançou-se mão da esfericidade, definida como o grau em que a forma de uma partícula se aproxima da forma esférica. Esta é de acordo com Suguio (1973), em parte, a função da relação entre a área de superfície e o volume da partícula. Apesar de conceberem classificações morfoscópicas bastante complexas, o

transporte sedimentar se efetua fundamentalmente por dois agentes, o ar e a água (DIAS, 2004).

Powers (1953) em seus estudos morfométricos criou seis classes de arredondamento definidas em: muito angular, angular, sub-angular, sub-arredondado, arredondado e muito arredondado (Figura 3).



Figura 3 - Classificação dos sedimentos proposta por Powers (1953). Fonte: Dias (2004).

Segundo Kuenen *apud* Suguio (2003), em ambientes praias os sedimentos marinhos possuem uma granulação que desenvolve melhor arredondamento, onde o valor médio do diâmetro depende da energia das ondas na praia.

O procedimento da morfoscopia realizou-se no Laboratório de Geologia e Geomorfologia Costeira e Oceânica (LGCO), em areias de diâmetros entre 0,710mm e 0,354mm (método de WENTWORTH, 1922), por meio de Microscópio óptico, onde se analisou 30 amostras da área em estudo.

Conforme Wadell (1935), a técnica mais utilizada para análise da esfericidade e textura superficial é através de comparação visual, onde se verifica o índice de forma. Já Maclane (1995) propõe que, às feições na superfície dos grãos, por serem tão pequenas, não afetam significativamente a forma dos mesmos. É expressa pela ornamentação da textura superficial do grão, ou seja, pela presença ou ausência de brilho.

As amostras foram coletadas por meio de perfis transversais a linha da costa, desde os ambientes de dunas móveis, distantes do oceano aproximadamente 1,9 km, em dunas

frontais a praia, até as zonas da faixa de praia (berma, estirâncio e antepraia) (Figura 4).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A morfoscopia foi realizada nos meses de janeiro, março e setembro de 2010 e janeiro, março e setembro de 2011, na tentativa de detectar se existe diferença significativa entre os mesmos, ou se ocorre ou não movimentação entre os sedimentos transportados na faixa de praia e nos ambientes de dunas e vice-versa.

De acordo com os resultados da morfoscopia representados na Tabela 1, os sedimentos tiveram poucas variações no que diz respeito aos graus de arredondamento e esfericidade. Identificaram-se as amostras de areia analisadas como constituídas predominantemente de quartzo e feldspato. As mesmas foram apresentadas em porcentagem, separadas por cada perfil e subzonas do ambiente estudado.

O ambiente de dunas móveis obteve o grau de arredondamento dos sedimentos, variando de sub-anguloso a sub-arredondado, predominando os sedimentos sub-angulosos (40%), indicando que os sedimentos estão em constante modelagem ocasionada pela

duração do transporte ou retrabalhamento. Quanto ao grau da esfericidade, foi alto (72%), o que refletiu as condições de deposição no momento da acumulação dos sedimentos, ou seja, os grãos de areia tornam-se mais esféricos com o aumento do desgaste e da quebra durante o transporte.

Ressalta-se que os ventos possuem um papel singular na dinâmica natural da área. Estes possuem média de velocidade em torno de 7,6 m/s, predominando os ventos de direção E-SE, seguidos de E, em menor quantidade, de ENE. As ondas e deriva litorânea apresentam direção dominante de E-SE (CARVALHO, et al., 2004).

Os sedimentos do ambiente de dunas frontais também variaram de sub-angulosos a sub-arredondados no grau de arredondamento predominando os sedimentos sub-angulosos (30%), indicando que os sedimentos são moderadamente antigos e o grau da esfericidade foi médio (64%) com o mesmo resultado dos ambientes de dunas móveis (Figura 5).

Verificou-se na duna frontal do Iguape, distante cerca de 150 m da linha d'água na baixa-mar, a presença de sedimentos com textura brilhantes arredondados, o que evidencia a movimentação dos sedimentos entre os dois setores: eólico e aquoso.

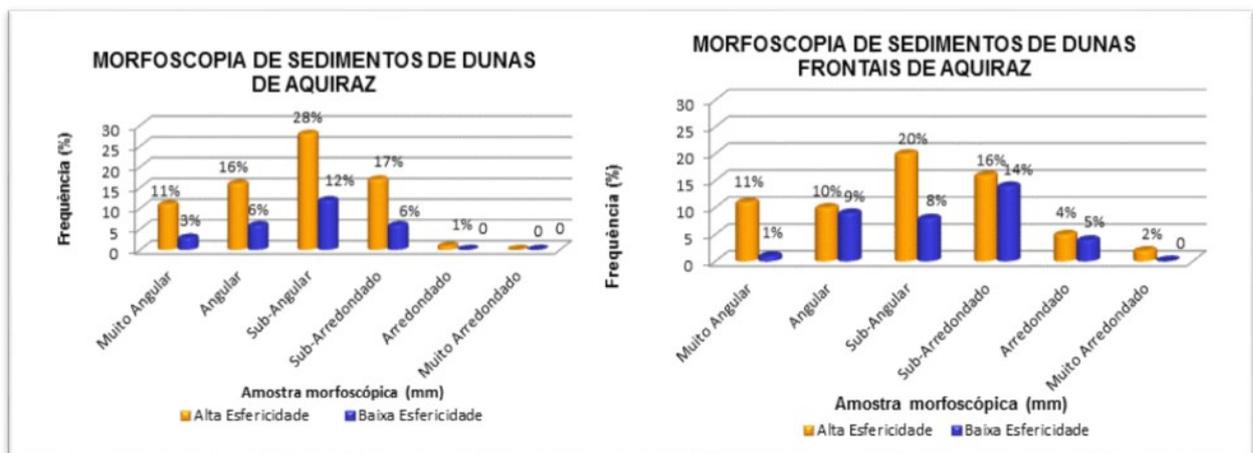


Figura 5 - Morfoscopia dos sedimentos de dunas. Fonte: Autor, 2012.

Para Meireles (2008) a planície costeira cearense está sendo submetida a uma série de intervenções antrópicas em áreas destinadas à regulação dos processos litorâneos.

Exemplo disso é o que vem ocorrendo na praia do Iguape, que vem sofrendo por encontrar-se em um promontório litorânea e possuir uma dinâmica sedimentar diferenciada, o que acarreta na degradação motivada pela ocupação, que interrompe os fluxos de matéria e energia.

Os sedimentos dos ambientes dunares apresentaram uma textura

superficial fosca, devido ao retrabalhamento do transporte eólico (66% e 77%). Todavia, houve uma ocorrência entre 23% e 32% de sedimentos com textura brilhante, identificando, dessa forma, a presença de material que antes era transportado em ambientes aquosos (Figura 6).

Na feição superior da berma os sedimentos variaram de angulosos para sub-angulosos no grau de arredondamento, com resultados quase similares destes sedimentos entre 29% e 31% como mostra a Figura 7, onde também observou-se o grau de

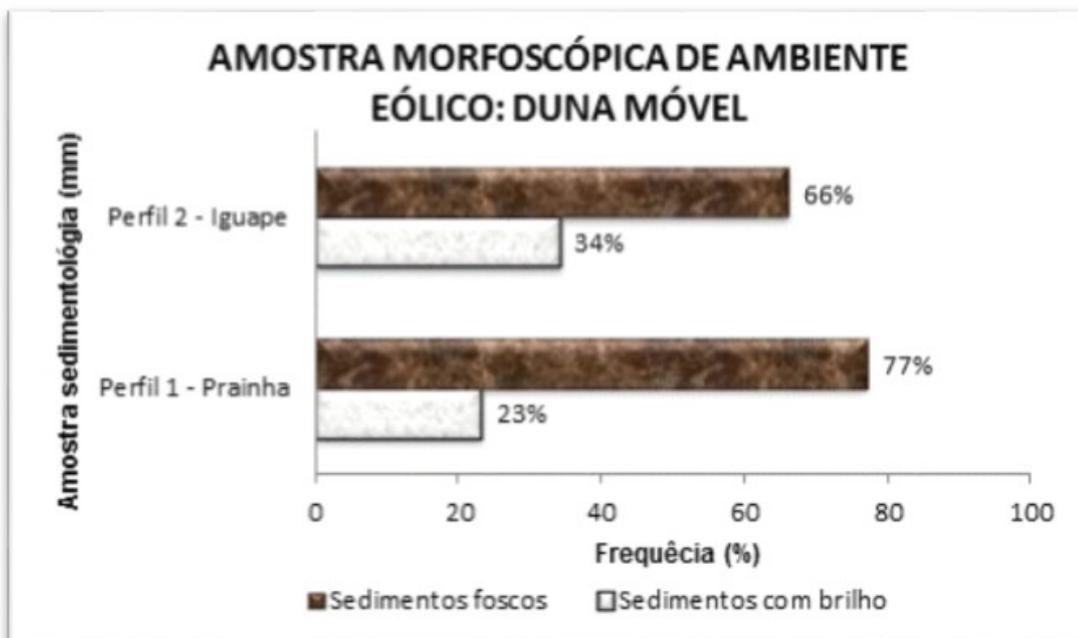


Figura 6 - Variação dos sedimentos foscos e brilhantes em ambientes dunares. Fonte: Autor, 2012.

esfericidade alto (70%), demonstrando que esses sedimentos possuem características de transporte subaquático.

Na zona de estirâncio os sedimentos variaram de angulosos para sub-angulosos no grau de arredondamento, com resultados similares de 37% e 38%, possuindo textura superficial

superficial brilhante, pouco arredondados e com fraturas, indicando serem sedimentos de origem recente, como mostra a Figura 8, onde também verificou-se o grau de esfericidade médio (59%), destacando dessa forma suas angularidades.

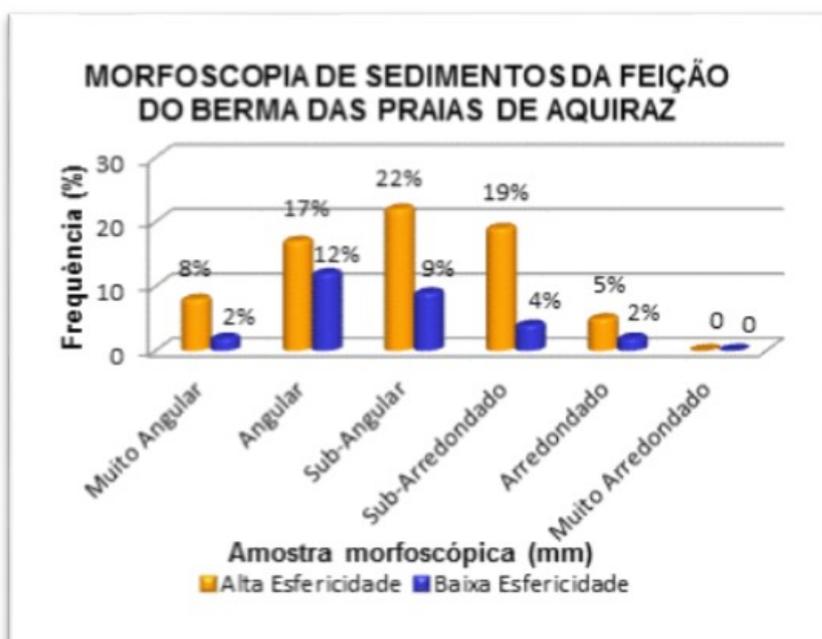


Figura 7 - Morfoscopia dos sedimentos das feições do berma. Fonte: Autor, 2012.

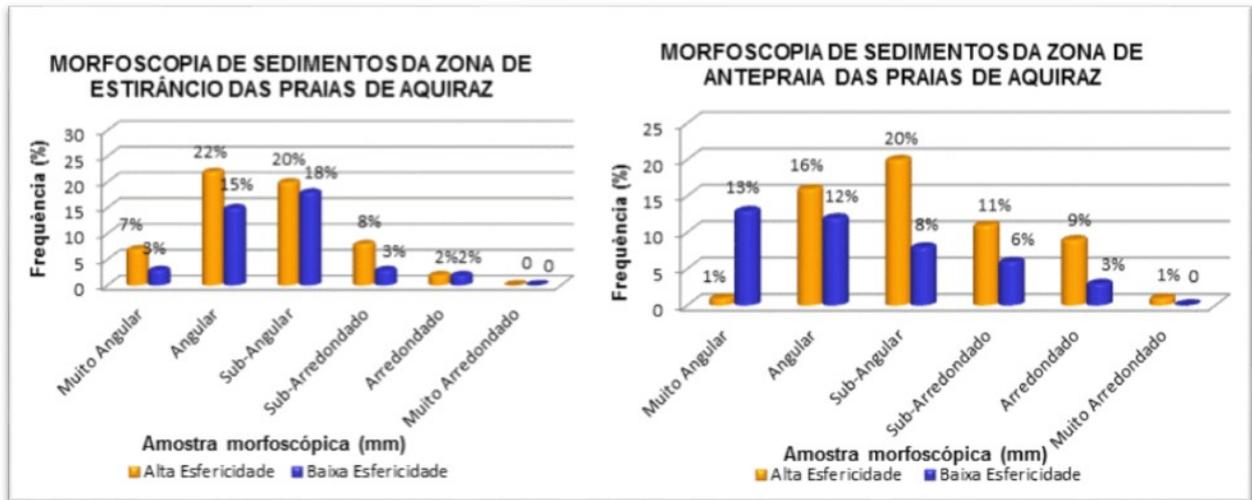


Figura 8 - Morfoscopia dos sedimentos das feições do estirâncio e antepraia. Fonte: Autor, 2012.

A zona de antepraia é a única zona subaquática analisada e obteve no grau de arredondamento, sedimentos variando de angulosos para sub-angulosos entre 27% e 28% (Figura 8). Constatou-se a maior presença de sedimentos com textura superficial brilhante neste setor, cujo grau de esfericidade permaneceu alto (78%), comprovando que esses são em sua maioria de ambiente aquoso.

Constatou-se que existe interação

entre as zonas de ambientes dunares e a zona de antepraia, ou seja, entre ambientes de transportes eólicos e subaquáticos, devido à presença de aproximadamente 41% de sedimentos pouco esféricos e com textura fosca. Ressalta-se assim que as dunas são importantes áreas de suportes de suprimento sedimentares para a faixa de praia (Figura 9).

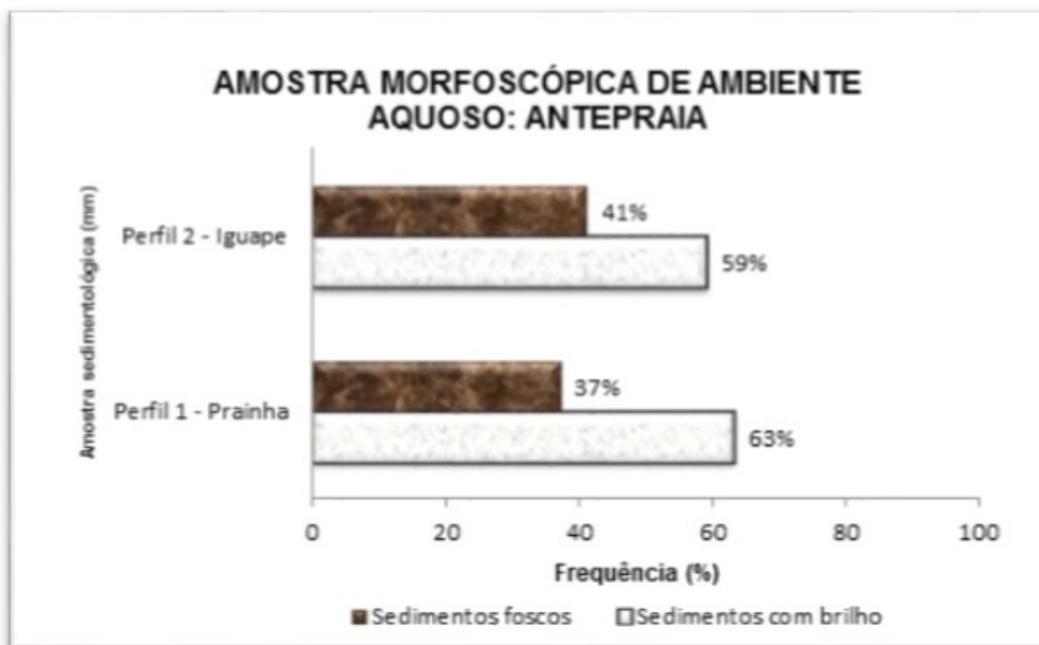


Figura 9 - Variação dos sedimentos foscos e com brilho em zona de antepraia. Fonte: Autor, 2012.

4. CONCLUSÃO

O litoral de Aquiraz vem sofrendo as fortes pressões das diversas atividades humanas, tendo em destaque o turismo e a urbanização, que alteram de forma significativa a circulação dos elementos do sistema, aumentando a tendência de recuo da linha de costa, devido o uso inadequado da planície litorânea, bem como a ocupação da feição de berma e dos ambientes dunares, que alteram o suporte sedimentar do local.

A ocupação dos setores de bypass, isto é, espaço de transporte de sedimentos eólicos em ambientes de restinga e promontórios está ocasionando o processo erosivo progressivo da linha de costa da área.

Promoveu o recuo do setor de berma ao ponto de atingir as residências, pousadas e hotéis. Como resultado uma faixa de praia com muros paralelos à linha de costa e espigões posicionados na zona de estirâncio, com uma extensão de aproximadamente 3.500 metros.

A zona de pós-praia e ambientes dunares são constituídas de areia média; a zona de estirâncio foi o setor que apresentou as maiores variações morfológicas, tendo ocorrido um predomínio do estágio de erosão sobre o de deposição, com sedimentos variando de finos a grossos e a zona de antepraia indicou a retirada de sedimentos e movimentação das cavas e bancos de areia e uma variação granulométrica de areia fina a grossa.

Segundo os dados obtidos na análise morfoscópica os sedimentos de ambientes dunares, obtiveram textura superficial fosca, cerca de 66% e 77%, havendo uma ocorrência entre 23% e 32% de sedimentos com textura brilhante, sugerindo assim a presença de material que antes era transportado em ambientes aquosos.

Revista de Geologia 29 (1), 2016.

Já através dos sedimentos praias, mais especificamente, os da zona de antepraia, foi constatado que existe interação entre ambientes de transportes eólicos e subaquáticos, devido à presença de aproximadamente 41% e 37% de sedimentos de textura brilhantes e 17% de sedimentos pouco esféricos e com textura fosca.

Diante do que foi exposto confirmou-se que as condições de recuo da linha costa e diminuição do suprimento sedimentar, discutidas nesta pesquisa, não estão relacionadas apenas com as mudanças no nível do mar, mais, sobretudo com a evolução da ocupação e a dinâmica costeira da área.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRASIL, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Censo Demográfico, 2010.
- CARVALHO, A. M.; DOMINGUEZ, J. M. L.; MAIA, L. P. Interação entre deriva litorânea e potencial de formação de dunas na morfogênese costeira do NW do Ceará. *Mercator (UFC)*, Fortaleza, v. 3, n. 5, p. 79-94, 2004.
- DIAS, J. A. A análise sedimentar e o conhecimento dos sistemas marinhos. Portugal, 2004.
- IPECE. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará - Perfil Básico Municipal: Aquiraz, 2010.
- KOMAR, P. D. Beach processes and sedimentation. Prentice Hall: Inc: Englewood Cliffs. 429p., 1976.
- MADRUGA FILHO, J.D.; ARAÚJO, T.C.M. Características Sedimentológicas da Praia do Paiva, Município do Cabo de Santo Agostinho-PE. In: IX Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário, II Congresso do Quaternário dos Países de Línguas Ibéricas, II Congresso sobre Planejamento e Gestão da Zona Costeira dos Países

- de Expressão Portuguesa, 2003, Recife. Anais do IX Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário, 2003.
- MACLANE, M. Sedimentology. Oxford University Press, New York, 423p., 1995.
- MEIRELES, A. J. A., ANDRADE, E. MORAIS, J. O. & FREIRE, G. S. S. Caracterização hidrodinâmica e sedimentar do estuário do rio Pacoti. Simpósio de Geologia do Nordeste. Fortaleza/CE. Atas... V1: 41-56p., 1989.
- MEIRELES, A.J.A. & GURGEL Jr., J.B. Dinâmica costeira em áreas com dunas móveis associadas a promontórios, ao longo do litoral cearense. 38º Cong. Bras. de Geologia, Balneário de Camboriú/SC. Anais..., V.1, 403-404p., 1994.
- MEIRELES, A. J. A. Impactos ambientais decorrentes da ocupação de áreas reguladoras do aporte de areia: A planície Costeira da Caponga, município de Cascavel, litoral leste cearense. Théry, Hervé, 2008.
- MORAIS, J. O. Processos e Impactos Ambientais em Zonas Costeiras. Revista de Geologia da UFC, Fortaleza-CE, v.9, p 191-242, 1996.
- MOURA, M. R.; MORAIS, J. O. de. Processos de uso e ocupação da zona costeira do município de Aquiraz-Ceará, Brasil. VII Encontro da ANPEGE: Espacialidades Contemporâneas, O Brasil, a América Latina e o Mundo. Niterói-RJ, 2007.
- MOURA, M. R. Processos costeiros e evolução da ocupação nas praias do litoral oeste de Aquiraz, Ceará entre 1970-2008. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Geografia) - Universidade Estadual do Ceará, Centro de Ciências e Tecnologia, Fortaleza 2009.
- MOURA, M. R. Dinâmica costeira e vulnerabilidade a erosão do litoral dos municípios de Caucaia e Aquiraz, Ceará. Tese (doutorado), Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Departamento de Geografia, Programa de pós-graduação em Geografia, Fortaleza 2012.
- OLIVEIRA, G. G. de; MEIRELES, A. J. A. Balanço Sedimentar como Ferramenta na Análise de Erosão Decorrentes da Ocupação das Praias do Barro Preto à Prainha, Aquiraz, Ceará. In: Anais do XV Encontro Nacional de Geógrafos Brasileiros, São Paulo, 2008.
- OLIVEIRA, G. G. de. Análise integrada da linha de costa situada ente o riacho barro preto e rio Catu, Aquiraz, CE. 2009. 209f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Ceará, 2009.
- POWERS, M. C. A new roundness scale for sedimentary particles: Journal of Sedimentary Petrology, 23:117-119, 1953.
- SHEPARD, F. P.; YOUNG, R. Distinguishing between beach and dune sands, 1961. Journal of Sedimentary Petrology 31: 196-214.
- SUGUIO, K. Introdução à sedimentologia. Ed. Edgard Blucher Ltda. 317 p., São Paulo-SP, 1973.
- SUGUIO, K. Geologia sedimentar. São Paulo: Editora Blucher, 2003.
- WADELL, H. Volume, shape and roundness of quartz particles, Jour. Jour. Geol., 46: 29-43, 1935.
- WENTWORTH, C. A. A scale of grade and class terms for clastic sediments. Journal of Geology, 30:377-392, 1922.