

## DEPÓSITOS FLUVIAIS E MARINHOS NA ZONA COSTEIRA: UMA ABORDAGEM SEDIMENTOLÓGICA E MORFOLÓGICA DA REGIÃO DE VITÓRIA, ES

*Fluvial and marine deposits in coastal zone: a sedimentological and morphological approach of the Vitoria region, ES*

*Depósitos río y marítimo en la zona costera: un enfoque sedimentológico y morfológico de la región de Vitória, ES*

*Dépôts fluviaux et marins dans la zone côtière: une approche sédimentologique et morphologique de la région de Vitória, ES*

### RESUMO

A dificuldade na distinção entre areias fluviais e marinhas não é incomum, principalmente em litorais com pouco aporte sedimentar e com planícies muito próximas à área fonte. Este estudo objetiva caracterizar os sedimentos de superfície das planícies flúvio-marinhas da região de Vitória (ES) e inferir sobre os processos deposicionais e a origem das areias com base nos parâmetros sedimentológicos (granulometria, composição, mineralogia e morfoscopia dos grãos de quartzo) e morfológicos. Os sedimentos foram distinguidos em depósitos arenosos e de terras úmidas. Apesar da imaturidade textural, os depósitos arenosos foram classificados em fluviais e marinhos. Contudo, os parâmetros sedimentológicos não foram suficientes para sanar dúvidas de proveniência em algumas amostras. Neste caso, a ausência de feições morfológicas bem definidas dos depósitos arenosos como alinhamento de cristas arenosas são recursos importantes para uma interpretação paleoambiental, especialmente quando os parâmetros sedimentológicos parecem ser ambíguos.

**PALAVRAS-CHAVE:** depósitos costeiros; areia fluvial e marinha; morfologia.

### ABSTRACT

The difficulty in distinguishing between fluvial and marine sands is not uncommon, especially in coastal areas with little sedimentary input and plains very close to the source area. This study aims to characterize the surface sediments of the fluvial-marine plains in the region of Vitória, state of Espírito Santo (ES), and to infer about the depositional processes and the origin of the sands based on the sedimentological (grain size, composition, mineralogy and morphoscopy of quartz grains) and morphological parameters. Sediments were distinguished in sandy and wetland deposits. Despite the textural immaturity, the sandy deposits were

**GISELI MODOLO VIEIRA  
MACHADO**

*Universidade Federal do  
Espírito Santo  
giselimodola@gmail.com*

**BRUNA LOURENÇO  
PINHEIRO**

*Universidade Federal do  
Espírito Santo  
brunallopesp@gmail.com*

Artigo recebido em:  
26/05/2021

Artigo aprovado em:  
20/09/2021

classified as fluvial and marine. However, the sedimentological parameters were not sufficient to resolve doubts of provenance in some samples. In this case, the absence of morphological features in sandy deposits or particular shapes such as alignment of sandy ridges are important resources for a paleoenvironmental interpretation, especially when sedimentological parameters appear to be ambiguous.

**KEYWORDS:** coastal deposits; fluvial and marine sand; morphology.

## RESUMEN

La distinción entre las arenas fluviales y marinas no es una tarea fácil, en particular en las costas con baja fuente sedimentaria, además en llanuras donde la región de origen del sedimentos son muy cercanas de la región de deposición. El estudio tiene como el objetivo caracterizar los sedimentos superficiales de las llanuras fluvio-marinas de la Región de Vitória (ES) e inferir los procesos de deposición y el origen de las arenas en función de parámetros sedimentológicos (tamaño de grano, composición, mineralogía y morfoscopia de granos de cuarzo) y morfológicos. Los sedimentos se distinguieron en depósitos arenosos y de tierras húmedales. Apesarar de la baja madurez textural, los depósitos arenosos se clasificaron como depósitos fluviales y marinos. Luego los parámetros texturales no fueron suficientes para responder a las cuestiones de proveniencia en algunos sedimentos. Todavía, la ausencia de informaciones morfológicas definidas de los depósitos arenosos, como la orientación de las líneas arenosas, no ayudó nas interpretaciones yaque son recursos importantes para una interpretación paleoambiental, en particular cuando los parámetros sedimentológicos parecen ser inciertos.

**PALABRAS-CLAVE:** sedimentos costeros; arena fluvial y marina; morfología.

## RÉSUMÉ

La difficulté de faire la distinction entre les sables fluviaux et marins n'est pas rare, en particulier dans les zones côtières à faible apport sédimentaire et avec des plaines très proches de la zone source. Cette étude vise à caractériser les sédiments de surface des plaines fluvio-marines de la région de Vitória, état d'Espírito Santo (ES), et à en déduire les processus de dépôt et l'origine des sables à partir des paramètres sédimentologiques (granulométrie, composition, minéralogie et morphoscopie des grains de quartz) et morphologiques. Les sédiments ont été distingués dans les dépôts sableux et humides. Malgré l'immaturité de la texture, les dépôts sableux ont été classés comme fluviaux et marins. Cependant,



Revista do Programa de  
Pós-Graduação em Geografia e  
do Departamento de Geografia  
da UFES

Julho-Dezembro, 2021  
ISSN 2175-3709

les paramètres sédimentologiques n'étaient pas suffisants pour dissiper les doutes sur la provenance de certains échantillons. Dans ce cas, l'absence de caractéristiques morphologiques dans les dépôts sableux ou de formes particulières comme l'alignement de crêtes sableuses sont des ressources importantes pour une interprétation paléoenvironnementale, surtout lorsque les paramètres sédimentologiques semblent ambigus.

**MOTS-CLÉS:** dépôts côtiers; sable fluvial et marin; morphologie.

## INTRODUÇÃO

As planícies costeiras são depósitos sedimentares que apresentam características particulares e registros das ações de mudanças climáticas e das variações relativas do nível do mar (VRNM) ocorridas durante o Quaternário (Martin *et al.*, 1997; Meireles *et al.*, 2005; Angulo & Souza, 2014). Depósitos de areias marinhas acima do nível do mar atual, denominados também de barreias arenosas costeiras, representam as feições mais importantes em termos de morfologia dos ambientes deposicionais dominados por ondas (Roy *et al.*, 1995), como, por exemplo, os cordões litorâneos, as planícies de cristas de praia, o sistema cordão-laguna e os arenitos de praia (*beachrock*) emersos que são evidências sedimentológicas e morfológicas de cenários marinhos mais altos (Martin *et al.*, 1997; Meireles *et al.*, 2005). Os aspectos evolutivos destas feições são predominantemente controlados pelas flutuações do nível do mar, que em conjunto com fatores como espaço de acomodação, disponibilidade de sedimentos, orientação da li-

nha de costa, clima de ondas, transporte predominante de sedimentos, dentre outros, determinam a morfologia destes depósitos (Fernandez, 2008).

Essas evidências nem sempre são suficientes para caracterizar e diferenciar os depósitos flúvio-marinhos (Angulo & Lessa, 1997; Angulo & Souza, 2014), nem contudo, distinguir a gênese. Para tanto, Murray-Wallace & Woodroffe (2014) relatam que evidências e indicadores em conjunto com métodos cronológicos tem sido utilizados para identificação de depósitos do Pleistoceno Superior e do Holoceno associados aos eventos transgressivos e regressivos do mar. Desta forma, indicadores (*proxy*) biológicos, geoquímicos e sedimentológicos tem sido utilizados para compreender melhor a evolução dos ambientes e refinar os modelos (Dominguez & Bittencourt, 1994; Murray-Wallace & Woodroffe, 2014). Além disso, é possível distinguir também os depósitos pleistocênicos e holocênicos pelas diferenças impressas na cor e na composição dos sedimentos arenosos (Martin *et al.*, 1997).

De todo modo, os dados sedimentológicos têm sido frequentemente empregados como ferramenta de análise paleoambiental, sobretudo na compreensão da evolução geológica de deltas, estuários e planícies (Suguió & Martín, 1981; Hatushika *et al.*, 2007; Medeanic *et al.*, 2009; Machado, 2020). Estudos desse tipo utilizam o sedimento como *proxy*, na investida de compreender a intensidade e conseqüentemente a natureza dos processos que atuaram durante a deposição dos sedimentos. Para isso, análises granulométricas, bem como o posicionamento topográfico, são as técnicas mais utilizadas para auxiliar na interpretação dos depósitos costeiros, frequentemente em conjunto com outras ferramentas (Drago *et al.*, 2004; Lahijani *et al.*, 2007; Pereira *et al.*, 2007; Uéara *et al.*, 2007; Medeanic *et al.*, 2009; Bastos *et al.*, 2010).

Apesar do reconhecimento por parte dos pesquisadores acerca das limitações inerentes às técnicas e modelos sedimentológicos propostos para interpretar os ambientes deposicionais, eles continuam sendo bastante empregados (Machado, 2020). Bons resultados têm sido alcançados na utilização dos padrões estatísticos granulométricos para interpretar os processos de transporte e os ambientes costeiros atuais e antigos (Morgan & Bull, 2007; Rajganapathi *et al.*, 2013; Razik *et al.*, 2014). No entanto, poucos estudos utilizam a

análise granulométrica como a principal ferramenta para interpretar adequadamente a paleogeografia (Gyllencreutz *et al.*, 2010). Limitações vinculadas à classificação da distribuição do tamanho do grão (manual ou automatizado) e às análises estatísticas multivariadas envolvem a homogeneização da amostra, o que pode mascarar os processos ocorridos antes ou depois da deposição, por exemplo (Morgan & Bull, 2007).

Segundo Angulo & Souza (2014), as pesquisas relacionadas às VRNM no Quaternário desenvolvidas a nível local e regional servem para ampliar e complementar os trabalhos já publicados ao longo de toda costa brasileira, pois ainda existem lacunas e questionamentos quanto aos indicadores e às técnicas utilizadas. Neste contexto, poucos os trabalhos publicados no Brasil abordaram o litoral centro-sul do estado do Espírito Santo (ES). Destaque para o mapeamento geológico e as datações realizados na costa (Martín *et al.*, 1996); as interpretações dos depósitos holocênicos por meio de datações, sísmicas de alta resolução e biofáceis de foraminíferos na baía de Vitória (Bastos *et al.*, 2010); a compreensão preliminar sobre a evolução costeira decorrente das oscilações do nível do mar com base em indicadores de grãos de quartzo coletados em sub-superfície nas planícies da região de Vitória (Machado *et al.*, 2016; Machado *et al.*,



Revista do Programa de  
Pós-Graduação em Geografia e  
do Departamento de Geografia  
da UFES

Julho-Dezembro, 2021  
ISSN 2175-3709

2020); os estudos evolutivos focados no estuário de Vitória por meio de utilização de dados geoquímicos (razão C/N), palinológicos e cronológicos obtidos de testemunhos rasos (Machado *et al.*, 2018; Freitas *et al.*, 2018); e a avaliação dos aspectos geológico-geomorfológicos na reconstituição evoluída de uma paleobaía para um estuário, caso de Vitória (Machado, 2020). De fato, poucos são os trabalhos focados na caracterização dos depósitos quaternários emersos na região, tampouco, relacionados à diferenciação entre as areias marinhas e fluviais.

A área de estudo corresponde às planícies flúvio-marinhas quaternárias da região de Vitória, ES (Figura 1), contemplando o baixo curso dos rios Jucu (planície de Vila Velha) e Santa Maria da Vitória (planície Mestre Álvaro, Serra e planície de Camburi, Vitória). Estas planícies são estreitas devido ao limitado aporte sedimentar e à presença muito próxima de afloramentos de rochas cristalinas do Pré-Cambriano (Neoproterozóicas) e de tabuleiros do Grupo Barreiras do Terciário (Neógeno) junto à costa (Martin *et al.*, 1996; 1997). Desta forma, o objetivo deste trabalho é caracterizar os depósitos sedimentares flúvio-marinhos de superfície, identificar os processos deposicionais associados e inferir a origem das areias (marinho ou fluvial) presentes na planície por meio de técnicas sedimentológicas, contextualizando

com os aspectos morfológicos e evolutivos dos depósitos.

## ASPECTOS METODOLÓGICOS

Devido ao limitado número de publicações acerca dos depósitos quaternários costeiros no litoral centro-sul do ES, foi feito um reconhecimento e caracterização dos aspectos sedimentológicos e geológico-geomorfológicos em campo, seguido de coleta de sedimentos e análises sedimentológicas como granulometria, composição (matéria orgânica e carbonato de cálcio), mineralogia e morfoscopia óptica dos grãos de quartzo (grau de arredondamento e aspecto óptico). A descrição morfológica dos depósitos arenosos foi feita por meio de interpretação de fotografias aéreas da década de 1970 com escala de 1:25.000, fornecidas pelo IDAF-ES (Instituto de Defesa Agropecuária e Florestal do ES) e posterior digitalização dos depósitos em SIG por meio do software QGis 3.10.8. A diferenciação entre os ambientes deposicionais arenosos também foi testada por meio da aplicação da técnica empírica proposta por Sahu (1964). Foram utilizados 19 pontos de amostragem de sedimento de superfície (20 e 40 cm de profundidade em cada ponto) localizados sobre a planície (Figura 1 e Tabela 1) coletados por meio de um trado manual e um trado holandês para solos arenosos e coesos, respectiva-

mente (Figura 2).

Em laboratório, foi primeiramente calculado a relação de lama + areia das amostras. As mesmas foram secas, destorroadas e pesadas. Em seguida, utilizou-se o agitador mecânico com dispersante químico (NaOH 0,1 molar) por 16 horas a 50 rpm para desagregação e dispersão das partículas. Após este processo a lama (silte e argila) foi separada por via úmida (peneira de 0,063 mm de abertura). A areia foi seca na estufa à 60°C e pesada. Para as análises granulométricas foi adotada escala de tamanho granulométrico de Wentworth (1922), a

qual expressa em  $\phi$  ( $\phi$ ) valores correspondentes em milímetros (mm). As areias foram encaminhadas para o peneiramento a seco e a lama para o granulômetro a laser *Master Size\_2000* que exige que as amostras estejam úmidas e livre de matéria orgânica.

Para a caracterização granulométrica das amostras foi realizado o tratamento estatístico proposto por Folk & Ward (1957), calculado no software GRADISTAT (Blott & Pye, 2001), no Microsoft Excel®, para a obtenção dos parâmetros de tamanho mediano dos grãos, desvio padrão ou grau de seleção, assimetria e curtose.

**TABELA 1 – LOCALIZAÇÃO E DESCRIÇÃO DOS PONTOS DE AMOSTRAGEM**

Ponto de coleta	Município	Latitude (UTM)	Longitude (UTM)	Descrição do local de coleta
1	Vitória	366562	7760297	Depósito arenoso, planície de Camburi, superfícies expostas e outras bastante vegetadas
2	Vitória	366570	7760905	Área alagada (brejo), planície de Camburi, vegetação densa, porém relativamente baixa, lençol freático aflorado
3	Vitória	365661	7758234	Depósito arenoso, planície de Camburi, gramínea baixa e árvores altas isoladas.
5	Serra	362347	7765233	Depósito arenoso entre terras úmidas, planície Mestre Álvaro
6	Serra	360580	7765695	Área de turfeira (queimada), planície Mestre Álvaro
7	Serra	360310	7765881	Depósito arenoso na base do cristalino, próximo às terras úmidas, planície Mestre Álvaro
8	Serra	359809	7766159	Depósito arenoso na base do cristalino, próximo às terras úmidas, planície Mestre Álvaro
9	Serra	360361	7767003	Área de turfeira (queimada), solo fofo, planície Mestre Álvaro

Continua...



Revista do Programa de Pós-Graduação em Geografia e do Departamento de Geografia da UFES

Julho-Dezembro, 2021  
ISSN 2175-3709

11	Serra	360095	7764050	Área alagada, planície Mestre Álvaro
12	Serra	359714	7762526	Depósito arenoso entre áreas alagadas e depósitos do Grupo, planície Mestre Álvaro
13	Serra	360557	7762883	Depósito arenoso na base do Gr. Barreiras e cristalino, planície Mestre Álvaro
14	Vila Velha	361044	7743353	Área de inundação do rio Jucu, alagado entre depósitos do Gr.Barreiras, planície Vila Velha
15	Vila Velha	359455	7736136	Deposito arenoso próximo ao cordão litorâneo e laguna, vegetação rasteira
16	Vila Velha	360323	7740580	Deposito arenoso na área militar, planície de Vila Velha
17	Vila Velha	357613	7740705	Deposito arenoso, planície de Vila Velha
18	Vila Velha	362578	7744116	Cordão litorâneo junto à praia, vegetação de restinga
19	Vila Velha	359432	7745651	Depósito arenoso, vegetação baixa e rasteira, planície de Vila Velha
20	Vila Velha	359824	7740987	Deposito arenoso na área militar, área de extração de areia, s/ vegetação, planície de Vila Velha
21	Vila Velha	352022	7738435	Depósito misto (solo oco) na base do Gr. Barreiras, parte interna da planície de Vila Velha

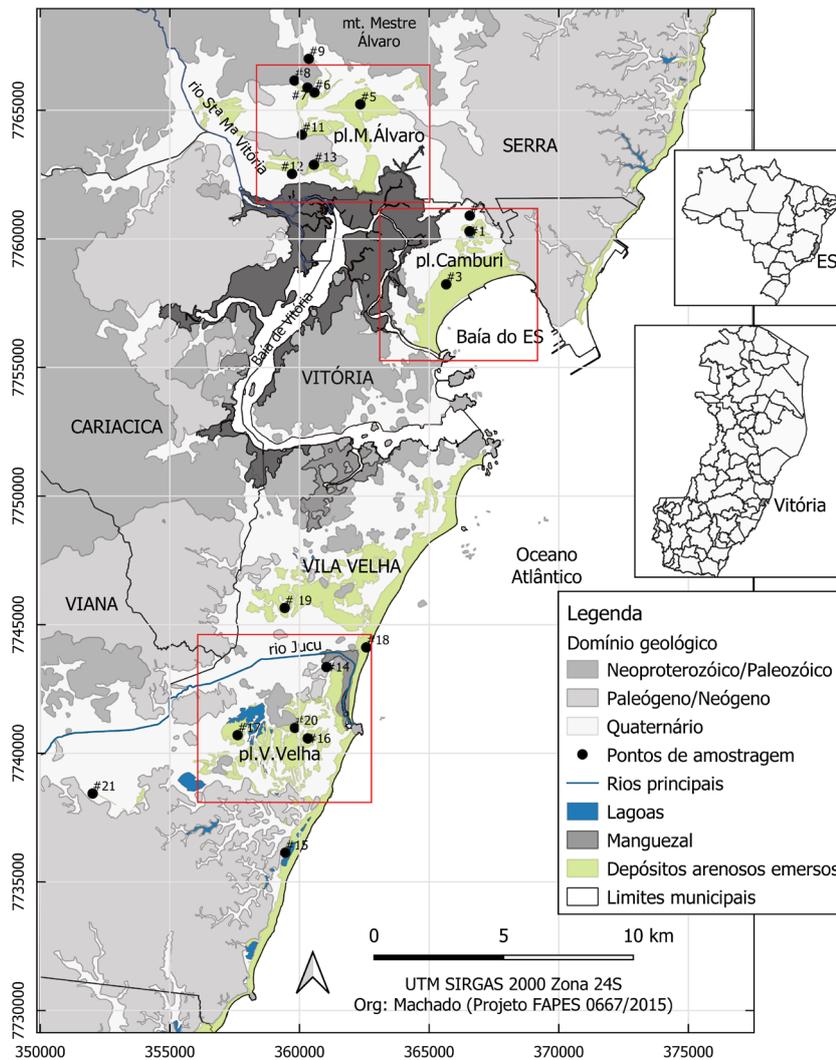
O teor de matéria orgânica foi obtido por meio de oxidação com Peróxido de Hidrogênio em chapa aquecida a 70°C. O teor de Carbonato de Cálcio foi obtido através da dissolução por Ácido Clorídrico (HCl) 10% na chapa aquecida em 100°C. O percentual alcançado em ambas técnicas foi obtido pela diferença dos pesos secos antes e depois dos procedimentos realizados.

No âmbito da avaliação das semelhanças e diferenças dos depósitos arenosos foram realizadas as análises de composição mineralógica e a morfoscopia óptica nos grãos de quartzo em três frações de tamanho: 0,250 mm, 0,350 mm e 0,500

mm de diâmetro. Em cada uma destas frações foram escolhidos 100 grãos aleatórios e analisados visualmente com lupa estereoscópica binocular. Os grãos de quartzo foram classificados quanto à mosfocopia conforme o método proposto pelo Laboratório do *Institut de Géographie de l'Université de Strasbourg* (Ligus, 1958) e também aplicado por Machado *et al.* (2016), onde utilizaram os seguintes atributos para os grãos: brilho natural, sujo, fosco e brilhante. Com relação ao grau de arredondamento, utilizou as classes de grãos angulosos, sub-angulosos, sub-arredondados e arredondados, conforme adaptação da escala de Power (1953).

## FIGURA 1 – MAPA DE LOCALIZAÇÃO COM PONTOS DE AMOSTRAGEM E ASPECTOS GEOLÓGICOS COMO PANO DE FUNDO.

Destaque (cor verde) para a distribuição espacial dos depósitos arenosos emersos na área de estudo. Localização do detalhamento (quadrado vermelho) exemplificado na interpretação morfológica dos depósitos na Figura 3.



A diferenciação entre os ambientes deposicionais arenosos foi testada também por meio da técnica proposta por Sahu (1964), a qual emprega um método quantitativo de discriminação entre os diferentes mecanismos ou processos e os diferentes ambientes de deposição a partir da distribuição granulométrica dos sedimentos clásticos mais gros-

sos (calhau, cascalho, areia e silte), excluindo as partículas de argilas (<0,002 mm), pois segundo o autor são propriedades incertas. Para isto, a técnica utiliza fórmulas empíricas capazes de distinguir mecanismos de ambientes marinhos (águas rasas agitadas), fluviais (ambiente deltaico) e de praia dentro do espectro de processos deposicionais marinhos.



Revista do Programa de Pós-Graduação em Geografia e do Departamento de Geografia da UFES

Julho-Dezembro, 2021  
ISSN 2175-3709

## FIGURA 2 – AMOSTRAGEM DE SEDIMENTOS DE SUPERFÍCIE.

A: trado manual em ferro usado para coleta de solos arenosos e pouco coesos, mostrando o detalhe do amostrador (foto: arquivo pessoal). B: trado holandês em aço-inox usado para coleta de solos mais coesos como os areno-lamosos (foto: arquivo pessoal).



Para distinguir os ambientes deposicionais através do método proposto devem-se comparar sempre dois dos ambientes mencionados acima.

Para discriminação entre os ambientes de praia e marinho (águas rasas) Sahu (1964) utilizou a seguinte equação:

$$(1) Y_{\text{praia: mar raso}} = 15,6534 Mz + 65,7091 \sigma l^2 + 18,1071 Skl + 18,5043 KG$$

Em seus experimentos, concluiu-se que o valor de  $Y_u$  menor que 65,3650 indicaria ambiente deposicional de praia, e o valor de  $Y_u$  maior que 65,3650 indicaria ambiente deposicional marinho (águas rasas agitadas).

Para discriminação entre o ambiente marinho (águas rasas) e o associado a processos fluviais (deltaico) Sahu (1964) utilizou a seguinte equação:

$$(2) Y_{\text{mar raso: fluvial}} = 0,2852 Mz - 8,7604 \sigma l^2 - 4,8932 Skl + 0,0482 KG$$

Em seus experimentos, concluiu-se que o valor de  $Y_u$  menor que -7,4190 indicaria depósito de ambiente fluvial (deltaico), e o valor de  $Y_u$  maior que -7,4190 indicaria um ambiente marinho raso.

O método de Sahu (1964) não comporta a discriminação direta entre os ambientes de praia e o fluvial, que é o objetivo aqui. Por isto, foram aplicadas as duas equações acima para efeito de eliminação/confirmação das hipóteses: (1) a discriminação entre os ambientes praia e marinho (águas rasas) pode dar a certeza de que o resultado como "praia" é de fato praia, e que o resultado oposto pode indicar um ambiente costeiro com menor hidrodinâmica quando compara-

do à praia; (2) a discriminação entre os ambientes marinhos (águas rasas) e fluviais, permite auxiliar na identificação das areias fluviais quando o resultado for "fluvial", conduzindo supostamente a outra resposta para depósitos submetidos aos processos costeiros, seja ele qual for.

Os dados sedimentológicos foram contextualizados com os aspectos morfológicos dos depósitos de areia e a interpretação evolutiva dos depósitos foi sustentada pela literatura, iniciada pela caracterização da geologia e da geomorfologia local e esclarecimento das nomenclaturas comumente usadas para descrever os depósitos arenosos costeiros.

As nomenclaturas relacionadas às feições costeiras sempre envolvem discussões sobre a utilização apropriada de determinados termos. O termo restinga pode se referir a qualquer depósito arenoso emerso na zona costeira. Em outras palavras, restinga é uma designação geral para corpos de areia normalmente paralelos ao litoral, tais como esporões, pontais, tómbolos, barras e cristas de praia (Lamego, 1940). O termo barreira é utilizado para se referir à morfologia de sistemas arenosos alongados, em ambientes dominados por ondas (Dias & Silva, 1984). De maneira objetiva, Coe Neto (1984) utiliza o termo cordão litorâneo para barreiras costeiras que morfologicamente se enquadram no típico sistema barreira-laguna. Tal termo é

utilizado também por Muehe (1984) para a mesma feição, portanto, pode ser empregado como sinônimo de barreiras transgressivas. Paralelamente, a utilização do termo cristas de praia aparece mais associado a padrões de barreiras regressivas conforme Dias & Silva (1984). Não é oportuno aqui, prolongar na discussão terminológica, mas adotaremos a concepção de que cordões litorâneos seriam associados às barreiras transgressivas e as cristas de praia seriam associadas às barreiras regressivas (Fernandez, 2008 apoiado nas ideias de Dieter Muehe).

## RESULTADOS

### DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA DOS DEPÓSITOS

O litoral capixaba é retilíneo ao longo da costa exposta para leste, exceto na área abrigada próxima à cidade de Vitória (Figura 1). Os depósitos costeiros quaternários do Espírito Santo são delimitados em direção à terra por duas unidades geológicas e geomorfológicas distintas: colinas de rochas cristalinas pré-cambrianas (granito/gnaiss) do Complexo da Paraíba do Sul e o planalto Neogênico (Terciário) do Grupo Barreiras (Martin *et al.*, 1996). Os afloramentos cristalinos e as falésias vivas semi-consolidadas do Grupo Barreiras no litoral centro-sul do estado formam uma série de promontórios e enseadas, além de serem fontes de sedimentos

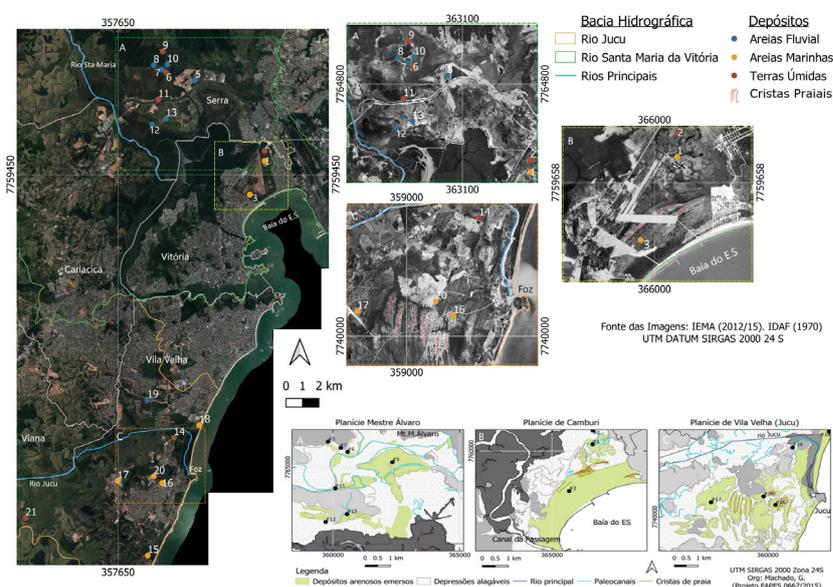
**GEOGRAFARCS** 

Revista do Programa de  
Pós-Graduação em Geografia e  
do Departamento de Geografia  
da UFES

Julho-Dezembro, 2021  
ISSN 2175-3709

### FIGURA 3 – MOSAICO DE IMAGENS AÉREAS COM INDICAÇÃO DOS TIPOS DE DEPÓSITOS CONFORME AS CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS.

Fotografias aéreas da década de 1970 mostrando detalhes dos depósitos arenosos, onde se observam depósitos de formato indefinido na base do monte Mestre Álvaro (A), barreira arenosa com cristas de praia discretas que acompanham a curvatura da enseada de Camburi (B) e cristas arenosas na forma de pontais levemente curvados (spit ridges) na planície sul do rio Jucu (C). Os mapas mostram a distribuição espacial dos três detalhamentos mencionados, indicando a presença de paleocanis fluviais e cristas de praia junto aos depósitos arenosos. Os outros elementos destes mapas podem ser visto na Figura 1.



*Clique na imagem para acessar o arquivo.*

para as praias da região (Albino *et al.*, 2016). Essas litologias pré-quadernárias foram moldadas pelas subidas do nível do mar no decorrer do Quaternário e representam importantes fontes de sedimentos para o desenvolvimento das planícies costeiras na região de Vitória, especialmente quando os rios da região são de pequeno porte.

Na região de Vitória, as planícies costeiras são descontínuas (estreitas ou inexistentes) e sua evolução geológica está associada às flutuações do nível do mar e à disponibilidade de sedimentos fluviais (Albino

*et al.*, 2006, 2016). A planície Mestre Álvaro corresponde à parte mais interna do embaimento estrutural de Vitória. Machado *et al.* (2016) descrevem esta planície como caracterizada por depósitos de areias brancas truncada por paleocanis fluviais, que se estendem de forma descontínua até a base das unidades pré-quadernárias e não apresentam morfologia que possa ser associada às barreiras arenosas costeiras (Figura 3). Esses depósitos arenosos não alcançam 3 m de altitude e são distribuídos irregularmente entre depósitos de turfa situados

em áreas ligeiramente deprimidas, onde o lençol freático é muito raso e favorece o acúmulo de água durante eventos de chuva, denominados de depósitos de terras úmidas (*wetlands*).

Ainda segundo a descrição dos autores, a planície de Camburi é uma barreira arenosa do Holoceno situada na parte mais externa do embaimento, controlada por promontórios e ilhas. É observado um certo alinhamento deste depósito com feições morfológicas associadas a cristas de praia de topografia e dimensões muito discretas (altitude entre 3 e 5-6 m), porém relativamente paralelas à curvatura da enseada de Camburi. A barreira arenosa é caracterizada por um depósito contínuo junto à praia atual, apresentando cerca de 800-1300 m de largura e cobrindo toda a extensão do arco praial. No reverso desta barreira, em direção ao interior da planície, as cotas diminuem (2-3 m de altitude) e dão lugar aos depósitos aluviais que se estendem até o manguezal situado à retaguarda, nos fundos da Baía de Vitória (Figura 3).

O outro exemplo a ser detalhado aqui se refere aos depósitos arenosos de sucessivas cristas arenosas na forma de pontais (*spit ridges*) levemente curvados situados na margem sul da planície do rio Jucu, região de "sombra" do promontório cristalino na foz do rio. As cristas de praia são feições emersas comumente paralelas à praia e por isto evidenciam paleolinhas de praia. Exemplos típicos são as feições arenosas holocêni-

cas alongadas e alinhadas de grandes extensões (dezenas de metros a vários quilômetros) situadas nas adjacências da foz do rio Doce, formadas no último grande ciclo transgressivo-regressivo e constituídas pelas areias da faixa praial atual, do campo eólico adjacente (Martin *et al.*, 1997) e do rio (Rossetti *et al.* 2015). O sistema de cristas mencionado na planície de Vila Velha se diferencia do caso acima. A aparente falta de alinhamento das cristas do tipo *spit ridges* presentes na planície do rio Jucu revela uma desconexão com o alinhamento atual da linha de costa. Além disto, os depósitos possuem um aspecto morfológico mais curvado onde uma das extremidades é sempre mais larga e a outra é ramificada em feixes mais delgados e estreitos separados por zonas baixas e pantanosas. Todo este conjunto de cristas arenosas curvadas adentram na planície de Vila Velha até cerca de 5 km (Figura 3).

Junto e paralelo à praia atual nota-se a presença de um cordão litorâneo que varia de 100 a 500 metros de largura por toda a extensão do município de Vila Velha, caracterizado morfológicamente pelo sistema barreira-laguna (Figura 1). Porém, nota-se uma diferença significativa entre a porção norte e sul deste trecho do litoral. Ao norte do promontório do Jucu, o reverso do cordão é caracterizado por uma topografia declinante em direção ao continente e por depósitos de terras úmidas, ou



Revista do Programa de  
Pós-Graduação em Geografia e  
do Departamento de Geografia  
da UFES

Julho-Dezembro, 2021  
ISSN 2175-3709

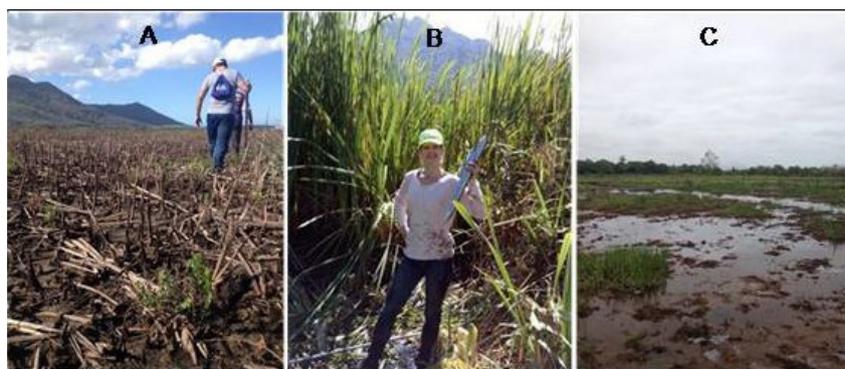
## FIGURA 4 – DEPÓSITOS ARENOSOS COM VEGETAÇÃO HERBÁCEA, SUBARBUSTIVA E ARBUSTIVA.

A: ponto de amostragem #3 localizado na planície de Camburi, área de Infraero (Vitória). B: ponto de amostragem #16 localizado na planície de Vila Velha.



## FIGURA 5 – VEGETAÇÃO APÓS UMA QUEIMADA "NATURAL" OCORRIDA NA ÁREA DE TURFEIRA NA PLANÍCIE DO MESTRE ÁLVARO DURANTE UM PERÍODO DE SECA,

expondo o solo lamoso (A) e vegetação de taboa com solo encharcado durante um período chuvoso (B), ambas fotos localizadas no ponto de amostragem #6 com vista do monte Mestre Álvaro (Serra) ao fundo. Área alagada localizada na planície de inundação do rio Jucu (Vila Velha), ponto de amostragem #14 (C).



seja, trata-se de um ambiente colmatado. E os terraços arenosos mais internos não apresentam qualquer tipo de forma alinhada que se assemelha às barreiras costeiras (Figura 1). Na porção sul, observa-se o típico sistema de cordão litorâneo com presença de lagunas no reverso, algumas delas já em estado avançado de colmatagem. Contudo, é importante deixar claro que a gênese transgressiva e/ou regressiva

deste cordão litorâneo ainda é desconhecida.

## CARACTERIZAÇÃO SEDIMENTOLÓGICA DOS DEPÓSITOS DE SUPERFÍCIE

Os sedimentos de superfície das planícies flúvio-marinhas de Vitória/Serra e Vila Velha podem ser distinguidos pelas características granulométricas e composicionais em dois tipos: depósitos arenosos e de-

pósito de terras úmidas (Figura 3 e Tabela 2 em anexo 1).

Os depósitos arenosos estão localizados em áreas com fitofisionomia campestre, com domínio de restingas abertas e gramíneas, além de formas herbáceas e rasteiras (Figura 4). Este tipo de depósito foi subdividido em dois grupos de acordo com os parâmetros granulométricos estatísticos e composicionais (Grupo 1 e Grupo 2).

O Grupo 1 é composto por areia média a grossa levemente cascalhosa, moderadamente bem selecionada, assimetria variável, porém predominantemente simétrica, seguida de negativa (para o lado dos grossos) ou de valores muito baixos quando positivas; curtose meso a leptocúrtica, sem matéria orgânica e sem carbonato de cálcio, com predomínio mineralógico de quartzo. As amostras deste grupo estão localizadas mais próximas a linha de costa.

O Grupo 2 é composto por areia média a grossa mais cascalhosa que o grupo anterior, mal selecionada, assimetria variando de simétrica a positiva (para o lado dos finos), curtose predominantemente platicúrtica, com baixos teores de matéria orgânica, porém presentes (valor mediano <2%) e de carbonato de cálcio também semelhantes (valor mediano de cerca de 3%) apesar da ausência de bioclastos indicado pela análise com a lupa binocular, que mostrou apenas quartzo.

Estes dois grupos de areias apresentam características granulométricas e composicionais a princípios semelhantes, no entanto, se diferenciam primeiramente quanto ao grau de seleção e secundariamente, quanto ao tamanho das partículas. Apesar de apresentarem a mesma classe de tamanho granulométrico (areia média a grossa), o diâmetro mediano das areias do Grupo 1 é menor, indicando no conjunto destes dois parâmetros maior maturidade textural em relação ao Grupo 2. Os valores de assimetria e curtose apesar de não serem tão claros mostram algumas tendências importantes para a distinção entre os dois grupos que serão discutidas mais adiante.

Os depósitos de terras úmidas são áreas de turfeiras, alagadas/brejosas, comumente vegetada por taboa (Figura 5) sobre um substrato de lama arenosa a areia lamosa (média de 64% de lama). Este depósito se localiza na sutileza das depressões topográficas existentes entre os depósitos arenosos. O sedimento é predominantemente composto por silte muito grosso, mal selecionado a muito mal selecionado, assimetria predominantemente positiva, curtose variando entre meso a muito platicúrtica, altos teores de matéria orgânica (média de 18%, podendo atingir 60%) e baixos teores de CaCO<sub>3</sub> (3% média). Este depósito é composto, do ponto de vista da mineralogia, por quartzo.

**GEOGRAFARCS** 

Revista do Programa de  
Pós-Graduação em Geografia e  
do Departamento de Geografia  
da UFES

Julho-Dezembro, 2021  
ISSN 2175-3709

**FIGURA 6 – DISTINÇÃO ENTRE AS AREIAS DO GRUPO 1 E DO GRUPO 2 INTERPRETADAS COMO MARINHAS E FLUVIAIS, RESPECTIVAMENTE, DE ACORDO COM AS CARACTERÍSTICAS DOS GRÃOS DE QUARTZO**



## CARACTERÍSTICAS MORFOSCÓPICA DOS GRÃOS

Dada a sutileza na diferenciação entre os depósitos arenosos, o aspecto óptico e o grau de arredondamento dos grãos de quartzo foram analisados com o objetivo de aprimorar a discriminação dos depósitos e sugerir os processos a eles associados. As diferenças encontradas entre os dois grupos de areia permitiram fazer uma analogia com os depósitos marinhos, aqueles associados aos processos costeiros como o ambiente praiial, e os depósitos continentais, aqueles associados aos processos fluviais e/ou gravitacionais.

No geral, os grãos de quartzo das amostras arenosas apresentaram grau de arredondamento predominantemente sub-anguloso (51%) a anguloso (26%), seguido de sub-arredondado (18%), ou seja, são texturalmente imaturos, dando

a entender que foram submetidos a um “curto/menos intenso” transporte, portanto, associados ao primeiro ciclo de transporte e/ou conexos à área fonte. Quanto aos aspectos ópticos, os grãos são predominantemente fosco (30%) ou sujo (25%), seguido de grãos com brilho natural (29%) e brilhantes (13%).

As areias do Grupo 1 apresentam uma tendência maior para os grãos sub-arredondados e se diferenciam também pelo maior percentual de grãos brilhantes (20%), permitindo sugerir maior retrabalhamento, bastante comum em ambiente de praia (Figura 5). Em contrapartida, o Grupo 2 apresentou uma tendência bastante acentuada para os grãos sub-angulosos (49%), seguido de grãos angulosos (31%) e muito angulosos (8%), associados também a maior presença de grãos com brilho natural (40%), permitindo sugerir que

**TABELA 3 – DISCRIMINAÇÃO DOS AMBIENTES DE-  
POSICIONAIS ARENOSOS BASEADOS NA TÉCNICA DE  
SAHU (1964) A PARTIR DA ANÁLISE DAS DISTRIBUIÇÕES  
GRANULOMÉTRICAS**

	Amostras	Y <sub>praia:mar raso</sub>	Ambiente deposicional	Y <sub>fluvial:mar raso</sub>	Ambiente deposicional	
Grupo 1	1 (0,2)	38,5830	Praia	-1,0587	mar raso	
	1 (0,3)	43,1724	Praia	-1,4676	mar raso	
	3 (0,2)	47,7473	Praia	-2,4795	mar raso	
	3 (0,4)	47,0964	Praia	-3,3982	mar raso	
	15(0,2)	62,6536	Praia	-4,3943	mar raso	
	15(0,4)	59,3269	Praia	-3,9734	mar raso	
	16(0,2)	69,0884	mar raso	-3,0376	mar raso	
	16(0,4)	84,1751	mar raso	-4,9663	mar raso	
	17(0,2)	90,8895	mar raso	-6,9965	mar raso	
	17(0,4)	97,7552	mar raso	-6,8664	mar raso	
	18(0,2)	49,9128	Praia	-3,7518	mar raso	
	18(0,4)	58,5727	Praia	-5,0382	mar raso	
	20(0,2)	66,2329	mar raso	-4,5510	mar raso	
	20(0,4)	68,2739	mar raso	-4,9649	mar raso	
	Grupo 2	5 (0,2)	154,4858	mar raso	-17,7348	fluvial
		5 (0,3)	152,5261	mar raso	-17,5054	fluvial
7 (0,2)		147,7119	mar raso	-18,5072	fluvial	
7 (0,4)		153,8274	mar raso	-18,3674	fluvial	
8 (0,2)		195,5347	mar raso	-22,1612	fluvial	
8 (0,4)		202,6006	mar raso	-22,5680	fluvial	
12(0,2)		123,5085	mar raso	-12,4965	fluvial	
12(0,4)		84,5937	mar raso	-7,1817	mar raso	
13(0,15)		210,2991	mar raso	-23,9445	fluvial	
13(0,3)		243,7221	mar raso	-30,2956	fluvial	
19(0,2)		110,3867	mar raso	-10,0490	fluvial	
19(0,4)	154,9126	mar raso	-16,7733	fluvial		

foram relativamente menos retrabalhados/transportados e muito provavelmente oriundos de fontes fluviais, dada também à proximidade dos rios Santa Maria da Vitória e Jucu e dos paleocanais presentes na região, contudo, sem descartar a hipótese de outras fontes, como o próprio embasamento cristalino e os sedimentos do Grupo Barreiras. A Figura 6 ilustra as diferenças entre as areias fluviais e marinhas indicadas pelas características dos grãos de quartzo.

### TÉCNICA DE SAHU (1964)

A distinção entre os depósitos arenosos marinhos (praias) e fluviais por meio da técnica de Sahu (1964) mostrou-se coerente com os dados acima, porém levantou alguns questionamentos em algumas amostras, o que conduziu para uma análise mais cautelosa dos resultados (Tabela 3).

A equação (1) usada para distinguir depósitos de praia x marinho/mar raso, confirma ao Grupo 1 a interpretação de areias praias, exceto as amos-



Revista do Programa de  
Pós-Graduação em Geografia e  
do Departamento de Geografia  
da UFES

Julho-Dezembro, 2021  
ISSN 2175-3709

tras 16, 17 e 20 (ver discussão) e a equação (2) afugenta a hipótese de processos característicos de praias na deposição das areias do Grupo 2, identificadas aqui como fluviais.

É importante enfatizar que as areias do Grupo 2 que obtiveram resultado "mar raso" na equação (2) não são de fato, pois na verdade são de "praia" como indicado pela equação (1). Isto é explicado pela própria característica do método em discriminar sempre dois ambientes deposicionais, porém limitado apenas aos ambientes contemplados pelo autor, que não considerou em suas equações a distinção direta entre os ambientes de praia e fluvial.

## DISCUSSÃO OS PARÂMETROS SEDIMENTOLÓGICOS

Apesar dos intensos esforços, o problema ainda é desenvolver parâmetros estatísticos que possam diferenciar o ambiente deposicional de qualquer outra amostra de areia, uma vez que esses parâmetros podem, na verdade, refletir a ação de diferentes processos físicos e não necessariamente várias fontes (Selley, 2000). Isto explica, em parte, porque a relação entre as características de tamanho de grão e os ambientes deposicionais, infelizmente, ainda não foi firmemente estabelecida (Boggs, 2006).

O diâmetro mediano e a seleção são em conjunto os principais parâmetros para uma in-

terpretação (paleo) ambiental (Machado, 2020). A diferença no selecionamento frequentemente traduz a constância ou a irregularidade dos níveis energéticos (Dias, 2004) e é também resultado do modo de deposição (Folk & Ward, 1957). Por isto, os depósitos arenosos marinhos e fluviais são bem distintos quanto à seleção (Martins, 1965; Dias, 2004). Em ambientes de praias arenosas a contínua movimentação das ondas e correntes, permite um contínuo retrabalhamento dos sedimentos, o que resulta em um melhor selecionamento. Folk & Ward (1957), enquanto sedimentos mal a moderadamente selecionados, como os fluviais, tendem estar situados relativamente próximos à área-fonte, ou o retrabalhamento no ambiente deposicional ainda não foi eficaz na seleção das partículas (Martins, 1965; Dias, 2004), pois podem ter sido rapidamente enterradas (Folk & Ward, 1957). Isto permite avaliar os processos envolvidos no transporte e na deposição dos sedimentos analisados nas planícies da região de Vitória.

Nesta lógica, não se tem dúvida que a melhor seleção das areias grossas, porém levemente mais finas presentes nas amostras interpretadas como depósitos marinhos (Grupo 1, (principalmente as amostras 1, 3, 15 e 18) foram submetidas um maior retrabalhamento, refletido também no maior grau de arredondamento dos grãos de quartzo e na

presença significativa de grãos brilhantes. Em contrapartida, areias mais cascalhosas e mal selecionadas, compostas por grãos de quartzo ainda predominantemente imaturos, onde se preservam grãos com brilho natural, podem ser conceitualmente interpretadas como sendo oriundas de ambientes fluviais (Grupo 2). Assim, estas areias analisadas na região de Vitória corroboram a literatura para discriminação dos ambientes deposicionais, onde grãos fluviais, por exemplo, tendem a ser sub-angulosos a sub-arredondados com formas e características heterogêneas (Nanson *et al.*, 1995; Mahaney 2002; Kleesment, 2009; Vos *et al.*, 2014), enquanto os grãos de praia são predominantemente arredondados a sub-arredondados, polidos e brilhantes (Chapman *et al.*, 1982, Mycielska-Dowgiallo & Woronko, 2004; Madhavaraju *et al.*, 2009).

Na literatura contém também opiniões diversas quanto ao uso dos parâmetros estatísticos, especialmente a assimetria e a curtose para discriminação dos ambientes sedimentares (Martins, 1965). A assimetria é adequada para estudos de processos e é sedimentologicamente muito significativa, no entanto, a curtose não tem um significado geológico tão claro (Muehe, 2002). Contudo, a curtose sugere algumas tendências deposicionais quando platicúrtica, podendo indicar mistura de populações diferentes, e

por outro lado, tendências de transporte quando leptocúrtica, podendo indicar remoção de alguma fração (Ponçano, 1986). Atribuem-se às curvas mesocúrticas como indicadores de depósitos submetidos a moderada energia, platicúrticas como indicadoras de áreas de baixa energia e leptocúrticas como indicadoras de áreas de alta energia (Dias, 2004).

Estudos texturais comparativos entre ambientes diferentes onde as medidas de diâmetro mediano e classificação falharam em mostrar as diferenças, as conclusões necessariamente devem ser baseadas nos dados de assimetria e curtose (Mason & Folk, 1958). Segundo os autores, esses estudos indicaram que as areias de praia são simétricas ou negativas e leptocúrticas. Friedman (1961) e Martins (1965) confirmam a assimetria negativa (raramente positiva) para os ambientes de praia e acrescenta ainda que as areias de rio e dunas, por exemplo, apresentam comumente assimetria positiva. No entanto, estas generalizações devem ser usadas com cautela, pois é claro que outros tipos de tendência não podem ser descartados, como por exemplo, Le Roux & Rojas (2007) caracterizaram ambientes fluviais com assimetria mais negativa e assimetria mais positiva em direção ao transporte, comumente encontrados nas correntes litorâneas.

Os parâmetros de assimetria e curtose encontrados para as

**GEOGRAFARCS** 

Revista do Programa de  
Pós-Graduação em Geografia e  
do Departamento de Geografia  
da UFES

Julho-Dezembro, 2021  
ISSN 2175-3709

areias coletadas nas planícies da região de Vitória, apesar de não serem tão claros, corroboram a tendência apontada por Manson & Folk (1958), Friedman (1961) e Martins (1965). No entanto, deve-se considerar que os resultados de assimetria negativa e curtose leptocúrtica para o ambiente de praia, como mencionado pelos autores, não foram encontrados de maneira significativa em todas as amostras do Grupo 1, mas de modo geral, as amostras obtiveram estas tendências. A mesma falta de correlação inicial entre a assimetria com os demais parâmetros granulométricos foi também identificada por Deina *et al.* (2011) ao analisarem os sedimentos do cordão litorâneo na foz do rio Jucu, Vila Velha. Segundo os autores, a assimetria mostrou-se bastante variável, desde de negativa a muito positiva nas amostras coletadas no rio e na praia, mas este parâmetro foi posteriormente compreendido ao ser interpretado como reflexo dos variados níveis de energia presentes nestes dois ambientes, onde as amostras de praia apresentaram uma tendência para assimetria negativa, devido a maior energia do ambiente, enquanto as areias do rio apresentaram uma tendência positiva.

Segundo Martins (1965), em sua análise obtida de amostras coletadas na planície costeira do Rio Grande do Sul, os sedimentos quando transportados por rio ou vento, geralmente é unidirecional,

isto explica os aspectos positivos na assimetria. Já as areias de praias tendem para a assimetria negativa, devido aos grãos serem submetidos a duas forças desiguais em direções opostas. O resultado da assimetria é reflexo dos níveis energéticos do ambiente, ou seja, a assimetria negativa indica que as variações da energia cinética média do ambiente atingiram valores acima do normal, ao passo que a assimetria positiva indica oscilações da energia para valores abaixo do normal (Mendes, 1984).

## CONTEXTUALIZAÇÃO EVOLUTIVA DOS DEPÓSITOS ARENOSOS

Quando aplicada as equações de Sahu (1964) para distinção entre depósitos marinhos e fluviais, os resultados confirmam as interpretações apresentadas acima. Porém, considerações merecem ser dadas quando aos termos “marinho” e “fluvial” colocados pelo autor. Segundo Sahu (1964), o ambiente marinho se refere às águas rasas agitadas, no entanto, as areias aqui analisadas foram coletadas em depósitos emersos de uma planície costeira e, portanto, não podem ser associadas a um paleoambiente de mar raso e sim, a depósitos inseridos no sistema praias. Mas de qualquer modo ambos ambientes (mar raso e praia) são associados a processos costeiros, o que atribui às areias coletadas uma gênese marinha e não continen-

tal. O termo fluvial utilizado por Sahu (1964) se refere às amostras coletadas principalmente em ambiente deltaico, que por conceito, pode abranger um leque de possibilidades de diferentes depósitos, sendo, contudo, aqui abordado apenas como areias depositadas por processos fluviais.

Os depósitos arenosos na base do Mestre Álvaro apresentaram parâmetros sedimentológicos e resultados de Sahu (1964) compatíveis com areias associadas a processos fluviais (amostras 5, 7, 8, 12 e 13), exceto a amostra 12 que indicou ambiente de mar raso. Os resultados corroboram as interpretações de Machado *et al.* (2016) e Machado *et al.* (2020) para a área, onde assinalam idade pleistocênica em torno de 36 mil anos A.P., obtida através do método Luminescência Oticamente Estimulada (LOE), para o depósito arenoso fluvial depositado durante o período regressivo do mar, consolidando assim, a progradação da planície. Este método de datação fornece o tempo de soterramento do sedimento (Thomas, 2009) e foi escolhido pelos autores devido à suspeita de idade Pleistocênica para este depósito, não sendo adequada, portanto, uma datação por Carbono 14. Segundo Machado (2020), a evolução dos depósitos nesta área foi influenciada pelos contornos geomorfológicos locais. Estas publicações sustentam que os sedimentos de sub-superfície (até cerca de 20 m de profun-

didade) dentro do embaiamento estrutural são texturalmente imaturos e que apesar do baixo aporte sedimentar, a participação continental parece ter sido significativa no fornecimento de sedimentos arenosos para a construção interna da planície, dado também ao limitado alcance das areias marinhas (transgressivas) para o interior, onde as lamas marinhas tiveram suma importância para o preenchimento do embaiamento.

Na ausência de atributos sedimentológicos contundentes ou na ambiguidade dos resultados, antes mesmos de recorrer aos *proxies* químicos e biológicos, ou aos dados cronológicos, a análise morfológica destes depósitos é uma ferramenta aparentemente simplória, mas que sintetiza grande parte dos processos, da hidrodinâmica e do suprimento sedimentar do passado.

A tendência do nível do mar para a costa capixaba apresenta as mesmas características estabelecidas para o litoral brasileiro, isto é, nos últimos 5300 A.P. observaram-se padrões regressivos (Suguio *et al.* 1985; Angulo & Lessa, 1997). Verifica-se, porém, que tal tendência não foi suficiente para que se estabeleçam feições associadas às características morfológicas regressivas como feixes paralelos de cristas de praia. Situação semelhante também constatada no litoral do estado do Rio de Janeiro (Fernandez, 2008). Neste sentido os

**GEOGRAFARCS** 

Revista do Programa de  
Pós-Graduação em Geografia e  
do Departamento de Geografia  
da UFES

Julho-Dezembro, 2021  
ISSN 2175-3709

depósitos arenosos costeiros podem apresentar características que vão além do padrão geral de oscilação do nível do mar, envolvendo uma série de fatores associados também ao aspecto geomorfológico e ao grau de exposição do litoral.

As formas (morfologia) dos depósitos arenosos indicam em parte sua origem e evolução, onde barreiras pleistocênicas são essencialmente regressivas e as feições holocênicas podem apresentar comportamentos regressivos ou transgressivos (Fernandez, 2008). De acordo com o autor, são exemplos de características morfológicas associadas a feições tipicamente transgressivas: 1. depósitos arenosos com capeamento eólico evidente, o que aumenta a altimetria e a largura da barreira e comumente está associado a depressões no reverso, caracterizados atualmente por brejos e; 2. típicos sistemas costeiros de barreira-laguna truncando a rede de drenagem. Estes são os casos das barreiras costeiras observadas entre o Cabo Frio e o Cabo Búzios e entre Rio das Ostras e Macaé (RJ), respectivamente. A morfologia característica de feições tipicamente regressivas apresenta fisiografia da planície formada por feixes paralelos de cristas de praia resultado da incorporação de sedimentos arenosos da plataforma, incorporados à parte emersa durante a regressão marinha holocênica e/ou resultado da sedimentação fluvial disponível durante a re-

gressão. Assim, a morfologia regressiva é comumente interpretada como resultado direto de altas taxas de sedimentação terrígena associada a desembocaduras fluviais. Neste último caso, é notório a heterogeneidade da sedimentação da planície, como na foz do Rio São João (RJ).

A falta de alinhamento e o aspecto truncado por paleocanais fluviais dos terraços arenosos internos da planície Mestre Álvaro sugerem fonte fluvial (Machado *et al.*, 2020), (Figura 3). Esta hipótese está apoiada também na colocação genérica de Anthony (2009) que atribui a ausência de cristas alinhadas em depósitos arenosos à baixa energia do ambiente e/ou à baixa taxa de entrega de areia proveniente da costa. Ou seja, as areias marinhas não conseguiram adentrar no embaçamento devido à baixa hidrodinâmica controlada pelo relevo e formar depósitos arenosos costeiros típicos, limitando apenas a penetração de lamas transgressivas em situação de nível de mar mais alto que o atual (Machado *et al.*, 2016; Machado *et al.*, 2020).

No caso da planície flúvio-marinha do rio Jucu, a evidência morfológica de depósitos de origem marinha está ilustrada na presença de cristas arenosas. Essas cristas tem um certo alinhamento, porém não são paralelas à linha de costa, mas apresentam forma do tipo pontais levemente curvados intermediados por depressões

suaves e úmidas. Estas cristas de praia estão sob influência de eventos inundacionais do rio Jucu e suas feições morfológicas são facilmente identificadas nas imagens aéreas de 1970 (Figura 2). O aspecto morfológico deste tipo de depósito arenoso pode, muito provavelmente, ser conduzido à hipótese de depósitos regressivos progradacionais com paleolinhas de praia acima do nível atual do mar (Martin *et al.*, 1998; Meireles *et al.*, 2005; Anthony, 2009).

Carter (1986) descreveu este tipo de planície como um modelo progradacional de cristas praias associado às baixas taxas de suprimento de sedimentos na face da praia. Isso não significa escassez de suprimento de sedimentos, mas que a taxa de entrada na face da praia talvez não era suficientemente alta e capaz de construir e soldar barras arenosas perto da praia. De acordo com o autor, como resultado, as barras longitudinais são formadas apenas nas proximidades dos canais de maré ou de enseadas costeiras irregulares. Anthony (2009) relata características semelhantes na morfologia das cristas e ilustra uma planície com sucessivas cristas de praia na forma de pontais (*spit ridges*) em Benin Bight, na África Ocidental. Segundo o autor, exemplos deste tipo de planície de *spit ridges* são comumente associados a costas re-entrantes e seus padrões morfológicos podem constituir um arquivo

útil de meso escala (décadas a séculos) de mudanças de energia de onda e nos padrões de transporte de areia.

As amostras arenosas 16, 17 e 20 coletadas neste conjunto de cristas arenosas (Figura 3) foram inseridas no Grupo 1 (areias marinhas), porém, os parâmetros sedimentológicos não foram contundentes para esta interpretação. Essas amostras apresentaram grau de arredondamento mais acentuado para grãos sub-angulosos a angulosos e com brilho natural, seguido de aspecto fosco e sujo, se enquadrando, portanto, nas características anteriormente citadas como de grãos associados a processos fluviais. Ainda que suprimentos de sedimento fornecidos por rios não sejam os mais comuns na produção de cristas de praia (Anthony, 1995), uma hipótese para a imaturidade destas areias estaria na relativa proximidade da fonte e no pouco tempo de retrabalhamento destas areias pelas ondas e correntes costeiras durante a formação das cristas na forma de pontais. Ou seja, o aspecto morfológico do depósito arenoso denuncia que estas feições foram originárias de processos costeiros e, portanto, podem ser classificadas no Grupo 1.

Foi notado também a amostra 17 apresentou teores representativos de matéria orgânica, lama (Tabela 1) e grãos sujos. Isto pode ser explicado pelo fato desta amostra ter sido coletada numa área topográfica-



Revista do Programa de  
Pós-Graduação em Geografia e  
do Departamento de Geografia  
da UFES

Julho-Dezembro, 2021  
ISSN 2175-3709

mente mais baixa e próxima das terras úmidas. Segundo discutido por Machado *et al.* (2016), a predominância para grãos sujos pode estar associada à presença de lama (partículas sólidas) e/ou grãos manchados com ácidos húmicos, baixa hidrodinâmica e também tempo relativamente longo de quietude do depósito capaz de impregnar os grãos tal capeamento organomineral. Todavia essas informações não seriam suficientes para determinar o tempo de exposição deste depósito, que estão sujeitos aos processos intempéricos, sem, contudo, indagar hipóteses de depósitos pleistocênicos, tampouco, determinar a gênese marinha ou fluvial.

Deina *et al.* (2011) ao avaliarem a variação morfológica do cordão litorâneo na foz do rio Jucu nas últimas décadas (entre 1972 e 2008), concluíram que o ambiente atual recebe maior influência das ondas e correntes costeiras, exercendo a ação fluvial papel secundário na constituição e na variação morfológica do cordão. Isto nos conduz a estender tal importância dos processos costeiros na construção dos depósitos arenosos emersos mais internos e levemente alinhados construídos no passado, onde a baixa competência fluvial parece ter sido mantida.

Em relação à orientação da costa e incidências de ondas, Anthony (1995) salienta que a importância dos rios no fornecimento de areia para progradação está relacionada,

em parte, à herança geológica herdada do litoral, ao nível climático e do nível do mar. A forma em que o sedimento é depositado e o local de deposição podem alterar o padrão de movimentação devido à densidade na confluência de águas fluviais e marinhas, refração de ondas e as correntes longitudinais atuantes. Nesse cenário complexo de deposição temos um promontório na localidade da Barra do Jucu que contribui com a formação de feições arenosas na região de sombra devido a redução da hidrodinâmica costeira no reverso do promontório, local para onde se estende as cristas de praia do tipo *spit ridges*.

De maneira a suprir os entraves inerentes à interpretação dos dados relativos ao tamanho do grão, novos desafios ainda merecem ser traçados na tentativa de utilizar a análise sedimentar como ferramenta principal de reconstituição paleoambiental e primeiramente, distinguir os processos envolvidos em sua sedimentação (Machado, 2020).

## CONCLUSÃO

Os parâmetros granulométricos podem ser utilizados como um primeiro recurso para a distinção entre os depósitos superficiais arenosos e de terras úmidas, mas não são suficientes para apontar com convicção a diferenciação de areias marinhas e fluviais. No estudo esse processo fica muito claro, haja vista que foram

amostradas áreas com diferentes fontes como os tabuleiros sedimentares do Grupo Barreiras, as colinas cristalinas e os depósitos sedimentares provenientes da zona costeira, os quais envolvem também diferentes processos e hidrodinâmicas num mesmo contexto ambiental. Sobretudo, em litorais recortados como a região de Vitória, onde promontórios, embaiamentos e sistemas estuarinos conduzem a uma complexidade maior na construção das planícies flúvio-marinhas.

Dentre as técnicas sedimentológicas empregadas, a análise morfoscóptica dos grãos de quartzo foi decisiva na interpretação paleoambiental, pois o grau de arredondamento e os aspectos ópticos mostraram ser, em conjunto, bons indicadores de maturidade e de processos envolvidos na sedimentação, o que possibilitou sugerir fonte marinha (processos costeiros) ou continental (processos fluviais) para as areias superficiais da planície.

Os resultados descritos puderam ser melhor avaliados com base na discussão da literatura apresentada, que conduziu para um menor selecionamento das areias fluviais do que as areias de praia, mas apontou também elevado grau imaturidade ainda para as areias marinhas que compõe as cristas arenosas na planície de Vila Velha. Isto provavelmente se deve à proximidade da fonte e diferença no modo de deposição em função menor hidrodinâmica existente quando o

litoral parecia ter um aspecto menos exposto que o atual. Outra hipótese é que em ambientes fluviais, no caso o rio Jucu, os sedimentos depositados costumam ser rapidamente enterrados não sendo possível seu retrabalhamento e, assim, as areias mais internas não atenderam todos os quesitos esperados para os depósitos de proveniência marinha. Já as areias localizadas junto à praia, tanto em Vila Velha quanto em Vitória (Camburi), refletiram em seus parâmetros sedimentológicos a contínua movimentação das ondas e das correntes, e conseqüentemente sinais de retrabalhamento e melhor selecionamento.

Todavia, os resultados granulométricos estatísticos e a análise dos grãos de quartzo não foram suficientes para reconhecer em algumas poucas amostras arenosas a proveniência marinha ou fluvial, sendo que estas dúvidas foram sinalizadas após a aplicação das equações de Sahu (1964). Não obstante, a técnica de Sahu (1964) foi adequada nesse estudo, mostrando-se coerente com os resultados das análises sedimentológicas. Isto confirma a importância da aplicação de outras técnicas sedimentológicas em conjunto para validar os resultados e conduzir para uma análise mais cautelosa acerca das divergências e/ou ambigüidade dos resultados obtidos.

Além dos parâmetros sedimentológicos, o grau de exposição e a morfologia dos terraços arenosos na região de

**GEOGRAFARCS** 

Revista do Programa de  
Pós-Graduação em Geografia e  
do Departamento de Geografia  
da UFES

Julho-Dezembro, 2021  
ISSN 2175-3709

Vitória auxiliaram na distinção dos depósitos marinhos e fluviais. A maior exposição do litoral de Vila Velha favoreceu a construção de cordões arenosos modernos junto à costa e depósitos mais internos caracterizados por um alinhamento do tipo pontais curvados depositados num cenário de nível de mar mais alto. De forma bem mais discreta, em função do menor grau de exposição, a planície Camburi registra cristas de praia regressivas, porém com alinhamento incipiente e

de difícil visualização.

A diferença às vezes sutil entre as areias depositadas por processos costeiros e aquelas depositadas por processos fluviais pode parecer contraditória, porque conceitualmente estes dois grupos de areia são quase antagônicos. Mas em litorais caracterizados por pouco aporte sedimentar, baixa hidrodinâmica e com planícies muito estreitas e próximas a área fonte, os parâmetros sedimentológicos podem ser ambíguos.

## AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer a Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (FAPES) pelo apoio financeiro e bolsa de pesquisa de pós-doutorado do primeiro autor (Edital PROFIX 009/2014, nº 0667/2015) realizada no Programa de Pós-Graduação em Geografia na Universidade Federal do Espírito Santo (UFES). Os autores também agradecem aos alunos de graduação em Geografia e em Oceanografia Ambiental da UFES pelo auxílio voluntário nos campos e nas análises sedimentológicas e também aos revisores que comentaram sobre este artigo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBINO, J.; NETO, N.C.; OLIVIERA, T.C.A., The beaches of Espírito Santo. In: SHORT, A.D., KLEIN, A.H.F. (Eds.), *Brazilian Beach Systems*, 17. Florida: Springer, p. 333–361, 2016.

ALBINO, J.; GIRARDI, G.; NASCIMENTO, A. K. Atlas de erosão e progradação costeira do litoral do Espírito Santo. In: MUEHE D. (Ed.). Atlas de erosão e progradação do litoral brasileiro. MMA. Brasília-DF, 2006.

ANGULO, R.J.; SOUZA, M.C. Revisão conceitual de indicadores costeiros de paleoníveis marinhos Quaternários no Brasil. *Quaternary Environmental Geosciences*, 05 (2):01-32, 2014.

ANGULO, R.J.; LESSA, G. The Brazilian sea-level curves: a critical review with emphasis on the curves from Paranaguá and Cananéia regions. *Marine Geology*, 140: 141–166, 1997.

ANTHONY, E. *Developments in Marine Geology: Shore processes and their palaeoenvironmental applications*. 1 ed. Amsterdam: Elsevier, 2009. v.4, 519p.

BASTOS, A.C.; VILELA, C.G.; QUARESMA, V.S.; ALMEIDA, F.K. Mid to Late-Holocene estuarine infilling processes studied by radiocarbon dates, high resolution seismic and biofacies at Vitória Bay, ES, southeastern Brazil. *Anais da Academia Brasileira Ciências*, 82 (3):761-770, 2010.

BLOTT, S.I.; PYE, K. GRADSTAT: A grain size distribution and statistic package for the analysis of unconsolidated sediment. *Earth Surf Processes and Landforms*, 26: 1237-1248, 2001.

BOGGS, Jr. S. *Principles of Sedimentology and Stratigraphy*. 4 ed. New Jersey: Pearson Prentice Hall, 2006. 662 p.

CARTER, W.G. The morphodynamics of beach-ridge formation: Magilligan, Northern Ireland. *Marine Geology*, 73 (3-4): 191-214, 1986.

COE NETO, R. Algumas considerações sobre a origem e evolução do sistema lagunar de Araruama. In: LACERDA, L.D.; ARAÚJO, D.S.D.; CERQUEIRA, R. & TURQ, B. (Eds). *Restingas: Origem, Estruturas, Processos*. CEUFF, Niterói. 61-63. 1984.

DEINA, M.A.; BASTOS, A.C.; QUARESMA, V.S. Variação morfológica do cordão litorâneo associado a foz do rio Jucu (ES). *Revista Geografares*, 9: 203-230, 2011.

DIAS, J.A. A análise sedimentar e o conhecimento dos sistemas marinhos: uma introdução a Oceanografia Geológica. Disponível em: <[www.researchgate.net/publication/236551412](http://www.researchgate.net/publication/236551412)>. Acesso em: 03 jun. 2020, 2004.

DIAS, G. T. M.; SILVA, C. G. Geologia dos depósitos arenosos costeiros emersos exemplos ao longo do litoral Fluminense. In: *Restingas: Origem, Estruturas e Processos*, Niterói: CEUFF, 47-60, 1984.

DOMINGUEZ, J.M.L.; BITTENCOURT, A.C.S.P. Utilização de padrões de sedimentação costeira como indicadores paleoclimáticos naturais (proxies). *Rev. Brasileira de Geociências*, 24 (1): 3-12, 1994.

DRAGO, T.; FREITAS, C.; ROCHA, F.; MORENO, J.; CACHAO, M.; NAUGHTON, F.; FRADIQUE, C.; ARAUJO, F.; SILVEIRA, T.; OLIVEIRA, A.; CASCALHO, J.; FATELA, F. Paleoenvironmental Evolution of estuarine systems during the last 14.000 years e the case of Douro Estuary (NW Portugal). *Journal of Coastal Research*, SI, 39: 186-192, 2004.

FERNANDEZ, G. B. Indicadores morfológicos para a origem e evolução das barreiras arenosas costeiras no litoral do estado do Rio de Janeiro. *VII Simpósio Nacional de Geomorfologia*. Belo Horizonte, 2008.

FOLK, R.; WARD W. Brazos river bar. A study in the significance of grain size parameters. *Journal of Sed. Petrology*, 27(1):3-26, 1957.

FREITAS, A. S.; BARRETO, C. F.; BASTOS, A. C.; BAPTISTA, NETO J. A. The Holocene Palaeoenvironmental Evolution of Vitória Bay, Espírito Santo, Brazil. *Palynology*, 2: 1-11, 2018.

FRIEDMAN, G. M. Address of the retiring president of the International Association of Sedimentologists: differences in size distribution of populations of particles among sands of various origins. *Sedimentology*, 26: 3-32, 1979.



Revista do Programa de  
Pós-Graduação em Geografia e  
do Departamento de Geografia  
da UFES

Julho-Dezembro, 2021  
ISSN 2175-3709

FRIEDMAN, G. M. Dynamic processes and statistical parameters compared for size frequency distribution of beach and river sands. *Journal of Sedimentary Petrology*, 37:327-354, 1967.

FRIEDMAN, G. M. Distinction between dune, beach and river sands from their textural characteristics. *Journal of Sedimentary Petrology*, 31: 514-529, 1961.

GYLLENCREUTZ, R.; MAHIQUES, M. M.; ALVES, D.V.P.; WAINER, I.K.C. Mid- to late- Holocene paleoceanographic changes on the southeastern Brazilian shelf based on grain size records. *The Holocene*, 20 (6): 863-875, 2010.

HATUSHIKA, R.S.; SILVA, C.G.; MELLO, C.L. Sismoestratigrafia de alta resolução no lago Juparanã, Linhares (ES-Brasil) como base para estudos sobre a sedimentação e tectônica Quaternária. *Revista Brasileira de Geofísica*, 25 (4):433-442, 2007.

IDAF – INSTITUTO DE DEFESA AGROPECUÁRIA E FLORESTAL DO ES (Espírito Santo). Foto aérea. Escala 1:25.000. 1970.

LAHIJANI, H.; TAVAKOLI, V.; HOSSEINDOOST, M. History of Caspian Environmental changes by molluscan stable isotope records. *Journal of Coastal Research*, SI 50:438-42, 2007.

LAMEGO, A. R. Restingas na costa do Brasil. Rio de Janeiro. *Boletim Div. Geologia e Mineralogia*, Boletim 96: 66, 1940.

LE ROUX, J. P.; ROJAS, E. M. Sediment transport patterns determined from grain size parameters: overview and state of the art. *Sedimentary Geology*, 202: 473-488, 2007.

LIGUS (Laboratoire de l'Institut de Géographie de l'Université de Strasbourg). Méthode améliorée pour l'étude des sables. *Rev. Géom. Dyn*, IV:43-53, 1958.

MACHADO, G. M. V. Análise sedimentar como ferramenta de reconstituição paleoambiental: exemplo da evolução de uma baía para estuário. In: MUEHE, D.; LINS-DE-BARROS, F.M.; PINHEIRO L. S. *Geografia marinha: oceanos e costas na perspectiva de geógrafos (Orgs.)*. 1 ed. Rio de Janeiro: Caroline Fontelles Ternes. Cap. 8, 2020.

MACHADO, G. M. V.; BASTOS, A. C.; ALBINO, J. Late Quaternary evolution model for a coastal embayment with low sediment input and bedrock control (southeast Brazil). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, SI 243 (106905): 1-12, 2020.

MACHADO, G. M. V.; BASTOS, A. C.; FREITAS, A. S.; NETO J. A. B. Sedimentary, geochemical and micropaleontological responses to sea-level variations in the Vitoria estuary, Espírito Santo. *Radiocarbon*, 60 (2): 583-600, 2018.

MACHADO, G. M. V.; ALBINO, J.; LEAL A. P.; BASTOS A. C. Quartz grain assessment for reconstructing the coastal palaeoenvironment. *J. of South American Earth Sciences*, 70: 353-367, 2016.

MADHAVARAJU, J.; BARRAGAN, J. C. G.; HUSSAIN, S. M.; MOHAN, S. P. Microtextures on quartz grains in the beach sediments of Puerto Penasco and Bahia Kino, Gulf of California, Sonora, Mexico. *Revista Mexicana Ciências Geológica*, 26 (2): 367-379, 2009.

MARTIN, L.; BITTENCOURT, A. C. S. P.; DOMINGUEZ, J. M. L.; FLEXOR,

J. M.; SUGUIO, K. Oscillations or not oscillations that is the question: comment on Angulo, R.J. and Lessa, G.C. 'The Brazilian sea-level curves: a critical review with emphasis on the curves from the Paranagua and Cananeia regions [Mar.Geol. 140, 141 - 166]. *Marine Geology*, 150: 179-187, 1998.

MARTIN L., SUGUIO K., DOMINGUEZ J. M. L., FLEXOR J. M. (1997). Geologia do Quaternário Costeiro do Litoral Norte do Rio de Janeiro e do Espírito Santo. CPRM (Serviço Geológico do Brasil) e FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa de São Paulo), 112p.

MARTIN, L.; SUGUIO, K.; FLEXOR, J. M.; ARCHANJO, J. D. Coastal Quaternary formations of the southern part of the State of Espírito Santo (Brazil). *An Acad. Bras. Ciências*, 68 (3): 389-404, 1996.

MARTINS, L. R. (1965). Significance of skewness and kurtosis in environmental interpretation. *Journal of Sedimentary Research*, 35(3):768.

MASON, C. C.; FOLK, R. L. Differentiation of beach dune and eolian flat environments by size analysis; Mustang Island Texas. *Journal of Sedimentary Petrology*, 18: 211-226, 1958.

MEDEANIC, S.; TORGAN, L. C.; CLEROT, L. C. P.; SANTOS, C. Holocene marine transgression in the coastal plain of Rio Grande do Sul, Brazil: palynomorph and diatom evidence. *Journal of Coastal Research*, 25 (1): 224-233, 2009.

MEIRELES, A. J. A.; ARRUDA, M. G. C.; GORAYEB, A.; THIERS, P. R. L. Integração dos indicadores geoambientais de flutuações do nível relativo do mar e de mudanças climáticas no litoral Cearense. *Mercator; Revista de Geografia da UFC*, 4 (8): 109-134, 2005.

MENDES, J. C. *Elementos de Estratigrafia*. São Paulo: Ed. da Universidade de São Paulo. 1984.

MORGAN, R. M.; BULL, P. A. The use of grain size distribution analysis of sediments and soils in forensic enquiry. *Sci. Justice*, 47: 125-135, 2007.

MUEHE, D.; NEVES, C. F. Impactos potenciais da mudanças climáticas na cidade do Rio de Janeiro e possíveis ações de mitigação. Texto encomendado pelo IPP (Instituto Pereira Passos) para subsidiar os debates do Seminário de Reação: *Rio Próximos 100 anos*, organizado pela Prefeitura Municipal do Rio de Janeiro, 2007.

MUEHE, D. Geomorfologia costeira: In: CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. (Org). *Geomorfologia: exercícios, técnicas e aplicações*. 2ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. Cap. 6. 2002.

MUEHE, D. Evidências de recuo dos cordões litorâneos em direção ao continente no litoral do Rio de Janeiro. In: Simpósio Sobre Restingas Brasileiras, Niterói, RJ, 1984.

MURRAY-WALLACE, C. V.; WOODROFFE, C. D. *Quaternary sea-level changes: a global perspective*. New York: Cambridge University Press. 484p. 2014.

MYCIELSKA-DOWGIALLO, E.; WORONKO, B. The degree of eolization of Quaternary deposits in Poland as a tool for stratigraphic interpretation. *Sediment. Geol.*, 168:149-163, 2004.



Revista do Programa de  
Pós-Graduação em Geografia e  
do Departamento de Geografia  
da UFES

Julho-Dezembro, 2021  
ISSN 2175-3709

NANSON, G. C.; CHEN, X.Y.; PRICE, D. M. Aeolian and fluvial evidence of changing climate and wind patterns during the past 100 ka in the western Simpson Desert, Australia. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 113: 87-102, 1995.

PEREIRA, S. D.; CHAVES, H. A. F.; SANTOS, S. B. Evidence of sea level change at Guaratiba Mangrove, Sepetiba Bay, Brazil. *Journal of Coastal Research*, SI 50: 1097-1100, 2007.

PONÇANO, W. L. Sobre a interpretação ambiental de parâmetros estatísticos granulométricos: exemplos de sedimentos quaternários da costa brasileira. *Revista Brasileira de Geociências*, 16 (2): 57-170, 1986.

POWER, M. C. A new roundness scale for sedimentary particles. *Journal of Sedimentary Research*, 23 (2): 117-119, 1953.

RAJGANAPATHI, V. C.; JITHESHKUMAR, N.; SUNDARARAJAN, M.; BHAT, K. H.; VELUSAMYS. Grain size analysis and characterization of sedimentary environment along Thiruchendur coast, India. *Arab. J. Geosci*, 6: 4717-4728, 2013.

RAZIK, S.; DEKKERS, M. J.; DOBENECK, T. V. How environmental magnetism can enhance the interpretational value of grain-size analysis: A time-slice study on sediment export to the NW African margin in Heinrich Stadial 1 and Mid Holocene. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 406: 33-48, 2014.

ROSSETTI, D. F.; POLIZEL, S. P.; COHEN, M. C. L.; PESSENDA, L. C. R. Late Pleistocene–Holocene evolution of the Doce river delta, southeastern Brazil: implications for the understanding of wave-influenced deltas. *Marine Geology*, 367: 171–190, 2015.

ROY, P. S.; COWELL, P. J.; FERLAND, M. A.; THOM, B. G. Wave dominated coasts. In: CARTER, R. W. G. & WOODROFFE, C. D. (Eds). *Coastal Evolution: Late Quaternary shoreline morphodynamics*. Cambridge University Press, 1995.

SAHU, B. K. Depositional mechanisms from the size analysis of clastic sediments. *Journal of Sedimentary Petrology*, 34 (1): 73-83, 1964.

SELLEY, R.C. *Applied Sedimentology*. 2 ed. Florida: Academic Press, 543 p.2000.

SUGUIO, K.; MARTIN, L. Significance of quaternary sea-level fluctuations for delta construction along the Brazilian Coast. *Geo-Marine Letters*, 1: 181-185, 1981.

THOMAS, P.J. Luminescence dating of beachrock in the Southeast coast of India- Potential for Holocene shoreline reconstruction. *Journal of Coastal Research*, Florida, 25 (1): 1-7, 2009.

UÉARA, R.S.; DULEBA, W.; PETRI, S.; MAHIQUES, M.M.; RODRIGUES, M. Micropaleontologia e sedimentologia aplicadas na análise paleoambiental: um estudo de caso em Cananéia, São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Paleontologia*, 10 (3):137-150, 2007.

VISHER, G. S. Grain size distributions and depositional processes. *Journal Sed. Petrology*, 39: 1074-1106, 1969.

VOS, K.; VANDENBERGHE, N.; ELSSEN, J. Surface textural analysis of quartz grains by scanning electron microscopy (SEM): from sample preparation to environmental interpretation. *Earth Sci. Rev.*, 128: 93-104, 2014.

WENTWORTH, C.K. A scale of grade and class terms for clastic sediments. *J. of Geology*, 30, 1922.

**GEOGRAFARCS** 

Revista do Programa de  
Pós-Graduação em Geografia e  
do Departamento de Geografia  
da UFES

Julho-Dezembro, 2021  
ISSN 2175-3709

**TABELA 2 – PARÂMETROS GRANULOMÉTRICOS ESTATÍSTICOS EM PHI DE ACORDO COM A CLASSIFICAÇÃO DE FOLK E WARD (1957) PARA OS DEPÓSITOS ARENOSOS E DE TERRA ÚMIDA RECONHECIDOS PARA A ÁREA DE ESTUDO**

Amostra	Mediana (Md)		Seleção ( $\sigma$ )		Assimetria (Sk)		Curtose (KG)		Grupo textural	Lama (%)	Mat.Org. (%)	CaCO <sub>3</sub> (%)
<b>Depósitos arenosos (Grupo 1)</b>												
1 (0,2)	1,135	areia média	0,451	bem selecionado	-0,079	simétrica	1,064	meso	areia	0,9	1,4	0,4
1 (0,3)	1,247	areia média	0,457	bem selecionado	0,004	simétrica	1,136	lepto	areia	0,7	0,6	0,2
3 (0,2)	1,091	areia média	0,578	moder. bem selec.	-0,023	simétrica	0,978	meso	areia lev.cascalhosa	0,8	0,2	0,9
3 (0,4)	0,728	areia grossa	0,623	moder. bem selec.	0,048	simétrica	0,95	meso	areia lev.cascalhosa	0,5	0,1	0,2
15 (0,2)	1,13	areia média	0,715	moder. selecionado	0,056	simétrica	1,121	lepto	areia lev.cascalhosa	1,8	0,1	0,5
15 (0,4)	1,159	areia média	0,655	moder. bem selec.	0,119	positiva	1,253	lepto	areia lev.cascalhosa	2,8	0,2	0,2
16 (0,2)	2,005	areia fina	0,699	moder. bem selec.	-0,137	negativa	1,031	meso	areia lev.cascalhosa	1,2	1,3	0,4
16 (0,4)	2,041	areia fina	0,853	moder. selecionado	-0,171	negativa	1,048	meso	areia	1	0,5	0,6
17 (0,4)	1,67	areia média	0,965	moder. selecionado	-0,147	negativa	0,973	meso	areia	7,4	10,6	0,3
17 (0,2)	2,03	areia fina	0,957	moder. selecionado	-0,115	negativa	0,858	plati	areia lev.cascalhosa	4	4	0,3
18 (0,2)	0,807	areia grossa	0,601	moder. bem selec.	0,174	positiva	1,169	lepto	areia	1	0,8	0,3
18 (0,4)	0,768	areia grossa	0,704	moder. selecionado	0,195	positiva	1,106	meso	areia lev.cascalhosa	0,3	0,3	0,2
20 (0,2)	1,348	areia média	0,706	moder. selecionado	0,125	positiva	0,961	meso	areia lev.cascalhosa	0,2	0,3	0
20 (0,4)	1,148	areia média	0,807	moder. selecionado	-0,081	simétrica	1,036	meso	areia lev.cascalhosa	0,3	0,2	0
<b>Depósitos arenosos (Grupo 2)</b>												
5 (0,2)	0,623	areia grossa	1,352	mal selecionado	0,423	m.positiva	0,921	meso	areia lev.cascalhosa	0,7	1	0,2
5 (0,3)	0,615	areia grossa	1,324	mal selecionado	0,515	m.positiva	0,927	meso	areia lev.cascalhosa	1,8	2,4	0,2
7 (0,2)	0,085	areia grossa	1,405	mal selecionado	0,27	positiva	0,837	plati	areia cascalhosa	38,6	2	3,9
7 (0,4)	0,441	areia grossa	1,412	mal selecionado	0,227	positiva	0,836	plati	areia cascalhosa	69	2,6	4
8 (0,2)	1,065	areia média	1,608	mal selecionado	-0,031	simétrica	0,923	meso	areia cascalhosa	17,1	1,9	1,9
8 (0,4)	1,282	areia média	1,629	mal selecionado	-0,057	simétrica	0,854	plati	areia cascalhosa	21,7	1,6	1,9
12 (0,2)	1,174	areia média	1,175	mal selecionado	0,164	positiva	0,973	meso	areia lev.cascalhosa	58,6	1,9	8,1
12 (0,4)	1,216	areia média	0,927	moder. selecionado	0,004	simétrica	1,011	meso	areia lev.cascalhosa	18	0,4	3,6
13 (0,15)	1,136	areia média	1,669	mal selecionado	-0,018	simétrica	0,848	plati	areia cascalhosa	0	60,7	3
13 (0,3)	0,416	areia grossa	1,852	mal selecionado	0,086	simétrica	0,857	plati	areia cascalhosa	93,7	46,4	0,4
19 (0,2)	1,461	areia média	1,109	mal selecionado	-0,062	simétrica	0,906	meso	areia lev.cascalhosa	1	0,7	7,4
19 (0,4)	1,136	areia média	1,38	mal selecionado	0,097	simétrica	0,772	plati	areia lev.cascalhosa	0,6	0,4	10,5
<b>Depósitos de terras úmidas</b>												
2 (0,2)	3,921	areia m.fina	2,562	m. mal selecionado	0,05	simétrica	0,617	m.plati	areia lamosa	32	5,8	0
2 (0,4)	5,627	silte grosso	2,584	m. mal selecionado	-0,255	negativa	0,762	plati	lama arenosa	7,7	0,7	0,9
6 (0,2)	3,832	areia m.fina	1,426	mal selecionado	0,294	positiva	1,12	lepto	areia lamosa	96,2	4,3	9,8
6 (0,4)	4,545	silte m. grosso	1,395	mal selecionado	0,035	simétrica	0,879	plati	lama arenosa	74,5	13,7	3,3
9 (0,2)	3,949	areia m.fina	1,458	mal selecionado	0,295	positiva	0,923	meso	areia lamosa	98,4	4,1	9,6
9 (0,4)	4,638	silte m.grosso	1,673	mal selecionado	0,166	positiva	0,979	meso	lama arenosa	21,7	15,3	2,8
11 (0,2)	3,964	areia m.fina	1,465	mal selecionado	0,261	positiva	0,924	meso	areia lamosa	5,9	0,4	0,3
11 (0,72)	4,659	silte m.grosso	1,765	mal selecionado	0,182	positiva	0,956	meso	lama arenosa	3,4	0,7	0,3
14 (0,2)	4,682	silte m.grosso	1,999	mal selecionado	0,025	simétrica	0,787	plati	lama arenosa	98,6	31,4	0,3
14 (0,4)	4,949	silte grosso	1,582	mal selecionado	0,159	positiva	0,781	plati	lama arenosa	99,1	24	0,2
21 (0,2)	5,51	silte grosso	1,606	mal selecionado	-0,104	negativa	0,753	plati	lama arenosa	98,1	58,9	4,9
21 (0,4)	4,772	silte m.grosso	1,754	mal selecionado	0,114	positiva	0,961	meso	lama arenosa	94,2	44,8	6,4
21 (0,55)	4,706	silte m.grosso	1,788	mal selecionado	0,114	positiva	0,946	meso	lama arenosa	99	33,4	4,4