



MÉTODOS CLÁSSICOS DE SEDIMENTOLOGIA APLICADOS À IDENTIFICAÇÃO DE DEPÓSITOS COSTEIROS COMO FERRAMENTA AO LICENCIAMENTO AMBIENTAL

CLASSICAL METHODS OF SEDIMENTOLOGY APPLIED TO THE IDENTIFICATION OF COASTAL DEPOSITS AS A TOOL TO THE ENVIRONMENTAL LICENSING

MÉTODOS CLÁSICOS DE SEDIMENTOLOGÍA APLICADOS A LA IDENTIFICACIÓN DE DEPÓSITOS COSTEROS COMO HERRAMIENTA PARA EL LICENCIAMIENTO AMBIENTAL

Renata Cardia Rebouças

Professora Adjunta da Faculdade de Oceanografia
Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ)
E-mail: rcr.renata@gmail.com

Felipe Castro

Graduando da Faculdade de Geologia
Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)
E-mail: felipe_castro_7@hotmail.com

RESUMO:

A classificação de ambientes costeiros pode ser uma tarefa complexa. O estudo da geomorfologia na identificação de ambientes sedimentares necessita de uma validação. Não raro, feições como cordões litorâneos são confundidas com dunas. O depósito sedimentar em forma de dunas fica melhor caracterizado quando realizados estudos sedimentológicos, nos quais são observados os parâmetros granulométricos e a morfoscopia dos grãos. Neste trabalho estes métodos clássicos de sedimentologia foram aplicados aos sedimentos de testemunhos coletados na planície costeira da localidade de Mosqueiro (SE). A análise granulométrica e morfoscópica mostrou que, apesar de os sedimentos possuírem algumas características peculiares às areias de dunas, como uma granulometria fina, assimetria positiva tendendo para os finos e distribuição leptocúrtica da curva gaussiana, os sedimentos apresentam outras características como a seleção moderada e a superfície predominantemente polida que indicam que estes depósitos não foram formados exclusivamente pelo transporte eólico. O transporte misto, ora pela água, ora pelo vento, aponta para um ambiente de cordões litorâneos. Embora estes depósitos não tenham sido considerados dunas, é importante não construir na faixa de variação natural da praia para se evitar problemas com erosão costeira, bem como garantir a conservação ambiental e a segurança das pessoas e do patrimônio.

Palavras-chave: Granulometria; Morfoscopia; Dunas; Cordões Litorâneos.

ABSTRACT:

The classification of coastal environments could be a complex task. The study of geomorphology in the identification of sedimentary environments requires validation. Often, features like beach ridges are confused with dunes. The sedimentary deposit in the form of dunes is better characterized when sedimentological studies are carried out, in which granulometric parameters and grain morphoscopy are observed. In this work, these classical methods of sedimentology were applied to the sediments of the samples collected in the coastal plain of Mosqueiro (SE). The granulometric and morphoscopic analysis showed that, although the sediments have some characteristics peculiar to the sand dunes, such as fine granulometry, positive asymmetry tending to the fines and leptokurtic distribution of the Gaussian curve, the sediments present other characteristics such as moderate selection and surface that indicate that these deposits were not formed exclusively by the wind transport. The mixed transport, sometimes by the water, or by the wind, points to an environment of coastal strings. Although these deposits have not been considered as dunes, it is important

not to build on the natural range of the beach to avoid problems with coastal erosion, as well as to guarantee environmental conservation and the safety of people and property.

Keywords: Granulometry; Morphoscopy; Dune; Beach Ridges.

RESUMEN:

La clasificación de ambientes costeros puede ser una tarea compleja. El estudio de la geomorfología en la identificación de ambientes sedimentarios requiere una validación. No es raro que depósitos como cordones litorales se confundan con dunas. El depósito sedimentar en forma de dunas queda mejor caracterizado cuando se realizan estudios sedimentológicos, en los cuales se observan los parámetros granulométricos y la morfoscopia de los granos. En este trabajo estos métodos clásicos de sedimentología se aplicaron a los sedimentos de testimonios recogidos en la llanura costera de la localidad de Mosqueiro (SE). El análisis granulométrico y morfoscópico mostró que, a pesar de que los sedimentos poseen algunas características peculiares a las arenas de dunas, como una granulometría fina, asimetría positiva tendiendo hacia los finos y distribución leptocúrtica de la curva gaussiana, los sedimentos presentan otras características como la selección moderada y la superficie predominantemente pulida que indica que estos depósitos no fueron formados exclusivamente por el transporte eólico. El transporte mixto, ora por el agua, ora por el viento, apunta hacia un ambiente de cordones costeros. Aunque estos depósitos no se han considerado dunas, es importante no construir en la faja de variación natural de la playa para evitar problemas con erosión costera, así como garantizar la conservación ambiental y la seguridad de las personas y del patrimonio.

Palabras clave: Granulometría; Morfoscopia; Dunas; Cordones Litorales.

1 INTRODUÇÃO

A ocupação urbana na zona costeira geralmente está condicionada ao licenciamento ambiental, que, dentre outras funções, restringe o uso sobre Áreas de Preservação Permanente (APPs). A resolução do CONAMA nº 303, de 20 de março de 2002, que regulamenta o Código Florestal Brasileiro (Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965), no que concerne às APPs, considera manguezais, restingas, dunas e praias, entre outros, e estabelece parâmetros, definições e limites referentes a estes ambientes. Assim, para o estabelecimento de APPs se faz necessária a identificação destes ambientes.

O mapeamento geomorfológico, seja em campo ou por sensoriamento remoto, com intuito de classificar e delimitar feições morfo-sedimentares na zona costeira, por vezes não são suficientes para sua caracterização, pois alguns depósitos podem apresentar morfologias semelhantes, especialmente se observadas de forma localizada. Não raro, por exemplo, depósitos que não tem origem essencialmente eólica, como cristas de praia retrabalhadas superficialmente pelo vento, são identificados como dunas.

As dunas são colinas formadas exclusivamente pela ação eólica, constituída geralmente por areias finas, bem selecionadas apresentando-se ou não cobertas por vegetação. Podem ser subdivididas segundo a forma e a orientação em relação ao vento, em transversais, longitudinais, parabólicas, piramidais, etc. (SUGUIO, 1998).



Ainda segundo Suguio (1998), as cristas praias são feições deposicionais alongadas, comuns em planícies litorâneas progradantes, em geral de composição arenosa, dispostas paralelamente a paleolinhas praias e separadas uma da outra por depressões. Sua formação está relacionada à ação de ondas de tempestade e correntes, podendo ocorrer o retrabalhamento eólico superficial de suas areias, originando assim, cristas dunares. Estas podem ser confundidas com dunas.

Assim como as zonas costeiras possuem feições com morfologias semelhantes, entretanto com processos de formação distintos, o ambiente sedimentar costeiro fica melhor caracterizado quando, associado ao mapeamento, são realizados estudos sedimentológicos, nos quais são observados os parâmetros granulométricos e a morfoscopia dos grãos. O estudo das características dos grãos nos fornece informações sobre a origem do ambiente deposicional, meio de transporte dos sedimentos, energia do ambiente, sendo assim possível verificar a sua gênese de forma mais acurada.

Neste estudo são utilizados estes métodos clássicos de sedimentologia para interpretar os processos atuantes na deposição, em uma área selecionada na localidade de Mosqueiro, SE (Figura 1). Dessa forma, o objetivo deste trabalho é demonstrar como essa ferramenta pode ser aplicada quando houver dúvidas em relação ao estabelecimento de APPs.

Área de Estudo

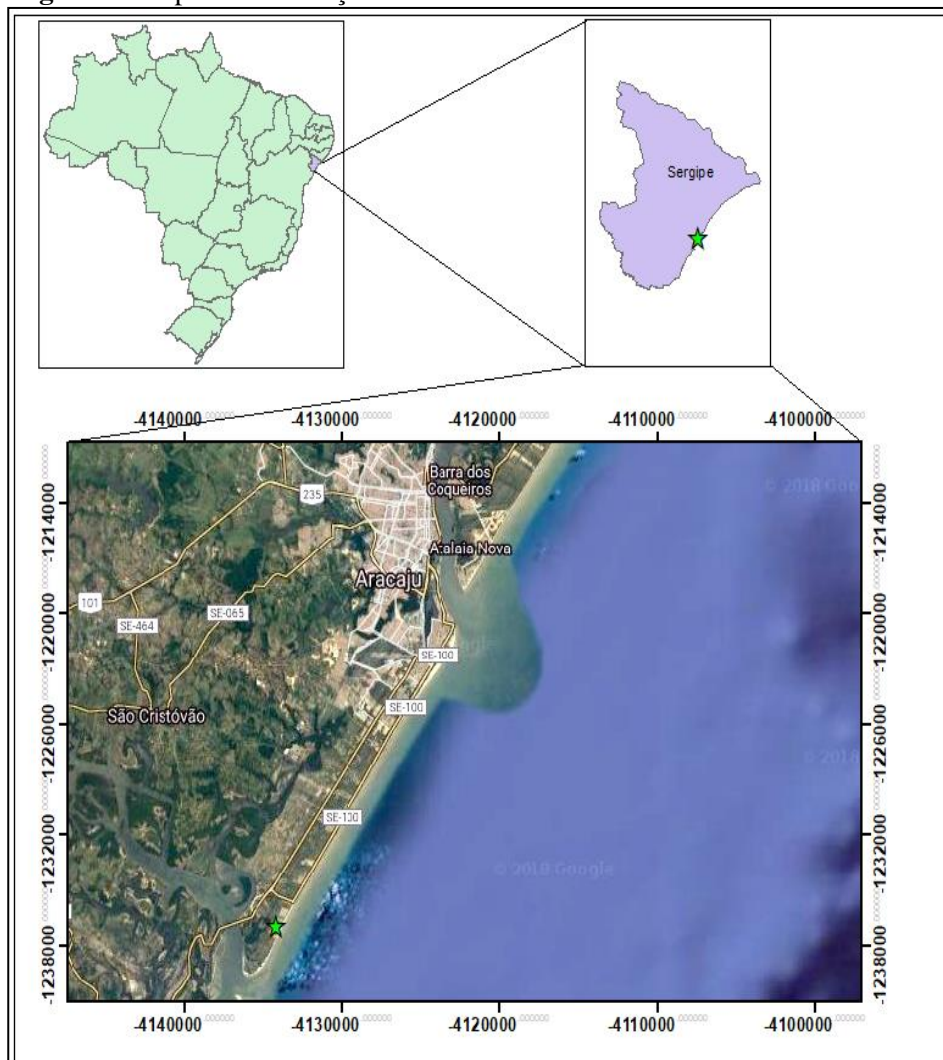
A área selecionada para aplicação deste estudo se situa a aproximadamente 5km a NE do rio Vaza Barris e 17km a SO da foz do rio Sergipe na localidade de Mosqueiro. Esta região é constituída por uma planície costeira composta por depósitos arenosos que formam cordões litorâneos (antigas cristas praias), dunas, praias e manguezais (BITTENCOURT *et.al*, 1983).

O litoral sul de Aracaju, onde se localiza a área de estudo, é uma área que vem sofrendo conflitos ambientais decorrentes da interação entre processos dinâmicos naturais e a ocupação urbana crescente (RODRIGUES, 2008). A linha de costa na área da desembocadura do Rio Vaza Barris sofreu ao longo dos últimos 30 anos processos de progradação e erosão, resultantes da alta variabilidade natural a esse tipo de costa (RODRIGUES, 2008, DOMINGUEZ *et. al* 2018). Entretanto, a região onde foi feita a coleta (a aproximadamente 5km da desembocadura) é considerada em “aparente” equilíbrio (DOMINGUEZ *et. al* 2018).

2 METODOLOGIA

Foram coletadas 23 amostras de sedimentos, na superfície e em intervalos de 1 m ao longo de três testemunhos de sondagem (Furos EF1, EF2 e EF3), os dois primeiros com 7 metros de profundidade e o último com 6 metros, localizados respectivamente sobre as coordenadas -1234381,077, -4133363,328; -1234441,935, -4133320,156; -1234491,599, -4132793,115 na localidade de Mosqueiro, Aracaju, SE (Figura 2). Nestas amostras foram realizadas análises morfooscópicas e granulométricas, seguindo-se os procedimentos descritos a seguir. É importante ressaltar que as análises foram conduzidas às escuras, isso significa que não havia conhecimento prévio da área de estudo. O propósito foi não influenciar as interpretações ambientais provenientes das análises.

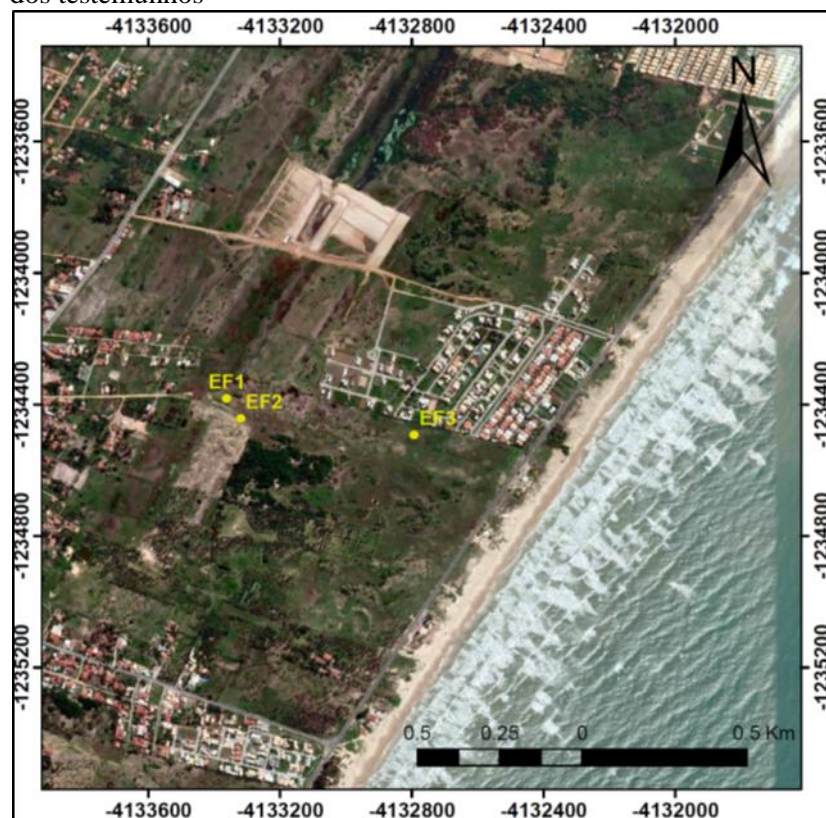
Figura 1: Mapa de localização da área de estudo



Fonte: os autores



Figura 2: Imagem do Google Earth, mostrando os pontos de coleta dos testemunhos



Fonte: os autores

2.1 ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

As amostras coletadas em campo foram lavadas, secas e quarteadas, separando-se aproximadamente 100 gramas de sedimentos para as análises. Posteriormente foi feito peneiramento a seco em um aparelho Rotap, utilizando peneiras com intervalos de 1Φ (phi), e pesagem das frações granulométricas retidas em cada peneira; com estes resultados foram confeccionados gráficos no aplicativo Excel®. Parâmetros estatísticos aplicados aos resultados da pesagem das frações granulométricas foram calculados com o auxílio do aplicativo livre Gradistat® (BLOTT e PYE, 2001), através do método proposto por Folk e Ward (1957).

2.2 ANÁLISE MORFOSCÓPICA

Foram contados, sob lupa binocular, 100 grãos das frações maiores que areia fina (2 a 3Φ) e classificados para o arredondamento, segundo o método visual de Powers (1953), em muito angular, angular, subangular, subarredondado, arredondado, muito arredondado. A textura superficial dos grãos foi classificada pelo método modificado de Muehe (1996) em polida, ou fosca. Os grãos

menores foram descartados para análise morfológica pois, de acordo com Friedman e Sanders (1978), as partículas menores raramente mostram o efeito da abrasão durante o transporte, por sofrerem quebraamento posterior ao transporte.

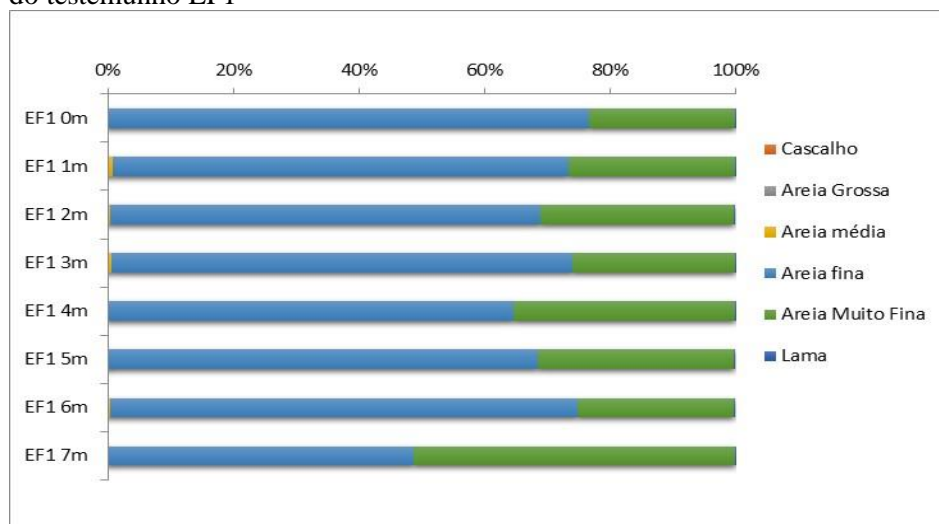
Posteriormente, o resultado da contagem foi ponderado pelo peso numa Planilha Excel®, gerando resultados em porcentagens, e confeccionados mapas e gráficos.

3 RESULTADOS

3.1 GRANULOMETRIA

Os sedimentos dos três testemunhos, EF1, EF2 e EF3, são essencialmente constituídos de areias finas, seguido por areias muito finas (Figuras 3, 4 e 5). As areias finas apresentam os maiores teores, geralmente acima de 60% até cerca de 85% da amostra. Porcentagens de areia fina inferiores a 60% somente são encontradas no testemunho EF1 a 7m, e no testemunho EF3 a 1 e 4m. Nestes locais as areias possuem os maiores teores de areia muito fina, entre 46 e 58%. As demais profundidades dos três locais amostrados apresentaram teores de areia muito fina que variaram entre, aproximadamente, 12 e 36%. A fração mais grossa encontrada nos testemunhos é a areia média, que varia entre 0,1 e 0,7%, 0,2 e 1,3%, 0,1 a 2,4% nos testemunhos EF1, EF2, EF3, respectivamente. Frações do tamanho lama geralmente variam nos 3 testemunhos em torno de 0,1 e 0,3; apenas a amostra a 1m do testemunho EF3 apresentou teor de 1,5%.

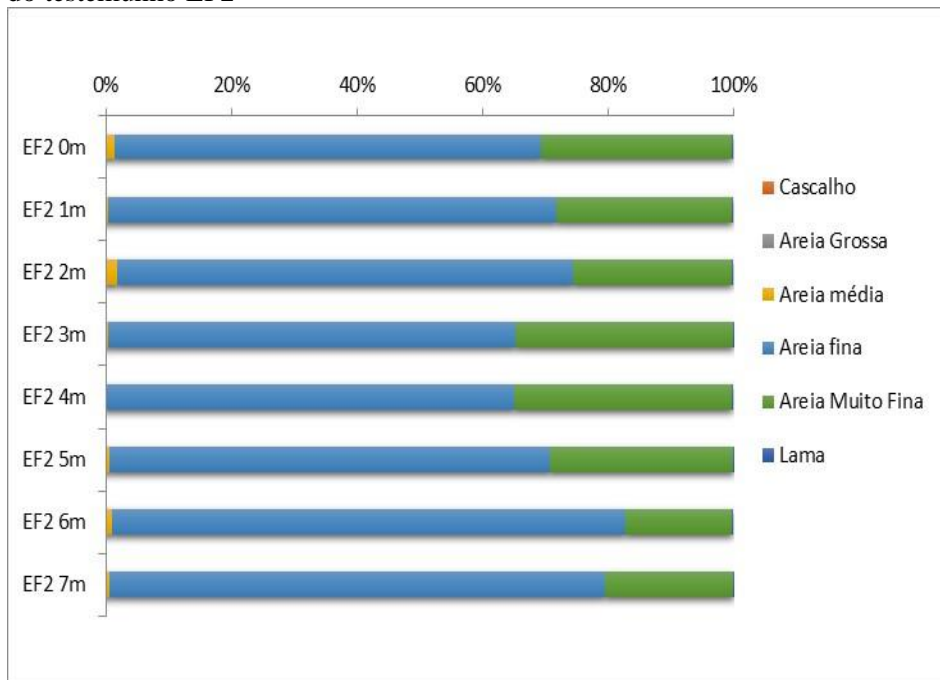
Figura 3: Distribuição das porcentagens das frações granulométricas ao longo do testemunho EF1



Fonte: os autores

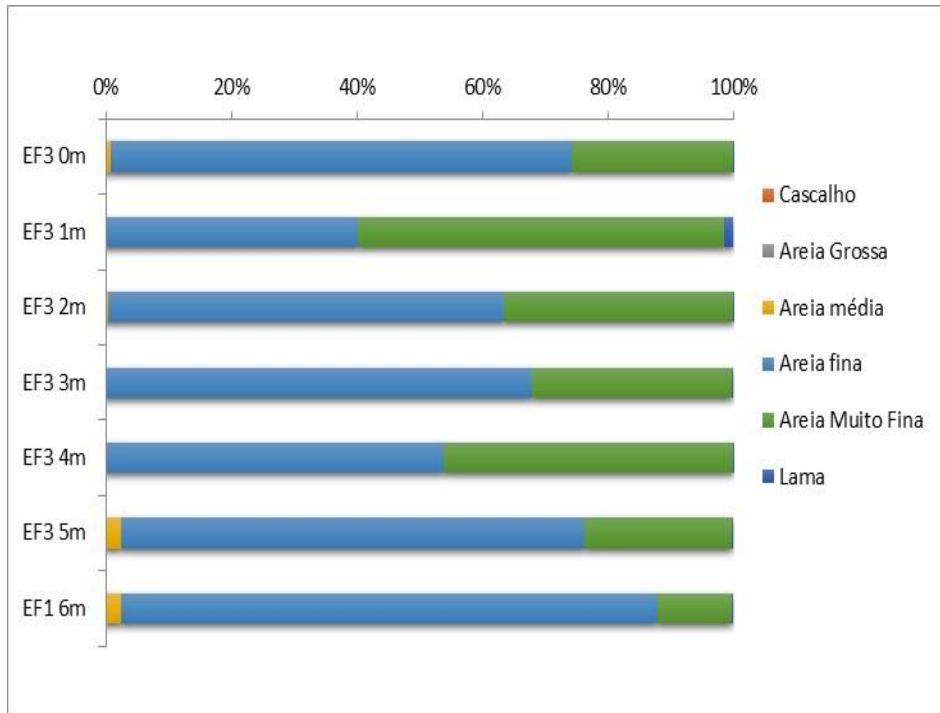


Figura 4: Distribuição das porcentagens das frações granulométricas ao longo do testemunho EF2



Fonte: os autores

Figura 5: Distribuição das porcentagens das frações granulométricas ao longo do testemunho EF3



Fonte: os autores

3.2 PARÂMETROS ESTATÍSTICOS GRANULOMÉTRICOS

Através da análise granulométrica, além da medida do diâmetro dos grãos, é possível calcular alguns parâmetros estatísticos granulométricos (FOLK e WARD, 1957), a partir dos quais podemos extrair certas tendências da distribuição granulométrica. Estes parâmetros também se constituem em ferramentas úteis para interpretação do ambiente e da dinâmica de deposição dos sedimentos. Os parâmetros estatísticos granulométricos (FOLK e WARD, 1957) refletem as condições ambientais do depósito sedimentar (MUEHE, 1996; MARTINS, 2006, SUGUIO, 2003) e são descritos a seguir.

3.2.1 Média e Mediana

A média e a mediana refletem o tamanho médio geral do sedimento, sendo influenciadas pela fonte de suprimento, transporte, ambiente de deposição e seu nível de energia.

A média e a mediana das areias do testemunho EF1 apresentaram valores entre 2,7 e 3,0 Φ (phi), as do testemunho EF2 apresentaram valores entre 2,6 e 2,8 Φ (phi), e no testemunho EF3 entre 2,5 e 3,1 Φ (phi) (Figuras 6 e 7). Dessa forma, todos os sedimentos amostrados podem ser classificados em areia fina, conforme tabela abaixo (WENTWORTH, 1922). Entretanto, nota-se uma maior variação na granulometria ao longo do testemunho EF3 e uma tendência de variação semelhante entre os testemunhos EF1 e EF2 (Figuras 6 e 7).

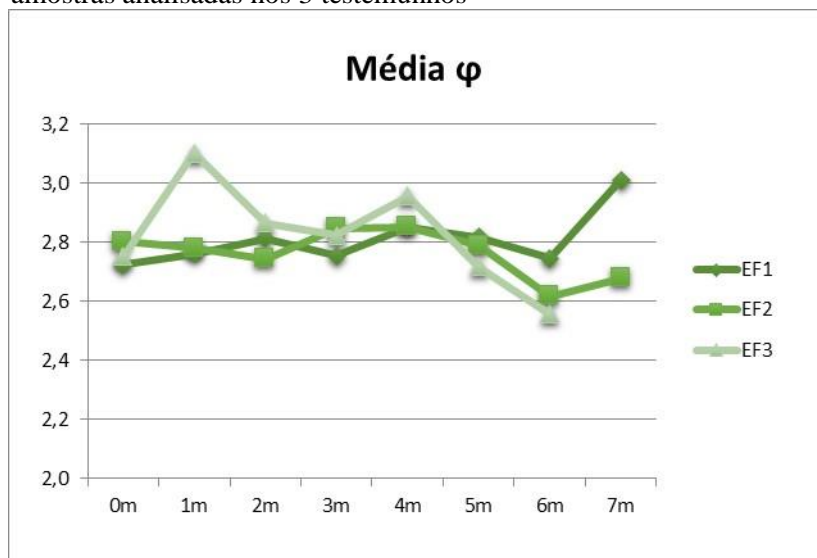
Tabela 1: Classificação de Wentworth (1922)

CLASSIFICAÇÃO	PHI = (Φ) = -Log2 (mm)	MM
Grânulo	-2 a -1	4 a 2
Areia Muito Grossa	-1 a 0	2 a 1
Areia Grossa	0 a 1	1 a 0,5
Areia Média	1 a 2	0,5 a 0,25
Areia Fina	2 a 3	0,25 a 0,125
Areia Muito Fina	3 a 4	0,125 a 0,062
Silte	4 a 8	0,062 a 0,00394
Argila	8 a 12	0,00394 a 0,0002

OBS. A categoria Lama, considerada neste estudo, inclui as frações Silte e Argila somadas.

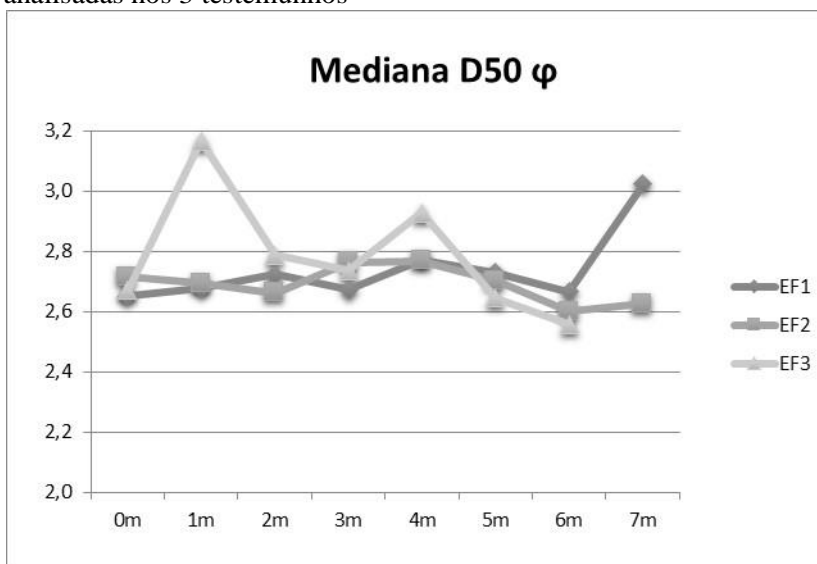


Figura 6: Comparação da distribuição da média granulométrica das amostras analisadas nos 3 testemunhos



Fonte: os autores

Figura 7: Comparação da distribuição da mediana das amostras analisadas nos 3 testemunhos



Fonte: os autores

3.2.2 Desvio Padrão

O desvio padrão ou índice de seleção é uma medida de uniformidade e classificação das partículas ocorrentes em uma distribuição e independe do tamanho médio e expressa o grau de selecionamento dos grãos. Este parâmetro pode sugerir a distância da fonte, tipo de fluxo em que os sedimentos foram transportados, entre outras informações.

O desvio padrão variou aproximadamente nos três testemunhos entre 0,5 e 0,6, com exceção das amostras a 6m dos testemunhos EF2 e EF3, que possuem desvio padrão de 4,0. Dessa forma, de

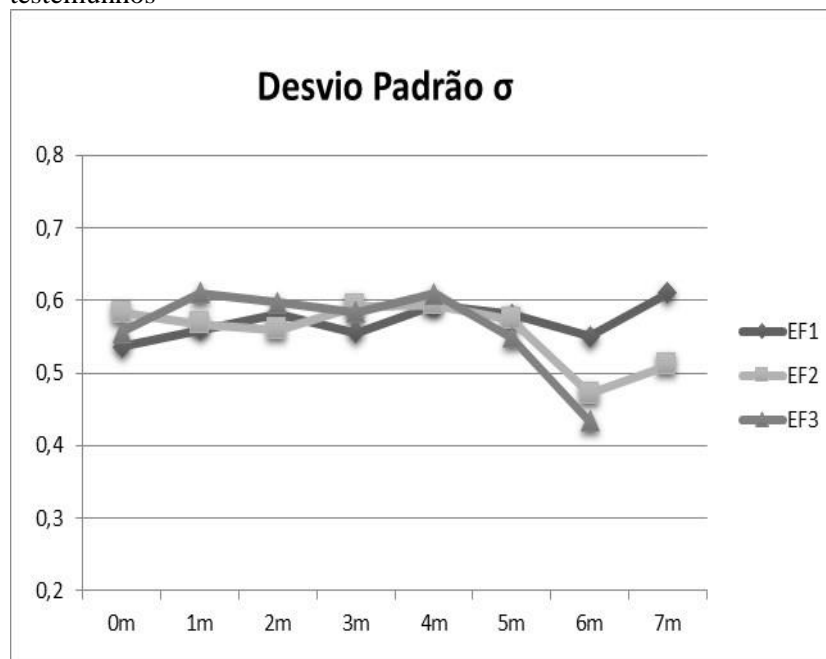
acordo com a classificação de Folk (1968) (Tabela 2), as amostras analisadas nos três testemunhos apresentam-se moderadamente bem selecionadas, exceto aquelas a 6m dos testemunhos EF2 e EF3, que se classificam como bem selecionadas (Figura 8).

Tabela 2: Grau de seleção de Folk (1968)

Grau de Seleção	σ calculado em unidades PHI (Φ)
Muito bem selecionado	0 a 0,35
Bem selecionado	0,35 a 0,50
Moderadamente bem selecionado	0,50 a 0,71
Moderadamente selecionado	0,71 a 1
Mal selecionado	1 a 2
Muito mal selecionado	2 a 4
Extremamente mal selecionado	>4

Fonte: Muehe (1996)

Figura 8: Comparação da distribuição do desvio padrão, que indica o grau de selecionamento dos sedimentos das amostras analisadas nos 3 testemunhos



Fonte: os autores

3.2.3 Assimetria

A assimetria mede o balanço entre as duas terminais de uma curva de distribuição, verificando a expressividade de ambas. A curva simétrica possui assimetria zero, valores positivos indicam uma tendência para o enriquecimento da amostra com sedimentos finos e valores negativos, sedimentos grossos.

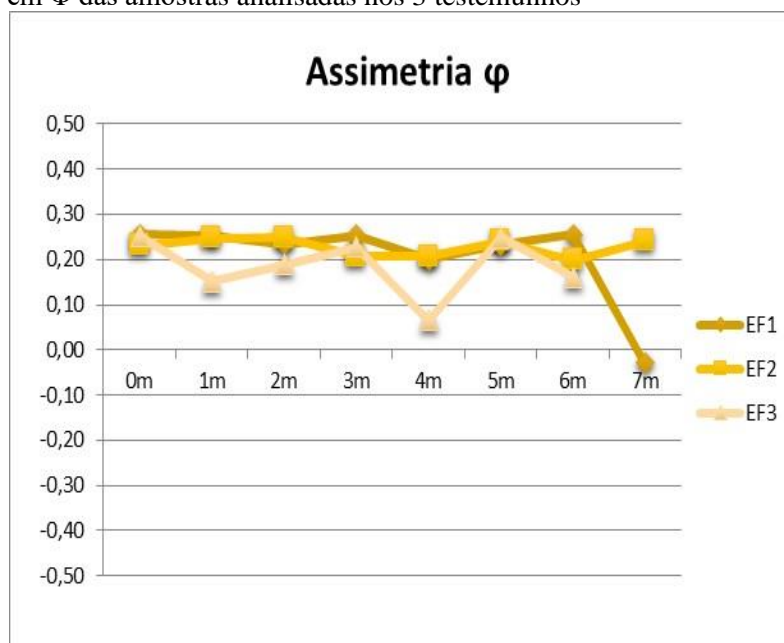


As amostras dos três testemunhos apresentam-se simetricamente positivas (Tabela 3), com valores em torno de $0,20 \Phi$ (Figura 9), apenas as amostras a 7m do testemunho EF1 e a 1m do testemunho EF3 são simétricas (Tabela 3), apresentando valores próximos de 0Φ .

Tabela 3: Grau de assimetria para os valores propostos por Folk e Ward (1957)

Grau de Assimetria	Phi (Φ)
Fortemente assimétrica no sentido dos finos	+1,00 a +0,30
Assimétrica no sentido dos finos	+0,30 a +0,10
Aproximadamente simétrica	+0,10 a -0,10
Assimétrica no sentido dos grosseiros	-0,10 a -0,30
Fortemente assimétrica no sentido dos grosseiros	-0,30 a -1,00

Figura 9: Comparação da distribuição dos valores de assimetria em Φ das amostras analisadas nos 3 testemunhos



Fonte: os autores

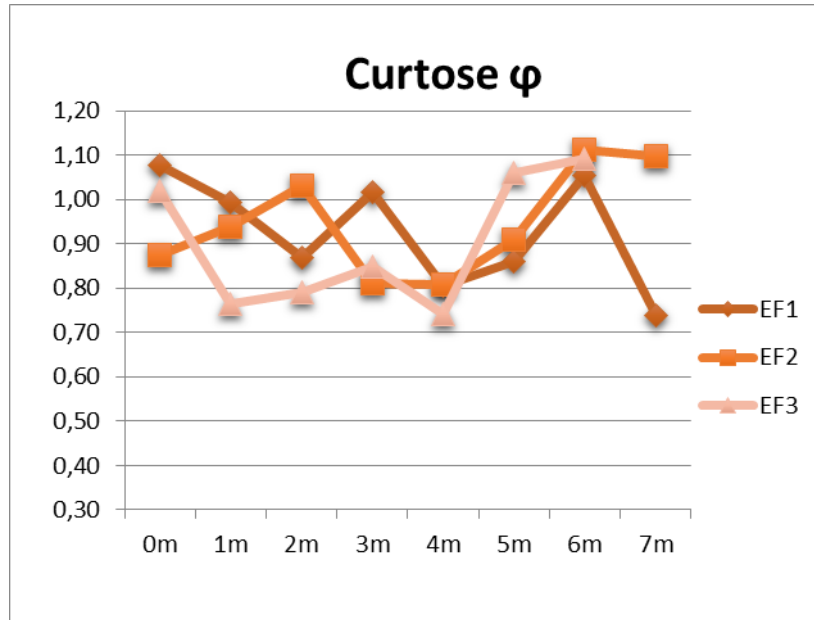
3.2.4 Curtose

A curtose é uma medida de esbelteza da curva de distribuição. Curvas de distribuição normal são chamadas de mesocúrticas, as de configuração esbelta são chamadas leptocúrticas e as de configuração achatadas, platicúrticas.

Os valores de curtose encontrados nos três testemunhos variaram entre $0,74$ e $1,09 \Phi$ (Figura 10). Apresentam, portanto, uma distribuição que variou entre mesocúrtica e platicúrtica, segundo Folk (1968) (Tabela 4). Apenas uma amostra (6m EF2), apresentou valor de curtose um pouco acima de $1,11 \Phi$ e, conseqüentemente, foi considerada leptocúrtica.

Tabela 4: Classificação para os valores de curtose, segundo Folk (1968)

Muito Platicúrtico	<0,67
Platicúrtico	0,67 a 0,90
Mesocúrtico	0,90 a 1,11
Leptocúrtico	1,11 a 1,50
Muito Leptocúrtico	1,50 a 3,00
Extremamente Leptocúrtico	>3,00

Figura 10: Comparação da distribuição dos valores de curtose das amostras analisadas nos 3 testemunhos

Fonte: os autores

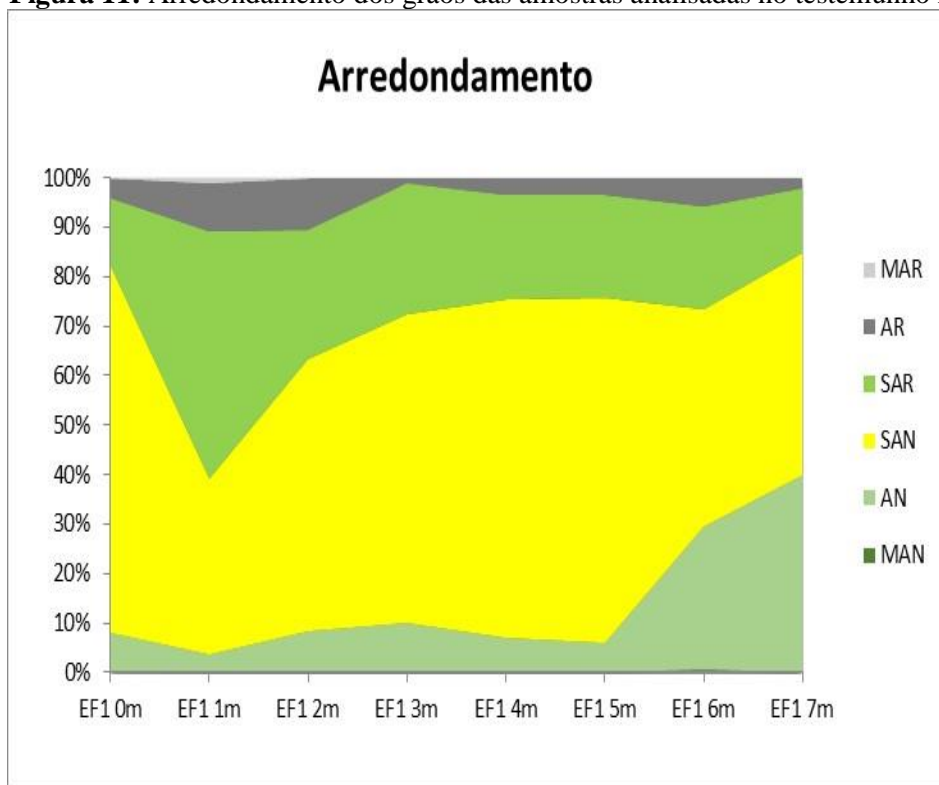
3.3 ARREDONDAMENTO

Durante o transporte, as partículas colidem umas com as outras ou com o embasamento. Suas arestas vão se quebrando e uma partícula angular vai se tornando arredondada. Ao examinar o grau de arredondamento do grão de areia, é possível aprender um pouco sobre a história de transporte destes grãos e inferir sobre o tipo de ambiente no qual foi depositado, bem como ter uma noção da distância do transporte e energia do ambiente (PETTIJOHN *et al.*, 1972).

As amostras do testemunho EF1 (Figura 11) apresentaram teores de grãos angulosos que variaram entre 4 e 40% da amostra, entretanto grãos muito angulosos somente foram encontrados a 6m com teores de 1%. Grãos sub-angulosos e secundariamente os grãos sub-arredondados são os mais abundantes em todas as profundidades, com teores que variaram entre 36 e 74% e 13 e 50% da amostra, respectivamente. Grãos arredondados são encontrados em teores entre 1 a 10%, sendo que os maiores teores estão próximos a 1 e 2m da superfície. Grãos muito arredondados estão presentes, com teor de 1%, apenas a 1m de profundidade.



Figura 11: Arredondamento dos grãos das amostras analisadas no testemunho EF1



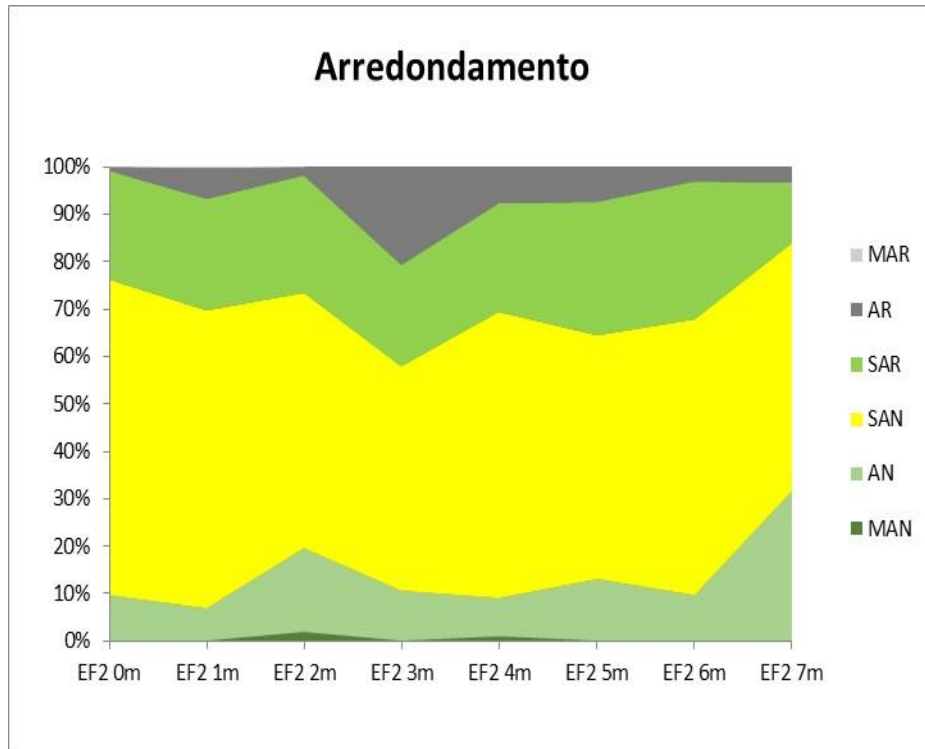
Fonte: os autores

Legenda: MAN=Muito Anguloso; AN=Anguloso; SAN=Sub-anguloso; SAR=Sub-arredondado; AR=Arredondado; MAR=Muito Arredondado

As amostras do testemunho EF2 (Figura 12) somente apresentaram grãos muito angulosos, com teores entre 1 e 2%, a 4 e 2m, respectivamente. Grãos angulosos ocorrem em todas as amostras, os quais variaram entre 7 e 32%. Grãos sub-angulosos e secundariamente os grãos sub-arredondados são os mais abundantes em todas as profundidades, com teores que variaram entre 51 e 67% e 12 e 29% da amostra, respectivamente. Grãos arredondados exibem teores baixos entre 3 e 8% ao longo das profundidades, exceto a 3m, onde a porcentagem de grãos arredondados atinge 21% do conteúdo da amostra. Grãos muito arredondados inexistem.

As amostras do testemunho EF3 (Figura 13) apresentaram teores de grãos angulosos que variaram entre 7 e 23%, entretanto grãos muito angulosos somente foram encontrados a 3m com teores de 1%. Grãos sub-angulosos e secundariamente os grãos sub-arredondados são os mais abundantes em todas as profundidades, com teores que variaram entre 51 e 63% e 20 e 34% da amostra, respectivamente. Grãos arredondados são encontrados em teores entre 3 a 16%. Grãos muito arredondados inexistem.

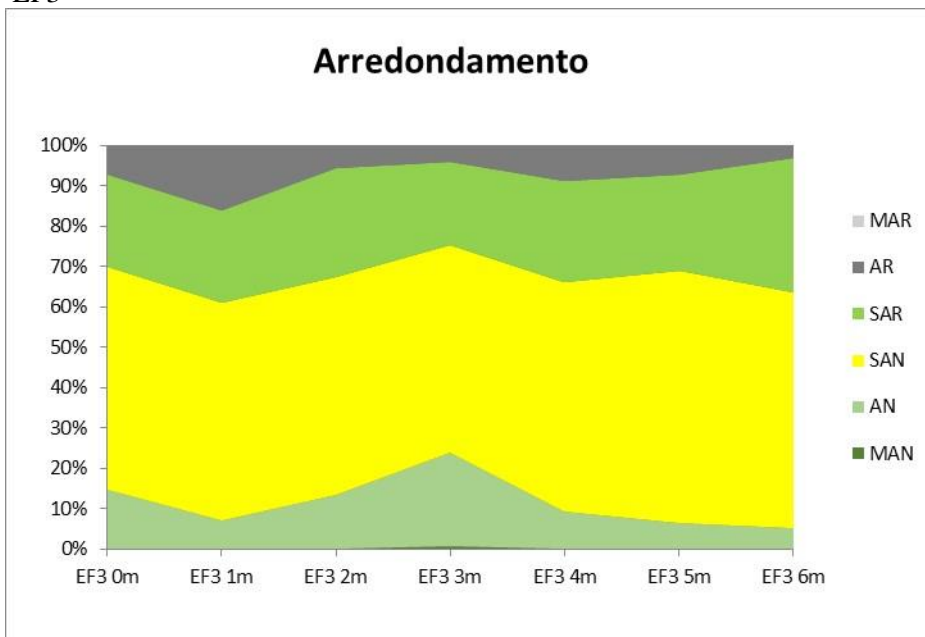
Figura 12. Arredondamento dos grãos das amostras analisadas no testemunho EF2



Fonte: os autores

Legenda: MAN=Muito Anguloso; AN=Anguloso; SAN=Sub-anguloso; SAR=Sub-arredondado; AR=Arredondado; MAR=Muito Arredondado

Figura 13: Arredondamento dos grãos das amostras analisadas no testemunho EF3



Fonte: os autores

Legenda: MAN=Muito Anguloso; AN=Anguloso; SAN=Sub-anguloso; SAR=Sub-arredondado; AR=Arredondado; MAR=Muito Arredondado.



3.4 TEXTURA SUPERFICIAL

Os efeitos da erosão e do transporte ficam impressos na textura superficial dos grãos de quartzo. Geralmente grãos transportados em meio hidráulico, como rios e praias, têm a superfície polida, e grãos transportados pelo vento apresentam superfície fosca (PETTIJOHN *et al.*, 1972). A quantificação do arredondamento dos grãos, associada ao estudo da sua textura superficial, são ferramentas importantes para a interpretação ambiental de ambientes sedimentares (FRIEDMAN e SANDERS, 1978).

As amostras do testemunho EF1 (Figura 14) apresentaram a superfície predominantemente polida, com exceção da amostra da superfície, onde a porcentagem de grãos polidos é de 45%, e a 1m, onde o valor (51%) se aproxima muito da metade dos grãos. Nas outras profundidades os grãos polidos predominam com teores que variam entre 55 e 66%, e os grãos foscos apresentam teores entre 34 e 45%.

As amostras do testemunho EF2 (Figura 15) apresentaram a superfície predominantemente polida, com exceção da amostra a 5m, onde o valor (51%) se aproxima muito da metade dos grãos. Nas outras profundidades os grãos polidos predominam com teores que variam entre 57 e 70%, e os grãos foscos apresentam teores entre 30 e 43%.

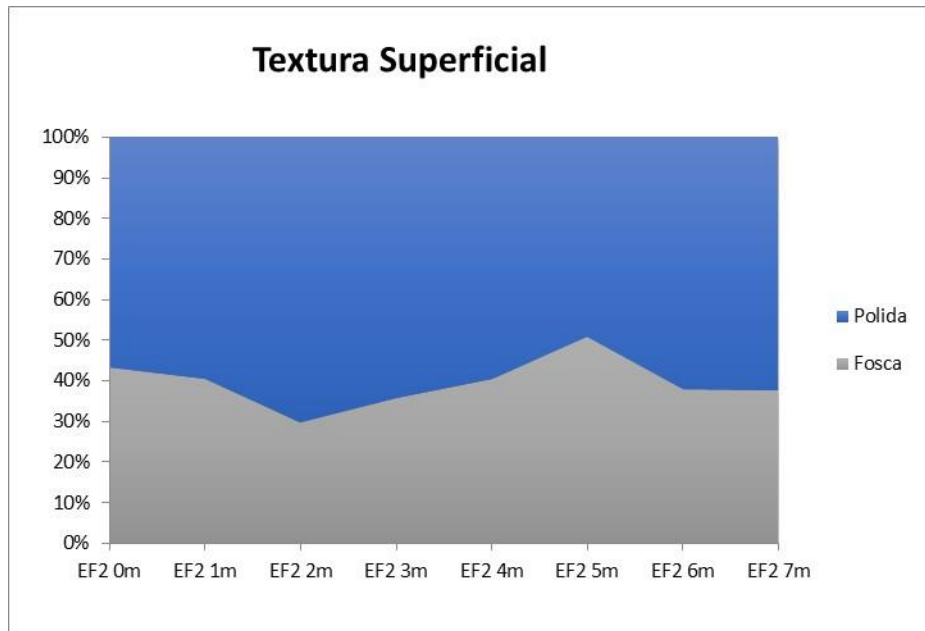
As amostras do testemunho EF3 (Figura 16) apresentaram a superfície predominantemente polida, com teores que variam entre 52 e 65%, e os grãos foscos apresentam teores entre 3 e 48%. É válido salientar que o valor mais elevado de grãos foscos (52% a 5m) ocorre isoladamente, assim como nos outros testemunhos.

Figura 14: Textura superficial dos grãos das amostras analisadas no testemunho EF1.



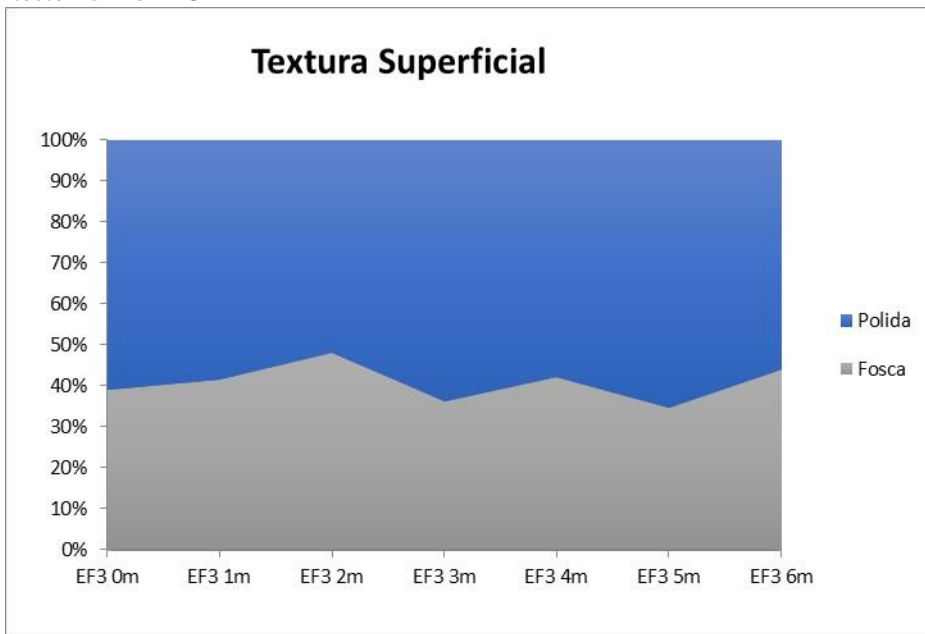
Fonte: os autores

Figura 15: Textura superficial dos grãos das amostras analisadas no testemunho EF2



Fonte: os autores

Figura 16: Textura superficial dos grãos das amostras analisadas no testemunho EF3



Fonte: os autores



4 DISCUSSÕES

Trabalhos clássicos, que interpretam o ambiente de deposição à luz dos parâmetros granulométricos (MASON e FOLK, 1958; FOLK e WARD, 1957; FRIEDMAN, 1961; HAILS, 1967, HAILS e HOYT, 1969; MOIOLA e WEISER, 1968; HAILS e HOYT, 1969; BITTENCOURT 1975; MACLAREN, 1981, mostraram que da praia em direção às dunas a assimetria passa de negativa a positiva tendendo para os sedimentos mais finos. De acordo com Tabajara e Martins (2006), o vento é um bom agente selecionador, pois vai retirando os sedimentos mais finos, mais sensíveis ao transporte, e deixando os sedimentos mais grossos, por isso é esperado que as areias de dunas sejam constituídas por areias finas e apresentem um bom selecionamento. Estes mesmos autores indicam para ambiente de duna uma distribuição mesocúrtica ou leptocúrtica. Outro fator a ser considerado, talvez o mais importante, para caracterização de um depósito eólico é a textura superficial. Geralmente grãos transportados em meio hidráulico, como rios e praias, têm a superfície polida e grãos transportados pelo vento apresentam superfície fosca (PETTIJOHN *et al.*, 1972).

Entretanto, outros autores (DUANE, 1964; MARTINS, 1965) esclarecem que, além das areias de dunas e rios apresentarem assimetria positiva, algumas praias que estejam sobre influência de outros agentes, adicionalmente às ondas e deriva litorânea, podem também apresentar uma assimetria positiva.

Alguns autores (OLIVEIRA *et al.*, 2007; MARTINS, 2006, 2008) encontraram assimetria positivas em outros ambientes como praias e rios. Nos sedimentos analisados, apesar da assimetria positiva, a textura superficial predominantemente polida atesta um transporte preferencial em meio aquoso para estes sedimentos. Outros fatores podem imprimir assimetria positiva à curva, como a diminuição na intensidade das correntes que transporta os sedimentos e o tamanho do grão gerado nas áreas fonte.

As particularidades encontradas nos grãos, predominantemente sub-angulosos e sub-arredondados, polidos e finos, sugerem que estes sedimentos sofreram transporte moderado, em meio aquoso, como por exemplo, pela deriva litorânea ou rios. A textura fosca, na maior parte das amostras de cerca de 20% a 30%, mostra que há um retrabalhamento intenso pelo vento, mas que este não é o principal agente transportador destes sedimentos. De uma maneira geral, as características dos sedimentos aqui apresentadas indicam que os sedimentos analisados podem

constituir ambientes como uma zona de intermaré, um depósito de praia, ou ainda de uma planície costeira, que em níveis de mar mais alto podem ter também pertencido ao ambiente praiial.

De acordo com os resultados obtidos com a análise granulométrica e morfooscópica, pode-se inferir que, apesar de os sedimentos possuírem algumas características peculiares às areias de dunas, como uma granulometria fina, assimetria positiva tendendo para os finos e distribuição leptocúrtica da curva gaussiana, os sedimentos apresentam outras características como a seleção moderada e a superfície predominantemente polida que indicam que estes depósitos não foram formados exclusivamente pelo transporte eólico. O transporte misto, ora pela água, ora pelo vento, aponta para um ambiente de cordões litorâneos. Estes depósitos são formados pelos sedimentos fluviais ou marinhos, distribuídos pela deriva litorânea e depositados na linha de costa, que ao progradar disponibiliza essas areias para o retrabalhamento eólico. O vento atua de forma significativa neste tipo de ambiente, selecionando e arredondando as partículas, mas não gera necessariamente depósitos de dunas.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Métodos clássicos de sedimentologia são ferramentas eficientes para identificação de ambientes sedimentares, uma vez que as características impressas nos grãos trazem uma série de informações sobre as condições ambientais em que os depósitos foram formados. Estes métodos quando aplicados ao mapeamento geomorfológico contribuem para caracterização dos diversos tipos de ambientes costeiros.

Embora estes depósitos não tenham sido considerados dunas, é importante não construir na faixa de variação natural da praia para se evitar problemas com erosão costeira, bem como garantir a conservação ambiental e a segurança das pessoas e do patrimônio.

REFERÊNCIAS

BITTENCOURT, A. C. S. P.; MARTIN, L.; DOMINGUEZ J. M. L.; FERREIRA Y. M. A. Evolução Paleogeográfica Quaternária da Costa do Estado de Sergipe e da Costa Sul do Estado de Alagoas. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 13, n 2, p. 93-97. 1983.

BITTENCOURT, A. C. S. P. Sedimentação Recente na Costa Atlântica de Salvador. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 5, 47-63, 1975.

BLOTT, S. J.; PYE, K. GRADISTAT: a grain size distribution and statistics. Package for analysis of unconsolidated sediments. **Earth Surf. Process. Landforms** 26, 1237-1248, 2001.



DOMINGUEZ, J. M. L., GUIMARÃES, J. K., BITTENCOURT, A. C. S. P. Alagoas, Sergipe e Bahia. In: MUEHE, Dieter (Org.). **Panorama da Erosão Costeira no Brasil**. Ministério de Meio Ambiente, Secretaria de Recursos Hídricos e Qualidade Ambiental. Brasília, DF, MMA. 2018.

DUANE, D. B. Significance of skewness in recent sediments, western Pamlico Sound, North Carolina. **Journal of Sedimentary Petrology**, 34: 864-74, 1964.

FOLK, R. L. **Petrology of Sedimentary Rocks**. The University of Texas. Geology. Hemphill's, Austin, Texas, 170 p., 1968.

FOLK, R. L., WARD, W. C. Brazos River Bar: A Study in the Significance of Grain Size Parameters. **Journal of Sedimentary Petrology**, v. 27(1), 3-26, 1957.

FRIEDMAN, G. M. Distinction between Dune, Beach, and River sands from their Textural Characteristics. **Journal of Sedimentary Petrology**, v. 31 (4), 514-529, 1961.

FRIEDMAN, G. M., SANDERS, J. E. **Principles of Sedimentology**. USA. John Wiley & Sons, Inc. Cap. 3, 58-70, 1978.

HAILS, J. R. Significance of Statistical Parameters for Distinguishing Sedimentary Environments in New South Wales, Australia. **Journal of Sedimentary Petrology**, v. 37 (4), 1059-1069, 1967.

HAILS, J. R., HOYT, J. H. The Significance and Limitation of Statistical Parameters for Distinguishing Ancient and Modern Sedimentary Environments of the Lower Georgia Coastal Plain. **Journal of Sedimentary Petrology**, v. 39 (2), 559-580, 1969.

MACLAREN, P. An Interpretation of Trends in Grain Size Measures. **Journal of Sedimentary Petrology**, v. 51 (2), 611-624, 1981.

MARTINS, L. R. Significance of skewness and kurtosis in environmental interpretation. **Journal of Sedimentary Petrology**, 35 (1), 768-770, 1965.

MARTINS, L. R. Relações Texturais das areias da Zona Costeira do Rio Grande do Sul. **Gravel**, v. 4, 73-72, 2006.

MARTINS, L. R. Assinaturas Trans-deposicionais na composição mecânica dos sedimentos. **Gravel**, v. 6, 55-65, 2008.

MASON, C. C., FOLK, R. L. Differentiation of Beach, Dune, and Aeolian Flat Environments by Size Analysis, Mustang Island, Texas. **Journal of Sedimentary Petrology**, v. 28 (2), 211-226, 1958.

MOIOLA, R. J., WEISER, D. Textural Parameters: An Evaluation. **Journal of Sedimentary Petrology**, v. 38 (1), 45-53, 1968.

MUEHE, D. Geomorfologia Costeira. In: CUNHA, S. B. & GUERRA, A. J. T. (Orgs.). **Geomorfologia. Exercícios, Técnicas e Aplicações**. Bertrand Brasil: Rio de Janeiro, 1996.

OLIVEIRA, U. R.; MELO, A.T.; RIBEIRO, D.; HORN FILHO, N. Aspectos granulométricos dos sedimentos siliciclásticos do sistema praia - duna frontal da folha Sombrio, sul do Estado de Santa Catarina, Brasil. **Geosul, Florianópolis**, v. 22, n. 43, p 123-146, jan./jun. 2007.

PETTIJOHN, F. J., P. E.; POTTER, AND R. SIEVER. **Sand and sandstone**. Springer-Verlag, New York. 618 p. 1972.

POWERS, M. C. Comparison chart for visual estimation of roundness. **Journal of Sedimentary Petrology**, 223:117-119. 1953.

RODRIGUES, T. K. 2008. Análise das Mudanças da Linha de Costa das Principais Desembocaduras do Estado de Sergipe, com Ênfase no Rio Sergipe. **Dissertação de Mestrado**, Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, 80p.

SUGUIO, K. **Dicionário de geologia sedimentar e áreas afins**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998.

SUGUIO, K. **Geologia Sedimentar**. São Paulo: Ed. Edgard Blucher Ltda, 2003.

TABAJARA, L.L. & MARTINS, L.R. Classificação Textural de Sedimentos Praiais e a relação com os processos morfogenéticos Eólico e Marinho. **Gravel** (4), 99- 107. 2006.

WENTWORTH C. K. A Scale of Grade and Class Terms for Clastic Sediments. **The Journal of Geology**, v. 30, n°. 5 (Jul. – Aug), pp. 377-392, 1922.

Recebido em 16 de Abril de 2019
Aprovado em 01 de Junho de 2019

