



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
INSTITUTO DE GEOGRAFIA, DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE
CURSO DE GEOGRAFIA – BACHARELADO**



José Ferreira dos Santos Junior

**Estudo Sedimentológico dos Depósitos Eólicos Inativos do Campo de Dunas do Baixo
São Francisco em Alagoas**

Maceió – Alagoas
2021

JOSÉ FERREIRA DOS SANTOS JUNIOR

**Estudo Sedimentológico dos Depósitos Eólicos Inativos do Campo de Dunas do Baixo
São Francisco em Alagoas**

Trabalho de conclusão de Curso apresentado ao Colegiado do Curso de Bacharelado em Geografia do Instituto de Geografia, Desenvolvimento e Meio Ambiente, da Universidade Federal de Alagoas como requisito à obtenção do grau de Bacharel em Geografia.

Maceió – Alagoas
2021

Folha de Aprovação

JOSÉ FERREIRA DOS SANTOS JUNIOR

ESTUDO SEDIMENTOLÓGICO DOS DEPÓSITOS EÓLICOS INATIVOS DO CAMPO DE DUNAS DO BAIXO SÃO FRANCISCO EM ALAGOAS



Trabalho de conclusão de Curso apresentado ao Colegiado do Curso de Bacharelado em Geografia do Instituto de Geografia, Desenvolvimento e Meio Ambiente, da Universidade Federal de Alagoas como requisito à obtenção do grau de Bacharel em Geografia.

Maceió, 23 de setembro de 2021.

Documento assinado digitalmente
gov.br Bruno Ferreira
Data: 27/09/2021 20:52:53-0300
Verifique em <https://verificador.itl.br>

Prof. Dr. Bruno Ferreira (orientador)

Documento assinado digitalmente
gov.br KLEYTHON DE ARAUJO MONTEIRO
Data: 28/09/2021 01:09:22-0300
Verifique em <https://verificador.itl.br>

Prof. Dr. Kleython de Araújo Monteiro

Carlos Fabricio Amunção da Silva

CAMPUS A. C. SIMÕES
Av. Lourival de Melo Mota s/n, BR-104 Norte, km 14,
CEP 57072-970, Cidade Universitária – Maceió, Alagoas – Bloco 06 – Pavimento Térreo
– Sala da Coordenação do Curso de Geografia Bacharelado –
Telefones: 0XX82-3214-1440/1441/1442/1443/1444/1445
<www.igdema.ufal.br> <direcao@igdema.ufal.br> <coordenacao.geol@igdema.ufal.br>

AGRADECIMENTOS

Considero essa parte uma das mais difíceis do trabalho, pois a lista de pessoas e instituições públicas que fizeram parte dessa minha jornada de construção acadêmica é enorme, contribuindo também para a execução deste trabalho.

“Quem acredita sempre alcança.”

(Renato Russo)

Gostaria de começar meus agradecimentos agradecendo ao Professor e orientador **Bruno Ferreira**, que lá no começo do curso me adotou para compor o seu grupo de pesquisa do LABGEO – Laboratório de Geologia, onde este ingresso deu novos caminhos para minha vida acadêmica dentro da universidade através de sua dedicação e condução dos trabalhos, seja dentro do laboratório ou nos trabalhos de campo, o meu muito obrigado.

À **minha família**, em especial a minha mãe que me deu todo suporte e apoio para que eu pudesse concluir mais uma etapa da minha vida. **Mãe**, através do seu esforço, onde nunca impões condições ou obstáculos, mais um sonho foi possível realizá-lo, tendo a senhora como rocha fundamental nesse processo.

Minha enorme admiração e gratidão ao **corpo docente e técnicos** do instituto, em que mantive boas relações com os mesmos, vocês são importantíssimos para a realização de sonhos de pessoas que buscam novos caminhos em suas vidas. O meu muito obrigado por terem passado seu conhecimento, o meu muito obrigado.

Aos **amigos** que fiz durante toda a minha trajetória na graduação, vocês também foram fundamentais para a minha formação. Espero levar muito de vocês para o resto da minha vida. Foram tantos que não consigo listar todos. Deixo o meu muito obrigado.

Aos meus **amigos e colegas** que fazem parte ou fizeram parte do Laboratório de Geologia - LABGEO, Thiago Cavalcante Lins Silva, Matheus de Araujo Soares, Anderson Lucas Leopoldino da Silva, João Paulo, Tereza Layla Lopes Ferreira de Mendonça. Como também os colegas do núcleo de estudo em que também faço parte (NEQUAT) na pessoa do professor e amigo Kleython de Araujo Monteiro.

Agradeço a todos que direta ou indiretamente fizeram parte dessa jornada o meu **muito obrigado**.

DEDICATÓRIA

“Palavras puxa palavra, uma ideia traz outra, e assim se faz um livro, um governo, ou uma revolução, alguns dizem que é assim que a natureza compôs as suas espécies.”

Machado de Assis

Dedico esse estudo a três mães que tenho em minha vida, seus esforços foram de fundamental importância para ser quem eu sou. Luzinete Souza Correia (minha vó), Eliete Souza Correia (minha mãe) e Elinete Souza Correia (minha tia).

SANTOS JUNIOR, José Ferreira dos. **Estudo Sedimentológico dos Depósitos Eólicos Inativos do Campo de Dunas do Baixo São Francisco em Alagoas**. 36 folhas. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geografia) – Universidade Federal de Alagoas, Maceió, AL, 2021.

RESUMO: A zona costeira apresenta uma dinâmica diferenciada das demais paisagens, onde os fatores condicionantes intensificam as mudanças nelas identificadas. Essas mudanças são identificadas através das interações entre a geologia e geomorfologia. É nessa região que encontramos diversos modelados, dentre eles as dunas, que são produzidas através da ação dos ventos atrelado a disponibilidade de sedimentos. A área de estudo possui uma grande importância social e econômica para a região, sendo atualmente uma Área de Proteção Ambiental. O presente estudo visa através de metodologias ligadas a sedimentologia compreender o campo de dunas inativas de Piaçabuçu e a dinâmica costeira através das variações texturais dos grânulos e sua distribuição na paisagem. A metodologia proposta se baseou nas etapas de revisão bibliográfica, levantamento de dados cartográficos, trabalhos de campo e procedimento em laboratório. Como resultados, identificou-se que o Campo de Dunas apresenta diferentes graus de conservação de suas morfologias, compreendendo padrões de montes residuais, sem morfologia eólica definida, lençóis de areia e dunas parabólicas com morfologias dissecadas e parcialmente conservadas. Outros parâmetros observados foram a velocidade e direção dos ventos, atuais e pretéritos, dados importantes na tentativa de compreensão da dinâmica eólica. Nesse sentido observou-se que padrão morfológico pretérito das dunas inativas se concentra na direção sudeste-noroeste, diferente das atuais, evidenciando uma provável mudança de direção e intensidade dos ventos. Os ventos alísios atuais alcançam a região e a orientação do *trend* regional de ventos, onde as dunas Barcanoides ativas, apresentam seu eixo axial na direção atual do regime de vento, nordeste-sudoeste. Ao se elaborar os perfis estratigráficos, em áreas amostrais, identificou-se a presença de níveis de matéria orgânica, raízes e folhas, com estratificação maciça e alternâncias de cruzada, evidenciando momentos distintos na migração com grãos bem selecionados, como também mudanças no padrão da energia cinética. Na sedimentologia, foram analisadas 6 amostras, onde em 16,66% foram classificadas como areia muito fina e 83,33% como silte grosso. No grau de seleção, as seis amostras apresentaram grãos muito bem selecionados. No parâmetro assimetria, apenas uma amostra foi divergente das demais, onde em 5 tiveram assimetria positiva, e uma aproximadamente simétrica. No parâmetro de curtose, que considera o achatamento de uma curva em relação à curva da distribuição normal, 4 amostras foram classificadas como platicúrtica, 1 como mesocúrtica e 1 como muito platicúrtica. Na morfoscopia, foi analisado o índice de rolamento, onde todas as amostras obtiveram o mesmo resultado, classificadas como Sub-angular. Já na esfericidade, que se refere ao grau de arredondamento de uma partícula, em todas as partículas encontrou-se grãos com formato esferoidal. Os resultados sugerem que houve mudança nos regimes de intensidade e direção dos ventos ao longo do Quaternário Tardio, evidenciados pelas diferenças nos eixos axiais ao se comparar as dunas ativas e inativas. As análises sedimentológicas mostram que mesmo tendo origem flúvio-marinha, os sedimentos foram bem trabalhados pela ação eólica na área, mascarando as características de transporte hidráulico. Corroborando para o entendimento da efetividade da ação eólica na área e a interpretação de que os sedimentos foram expostos a alternados ciclos de transporte e deposição antes da fixação.

Palavras-chave: Geomorfologia, Unidade de Conservação, Zona Costeira

SANTOS JUNIOR, José Ferreira dos. **Sedimentological study of the inactive wind deposits of the lower San Francisco dunes field in Alagoas.** 36 sheets. Course Completion Paper (Bachelor's Degree in Geography) – Federal University of Alagoas, Maceió, AL, 2021.

ABSTRACT: The coastal zone presents dynamics that are different from other landscapes, where conditioning factors intensify the changes identified in them. These changes are identified through the interactions between geology and geomorphology. It is in this region that we find several models, including the dunes, which are produced through the action of winds linked to the availability of sediments. The study area has a great social and economic importance for the region, and is currently an Environmental Protection Area. The present study aims, through methodologies linked to sedimentology, to understand the inactive dune field of Piaçabuçu and the coastal dynamics through the textural variations of the granules and their distribution in the landscape. The proposed methodology was based on the steps of literature review, cartographic data survey, field work and laboratory procedure. As a result, it was identified that the Dunes Field presents different degrees of conservation of its morphologies, comprising patterns of residual mounds, without defined eolian morphology, sand sheets and parabolic dunes with dissected and partially conserved morphologies. Other parameters observed were wind speed and direction, current and past, important data in an attempt to understand wind dynamics. In this sense, it was observed that the past morphological pattern of the inactive dunes is concentrated in the southeast-northwest direction, different from the current ones, showing a probable change in the direction and intensity of the winds. The current trade winds reach the region and the orientation of the regional wind trend, where the active Barcanoides dunes present their axial axis in the current direction of the wind regime, northeast-southwest. When preparing the stratigraphic profiles, in sample areas, the presence of levels of organic matter, roots and leaves was identified, with massive stratification and crossover alternations, evidencing distinct moments in the migration with well-selected grains, as well as changes in the pattern of kinetic energy. In sedimentology, 6 samples were analyzed, where 16.66% were classified as very fine sand and 83.33% as coarse silt. In the selection degree, the six samples presented very well selected grains. In the asymmetry parameter, only one sample was different from the others, where 5 had positive asymmetry, and one approximately symmetrical. In the kurtosis parameter, which considers the flattening of a curve in relation to the curve of the normal distribution, 4 samples were classified as platykurtic, 1 as mesokurtic and 1 as very platykurtic. In morphoscopy, the rolling index was analyzed, where all samples obtained the same result, classified as Sub-angular. In sphericity, which refers to the degree of roundness of a particle, in all particles there were grains with a spheroidal shape. The results suggest that there was a change in the wind intensity and direction regimes along the Late Quaternary, evidenced by the differences in the axial axes when comparing active and inactive dunes. The sedimentological analyzes show that even having a fluvio-marine origin, the sediments were well worked by the wind action in the area, masking the characteristics of hydraulic transport. Corroborating the understanding of the effectiveness of the wind action in the area and the interpretation that the sediments were exposed to alternating cycles of transport and deposition before fixation.

Keywords: Geomorphology, Conservation Unit, Coastal Zone

LISTA DAS FIGURAS

Figura 1 - Fluxograma dos procedimentos metodologias seguidas.....	16
Figura 2 - Vista da frente de migração de uma duna inativa na área de estudo.	18
Figura 3 – Procedimento de secagem das amostras em estufa à 60° C.....	19
Figura 4 - (A) Classes de rolamento a- muito angular; b – angular; c - sub- angular; d - sub-rolado; e – rolado; f - bem rolado. (B) Classificação - da esfericidade das partículas de acordo com o método de Zingg (1935).	20
Figura 5 - Dunas inativas parcialmente conservada na parte norte (A) e sul (B) da área de estudo.....	22
Figura 6 - Direção do eixo axial e padrão morfológico das dunas parabólicas em relação ao padrão de direção atual dos ventos.	24
Figura 7 - Trincheira aberta para coleta de amostras no setor central (A) e Sul (B) da área de estudo.....	25
Figura 8 - Perfil estratigráfico da amostra de nomenclatura C2DI020 das dunas inativas. 26	
Figura 9 - Perfil estratigráfico da amostra de nomenclatura C2DI019 das dunas inativas. 27	
Figura 10 - Fotografia das amostras analisadas para a classificação da morfoscopia. (1) CD02DI016; (2) CD02DI018; (3)CD02DI02; (4) CD02DI019 – 1m; (5) CD02DI019 – 60cm; (6) CD02DI017.....	30

LISTA DE MAPAS

Mapa 1 - Mapa de localização da área de estudo e pontos de coleta das amostras sedimentológicas.	15
--	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Classificação das amostras quanto ao seu grau de esfericidade, rolamento, selecionamento, assimetria e curtose.....	28
---	----

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Classificação das amostras, quando dos resultados plotados no diagrama de Shepard.	29
--	----

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 OBJETIVOS	14
2.1 <i>Objetivo geral</i>	14
2.2 <i>Objetivos específicos</i>	14
3 METODOLOGIA.....	15
3.1 <i>Caracterização da área de estudo</i>	15
3.2 <i>Procedimentos Metodológicos</i>	16
3.3 <i>Fundamentação teórica</i>	17
3.4 <i>Análise Laboratoriais e Procedimento de Campo</i>	18
3.5 <i>Análises Sedimentológica</i>	19
3.5.1 <i>Granulometria</i>	19
3.5.2 <i>Morfoscopia</i>	20
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
4.1 <i>Os Depósitos Eólicos inativos de Piaçabuçu</i>	22
4.2 <i>Ventos e Morfologias dunares</i>	23
4.3 <i>Estratigrafia</i>	24
4.4 <i>Granulometria e Morfoscopia</i>	27
5 CONCLUSÕES.....	32
6 REFERÊNCIAS	34

1 INTRODUÇÃO

As paisagens terrestres apresentam uma heterogeneidade de processos e agentes físico-químicos-biológicos, fazendo com que haja modificações espaço-tempora dos modelados. As Geociências sendo uma subárea das Ciências Exatas e da Terra possui uma preocupação em compreender essas dinâmicas das paisagens, onde a geomorfologia como sub-ramo da mesma, visa identificar e apresentar os resultados desses agentes e processos atuantes, evidenciando os estudos da morfogênese presente em um passado geológico recente (FERREIRA, 2010).

A compreensão dos principais eventos físicos que ocorreram e ocorrem na superfície terrestre fazem com que os estudos ligados a essas dinâmicas superficiais expliquem as origens de determinadas paisagens, propondo modelos evolutivos, onde esse conjunto de fatores atrelados a dinâmica costeira, intensificam ainda mais seus resultados nas zonas costeiras (MEIRELES *et al.*, 2005). Tais evidências e processos podem ser vistas e compreendidas através de suas características ligadas as interações geológicas, geomorfológicas, meteorológicas, biológicas, químicas e físicas, que formam paisagens das mais variadas, apresentando mudanças sazonais em diferentes escalas (TERRES, 2018).

Quando falamos de modificações significativas nas paisagens na superfície terrestre, pode-se logo observar aqueles ligados ao Quaternário Tardio e suas mudanças climáticas, o que levou a variação do nível relativo dos mares, modificando as taxas de intemperismo, pedogênese e a denundação dos modelados, tendo como resultado, modificações significativas na paisagem. Muehe (2013) afirma que a compressão da evolução do relevo costeiro pode trazer respostas através de indicadores físicos que podem ter uma interferência direta, avaliadas no espaço de tempo curto ou no que ele chama de “conjunto de ciclos” evolutivos, a exemplo dos modelados eólicos, campos de dunas, que pontilham parte da Costa Brasileira, em porções e tamanhos variados.

Compreender essas interações dentro do período Quaternário (Período evolução recente do planeta Terra) dividido em duas épocas (Pleistoceno e Holoceno) através das variações climáticas, identificando e descrevendo as sequencias de eventos encontrados em registros morfoestratigráficos é um dos objetivos da geomorfologia. Essas variações intensificaram as taxas de intemperismo e pedogênese, desencadeando efeitos em seres bióticos (com migrações e adaptações) e abióticos, tendo como resultado as modificações na paisagem (MOURA, 1995).

Nas zonas costeiras, os processos naturais se tornam mais dinâmicos, frente a diversidade de elementos interagindo e efemeridade das morfologias (CARNEIRO, 2018). Estes ambientes, através da interação dos seus agentes naturais através dos *inputs* de energia, resultam na modelagem e remodelagem das feições existentes nessas regiões. As alternâncias no balanço sedimentar, alterações climáticas e as variações do nível do mar são resultantes da dinâmica recorrente destes ambientes (CARNEIRO, 2018). A zona costeira possui feições bastante específicas, tendo ligação direta com os resultados aqui já citados (sedimentos, clima e oceano) que são as dunas, também podendo ser encontradas em regiões mais continentais.

Na zona costeira brasileira:

“Os principais trechos de costa com ocorrência de campos de dunas livres no Brasil são o norte-nordeste, entre o litoral centro-leste do Maranhão (região dos Lençóis maranhenses) e o sul do Rio Grande do Norte, o de Sergipe-Alagoas nas vizinhanças da desembocadura do rio São Francisco, o do Rio de Janeiro na região de Cabo Frio e a costa meridional, entre a ilha de Santa Catarina e o extremo sudeste do Estado do Rio Grande do Sul. nas demais áreas costeiras do país, o tipo de depósito eólico ativo predominante é o com vegetação, principalmente dunas frontais e lobos de ruptura de deflação (*blowouts*). É importante ressaltar que a ocorrência de formas eólicas ativas com cobertura vegetal não exclui a possibilidade de dunas livres, e vice-versa. Nos setores costeiros com campos de dunas transgressivos, as feições eólicas com vegetação comumente encontram-se presentes.” (GIANNINI, 2007, p.24).

Em sua maioria, as principais dunas encontradas no Brasil localizam-se no litoral, onde essas podem ser transgressivas ativas ou estabilizadas Giannini et al (2005). Barbosa (1997) observou o rumo dessas dunas. Já a velocidade de migração foi observada por Maia (1998), Jimenez et al (1999) e Carvalho (2003). Outras regiões também foram estudadas através de fotografias aéreas, como nos casos do Ceará por Barbosa (1997) Rio de Janeiro por Giannini (1993), Santa Catarina e Rio Grande do Sul com Tomazelli (1990, 1993) e em Sergipe/Alagoas por Barbosa (1997).

Em ambientes costeiros:

“A ação das ondas e das correntes litorâneas comanda os processos de erosão e deposição ao longo das costas: dependendo de sua intensidade, da taxa de suprimento de areia e da declividade da zona costeira, leva à acumulação de grandes corpos clásticos arenosos, desenvolvidos abaixo e acima do nível da água que, de modo geral, são denominados areias litorâneas.” (VILLWOCK, 2005.p.97).

Na formação das dunas:

As areias que constituem os corpos arenosos litorâneos são constantemente remobilizadas pelos ventos que sopram nas regiões costeiras. Nas costas onde os

ventos dominantes sopram do mar, grandes volumes de areia são levados da praia e acumulados em campos de dunas terra adentro. A morfologia das dunas costeiras é muito variada em função de um conjunto de fatores, tais como o regime dos ventos, a topografia da região, o tipo e a densidade de vegetação, a disponibilidade de areia, as oscilações do nível do mar e a evolução geológica da área. .”(VILLWOCK, 2005.p.98)

Tais dinâmicas através de seus processos intensificam e apresentam mudanças em um curto espaço de tempo, com constantes transformações na paisagem (VILLWOCK et al, 2005). Entre a escala de tempo e os processos atuantes, podemos ter modificações instantâneas, eventos sazonais, em macro-escala e geológica (COWELL E THON, 1994).

No Estado de Alagoas, as dunas presentes em sua maioria ao longo da costa são as do tipo frontais ou incipientes, destacando-se as encontradas no litoral sul, o Campo de Dunas de Piaçabuçu, na foz do rio São Francisco, local do presente estudo. Onde ao se realizar uma retrospectiva bibliográfica, observa-se que Barbosa (1997) individualizou o campo de dunas de Piaçabuçu, no extremo sul de Alagoas localizado na foz do rio São Francisco em três domínios, LA - Lençol de areia, DII - Dunas Isoladas Interdunas e DC - Dunas Compostas e de DP - Dunas Compostas de Precipitação com direção preferencial de W. Mais recentemente, Barbosa e Dominguez (2004) observaram novas características relacionadas ao campo de dunas de Piaçabuçu. Diniz (2019) propôs uma classificação para as unidades de paisagem presentes na área de estudo. Esses estudos foram base para começar a entender as características físicas e hipóteses iniciais da presente pesquisa.

O Campo de Dunas apresenta dois conjuntos morfológicos, as dunas ativas, holocênicas, sendo estas a que apresentam as modificações vistas de forma instantânea e as inativas Pleistocênicas. Em ambas os conjuntos dunares podem ser encontrados registros morfoestratigráficos eólicos que ajudam na busca por entender os processos morfodinâmicos e as condições climáticas durante o período de sua formação e dissecação ao longo do tempo.

No caso das dunas inativas, esses processos podem ser observados de forma mais expressiva, já que a estabilização conserva as morfologias e estruturas ao longo do tempo. Também vale ressaltar que essas dunas passam também por processos de denudação, por isso estão parcialmente conservadas, sendo necessário conhecimento mais detalhado para a sua identificação em imagens orbitais e trabalhos de campo. Uma das formas de entender a gênese e conservação dessas formas eólicas passa pelo estudo sedimentológico de suas partículas constituintes, composição, distribuição granulométrica e distribuição estrutural.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Realizar um estudo sedimentológico dos depósitos eólicos inativos, presentes no campo de dunas costeiras do Baixo São Francisco no Estado de Alagoas.

2.2 Objetivos específicos

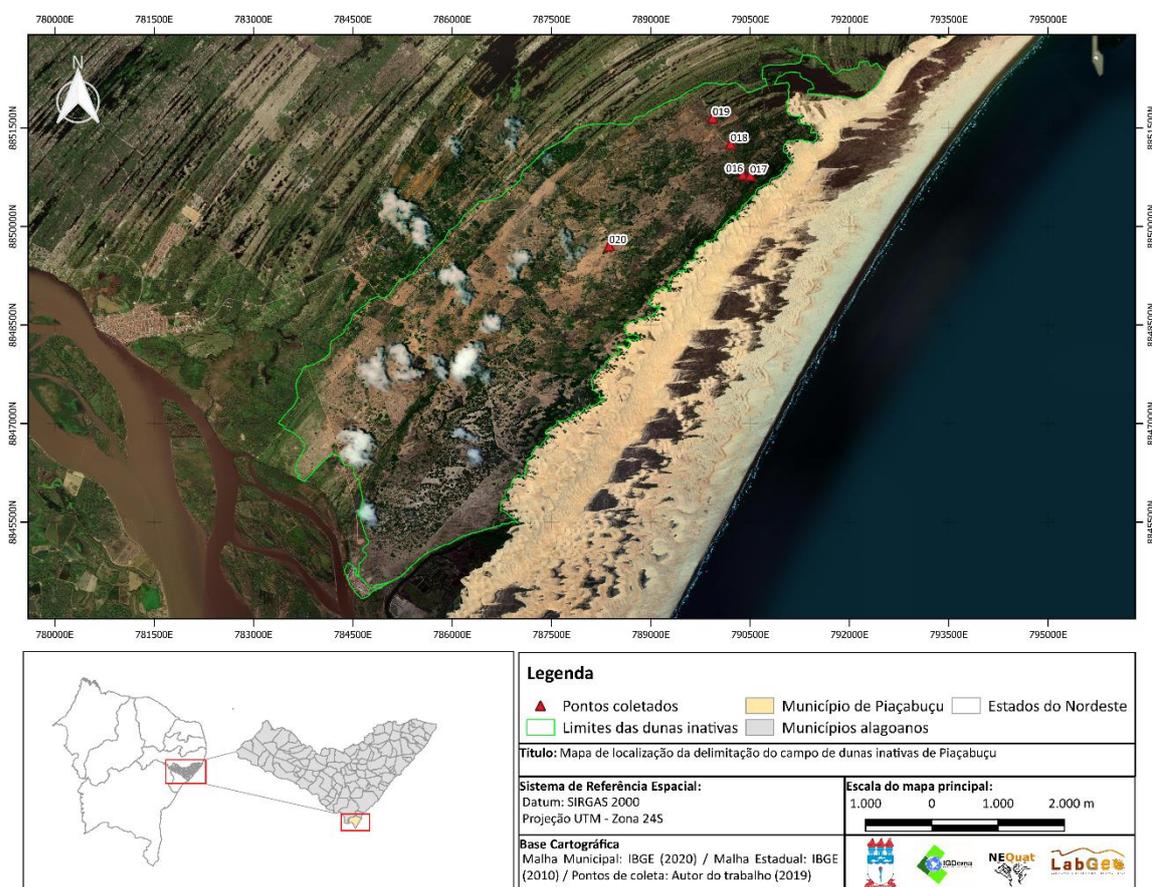
- Caracterizar os depósitos eólicos inativos na área de estudo;
- Construir perfis estratigráficos, integrando as análises das estruturas com a composição granulométrica das áreas amostrais.
- Analisar os ventos na região, seus padrões atuais, comparando com as morfologias das dunas ativas e inativas presentes na área de estudo;
- Analisar a sedimentologia dos depósitos eólicos através da granulometria e morfoscopia.

3 METODOLOGIA

3.1 Caracterização da área de estudo

O campo de dunas estudado está distribuído as margens da foz do rio São Francisco (Mapa 1), sendo localizado no município de Piaçabuçu, porção sul do Estado de Alagoas. Esses modelados eólicos estão inseridos na unidade morfoestrutural da sub-bacia sedimentar de Alagoas, composta por materiais provenientes do transporte fluvial das cabeceiras de drenagem que desaguam no São Francisco, sendo estas, áreas fontes dos depósitos eólicos encontrados, além do retrabalhamento marinho.

Mapa 1 - Mapa de localização da área de estudo e pontos de coleta das amostras sedimentológicas.



Fonte: Elaborado pelo autor, utilizando dados do IBGE (2020).

O campo de dunas está distribuído com seu eixo maior paralelamente a linha de costa, limitado ao sul com a foz do rio São Francisco. Esses modelados eólicos estão localizados na unidade morfoestrutural da sub-bacia sedimentar de Alagoas, em uma ampla planície

litorânea quaternária, composta por materiais provenientes do transporte fluvial das bacias hidrográficas que desaguam no São Francisco, sendo estas, áreas fontes dos depósitos encontrados, além do retrabalhamento marinho.

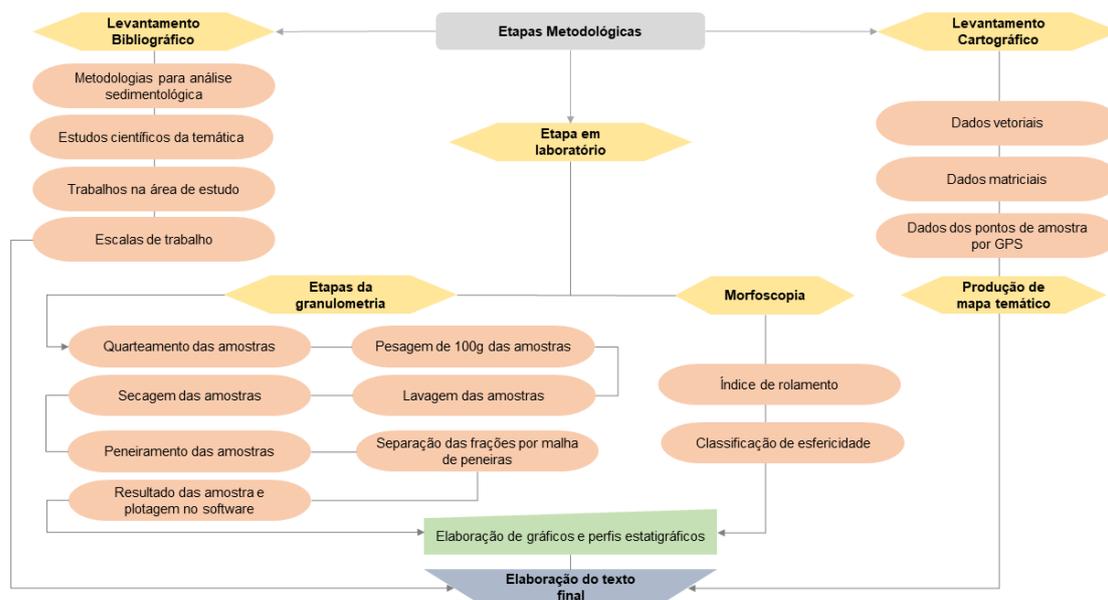
3.2 Procedimentos Metodológicos

A metodologia proposta (Figura 1) se baseou em três etapas, levantamento bibliográfico realizado através de trabalhos com a temática da presentes pesquisa em sítios eletrônicos e seus periódicos sendo está a base para a construção e escolha do embasamento metodológico.

A segunda etapa foi o levantamento cartográfico para a elaboração de mapas bases para os trabalhos de campo para dividir a área de estudo em dunas ativas e inativas, sendo marcados pontos de possíveis dunas inativas, sendo calibrado em campo tais hipóteses para as coletas das amostras.

Na última etapa foi executada os procedimentos laboratoriais de granulometria e morfoscopia, executada no Laboratório de Geologia – LABGEO do Instituto de Geografia Desenvolvimento e Meio Ambiente – IGDEMA da Universidade Federal de Alagoas – UFAL.

Figura 1 - Fluxograma dos procedimentos metodologias seguidas



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

3.3 Fundamentação teórica

As mudanças no nível do mar (eustasia) no Quaternário e seus registros podem ser encontrados nas áreas mais continentais, como também nas regiões costeiras localizados nas planícies, além de identificados em perfis estratigráficos, assim, podem ser analisados e interpretados para que possa ser feita uma reconstituição de uma determinada área. Os indicadores desses antigos níveis podem ser de origem geológica e seus depósitos marinhos sedimentares, biológicos através de restos biogênicos ou fossilizados e pré-históricos como os encontrados em sítios arqueológicos ao longo do Litoral Brasileiro (SUGUIO, 2010).

O litoral brasileiro, como um todo, possui ocorrências de formações eólicas em sua extensão, mas, é no Nordeste e Norte brasileiro que são encontrados os principais modelados eólicos de grande proporção, havendo também a presença destes no litoral sul do País, sendo descritos por Muehe (1998) e Gianini et al (2005), classificando as diferentes formas eólicas identificadas por acumulações que podem ser de poucos centímetros e suas ondulações (ripples) como no caso das Nebkhas, ou na ordem de metros no caso nas megaparabólicas.

Os depósitos eólicos do Baixo São Francisco no município de Piaçabuçu, área de estudo, apresentam características processuais comuns a ambientes de morfodinâmica eólica intensa em sua formação. Bittencourt (1983) descreveu, em esquemas, seis estágios evolutivos da costa de Sergipe e Sul de Alagoas na foz do rio São Francisco. 1 - Máximo da transgressão mais antiga, 2 – criação de leques aluviais pleistocênicos (1ª geração de dunas), 3 – máximo da penúltima transgressão, 4 – planície costeira pleistocênica (2ª geração de dunas), 5 – máximo da última transgressão e 6 – planície costeira holocênica presente atualmente (3ª geração de dunas).

Todas essas oscilações citadas, desenvolveram condições posteriores formando diversos pavimentos. Neste contexto, se insere os modelados costeiros do campo de dunas de Piaçabuçu e seus agentes transformadores da paisagem, sendo estes climáticos, marinhos e terrestres. As morfologias presentes são complexas e distintas, e se formam em áreas específicas, possuindo alto aporte sedimentar, clima vinculado a energia cinética e precipitação escassa em alguns meses, ocasionando morfologias distintas. Estas são formadas através de acumulações sedimentares ligadas ao transporte pelo vento, onde seu empilhamento faz com que formem diferentes feições eólicas (FERNANDEZ et al, 2017). Barbosa (1997), descreve que o grande aporte sedimentar do Rio São Francisco e as correntes da deriva litorânea, tornaram as condições favoráveis para a formação de dunas nesta localidade.

O vento e a água, como agentes de processos físicos, são os principais responsáveis pela erosão, transporte e deposição de sedimentos sobre a superfície terrestre (FERNANDEZ et al, 2017). O transporte de sedimentos nestes ambientes se dá por suspensão, rastejamento e saltação. Onde o material pode ser transportado por quilômetros e quilômetros, resultando na estruturação de morfologias e conjuntos eólicos, onde as mais comuns são as dunas.

Os modelados sedimentares eólicos do campo de Dunas e Piaçabuçu, guardam em seus pavimentos registros de passados geológicos, onde sua interpretação buscam apresentar as condições existentes neste complexo dunar ao longo do tempo, como as condições climáticas pretéritas e as oscilações do nível relativo dos mares. Tais registros constituem a busca do presente estudo, ao se buscar entender o processo de acumulação, fixação e dissecação dos modelados eólicos estudados.

3.4 Análise Laboratoriais e Procedimento de Campo

Como procedimentos operacionais, foram realizadas análises e dois trabalhos de campo (Figura 2) com coleta de amostras de dunas inativas, em áreas amostrais, para análises sedimentológicas e descrição de perfis estratigráficos, buscando compreender os ambientes de formação das dunas. Para isso foram abertas trincheiras com profundidade variando entre 0,40 a 1,20m. Adotou-se no procedimento de elaboração de perfis, caminhamentos e escavações paralelos ao eixo axial dos edifícios dunares nos pontos de coleta, buscando entender e recriar os paleopavimentos neste ambiente eólico.

Figura 2 - Vista da frente de migração de uma duna inativa na área de estudo.



Fonte: Matheus de Araujo Soares (2019).

As amostras foram coletadas, embaladas e etiquetadas, sendo utilizadas notações científicas de acordo com o local de obtenção do material abiótico, espacializando com obtenção de pontos por GPS, levando em consideração a tipologia de duna, para posteriormente embasar os resultados de acordo com a amostra apresentada.

As duas últimas etapas foram o registro fotográfico do campo de dunas inativas em contexto mais amplo como também dos perfis estratigráficos, ajudando a interpretação em gabinete dos padrões morfoestratigráficos. Os trabalhos de campo também foram utilizados para a correção das informações de produtos cartográficos dos ambientes de dunas e não dunas, elaborados através de imagens de satélite. Tais informações precisaram ser calibradas uma vez que as imagens deixavam dúvida sobre a natureza eólica dos depósitos sedimentares em algumas áreas.

3.5 Análises Sedimentológica

3.5.1 Granulometria

Essa etapa foi executada no Laboratório de Geologia – LABGEO, do Instituto de Geografia, Desenvolvimento e Meio Ambiente – IGDEMA, da Universidade Federal de Alagoas. Assim, 6 (seis) amostras foram quarteadas e levadas para secar à 60° C° por 72 horas (Figura 3) em estufa a 60 graus Celsius. Após essa etapa, foram pesados 100g de cada amostra, posteriormente peneiradas, sob água corrente, com malha de abertura de 0,062mm, para a retirada de material fino, síltes e argilas. Essas amostras foram posteriormente levadas novamente a estufa e depois pesadas novamente, descartando os valores das frações citadas.

Figura 3 – Procedimento de secagem das amostras em estufa à 60° C.



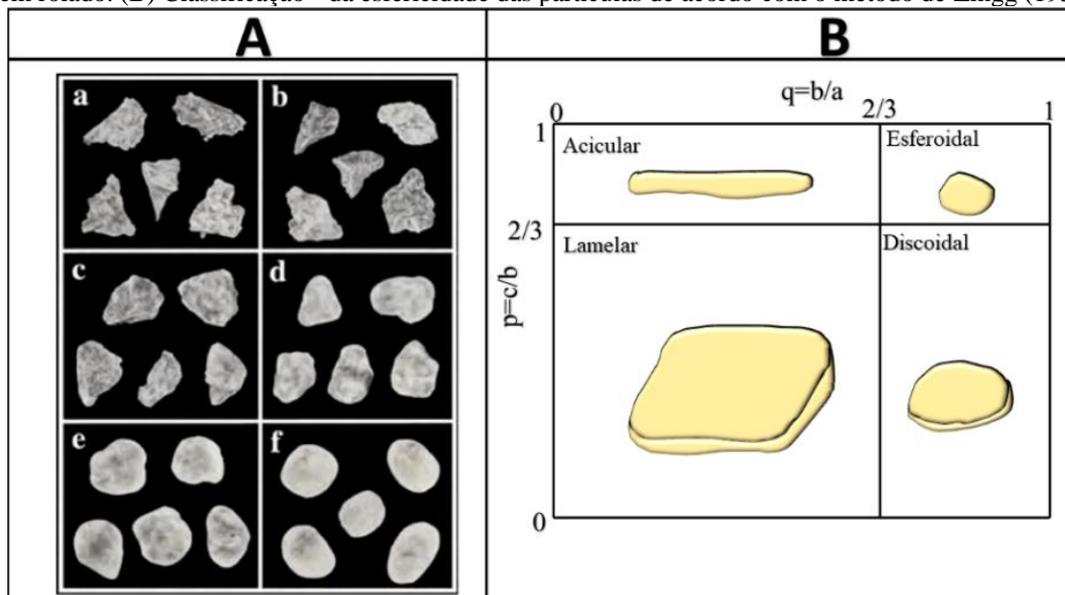
Fonte: Acervo do autor (2021).

Como segunda etapa, as amostras foram peneiradas em agitador magnético em uma sequência de peneiras com malhas de aberturas 0,063, 0,125, 0,250, 0,500, e 1,00mm. As frações granulométricas derivadas do peneiramento foram pesadas e os valores foram plotados no software *Sysgran 3.0* (CAMARGO, 2006), para análise estatística, obtendo-se os parâmetros de Diâmetro Médio, Assimetria, Curtose, Seleção e Desvio Padrão, baseados no modelo de Folk & Ward (1957).

3.5.2 Morfoscopia

Já na morfoscopia, foram separados grãos das amostras da peneira com malha de 0,125mm, onde foram observados os parâmetros de esfericidade (Figura 4) (acicular, esferoidal, lamelar e discoidal), tendo como referência Zingg (1935). Já a classificação de rolamento (muito angular, angular, sub-angular, sub-rolado, rolado e bem rolado) classificado por Powers (1953) e Shepard (1973).

Figura 4 - (A) Classes de rolamento a- muito angular; b – angular; c - sub- angular; d - sub-rolado; e – rolado; f - bem rolado. (B) Classificação - da esfericidade das partículas de acordo com o método de Zingg (1935).



Fonte: (A) Adaptado de Powers (1953) e Shepard (1973). (B) Adaptado de Zingg (1935).

As amostras foram submetidas a análises morfoscópicas, utilizando microscópio com aumento de 40 vezes. Utilizou-se as frações de 0,125 mm, materiais facilmente transportados através de processos de suspensão e saltação, típicos de ambientes eólicos. Em decorrência do tamanho muito reduzido dos grânulos, dificultando a separação para a etapa de validação estatística, optou-se por uma análise qualitativa, onde foi utilizada uma pequena fração

amostral em placa de petri, onde foram aferidos os parâmetros de esfericidade e grau de arredondamento (ZINGG, 1935).

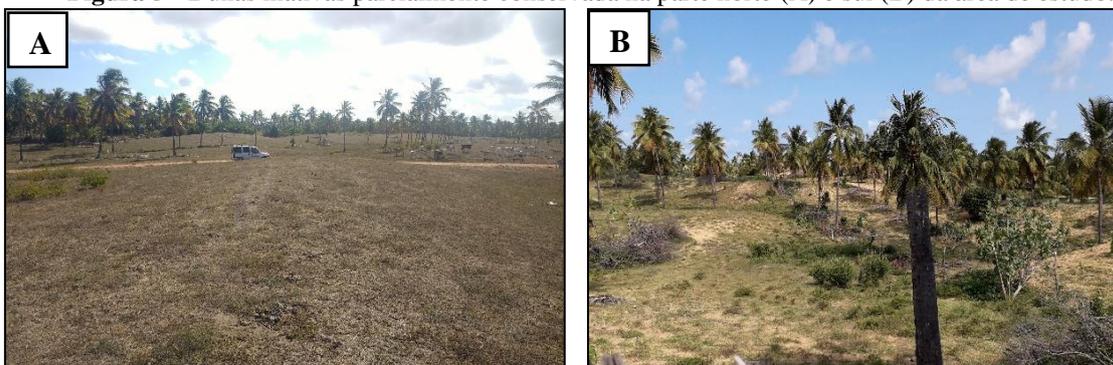
De acordo com Guerra (2008), a esfericidade refere-se ao grau de arredondamento de uma partícula, onde este resultado visa classificar qual tendência tal partícula tem para se tornar esférica. As diferentes classes podem ser vistas em microscópio a partir da morfoscopia dos grânulos, como executado em etapa metodológica. Deve-se deixar claro que tal análise foi realizada de forma qualitativa, tendo como referência a metodologia aqui proposta para a classificação.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Os Depósitos Eólicos inativos de Piaçabuçu

As dunas inativas (Figura 5), estão distribuídas na porção interior do Campo de Dunas, atualmente fixadas, recobertas por vegetação e com suas morfologias parcialmente dissipada e/ou arrasadas em algumas porções. A área de estudo possui cerca de 21,73 Km², o que corresponde acerca de 36,74% do campo de dunas como um todo (ativas e inativas).

Figura 5 - Dunas inativas parcialmente conservada na parte norte (A) e sul (B) da área de estudo.



Fonte: Acervo do autor (2019)

O uso e ocupação das terras se dar por plantações de coqueiros, criação de caprinos e outras pequenas culturas de subsistência. A área faz parte de uma Unidade de Conservação que abrange as dunas inativas e ativas no município de Piaçabuçu, a Área de Proteção Ambiental (APA) de Piaçabuçu. Essa área também possui um grande potencial paisagístico, fazendo com que haja um contingente expressivo de turistas vindos de municípios próximos, até mesmo da capital do Estado, Maceió, como também vindos de outros Estados, buscando belezas naturais e atividades de lazer na Foz do São Francisco.

O controle de acesso a Unidade de Conservação Federal pelos gestores, busca justamente conservar e proteger todo ambiente biótico e abiótico presente, dando oportunidade de subsistência aos moradores das comunidades tradicionais. Uma parte da população tira sua subsistência dos passeios até a Foz do São Francisco e da venda do artesanato e da culinária local.

Esse conjunto eólico, apresenta diferentes tipos morfológicos e graus de conservação de suas formas. No caso das dunas inativas os padrões encontrados são as dunas parabólicas com morfologia dissecada e parcialmente conservadas. Outros padrões encontrados são os

montes residuais, não apresentando um padrão morfológico bem definido, além de lençóis de areia com pequenas ondulações.

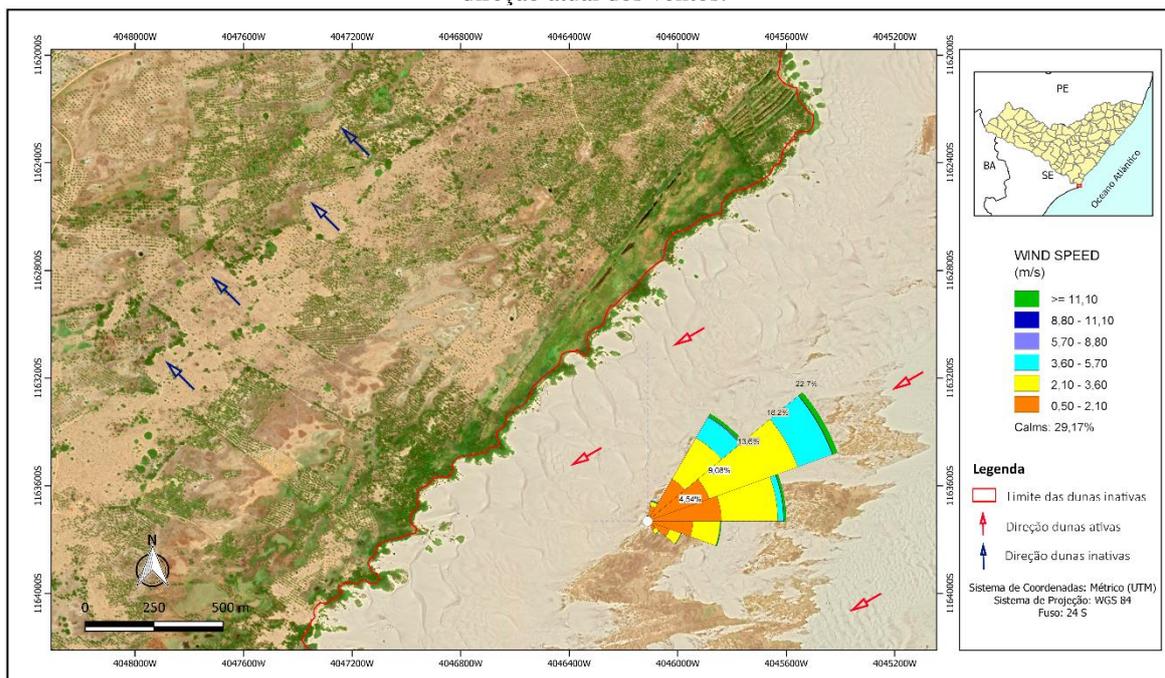
Os antigos corredores de deflação apresentam maior acúmulo d'água nos períodos chuvosos na região. Esta característica faz com o inverso das dunas sejam mais dissecados e suas cristas mais conservadas. As áreas interdunas apresentam cristas arqueadas, indicando suas antigas posições, anteriores a sua migração. Uma hipótese levantada em campo é a sua hidrografia que pode se dá exclusivamente derivada de migração por infiltração, com seu lençol freático aflorando na superfície interdunar, criando pequenos lagos intermitentes que são mais aparentes nas porções central e norte do campo de dunas.

4.2 Ventos e Morfologias dunares

O vento, sendo um importante agente geológico e modelador da paisagem, principalmente nos depósitos eólicos, foi uma das variáveis analisadas. Se tratando de transporte, o mesmo se dá por suspensão através de partículas (0,05 mm) e rolamento com grânulos maiores que 2,0 mm (FERREIRA, 2010). Na região do campo de dunas, os ventos alísios que são formados no Atlântico Sul são predominantes de Leste-Sudeste, onde à medida que adentram o continente, sua direção percorre a mesma do rio São Francisco, canalizando os ventos e massas de ar segundo Diniz (2019). Analisando as taxas de velocidade e direção do vento, nos últimos 13 anos (Figura 6), foi observado que atualmente a direção dominante se dá de Nordeste-Sudoeste.

Foram analisados padrões morfológicos das dunas nas porções sul, central e norte do campo dunas. Identificou-se que o padrão morfológico pretérito das dunas inativas, se concentrava na direção Sudeste-Noroeste, evidenciando uma provável relação entre os ventos alísios que alcançam a região e a orientação do *trend* regional de ventos. As dunas barcanóides ativas no campo de dunas, apresentam seu eixo axial na direção do regime atual de vento, corroborando que houve uma mudança de padrão de direção do transporte eólico. Ainda de acordo com os dados, durante esse período analisado, cerca de 29,17% foram considerados ventos calmos, sem maior incidência no transporte eólico.

Figura 6 - Direção do eixo axial e padrão morfológico das dunas parabólicas em relação ao padrão de direção atual dos ventos.



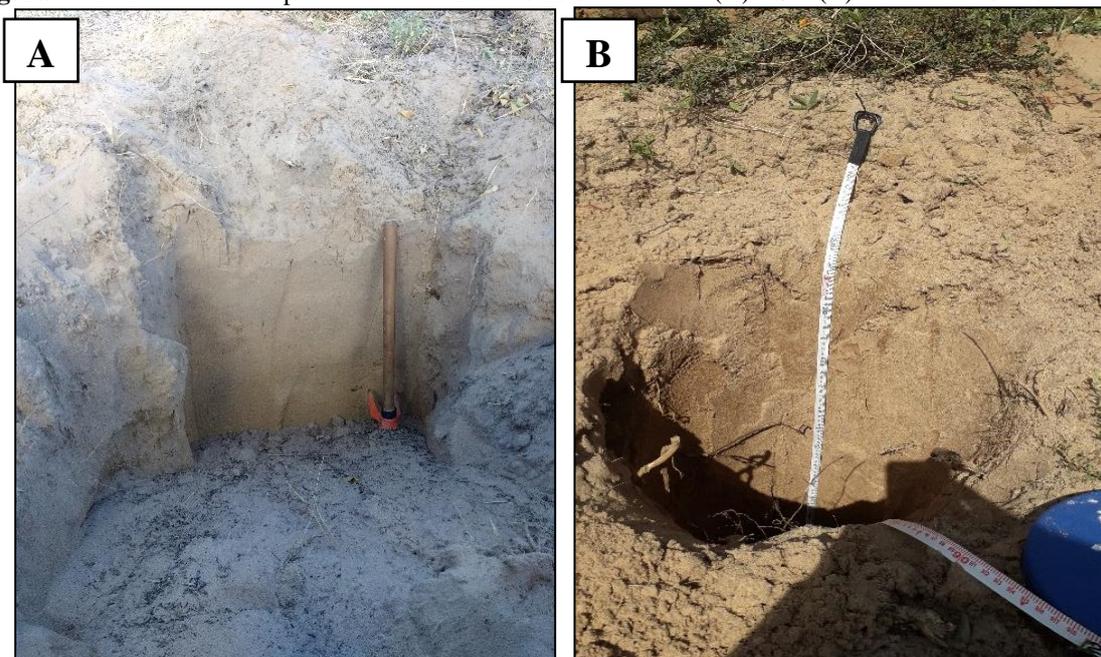
Fonte: Elaborado pelo autor, utilizando dados do INMET (2020)

4.3 Estratigrafia

Em cada ponto de amostragem foram abertas trincheiras (Figura 7) que possibilitaram a elaboração e descrições dos perfis estratigráficos. O material coletado foi identificado e armazenado de modo a facilitar seu processamento, com conteúdo entre 1 e 1,5 Kg, coletados níveis mais profundos, abaixo da zona de uso dos solos. A escolha pelos níveis de coleta, nos perfis estratigráficos, se deu através da identificação de paleopavimentos, mudanças estruturais e texturais, diferentes ambientes de sedimentação e formação. Os pontos amostrais foram espacializados com a utilização de GPS e posteriormente foram plotados em modelos cartográficos, auxiliando na análise sedimentológica da área.

Os perfis a sul do campo de dunas apresentaram textura homogênea com estratificação planar e cruzada, como observado no ponto C2DI020 (Figura 8) coletado em seu topo, com a presença de matéria orgânica de raízes e folhas. Esse padrão estratigráfico evidencia momentos de deposição distintos nesta duna, ligado à sua migração com grãos bem selecionados, com um ângulo de 30° em concordância com a predominância do vento em seu estágio evolutivo pretérito. Essas estratificações indicam mudanças no padrão da energia cinética, atrelado a disponibilidade de aporte sedimentar.

Figura 7 - Trincheira aberta para coleta de amostras no setor central (A) e Sul (B) da área de estudo



Fonte: Acervo do autor (2019)

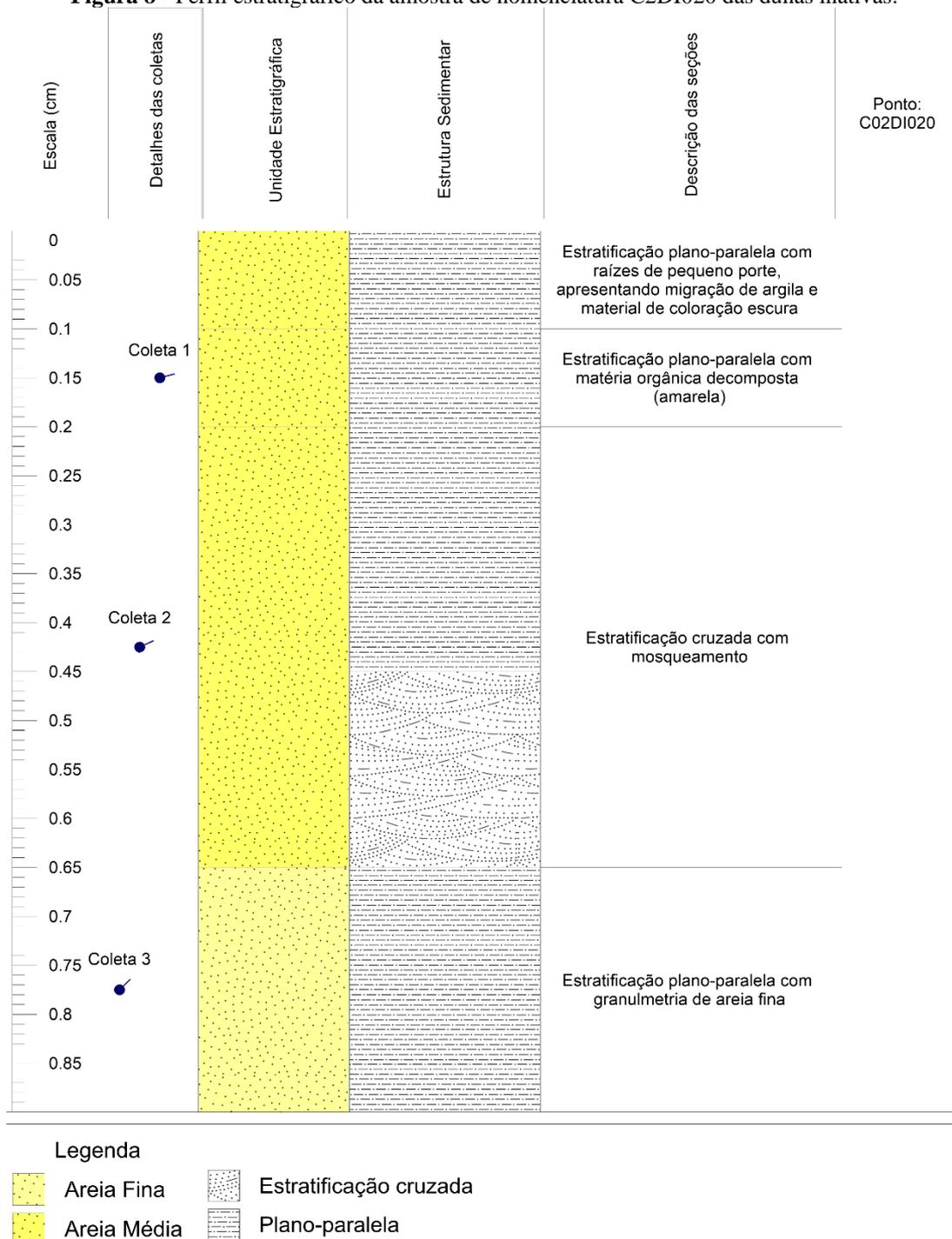
Neste perfil, foram encontradas estratificações cruzadas e paralelas, indicando um estágio de migração interdunar. Entre 0 e 35cm há presença de matéria orgânica, níveis escuros e raízes, entre 35 e 65cm, foi possível observar uma areia média de cor amarelada com mosqueamento incipiente alaranjado, plano cruzado e migração de argila em decorrência da presença de água, que se dá pela estabilização dessa duna, em decorrência da cobertura vegetal existente, auxiliando na fixação desses edifícios dunares e a baixa declividade, favorecendo o processo pedológico.

Já entre 65 e 90cm, foi encontrado uma areia de granulometria fina com estratificação maciça. Este nível pode ser correlacionado a um estágio de migração, já que o transporte eólico se dá por suspensão dos grânulos mais finos, bem selecionados, na frente de migração e mais grossos em seu rastro, sendo recoberto à medida que há um novo estágio de migração, em decorrência da disponibilidade sedimentar e incidência dos ventos. Capeando o edifício dunar há a presença de atividade pedogenética com formação de um Neossolo Quartzarênico raso e pobre em nutrientes, o que pode ser percebido pelo baixo porte e adensamento da vegetação.

Na porção central o perfil C2DI019 (Figura 9) apresenta variados níveis de matéria orgânica decomposta nas seções estratigráficas. Em comparação com o perfil anterior, algumas características devem ser citadas, como a maior presença de pequenos lagos nos corredores de deflação dessas dunas, maior cobertura vegetal e a presença de uma

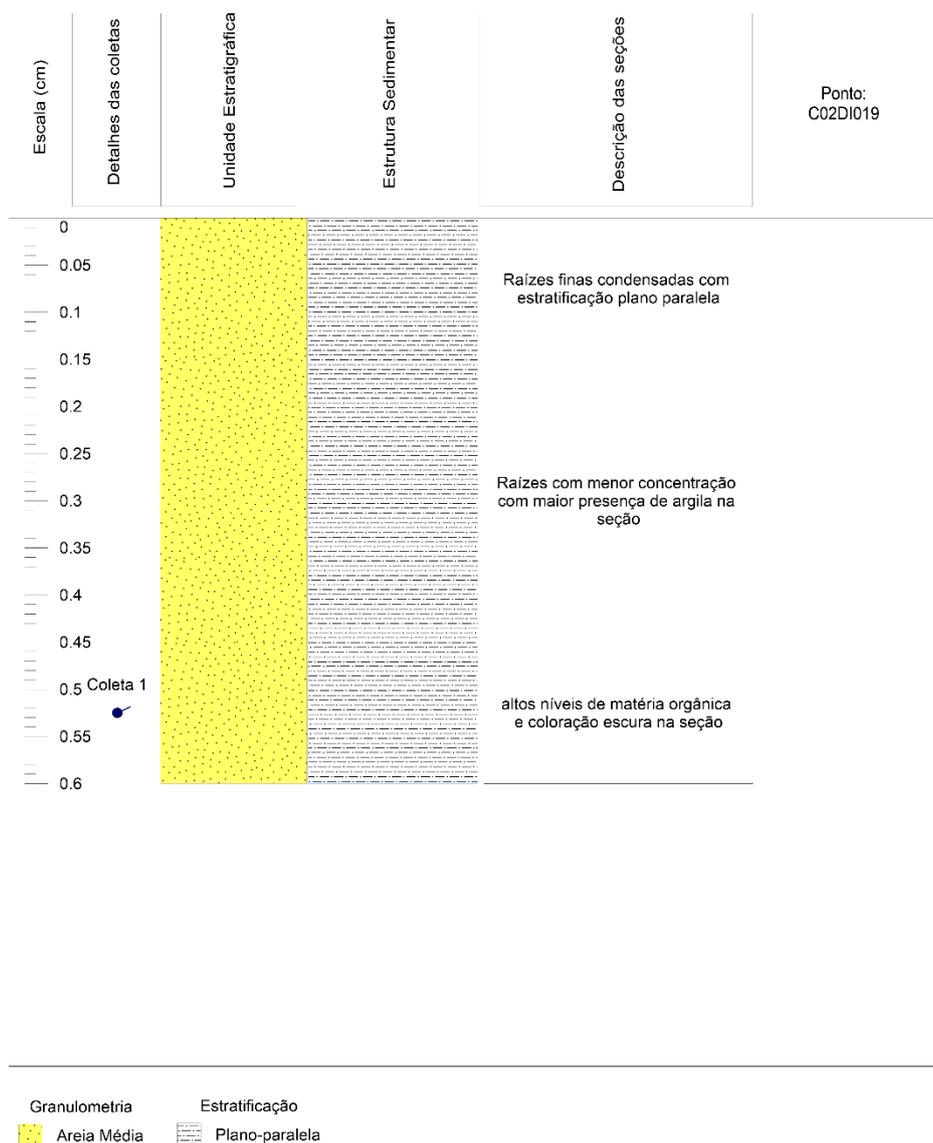
paleodrenagem na direção Noroeste-Sudeste. A maior disponibilidade hídrica e o afloramento do lençol freático na superfície, faz com que haja neste perfil uma maior compactação do solo, estratificação plano-paralela e níveis de migração de argila na seção entre 0,20 e 0,40 cm do perfil.

Figura 8 - Perfil estratigráfico da amostra de nomenclatura C2DI020 das dunas inativas.



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Figura 9 - Perfil estratigráfico da amostra de nomenclatura C2DI019 das dunas inativas.



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Mesmo com sua estabilidade em decorrência de sua fixação pela cobertura vegetal, o processo de lixiviação faz com que haja alterações pedológicas agindo entre as seções, seja na ocorrência de eventos climáticos como precipitação e/ou hidrográfico por afloramento do lençol freático, representados por pequenos lagos.

4.4 Granulometria e Morfoscopia

Nos parâmetros da Granulometria, foram obtidos os resultados (Tabela 1) de seu diâmetro com areia muito fina em 16,66% das amostras e Silte grosso em 83,33%. Já na

análise do grau de seleção todas as 6 amostras (Gráfico 1) apresentaram grãos muito bem selecionados. Na assimetria, apenas uma das amostras (CD02DI017) foi divergente das demais, aproximadamente simétrica, onde as outras 5, tiveram resultados de assimetria positiva. No parâmetro da curtose, que considera o achatamento de uma curva em relação à curva da distribuição normal, 4 amostras foram classificadas como platicúrtica, 1 com mesocúrtica e 1 como muito platicúrtica.

Tabela 1 - Classificação das amostras quanto ao seu grau de esfericidade, rolamento, selecionamento, assimetria e curtose.

AMOSTRA	Análise Sedimentar				
	Morfoscopia		Granulometria		
	Esfericidade	Rolamento	Seleção	Assimetria	Curtose
CD02DI016 60 cm	Esferoidal	Sub-angular	Muito bem selecionado	Positiva	Platicúrtica
CD02DI017 50 cm	Esferoidal	Sub-angular	Muito bem selecionado	Aproximadamente simétrica	Platicúrtica
CD02DI018 60 cm	Esferoidal	Sub-angular	Muito bem selecionado	Positiva	Mesocúrtica
CD02DI019 60 cm	Esferoidal	Sub-angular	Muito bem selecionado	Positiva	Muito platicúrtica
CD02DI019 1m	Esferoidal	Sub-angular	Muito bem selecionado	Positiva	Platicúrtica
C02DI020 30 cm	Esferoidal	Sub-angular	Muito bem selecionado	Positiva	Platicúrtica

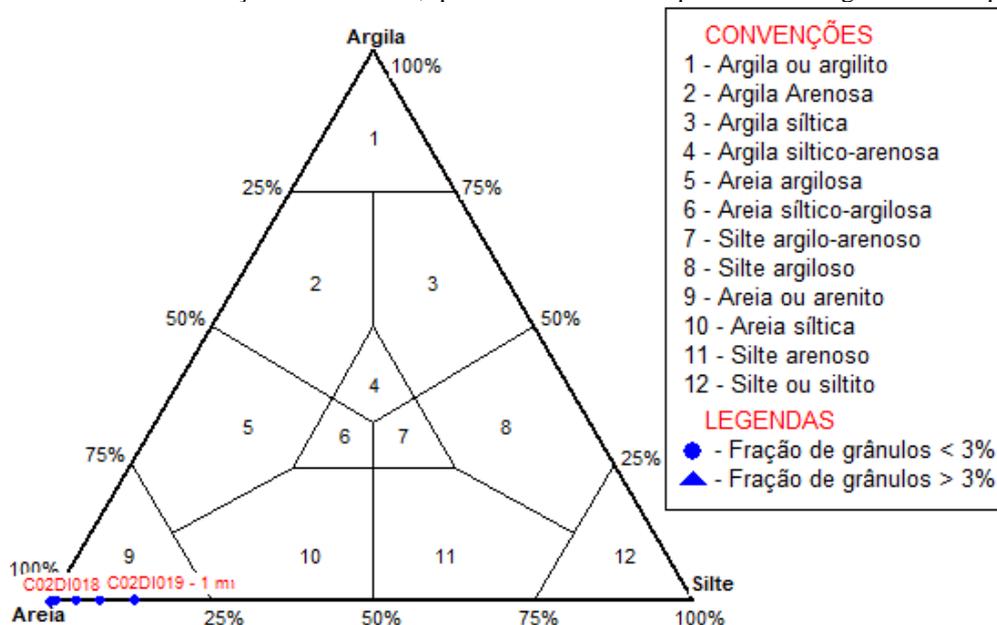
Fonte: Elaborados pelo autor (2021)

Em decorrência do ambiente dunar em que se encontram os sedimentos analisados, sua seleção se deu em todas as amostras como muito bem selecionado Folk (1957), sendo esta classificação encontrada em outros estudos em depósitos eólicos. Isso se dá pela seleção natural dessas partículas, que são separadas de acordo com seu tamanho, sendo estas retrabalhadas em seu transporte fluvial, marinho e posteriormente uma terceira ação pela energia cinética eólica. Tais resultados podem ser encontrados em outras bibliografias que também se debruçaram em estudos sobre ambientes eólicos, onde, mesmo com altos níveis de dissecação, os edifícios dunares, os sedimentos ainda guardam as características oriundos da morfodinâmica eólica, quando da movimentação das areias, provavelmente no Pleistoceno Tardio.

Na assimetria, os grãos mais grossos apresentam resultados da curva assimetria negativa, já para os grãos mais finos, a cauda da curva se desloca para os valores mais positivos. Os ambientes eólicos apresentam distribuição modal positiva em decorrência dos agentes de transporte Folk (1968). Em cinco das seis amostras, a classificação assimetria foi positiva, e na amostra “C02DI017”, a assimetria foi de aproximadamente assimétrica. Estes

resultados são comuns em ambientes eólicos como já afirmava Folk (1957) e é amplamente identificado na revisão bibliográfica.

Gráfico 1 – Classificação das amostras, quando dos resultados plotados no diagrama de Shepard.



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

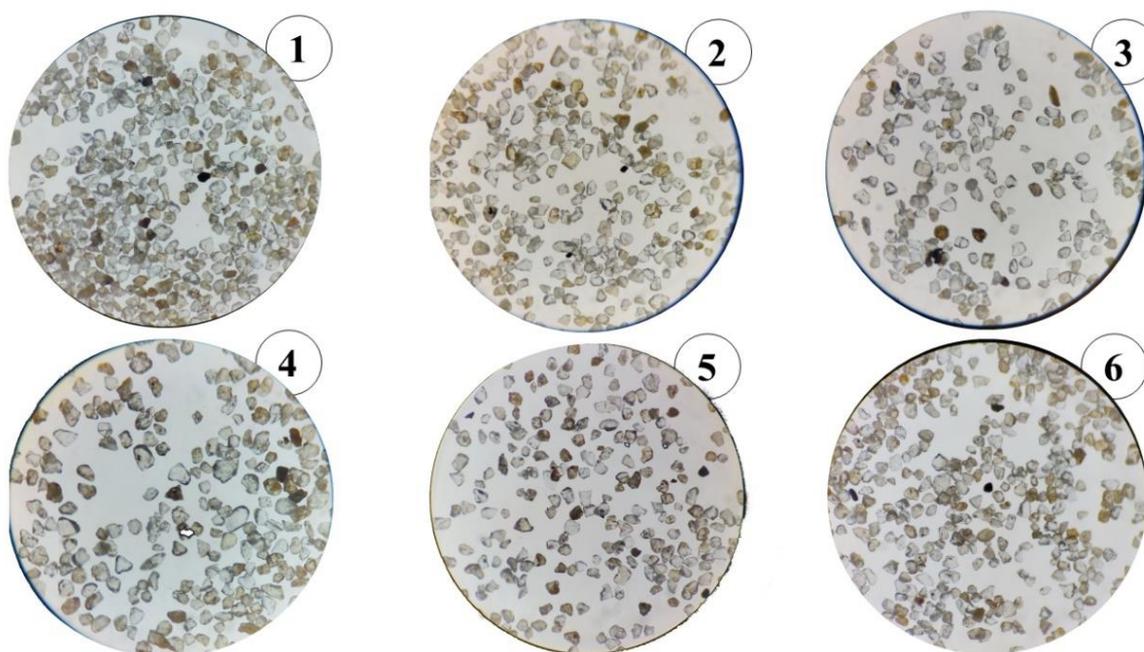
Em se tratando de dunas inativas, os resultados convergem com a literatura, onde a energia exercida nesses sedimentos é sazonal. Em apenas um dos casos, em particular pela sua localização e característica física, por possuir uma influência da água em determinados ciclos meteorológicos em zona de sazonalidade hídrica, houve resultados diferentes.

A curta busca apresentar como resultado a representação de uma distribuição em relação ao seu selecionamento Folk (1957). No ambiente estudado, em que existe mais de uma fonte de sedimentos, teremos uma distribuição bimodal/polimodal, em decorrência de sedimentos fluviais e marinhos, processos iniciais de exposição dos grânulos. Quatro amostras foram classificadas como platicúrtica, típica de ambientes eólicos inativos, onde a energia é baixa, como também muito platicúrtica, como a amostra CD02DI019. Já a amostra CD02DI020, também são típicas de ambientes eólicos, mas apresentando um pouco de interferência por localizar-se próximo de uma área de transição entre dunas inativas e ativas, sendo assim, parte desses sedimentos retrabalhados pela ação cinética, depositando-as nesses edifícios dunares.

Quanto aos parâmetros morfoscópicos, todos os resultados das amostras foram classificados como pertencentes a classe Sub-angular. Essa variável é interpretada pela

morfologia superficial dos grânulos, onde na interpretação o pesquisador pode ter ideia se a área fonte daquele sedimento está próximo ou não, além do transporte, podendo ser por tração, arraste ou suspensão. Em ambientes eólicos, onde a energia exercida as partículas são sazonais em decorrência da ação dos ventos, temos cenários em que o grau de rolamento do grão é ineficiente, apresentando arestas angulosas e sub-angulosas.

Figura 10 - Fotografia das amostras analisadas para a classificação da morfoscopia. (1) CD02DI016; (2) CD02DI018; (3) CD02DI02; (4) CD02DI019 – 1m; (5) CD02DI019 – 60cm; (6) CD02DI017.



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Após todo esse processo até a sua deposição na área de pós-praia e dunas frontais, a energia cinética age diretamente nessas partículas, com choque de grânulos ao longo do deslocamento. Em todas as amostras analisadas, encontrou-se uma classificação esferoidal (Tabela 1), de acordo com a classificação de Zingg (1935). Isso se dá pela sazonalidade e a dinâmica que a ação dos ventos durante o ano e suas variações dão nessas partículas. Também cabe destacar que os tipos de transporte eólico (saltação, arraste e rastejo) também são fatores que influenciam no grau de esfericidade das partículas. No caso das amostras, optou-se pela fração fina, 0,125mm, por ser típica do transporte eólico, por isso as características marcantes da dinâmica eólica, mascarando os processos iniciais de transporte e deposição dos grânulos desde as áreas fontes até a deposição dunar.

A fixação das dunas pela vegetação, associada a dureza das partículas eólicas, principalmente quartzo e feldspatos, conservaram a sua esfericidade, mesmo em dunas que *in loco* era difícil identificar se estes se tratavam realmente de dunas inativas, em decorrência de sua dissecação, tais resultados assemelham-se com outros estudos que tiveram o mesmo objetivo de estudar dunas inativas e tais parâmetros da morfoscopia. Esses resultados corroboram com a bibliografia revisada e confirmam a predominância da natureza eólica nos grânulos das dunas inativas estudadas.

5 CONCLUSÕES

Este trabalho buscou contribuir para os estudos sedimentológicos e, em aspecto amplo, geomorfológicos do campo de dunas inativas de Piaçabuçu, buscando descrever os processos naturais que atuaram e atuam nesses modelados eólicos, durante o Quaternário Tardio. As morfologias analisadas são o produto de mudanças climáticas e configurações ambientais que ocorreram na região, compreendendo registros deixados nas paisagens do Baixo do São Francisco e Alagoas.

A metodologia proposta buscou atender aos objetivos traçados, sendo aplicada de forma sistemática, dando início a construção de um banco de dados detalhado desses edifícios dunares. Em contra partida, no tocante a sedimentologia, dado ao universo reduzido de amostras analisadas, faz-se necessário a continuidade de outros trabalhos para alimentação desse banco de dados, o que ficou bastante prejudicado pela Pandemia de Covid 19 que assolou e assola o Brasil e o Mundo nos anos de 2020 e 2021, levando a necessidade de distanciamento social.

A importância ambiental, social e econômica do Campo de Dunas para a região, fez com que no ano de 1983, através do decreto nº 88.421 de 21 de junho, fosse criada a área de Proteção Ambiental de Piaçabuçu. Inicialmente as justificativas para conservação da área apresentavam a natureza biológica como foco, sem grande destaque para o passado e características do relevo e as litologias locais. Assim, os estudos realizados, podem servir como auxílio, com informações a serem utilizadas para se propor o ordenamento do uso e ocupação das terras na área, apresentando suas características físicas e ambientais.

No contexto geral, as dunas inativas encontradas são do tipo parabólicas possuindo altos níveis de dissecação dos seus modelados, principalmente nos braços e paleo frentes de migração, conservando em sua maioria parte das cristas e frentes de migração. Em áreas específicas, há a ocorrência lençóis de areia, mas não foram contemplados no presente estudo, devido a limitação de realização de trabalhos de campos e atividades laboratoriais

Segundo a bibliografia, o processo de fixação dessas dunas se deu na passagem entre o Pleistoceno/Holoceno. A cobertura vegetal pouco adensada com presença de gramíneas e plantações de coqueiros parecem ser bastante eficientes em conter a atividade eólica, agindo como um agente fixador bastante efetivo, impedindo a reativação da migração eólica, mesmo em áreas de uso mais intenso das terras.

Os dados de vento, quando correlaciona as cristas das dunas inativas e ativas, demonstraram uma mudança significativa na direção dos ventos de Sudeste-Noroeste para

Nordeste-Sudoeste, modificando a direção dos eixos axiais desses edifícios dunares. Essa alteração se deu pela variação dos ventos alísios do Atlântico Sul na região, já que não há uma barreira orográfica significativa que possa canalizar estes, redirecionando-os, como acontece em áreas a montante no curso do rio São Francisco.

Os perfis estratificações apresentaram maciça estruturadas em granulometria fina e muito fina, com presença de migração de argila em alguns perfis, justificada pela estabilidade em decorrência da fixação e presença do lençol freático aflorando na superfície e pequenos lagos, auxiliando no processo pedogenético, concentrados nos antigos corredores de deflação.

Os resultados confirmam a ideia de que, mesmo seus edifícios dunares apresentando em sua maioria altos níveis de dissecação, os resultados direcionaram para a conclusão de que se trata de ambiente eólicos costeiro típico, onde só foi possível através da fusão de variáveis como aporte sedimentar, transporte, vento, retrabalhamento e deposição, criando assim, essa primeira geração de dunas (hoje inativas).

A presente pesquisa compreendeu um primeiro ensaio sobre a sedimentologia desses depósitos eólicos. Destaca-se a necessidade de novos estudos na busca de uma maior cobertura da área, que requer uma maior investigação e mais amostras de sedimentos, podendo se chegar em uma classificação mais ampla e de maior detalhe, na busca de compreender ainda mais esses edifícios dunares, propondo assim uma cartografia sedimentológica, estratigráfica e morfoscópica. Tais informações poderão fornecer as bases para se propor uma futura delimitação da área com base em dados sedimentológicos.

Esperasse que os dados e informações aqui apresentados possam provocar um maior interesse por essa temática na área estudada e no Estado de Alagoas, contribuindo assim para o desenvolvimento de pesquisas sobre a Geomorfologia e Sedimentologia do Quaternário Costeiro do Estado. Trazendo luz a temas de grande relevância para a elaboração do planejamento e gestão territoriais efetivas na região costeira do Estado.

6 REFERÊNCIAS

- BARBOSA, L.M. **Campos de dunas costeiras associados à desembocadura do Rio São Francisco (SE/AL)**. 1997. 202 f. Tese (Doutorado em Geociências)-Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 1997.
- BARBOSA, L. M.; DOMINGUEZ, J. M. L. Coastal dune fields at the São Francisco river strandplain, northeastern Brazil: morphology and environmental controls. **Earth surf proc and landforms**, 29(4), p.443-456. abr.2004.
- BITTENCOURT, A. C. S. P.; MARTIN, L.; DOMINGUEZ, J. M. L.; FERREIRA, Y. A. Evolução paleogeográfica quaternária da costa do estado de Sergipe e costa sul do estado de Alagoas. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v.13, n. 2, p. 93-97, 1983.
- CAMARGO, M.G. Sysgran: um sistema de código aberto para análises granulométricas de sedimentos. **Revista Brasileira de Geociências**, 2006, 36(2): 371-378.
- CARNEIRO, M. C. de. S. M. et al. Datos Espaciales LIDAR en la caracterización Geomorfológica del campo de dunas costeras del Río de Fogo, Rio Grande do Norte. **Revista Geográfica de América Central**, v. 2 , n. 61, p. 315-348, jul-dez. 2018.
- CARVALHO, A. M. **Dinâmica costeira e atividade entre cumbuco e matões – costa NW do estado do Ceará**. 2003. 194 f. Tese (Doutorado)-Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2003.
- COWELL, P. J.; THOM, B.G Morphodynamics of coastal evolution. In: R. W. G. CARTER; C. D. WOODROFFE (ed.). **Coastal Evolution: Late Quaternary Shoreline morphodynamics**. London: Cambridge University Press, 1994, p. 33-87.
- DINIZ, M. T.; SANTANA, B.; LIMA, L.; FRANÇA, E.; SANTOS, F.; SOUZA, R. Paisagens Integradas dos Municípios Costeiros da Foz do Rio São Francisco: Brejo Grande/SE e Piaçabuçu/AL. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 37, p. 108-122, jul. 2019.
- FERREIRA, B. **Geologia, Geomorfologia e Paleontologia da margem Pernambucana do lado de Itaparica, Nordeste do Brasil**. 2010. 190 f. Dissertação (Mestrado em Geociências)-Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2010.
- FERNANDEZ, G. B. *et al.* Classificação morfológica das dunas costeiras entre o Cabo Frio e o Cabo Búzios, litoral do estado do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Geomorfologia**. V. 18, n. 3, p. 595-622, jul-set.2017.
- FOLK, R. & WARD, W. Brazos river bar: a study in the significance of grain size parameters. **Journal of Sedimentary Petrology**, 27: 3-26. 1957.
- GIANNINI, P. C. F. **Sistemas deposicionais no quaternário costeiro entre Jaguaruna e Imbituba, SC**. 1993. Tese (Doutorado em Geologia Sedimentar)-Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993.
- GIANNINI, P. C. F. **Sistemas deposicionais eólicos no Quaternário costeiro do Brasil**. Tese.(Geociências)-Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

GIANNINI, P. C. F. et al. Dunas e Paleodunas eólicas costeiras e interiores. In: SOUZA, C. R. de. G. et al. **Quaternário do Brasil**. 1. ed. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2005. p. 235-257.

GIANNINI, P. C. F.; ASSINE, M. L.; BARBOSA, L. M.; BARRETO, A. M. F.; CARVALHO, A. M.; CLAUDINOSALES, V.; MAIA, L. P.; MARTINHO, C. T.; PEULVAST, J. P.; SAWAKUCHI, A. O. & TOMAZELLI, L. J. **Dunas e paleodunas eólicas costeiras e interiores**. In: SOUZA, C. R. G; SUGUIO, K.; OLIVEIRA, A. M. S.; OLIVEIRA, P. E. (Eds.) **Quaternário do Brasil**. Ribeirão Preto, Holos Editora. p. 235-257, 2005.

INSTITUTO BRASILEIRO GEOGRAFIA ESTATÍSTICA. **Organização do Território**. Disponível em: < <https://www.ibge.gov.br/geociencias/downloads-geociencias.html> > Acesso em: 20 jul. 2021.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA DO BRASIL. **Dados Históricos Anuais**. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/dadoshistoricos> Acesso em: 23 set. 2020.

POWER, M. C. A new Roundness scale for sedimentary particles. **Journal of Sedimentary Petrology**, 23, 117-119. 1953.

GUERRA, A. T. **Novo Dicionário Geológico-geomorfológico**. 6. ed. Rio de Janeiro: Editora Bertrand Brasil, 2008. p.652.

JIMENEZ, J. A. et al. Aeolian dune migration along the Ceará costa, North-eastern Brazil. **Sedimentology**, v. 46, p. 698-701. 1999.

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

MUEHE, D. Geomorfologia costeira. In: CUNHA, S. B. da.; GUERRA, J. T. **Geomorfologia: exercícios, técnicas e aplicações**. 6. ed. São Cristovão: Editora Bertand Brasil, 2013. p. 191-236.

MUEHE, D. O litoral brasileiro e sua compartimentação. In: CUNHA, S.B. e GUERRA, A. J. T. (Eds.). **Geomorfologia do Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, p. 273-349, 1998.

MOURA, J. R. da. S. Geomorfologia do Quaternário. IN: GUERRA, A. J. T.; CUNHA. S. B. **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. ed. 5. Rio de Janeiro: Editora Bertrand Brasil, 1994. p.472.

MAIA, L. P. **Procesos costeros y balance sedimentário al a Largo de Fortaleza (NE-Brasil): implicaciones para uma gestão adecuada de la zona litoral**. Barcelona. Tesis (Doctoral)-Departamento d'estratigrafia i paleontologia, Faculdade de Geologia, Universidade de Barcelona. 1998.

SUGUIO, K. **Geologia do Quaternário e mudanças ambientais**. 1. ed. São Paulo, Editora Oficina de Texto, 408 f. 2010.

SHEPARD, F.P. (1973) - **Submarine Geology**. 3rd. edition, Harper & Row, Publ., 517p.

TERRES, V. C. **Variação sazonal, granulométrica e morfológica longitudinal do sistema praia-duna no litoral norte do Rio Grande do Sul, Brasil.** 2018. 80 f. Dissertação (Mestrado)-Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Geociências. Porto Alegre, 2018.

TOMAZELLI, L. J. **Contribuição ao estudo dos sistemas deposicionais holocênicos do nordeste da província costeira do Rio Grande do Sul – com ênfase no sistema eólico.** 1990. 270 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1990.

TOMAZELLI, L. J. O regime de ventos e a taxa de migração das dunas eólicas costeiras do Rio Grande do Sul, Brasil. **Pesquisas**, v. 20, n. 1, p. 18-26. 1993.

VILLWOCK, J. A.; LESSA, G. C.; SUGUIO, K.; ÂNGULO, R. J.; DILLENBURG, S. R. . Geologia e geomorfologia de regiões costeiras. In: SOUZA, C. R. de. G. et al. **Quaternário do Brasil.** Ribeirão Preto, Holos Editora. 2005. p. 94-113.

ZINGG, T. Beitrage Zur Schotteranalyse. Schweir. **Miner. Petrogr. Mitt.**, 15, 39-140.1935.