WILLIAM MORRIS DAVIS
Revista de Geomorfologia

FITOSSOCIOLOGIA E ESTABILIDADE DAS DUNAS FRONTAIS NA PRAIA DA TABUBA (CAUCAIA, CEARÁ, BRASIL)

GABRIEL FREITAS MENDES
Programa de Pós-Graduação de Geografia da Universidade Estadual do Ceará - UECE
Email: gabrieldefm27@gmail.com ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6725-3956

DAVIS PEREIRA DE PAULA
Programa de Pós-Graduação de Geografia da Universidade Estadual do Ceará - UECE
Email: davispp@uece.br ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8298-7720

VALÉRIA DA SILVA SAMPAIO
Universidade Regional do Cariri - URCA
Email: valeria.sampaio@urca.br ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6551-8877

YAN GURGEL VASCONCELOS
Programa de Pós-Graduação de Geografia da Universidade Estadual do Ceará - UECE
Email: yan.vasconcelos@aluno.uece.br ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4840-2466

MELVIN MOURA LEISNER
Programa de Pós-Graduação de Geografia da Universidade Estadual do Ceará - UECE
Email: melvin.leisner@aluno.uece.br ORCID: https://orcid.org/0000-0003-3473-6924

Recebido:02/26 Avaliado:05/26 Publicado:06/26

RESUMO
As dunas frontais são subsistemas costeiros, paralelos à linha de costa, formados pela deposição de areias transportadas pelo vento e apresentam uma dinâmica influenciada pela vegetação, suprimento de sedimentos, ondas, ventos e intervenções antrópicas. Devido às suas características morfológicas e à escala em que ocorrem, os mapeamentos voltados ao planejamento costeiro muitas vezes não as identificam adequadamente, o que torna sua conservação ainda mais preocupante. As dunas frontais funcionam como estruturas verdes de contenção do avanço do mar e possuem elevado valor ecossistêmico. Este estudo teve como objetivo analisar a composição florística e os parâmetros fitossociológicos de um trecho de dunas frontais na praia da Tabuba, situada no litoral da Região Metropolitana de Fortaleza (Caucaia, Ceará). Trata-se de uma praia urbano-arenosa, caracterizada pela presença de casas de veraneio e submetida a intensos processos de erosão costeira. A investigação abrangeu um trecho de 500 metros de frente marinha, totalizando uma área de 1.180 m². Foram realizadas 60 parcelas amostrais bimestralmente no decurso da sazonalidade climática, entre dez/2022 e nov/2023. Os resultados do levantamento fitossociológico indicaram que as espécies com maior frequência de cobertura nas dunas frontais da Tabuba foram *Canavalia rosea* (Fabaceae) e *Cassytha filiformis* (Lauraceae), sendo a primeira conhecida por sua capacidade de fixação de dunas e a segunda, uma trepadeira que pode indicar níveis elevados de antropização. Além disso, houve aumento da fragilidade ambiental à ação de ondas e ventos em trechos onde a vegetação foi degradada por ação antrópica. Em contraste com setores vizinhos que possuem imóveis com enrocamentos à beira-mar, a área com presença de dunas tem demonstrado, de forma natural, maior estabilidade da linha de costa.
Palavras-chave: Dunas Frontais. Erosão Costeira. Restinga.

PHYTOSOCIOLOGY AND STABILITY OF FOREDUNE AT TABUBA BEACH (CAUCAIA, CEARÁ, BRAZIL)

ABSTRACT
Foredunes are coastal systems that are parallel to the coastline and are formed by the deposition of wind-blown sand. The dynamics of these systems are influenced by vegetation, sediment supply, waves, winds, and anthropogenic interventions. Due to their morphological characteristics and the scale at which they occur, coastal planning maps often fail to identify them adequately, which exacerbates concerns regarding their conservation. Foredunes serve as green structures, impeding the advance of the sea and exhibiting high ecosystem value. The objective of this study was to analyze the floristic composition and phytosociological parameters of a segment of foredune on Tabuba Beach, situated on the coast of the Metropolitan Region of Fortaleza (Caucaia, Ceará). This beach, located within an urban environment, is distinguished by the presence of summer houses and is particularly susceptible to intense coastal erosion processes. The investigation encompassed a 500-meter segment of the seafront, encompassing an area of 1,180 m². A total of sixty sample plots were collected at two-month intervals throughout the study period, which corresponded to the climatic seasonality from December 2022 to November 2023. The results of the phytosociological survey indicated that the species with the highest frequency of coverage in the frontal dunes of Tabuba were *Canavalia rosea* (Fabaceae) and *Cassytha filiformis* (Lauraceae). The former is known for its ability to fix dunes, and the latter is a climbing plant that may indicate high levels of anthropization. Furthermore, there was an increase in environmental fragility to the action of waves and winds in areas where vegetation was degraded by anthropic action. In contrast to neighboring sectors that have properties with rockfill along the seashore, the area with dunes has naturally demonstrated greater stability of the coastline.
Keywords: Foredunes. Coastal Erosion. Restinga.

FITOSOCIOLOGÍA Y ESTABILIDAD DE LAS DUNAS FRONTALES EN LA PLAYA DE TABUBA (CAUCAIA, CEARÁ, BRASIL)

RESUMEN
Las dunas frontales son subsistemas costeros, paralelos a la línea de costa, formados por la deposición de arenas transportadas por el viento, y presentan una dinámica influenciada por la vegetación, el suministro de sedimentos, las olas, los vientos y las intervenciones antrópicas. Debido a sus características morfológicas y a la escala en que ocurren, los mapeos orientados a la planificación costera a menudo no las identifican adecuadamente, lo que hace que su conservación sea aún más preocupante. Las dunas frontales funcionan como estructuras verdes de contención del avance del mar y poseen un alto valor ecosistémico. Este estudio tuvo como objetivo analizar la composición florística y los parámetros fitosociológicos de un tramo de dunas frontales en la playa de Tabuba, situada en el litoral de la Región Metropolitana de Fortaleza (Caucaia, Ceará). Se trata de una playa urbano-arenosa, caracterizada por la presencia de casas de veraneo y sometida a intensos procesos de erosión costera. La investigación abarcó un tramo de 500 metros de frente marítimo, totalizando un área de 1.180 m². Se realizaron 60 parcelas de muestreo bimestralmente a lo largo de la estacionalidad climática, entre diciembre de 2022 y noviembre de 2023. Los resultados del levantamiento fitosociológico indicaron que las especies con mayor frecuencia de cobertura en las dunas frontales de Tabuba fueron *Canavalia rosea* (Fabaceae) y *Cassytha filiformis* (Lauraceae), siendo la primera conocida por su capacidad de fijación de dunas y la segunda, una trepadora que puede indicar niveles elevados de antropización. Además, se observó un aumento de la fragilidad ambiental frente a la acción de las olas y los vientos en tramos donde la vegetación fue degradada por acción antrópica. En contraste con sectores vecinos que presentan inmuebles con enrocamientos en la línea de costa, el área con presencia de dunas ha demostrado, de forma natural, una mayor estabilidad de la línea de costa.
Palabras clave: Dunas frontales. Erosión costera. Restinga.

INTRODUÇÃO

De acordo com Lins de Barros e Milanés (2020), as feições geomorfológicas observadas nas zonas costeiras refletem as dinâmicas resultantes da interação entre atmosfera, litosfera e hidrosfera, caracterizando a zona costeira como uma interface ecossistêmica de

alta variabilidade paisagística. O processo de formação das dunas costeiras revela-se complexo e interdependente, pois articula a hidrodinâmica marinha local, as condições meteorológicas, o suprimento de sedimentos e os diferentes tipos de cobertura do solo (Sloss et al., 2012).

Hesp e Smyth (2019) esclarecem que nas dunas costeiras existem estruturas geomorfológicas mais específicas que estão constantemente vinculadas com as faixas costeiras que são as dunas frontais (foredunes). A sua existência contribui para proteção das populações que vivem à beira-mar, pois são estruturas verdes de proteção à erosão costeira (McGuirk et al., 2022; Heminway et al., 2024).

As dunas costeiras são subsistemas ambientais fundamentais para a manutenção de diversos serviços ecossistêmicos, como a regulação do fluxo de água subterrânea, o aporte sedimentar, a conservação de habitats, além de oferecerem oportunidades para recreação e contemplação (Figlus et al., 2014; Sigren et al., 2014; Łabuz, 2015; Kaneko e Matsushima, 2017). No caso das dunas frontais, Komar (1998) enfatiza seu papel como barreira natural contra eventos de ondas de alta energia e elevação do nível do mar. Essas feições também funcionam como reservatórios de sedimentos eólicos e abrigam comunidades vegetais e faunísticas especializadas, muitas delas endêmicas de ambientes arenosos costeiros.

De acordo com Hesp (2002), a vegetação interfere diretamente no padrão de sedimentação e, consequentemente, na morfologia das dunas frontais. Assim, a quantidade de areia acumulada sobre uma duna frontal resulta da interação entre a cobertura vegetal e sua eficiência na captura de grãos (Keijsers et al., 2015; Valentini et al., 2020; Charbonneau et al., 2021).

Os campos de dunas frontais costeiros desempenham funções fundamentais para a estabilidade ambiental, atuando como barreiras naturais que protegem comunidades e infraestruturas contra tempestades e ataques de ondas (Cunniff e Schwartz, 2015; Powell et al., 2019). Além disso, essas dunas impedem a dispersão dos sedimentos arenosos para o interior do continente, já que a ausência de cobertura vegetal nessas feições geomorfológicas pode intensificar os processos de erosão costeira (Nordstrom e Jackson, 2013; Davidson-Arnott e Bauer, 2021).

O Brasil possui mais de 8.000 km de extensão de linha de costa, distribuídos por 17 estados e 280 municípios costeiros, o que representa um desafio logístico para o monitoramento e a preservação das dunas frontais (Andrade e Santiago, 2020; Pinho et al., 2021; Silva e Bulhões, 2023). A extensão territorial brasileira é um dos aspectos que dificulta tanto a fiscalização contínua quanto a delimitação das áreas destinadas à conservação e preservação, as quais sofrem pressão constante do crescimento urbano desordenado e da ocupação acelerada, muitas vezes sem critérios de ordenamento territorial bem definidos (Asmus et al., 2006; Souza, 2009; Scherer et al., 2010; Abreu et al., 2017; Guerra e Jorge, 2017).

Diante desse cenário, torna-se imprescindível o desenvolvimento de estratégias integradas de gestão costeira, combinando tecnologias de sensoriamento remoto, políticas públicas eficazes e a participação das comunidades locais. Essas abordagens são fundamentais para garantir a estabilidade ambiental e a função protetora das dunas frente aos desafios impostos pelas mudanças climáticas e suas consequências.

Nesse cenário, o Estado do Ceará não está imune às limitações de escala e resolução cartográfica que comprometem a identificação e a preservação das dunas frontais. Os levantamentos oficiais – baseados em mapeamentos estaduais e municipais com escalas típicas de 1:50 000 a 1:100 000 e resolução espacial superior a 10 m (IBGE, 2019; Sema-CE,

2021) – não contemplam feições estreitas como as dunas frontais, cujo mapeamento eficaz requer imagens de alta resolução (≤ 1 m) ou levantamentos LIDAR com densidade mínima de 10 pontos/m² (Cooper e Pilkey, 2017). Essa lacuna deixa essas formações vulneráveis, pois não integram zonas oficialmente protegidas nem planos diretores locais.

Na praia da Tabuba, essa deficiência cartográfica se reflete na incorporação das dunas frontais a projetos imobiliários de veraneio e turismo, resultando na remoção ou no aplainamento do terreno e na supressão da vegetação pioneira (Lira et al., 2015; Lima e Araújo, 2022; Paula et al., 2022). As poucas faixas dunares remanescentes encontram-se fragmentadas entre loteamentos e infraestruturas costeiras (Pereira, 2013; Lopes, 2015; Silva e Paula, 2017), sem continuidade ou conexão ecológica. Trata-se de uma praia urbana que está em processo de erosão severa, o que vem provocando a destruição de equipamentos urbanos ao longo da linha de costa (Moro et al., 2015; Coelho et al., 2022; Mendes et al., 2023).

Diante do contexto apresentado, este estudo tem como objetivo analisar os aspectos sedimentares e fitossociológicos da vegetação das dunas frontais na praia da Tabuba, com intuito de avaliar a sua função na proteção costeira em áreas remanescentes com cobertura vegetal.

As formas de relevo se desenvolvem e evoluem pela ação de processos endógenos e exógenos. As ações humanas adaptam-se e/ou modificam as formas conforme suas necessidades. Em alguns casos ficam suscetíveis a processos geomorfológicos e, dessa forma, podem ser vitimadas pelas dinâmicas evolutivas do relevo (Zeiger e Hubbart, 2019; Delbecque et al., 2022). Conhecer as características morfológicas e morfométricas do relevo se reveste de grande importância, por permitir uma execução de sistemas e métodos de planejamento do processo de produção e ocupação do espaço geográfico.

METODOLOGIA

Procedimentos Metodológicos

A presente pesquisa adotou uma abordagem integrada, combinando levantamento florístico e análise fitossociológica para caracterizar a estrutura e a dinâmica da vegetação em dunas frontais. A metodologia foi estruturada em etapas sequenciais, incluindo delimitação da área de estudo, coleta de material botânico, amostragem sistemática da vegetação e análise quantitativa dos parâmetros fitossociológicos. Essa abordagem permitiu avaliar tanto a composição florística quanto a organização espacial das espécies, considerando sua relação com os processos costeiros atuantes.

Os procedimentos metodológicos fundamentam-se em referenciais clássicos da ecologia vegetal e da fitossociologia, com destaque para a aplicação do método de parcelas para estimativa de cobertura e frequência das espécies (Müeller-Dombois e Ellenberg, 1974), além de protocolos de coleta, herborização e identificação botânica amplamente utilizados em estudos de vegetação costeira (Mori, 1989; Lorenzi, 2008; Souza e Lorenzi, 2019). A análise dos dados foi orientada por métricas estruturais da vegetação, permitindo inferir padrões de dominância, distribuição e importância ecológica das espécies no sistema dunar.

Área de Estudo

O município de Caucaia integra a Região Metropolitana de Fortaleza, estando a menos de 20 km da capital do estado, Fortaleza. Trata-se de um município com mais de 368 mil habitantes e com uma extensão territorial de 1.223 km^2 (IPECE, 2024). O clima é classificado como tropical quente semiárido brando, com duas estações climáticas bem demarcadas, uma

quadra chuvosa (fevereiro-maio) e outra seca (junho-dezembro (Sales; Peulvast, 2006). A precipitação média anual é de 1200 mm no litoral, diminuído o volume ao passo que se interioriza no município (Hiera et al., 2019). As principais bacias hidrográficas estão associadas com os rios Ceará e Cauípe, sendo esse último barrado pelas dunas e formando uma planície flúvio-lacustre (Silva et al., 2019).

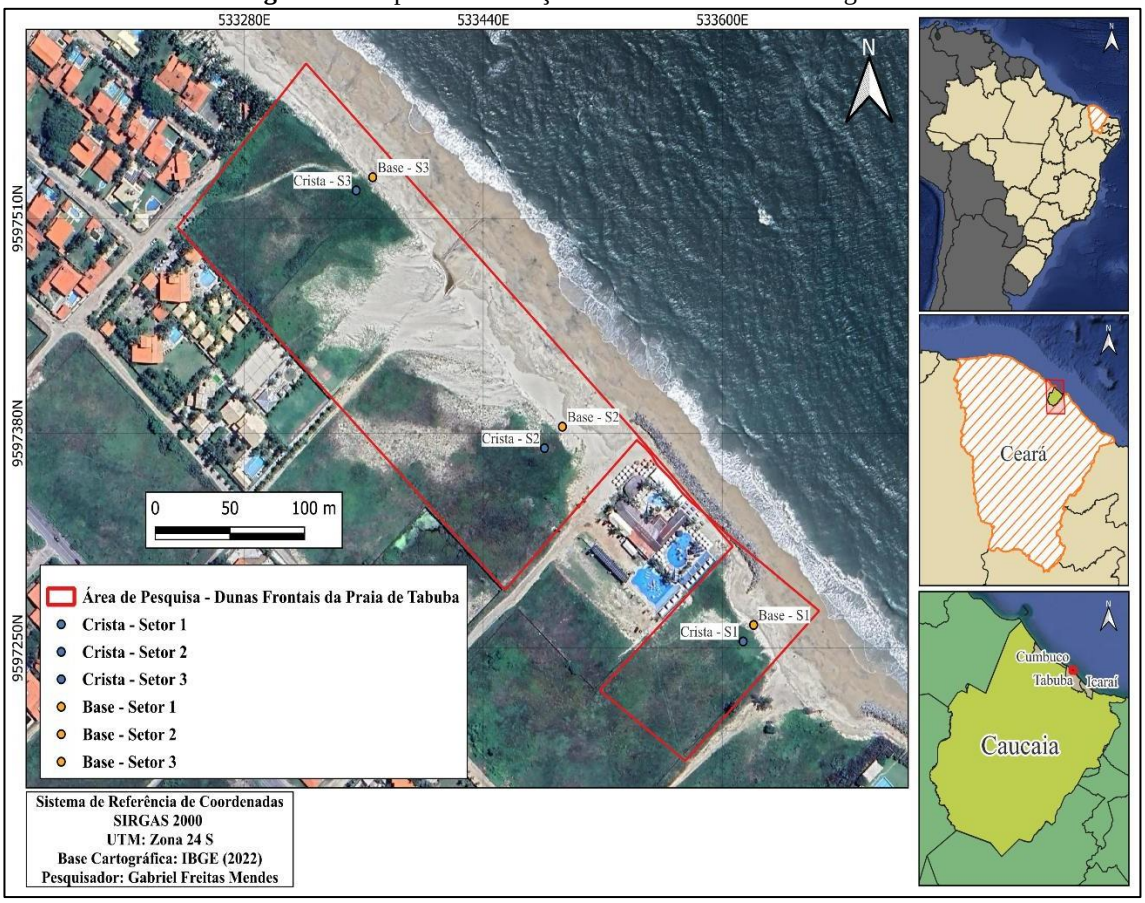
A região estudada é caracterizada por um regime de meso-maré, com amplitudes que ultrapassam os 3,0 m. O clima de ondas é moderadamente severo, predominando trens de ondas com altura significativa inferior a 2,0 metros e seu período de pico variando entre 4 a 8 segundos (Paula e Neto, 2017).

De acordo com Plano de Gestão Integrada da Orla de Caucaia (2018), o município possui 44 km de litoral, dos quais 28 km estão inseridos na sede e os 16 km restantes pertencem aos distritos de Guararu e Catuana, localizados na Área de Proteção Ambiental do rio Cauípe e na Estação Ecológica do Pecém. O acesso ao seu litoral e às praias é realizado pela CE-090 (Freitas et al., 2022).

A praia da Tabuba possui mais de 3 km de linha de costa, compreendida entre a foz do rio Barra Nova, a leste e a praia do Cumbuco, a oeste. É uma praia com inúmeras estruturas de proteção, além de escombros e restos de construções destruídas pelo mar ao longo de sua faixa costeira. Trata-se de uma praia urbana, utilizada principalmente como área de veraneio por moradores de Fortaleza (Pereira, 2013). No contexto geomorfológico, destacam-se a faixa de praia, algumas dunas frontais remanescentes e os afloramentos rochosos presentes no contato do estirâncio com a antepraia.

O trecho selecionado para o desenvolvimento do estudo corresponde a uma área que ainda abriga remanescentes de dunas frontais, atualmente isoladas entre quadras de ocupação urbana e obras rígidas de proteção. A frente marinha desse setor possui aproximadamente 500 metros de extensão e caracteriza-se pela ausência de ocupação humana direta sobre o sistema dunar (Figura 1).

Figura 1 - Mapa de localização das áreas dunares investigadas



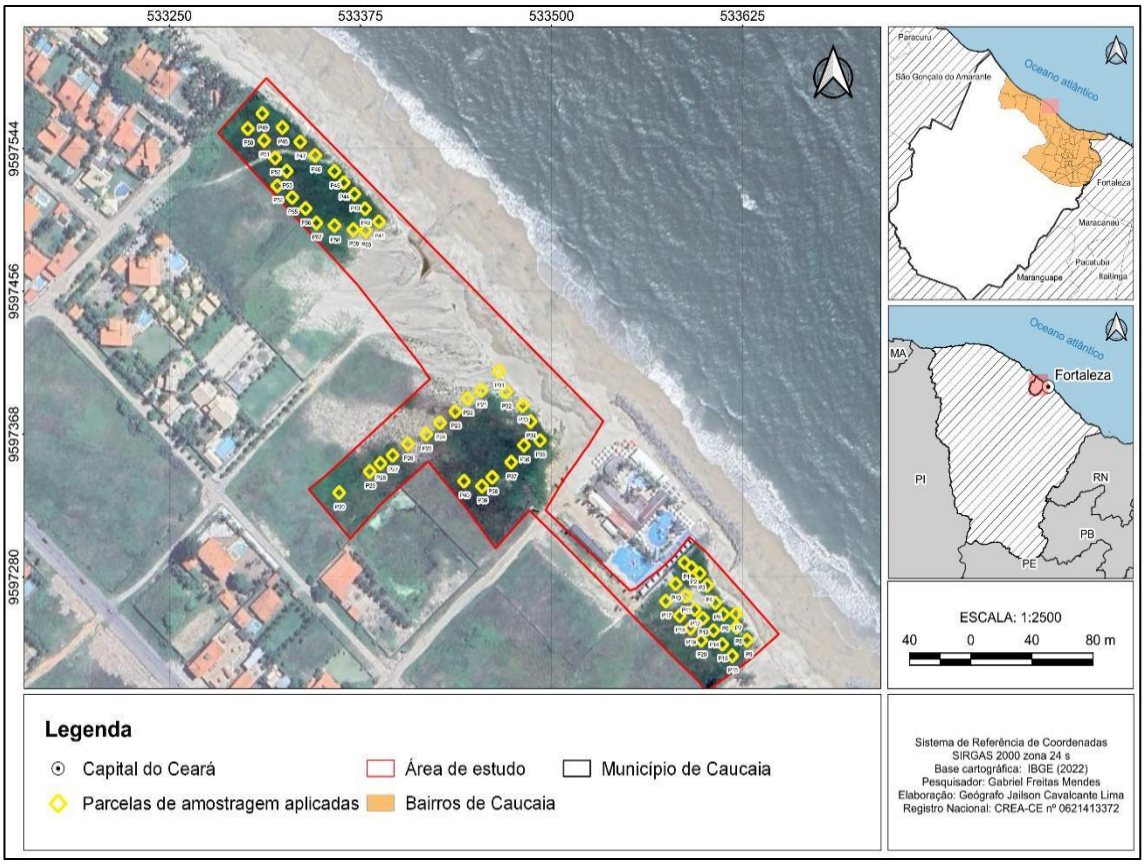
Fonte: Autores. 2024.

Levantamento Florístico e Fitossociológico

Para a realização do levantamento florístico e fitossociológico foi necessária a coleta de coleta de material botânico entre os anos de 2022 e 2023, durante a qual foram feitos registros fotográficos e observações de campo relativas à morfologia e à ecologia das espécies. Todo material fértil encontrado foi coletado, herborizado e identificado conforme literatura especializada (Mori, 1989; Lorenzi, 2008; Lorenzi e Matos, 2008).

O levantamento fitossociológico foi realizado em uma parcela de 1m2, cada uma subdividida em 100 quadrículas de 10 cm x 10 cm. As parcelas foram distribuídas ao longo das feições das dunas frontais (foredunes), mantendo-se uma distância de 10m entre elas. A localização das parcelas na área de estudo foi realizada com auxílio de receptor GNSS-RTK para garantir a precisão e acurácia dos dados. Ao todo foram 60 parcelas que cobriram as feições das dunas frontais estudadas (Figura 2).

Figura 2 - Mapa com as parcelas de amostragem aplicadas nas dunas frontais da praia de Tabuba



Fonte: Autores. 2024.

Dentro de cada parcela, foram realizadas coletas de espécimes que apresentavam estruturas reprodutivas férteis (flores e/ou frutos), necessárias para identificação taxonômica com base em literatura especializada, como Brito et al. (2006) e Souza e Lorenzi (2019). As espécies identificadas foram posteriormente registradas no Herbário Caririense Dárdano de Andrade-Lima (HCDAL), da Universidade Regional do Cariri (URCA).

A classificação dos espécimes seguiu as diretrizes estabelecidas pelo *Angiosperm Phylogeny Group* (APG) IV para ordens e famílias de plantas com flores de 2016. Os nomes dos táxons foram atualizados de acordo com a base Flora e Funga do Brasil (http://floradobrasil.jbrj.gov.br/).

No levantamento fitossociológico foi utilizado o método de Müeller-Dombois e Ellenberg (1974), para obter os parâmetros quantitativos e estimar a frequência e abundância da área de cobertura vegetal. Por isso foram utilizadas os cálculos de Cobertura Absoluta (CA), Cobertura Relativa (CR), Frequência Absoluta (FA), Frequência Relativa (FR) e Valor de Importância (VI).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na amostragem do levantamento fitossociológico da praia de Tabuba foram registradas 18 espécies, distribuídas em 17 gêneros e 12 famílias. As famílias Fabaceae (Leguminosae) e Poaceae apresentaram as maiores riquezas específicas, ambas com três espécies cada. A Fabaceae foi representada por *Canavalia rosea*, *Chamaecrista hispidula* e *Crotalaria retusa*, enquanto Poaceae apresentou *Panicum racemosum*, *Paspalum maritimum*

e *Sporobulos virginicus*. A família Passifloraceae registrou duas espécies: *Passiflora foetida* e *Passiflora subrotunda*.

As famílias Fabaceae e Poaceae responderam por 50% do total de espécies registradas, representando, portanto, a metade da riqueza florística levantada. As espécies que apresentaram maiores Valores de Importância (VI) foram *Canavalia rosea* (Fabaceae), com 23,36%, *Cassytha filiformis* (Lauraceae), com 13,34%, *Richardia scabra* (Rubiaceae), com 11,67% e *Ipomoea pes-caprae* (Convolvulaceae), com 9,62% (Tabela 1).

Tabela 1 - Parâmetros estruturais das espécies identificadas nas dunas da praia de Tabuba, Caucaia, Ceará. NP- Número de parcelas de incidência das espécies; CA-Cobertura Absoluta; CR-Cobertura Relativa; FA-Frequência Absoluta; FR-Frequência Relativa; VI-Valor de Importância. As espécies estão organizadas em ordem crescente de acordo com o VI.

Espécies	**Famílias**	**NP**	**CA**	**CR**	**FA**	**FR**	**VI**
Canavalia rosea (Sw.) DC.	Fabaceae	42	2003	25,3	70	21,43	23,36
Cassytha filiformis L.	Lauraceae	19	1346	17	31,66	9,69	13,34
Richardia scabra L.	Rubiaceae	21	1001	12,64	35	10,71	11,67
Ipomoea pes-caprae (L.) R.Br.	Convolvulaceae	23	595	7,51	38,33	11,73	9,62
Panicum racemosum (P.Beauv.) Spreng.	Poaceae	11	704	8,89	18,33	5,61	7,25
Sporobulos virginicus (L.) Kunth	Poaceae	10	585	7,39	16,66	5,1	6,24
Macroptilium atropurpureum (Sessé & Moc. ex DC.) Urb.	Fabaceae	9	360	4,54	15	4,59	4,56
Chamaecrista hispidula (Vahl) H.S.Irwin & Barneby	Fabaceae	8	239	3,01	13,33	4,08	3,54
Euploca polyphylla (Lehm.) J.I.M.Melo & Semir	Boraginaceae	8	221	2,79	13,33	4,08	3,43
Marsypianthes chamaedrys (Vahl) Kuntze	Lamiaceae	10	106	1,33	16,66	5,1	3,21
Alternanthera tenella Colla	Amaranthaceae	5	192	2,42	8,33	2,55	2,48
Paspalum maritimum Trin.	Poaceae	5	174	2,19	8,33	2,55	2,37
Turnera subulata Sm.	Turneraceae	7	71	0,89	11,66	3,57	2,23
Blutaparon portulacoides (A.St.-Hil.) Mears	Amaranthaceae	3	156	1,97	5	1,53	1,75
Emilia fosbergii Nicolson	Asteraceae	5	45	0,56	8,33	2,55	1,55
Cyperus crassipes Vahl	Cyperaceae	3	31	0,39	5	1,53	0,96
Passiflora subrotunda Mast.	Passifloraceae	3	23	0,29	5	1,53	0,91
Pavonia cancellata (L.) Cav.	Malvaceae	1	15	0,18	1,66	0,5	0,34
Crotalaria retusa L.	Fabaceae	1	10	0,12	1,66	0,5	0,31
Passiflora foetida L.	Passifloraceae	2	8	0,1	3,33	1,01	0,55
18 Espécies	12 Famílias	60	7915	99,51	326,6	99,94	99,67

A *Canavalia rosea* foi registrada como espécie hegemônica da área de estudo, apresentando os maiores valores em todos os parâmetros analisados, cobertura do solo, cobertura relativa, frequência absoluta e frequência relativa. Dessa forma, essa espécie obteve o maior Valor de Importância (VI) em comparação às demais espécies registradas. Em segunda lugar, *Cassytha filiformis* apresentou o segundo maior VI. Observou-se que sua ocorrência era predominantemente nos reversos das dunas, enquanto nas cristas sua presença era menos abundante (Figura 3).

WILLIAM MORRIS DAVIS Revista de Geomorfologia
William Morris Davis - Revista de Geomorfologia v. 7, n. 2, de março de 2026, p. 216-232. DOI: https://doi.org/10.48025/ISSN2675-6900.v7n2.2026.438

Figura 3: Espécies com maior Valor de Importância (VI) nas dunas frontais da praia de Tabuba. A. *Canavalia rosea* (Sw.) DC. (Fabaceae); B. *Cassytha filiformis* L. (Lauraceae).

Fonte**:** Autores. 2024.

As demais espécies que também apresentaram percentagens relevante, foram *Ipomoea pes-caprae* (Convolvulaceae) e *Richardia scabra* (Rubiaceae), ambas exibindo valores elevados de frequência absoluta e frequência relativa, inferiores apenas aos registrados para *Canavalia rosea* (Figura 4).

Figura 4: Espécies com relevantes parâmetros de Frequência Absoluta (FA) e Frequência Relativa (FR) nas dunas frontais da praia de Tabuba. A. *Ipomoea pes-caprae* (Convolvulaceae); B. *Richardia scabra* (Rubiaceae).

Fonte: Autores. 2024.

A espécie *Canavalia rosea* apresentou os maiores valores de cobertura e frequência no levantamento fitossociológico das dunas frontais da praia de Tabuba. Essa espécie

desempenha funções ecologicamente relevantes, especialmente por contribuir para a estabilidade das feições geomorfológicas constituídas por material arenoso. Nesse contexto, tal constatação é árticularmente importante para a conservação desses ambientes, uma vez que a *Canavalia rosea* atua como espécie mantenedora da estrutura dunar, contribuindo na estabilização frente à ação das ondas (Cordazzo et al., 2006; Sridhar, 2009; Mendoza-González et al., 2014).

Em pesquisas fitossociológicas realizadas em dunas costeiras, *Canavalia rosea* tem se destacado pela presença constante em ambientes litorâneos, sobretudo em regiões de clima tropical e subtropical, onde as condições ambientais favorecem sua predominância. (Castillo et al., 1991; Kolbek e Alves, 1993; Frías-Ureña et al., 2022). Essa recorrência reforça sua relevância ecológica como espécie fundamental na manutenção das dunas frontais, corroborando com os resultados observados na praia da Tabuba.

A presença de *Canavalia rosea* no litoral brasileiro é amplamente registrada em estudos fitossociológicos conduzidos em diferentes praias, especialmente em formações de dunas costeiras que se encontram fixas ou semifixas devido à atuação dessa espécie de psamófila (Menezes et al., 2012; Amorim et al., 2016; Ribeiro e Melo Júnior, 2016).

Outra espécie que apresentou relativo Valor de Importância foi a *Cassytha filiformis*. Segundo Nelson (2008), trata-se de uma planta trepadeira originária do Havaí, atualmente distribuída amplamente em regiões pantropicais. Sua principal característica ecológica é o comportamento parasitário sobre outras plantas superiores, o que pode afetar a estrutura e a dinâmica da vegetação presente nas dunas frontais. Além disso, *Cassytha filiforme* apresenta elevado grau de adaptabilidade, tendo se expandido ao longo de diversas regiões costeiras e, em muitos casos, tornando-se hegemônica na cobertura vegetal das dunas (Liu et al., 2023; Anchevida et al., 2024; Parra-Tabla et al., 2024).

Araujo et al. (2016), ao analisarem parâmetros fitossociológicos das dunas costeiras da praia de São Marcos, na Ilha do Maranhão, destacaram a presença de *Cassytha filiformis* em regiões litorâneas pode contribuir para a estabilização dos corpos dunares. Todavia, os autores também destacam que sua ocorrência pode funcionar como um indicativo de antropização ou artificialização do ambiente natural.

Outras espécies fixadoras de dunas importantes para manutenção da estabilidade dos corpos dunares também foram identificadas na praia da Tabuba. Entre elas destacam-se *Ipomoea pes-caprae, Panicum racemosum e Sporobulos virginicus*, reconhecidas por sua eficiência na estabilização de dunas (Cordazzo, 2009; Silva et al., 2009). Schlickmann et al. (2016) observaram na região da restinga do Morro dos Conventos, em Santa Catarina, a presença da *Ipomoea pes-caprae* nos topos e nas encostas de dunas.

CONCLUSÃO

A praia da Tabuba apresenta um cenário marcado por intensas modificações antrópicas, refletindo no predomínio de processos erosivos e no evidente desequilíbrio sedimentar. As dunas frontais, em grande parte, degradadas ou incorporadas aos empreendimentos construídos ao longo da linha de costa, reduzindo significativamente sua integridade ecológica e funcional. Ainda assim, os remanescentes dessas formações dunares continuam a desempenhar um papel importante na estabilidade ambiental local, contribuindo para atenuar os efeitos do avanço do mar.

Portanto, pode-se afirmar, a partir dos resultados, que a presença de vegetação nas dunas frontais contribui estabilizar o ambiente e oferecer maior resistência à erosão marinha no trecho estudado da praia da Tabuba. Além disso, a composição florística observada

demonstra o potencial dessas formações vegetadas em reter de maneira mais eficiente os grãos de sedimentos, tornando-a mais robusta.

O levantamento fitossociológico das dunas frontais da praia de Tabuba evidenciou a predominância de espécies típicas de ambientes psamo-halófilos, como *Canavalia rosea*, *Ipomoea pes-caprae*, *Panicum racemosum*, *Sporobolus virginicus* e *Richardia scabra*, todas reconhecidas por seu papel na formação e estabilização das dunas costeiras. Esse conjunto florístico indica um estágio de sucessão compatível com a manutenção das feições dunares remanescentes. Entretanto, o destaque de *Cassytha filiformis* como a segunda espécie de maior Valor de Importância sinaliza um processo de degradação avançada nesse setor, reforçando a necessidade de atenção quanto à conservação e recuperação dessas formações.

Por esse motivo, torna-se necessária a adoção de medidas mitigadoras, como a reintrodução e o reforço de espécies psamo-halófitas capazes de aumentar a estabilidade das dunas frontais. A presença dessas espécies pode melhorar a retenção de areias finas nas feições mais expostas aos agentes modeladores do relevo, contribuindo para a recuperação e a resiliência do sistema dunar frente ao avanço do mar local.

REFERÊNCIAS

ABREU, F.L.; VASCONCELOS, F.P.; ALBUQUERQUE, M.F.C. A diversidade no uso e ocupação da zona costeira do brasil: A sustentabilidade como necessidade. **Conexões-Ciência e Tecnologia**, v. 11, n. 5, p. 8-16, 2017.

AMORIM, G.S.; AMORIM, I.F.F.; DE ALMEIDA JR, E.B. Flora de uma área de dunas antropizadas na praia de Araçagi, Maranhão. **Revista Biociências**, v. 22, n. 2, p. 18-29, 2016.

ANCHEVIDA, S.; RAMOS-ZAPATA, J.; GARRUÑA-HERNÁNDEZ, R.; PARRA-TABLA, V. Host preference and physiological performance of the invasive hemiparasite of coastal communities Cassytha filiformis L. (Lauraceae**)**. **Botanical Sciences,** v. 102, n. 4, p. 1148-1164, 2024.

ANDRADE, J.; SANTIAGO, A.G. O zoneamento ecológico econômico costeiro e os desafios da gestão costeira integrada. **Gestão & Planejamento-G&P**, v. 21, 2020.

ARAUJO, A.C.; SILVA, A.N.; ALMEIRDA JR, E.B. Caracterização estrutural e status de conservação do estrato herbáceo de dunas da Praia de São Marcos, Maranhão, Brasil. **Acta Amazonica**, v. 46, p. 247-258, 2016.

ASMUS, M.L.; KITZMANN, D.I.S.; LAYDNER, C.; TAGLIANI, C.R.A.. Gestão costeira no Brasil: instrumentos, fragilidades e potencialidades. **Revista de Gestão Costeira Integrada**, v. 4, n. 5, p. 52-57, 2006.

BRITO, A. E. R. M.; MADEIRA, Z. R.; COSTA, F. A. P.; NUNES, E. P.; MATIAS, L. Q.; SILVA, F. H. M. **Vegetação costeira do nordeste semi-árido:** Guia ilustrado. Fortaleza: Edições UFC, 2006.

CASTILLO, S.; POPMA, J.; MORENO-CASASOLA, P. Coastal sand dune vegetation of Tabasco and Campeche, Mexico. **Journal of vegetation science**, v. 2, n. 1, p. 73-88, 1991.

CHARBONNEAU, B. R.; DOHNER, S.M.; WNEK, J.P.; BARBER, D.; ZARNETSKE, P.; CASPER, B.B. Vegetation effects on coastal foredune initiation: Wind tunnel experiments and field validation for three dune-building plants. **Geomorphology**, v. 378, p. 107594, 2021.

COOPER, A.; PILKEY, O. Vulnerability of frontal dunes to climate change: required mapping resolutions. **Coastal Engineering Journal**, 59(4), 23–45. 2017.

COELHO, L.L.; QUEIROGA, E.F.; DE MELO REIS, S. Processos de expansão urbana e as transformações da paisagem no Vetor Oeste da Região Metropolitana de Fortaleza. **Oculum Ensaios**, v. 19, p. 1-20, 2022.

CORDAZZO, C. V.; PAIVA, JB de; SEELIGER, U. **Guia ilustrado: plantas das dunas da costa sudoeste atlântica**. Pelotas: USBE, p. 107, 2006.

CORDAZZO, C.V. O efeito de Panicum racemosum X Spartina ciliata na formação das dunas costeiras frontais no extremo sul do Brasil. **Gravel,** v. 7, p. 13-17. 2009.

CUNNIFF, S.; SCHWARTZ, A. **Performance of natural infrastructure and nature-based measures as coastal risk reduction features**. Environmental Defense Fund, 2015.

DAVIDSON-ARNOTT,; R.D; BAUER, B.O. Controls on the geomorphic response of beach-dune systems to water level rise. **Journal of Great Lakes Research**, v. 47, n. 6, p. 1594-1612, 2021.

DELBECQUE, N.; DONDEYNE, S.; GELAUDE, F.; MOUAZEN, A.; VERMEIR, P.; VERDOODT, A. Urban soil properties distinguished by parent material, land use, time since urbanization, and pre-urban geomorphology. **Geoderma**, v. 416, 2022.

FIGLUS, J.; SIGREN, J.M. ; ARMITAGE, A.R. ; TYLER, R.C. Erosion of vegetated coastal dunes. **Coastal Engineering Proceedings**, v. 1, n. 34, p. 20, 2014.

LIRA, C.W.P.; FREIRE, G.S.S; SOARES JUNIOR, C.F.A; MANSO, V.A.V. Determinação da vulnerabilidade e da zona não edificante para as Praias de Tabuba e Cumbuco município de Caucaia, Ceará, ne do Brasil. **Geosciences= Geociências**, v. 34, n. 2, p. 302-311, 2015.

FREITAS, M.C.; BRAGA, M.M.; DUAVÍ, W.C.; RODRIGUES, A.L.B.; SOUSA, K.P. O Papel do Estado no apoio à Implementação do Projeto Orla no Ceará, Brasil. **Costas**, v. 4, n. 2, p. 111-122. 2022.

FRÍAS-UREÑA, H.G.; RUIZ-CORRAL, J.A.; MACÍAS-RODRÍGUEZ, M.A.; DURÁN, N.; GONZALEZ, D.; ALBUQUERQUE, F.; MORÁN, J.P.T. Relationship between the distribution of vegetation and the environment in the coastal embryo dunes of Jalisco, México. **PeerJ**, v. 10, p. e13015, 2022.

GUERRA, A.J.T.; JORGE, M.C.O**. Processos erosivos e recuperação de áreas degradadas**. Oficina de Textos, p. 160-190, 2017.

HEMINWAY, S.S.; COHN, N.; DAVIS, E.H.; WHITE, A.; HEIN, C.J.; ZINNERT, J.C. Exploring Ecological, Morphological, and Environmental Controls on Coastal Foredune Evolution at Annual Scales Using a Process-Based Model. **Sustainability**, v. 16, n. 8, p. 3460, 2024.

HESP, P.; SMYTH, T.A.G. Anchored dunes. **Aeolian geomorphology: a new introduction**, p. 157-178, 2019.

HESP, P. Foredunes and blowouts: initiation, geomorphology and dynamics. **Geomorphology**, v. 48, n. 1-3, p. 245-268, 2002.

HIERA, M.D; JÚNIOR, A.F.L.; ZANELLA, M.E. Análise da tendência da precipitação no Estado do Ceará no período 1974 a 2016. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 24, 2019.

INSTITUTO DE PESQUISAS ECONÔMICAS DO CEARÁ (IPECE). **Perfil Municipal**, 2024. Disponível em http://ipecedata.ipece.ce.gov.br/ipece-data-web/module/perfil-municipal.xhtml Acesso em 16 de dezembro de 2024.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento Sistemático da Zona Costeira: Escalas 1:50 000 a 1:100 000**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2019.

KANEKO, K.; MATSUSHIMA, H. Coastal sand dune ecosystem services in metropolitan suburbs: effects on the sake brewery environment induced by changing social conditions. **Progress in earth and planetary science**, v. 4, p. 1-14, 2017.

KEIJSERS, J. G. S.; DE GROOT, A. V.; RIKSEN, M. J. P. M. Vegetation and sedimentation on coastal foredunes. **Geomorphology**, v. 228, p. 723-734, 2015.

KOLBEK, J.; ALVES, R. J. V. Some vicariating plant communities in Brazil, Malaysia and Singapore. **Vegetation**, v. 109, p. 15-27, 1993.

KOMAR, Paul D. Beach processes and sedimentation. 2. ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 1998. p. 544.

ŁABUZ, T.A. Coastal dunes: Changes of their perception and environmental management. In: Environmental Management and Governance. **Springer**, Cham, 2015. p. 323-410.

LINS-DE-BARROS, F.M.; MILANÉS, C. Os limites espaciais da zona costeira para fins de gestão a partir de uma perspectiva integrada. IN: **Gestão Ambiental e Sustentabilidade em Áreas Costeiras e Marinhas: Conceitos e Práticas**, v. 1, p. 22-50, 2020.

LIU, Z.F. ; CI,X.Q. ; ZHANG, S.F. ; ZHANG, X.Y. ; ZHANG, X. ; DONG, L.N.; CONRAN, J.G.; LI, J. Diverse host spectrum and the parasitic process in the pantropical hemiparasite *Cassytha filiformis* L.(Lauraceae) in China. **Diversity**, v. 15, n. 4, p. 492, 2023.

LOPES, F.W.R. Os destinos turísticos face às populações locais: intervenções, efeitos e práticas na Praia do Cumbuco, Ceará, Brasil. **RITUR-Revista Iberoamericana de Turismo**, v. 5, p. 70-80, 2015.

LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas**. Nova Odessa: Instituto Plantarum, São Paulo, Brasil. 672 p, 2008.

LORENZI, H.; MATOS, FJ de A. **Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas**. 2ª edição. Nova Odessa: Instituto Plantarum, São Paulo, Brasil p. 544, 2008.

LIMA, J.R.; ARAÚJO, D. F. Fragmentação e pressões antrópicas nos ecossistemas dunares do litoral cearense. **Anais do Congresso Brasileiro de Geomorfologia**, 5(1), 78–89. 2022.

MCGUIRK, M.T.; KENNEDY, D.M.; KONLECHNER, T.. The role of vegetation in incipient dune and foredune development and morphology: a review. **Journal of Coastal Research**, v. 38, n. 2, p. 414-428, 2022.

MENDES, G.F.; PAULA, D.P.; SAMPAIO, V.S. Composição Florística, Geomorfologia e Conservação de Dunas Frontais Costeiras nas Praias de Tabuba e Cumbuco–Caucaia, Ceará. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 16, n. 05, p. 2525-2544, 2023.

MENDOZA-GONZÁLEZ, G.; MARTÍNEZ, M. L.; LITHGOW, D. Biological flora of coastal dunes and wetlands: *Canavalia rosea* (Sw.) DC. **Journal of Coastal Research**, v. 30, n. 4, p. 697-713, 2014.

MENEZES, C.M. ; ESPINHEIRA, M.J.C.L. ; DIAS, F.J.K. ; SILVA, V.I.S. Composição florística e fitossociologia de trechos da vegetação praial dos litorais norte e sul do Estado da Bahia. **Revista Biociências**, v. 18, n. 1, 2012.

MORI, S.A. **Manual de manejo do herbário fanerogâmico**. Centro de pesquisas do Cacau, 1989.

MORO, M.F.; MACEDO, M.B.; MOURA-FÉ, M.M.; CASTRO, A.S.F.; COSTA, R.C. Vegetação, unidades fitoecológicas e diversidade paisagística do estado do Ceará. **Rodriguésia**, v. 66, n. 3, p. 717-743, 2015.

MÜELLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, H. **Aims and methods of vegetation ecology**. 1974.

NELSON S.C. 2008. **Cassytha filiformis**. Honolulu (HI): University of Hawaii, 10 p. (Plant Disease; PD-42).

NORDSTROM, K.; JACKSON, N. Legal frameworks and environmental considerations in coastal dune management. **Environmental Management**, 52(1), 1–15. 2013.

PARRA-TABLA, V. ; TUN-GARRIDO, J. ; GARCÍA-FRANCO, J. ; MARTÍNEZ, M.L. The recent expansion of the invasive hemiparasitic plant *Cassytha filiformis* and the reciprocal effect with its main hosts. **Biological Invasions**, v. 26, n. 2, p. 535-547, 2024.

PAULA, D.P.; NETO, C.A.F. Resposta de uma praia arenosa a um evento de ressaca do mar: o caso da Praia do Icaraí (Caucaia, Ceará, Brasil). **Ateliê Geográfico**, v. 11, n. 2, p. 184-204, 2017.

PAULA, D.P.; VASCONCELOS, Y.G.; SOUSA, F.R. Effects of beach width variability on recreational function: A case study of NE Brazil. **Regional Studies in Marine Sciences**, v. 51, 102182. 2022.

PEREIRA, A.Q. Quatro Décadas de Transformações: A vilegiatura marítima no litoral metropolitano de Fortaleza, Ceará–Brasil. Confins. **Revue franco-brésilienne de géographie/Revista franco-brasilera de geografia**, n. 17, 2013.

PINHO, R.; TURRA, A. ANDRADE, J.B. A ciência oceânica no Brasil e desafios transversais para a produção do conhecimento. **Ciência e Cultura**, v. 73, n. 2, p. 07-11, 2021.

POWELL, E.J.; TYRRELL, M.C.; MILLIKEN, A.; TIRPAK, J.M.; STAUDINGER, M.D. A review of coastal management approaches to support the integration of ecological and human community planning for climate change. **Journal of coastal conservation**, v. 23, n. 1, p. 1-18, 2019.

Projeto Orla: **Plano de Gstão Integrada da Orla Marítima de Caucaia**. Prefeitura de Caucaia, 2018. Acesso em dezembro 2024 disponível em: https://www.caucaia.ce.gov.br/publicacaogrupos.php?grup=26&id=2315

RIBEIRO, P.Y.; DE MELO JÚNIOR, J.C.F. Richness and community structure of sand dunes (restinga) in Santa Catarina: subsidies for ecological restoration. **Acta Biológica Catarinense**, v. 3, n. 1, p. 25-35, 2016.

SALES, C.V.; PEULVAST, J.P. **Geomorfologia da Zona Costeira do Estado Ceará, Nordeste do Brasil**. Litoral e sertão: natureza e sociedade no nordeste brasileiro, v. 1, p. 349, 2006.

SCHERER, M.; SANCHES, M.; NEGREIROS, D.H. Gestão das zonas costeiras e as políticas públicas no Brasil: um diagnóstico. **Manejo Costero Integrado y Política Pública en Iberoamérica: Un diagnóstico. Necesidad de Cambio**. Cádiz: Red IBERMAR (CYTED), p. 291-336, 2010.

SCHLICKMANN, M.B.; PEREIRA, J.L.; VIEIRA, G.R.; ROCHA, A.O.; MARTINS, R. Levantamento florístico e parâmetros fitossociológicos da restinga na localidade de Morro dos Conventos, Araranguá-SC. **Revista de Iniciação Científica**, v. 14, n. 1, 2016.

SEMA/CE – Secretaria de Meio Ambiente e Mudanças Climáticas do Ceará. **Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Ceará**. Fortaleza. 2021.

SIGREN, J.; FIGLUS, J.; ARMITAGE, A. Coastal sand dunes and dune vegetation: Restoration, erosion, and storm protection. **Shore & Beach**, v. 82, n. 4, p. 5-12, 2014.

SILVA, A.E.S.; PAULA, D.P. Avaliação dos serviços ecossistêmicos oferecidos pelas praias do município de Caucaia, Ceará, Brasil. IN: FILHO, Archimedes Perez; AMORIM, Raul Reis. **Os Desafios da Geografia Física na Fronteira do Conhecimento**, v. 1, p. 2923-2927, 2017.

SILVA, G.M.; BRAGA, D.P.; MOURA, M.T.M.; PINTO, M.K.S. O Geoprocessamento na Delimitação da Bacia Hidrográfica do Rio Cauípe, Região Metropolitana de Fortaleza-Ceará. **Revista da Casa da Geografia de Sobral (RCGS)**, v. 21, n. 2, p. 686-695, 2019.

SILVA, M.A.P.; LIMA, P.G.; LUZ, L.N.; ARAÚJO, M.E.T.; OLIVEIRA, I.G.; SILVA, R.C.; LIMA, F.G.C. Plantas herbáceas fixadoras de dunas-Extremoz-Rio Grande do Norte-Brasil. **Cadernos de Cultura e Ciência**, v. 1, n. 1, 2009.

SILVA, M.B.; BULHOES, E. Aspectos Relacionados às Taxas de Mobilidade da Linha de Costa no Litoral Brasileiro. **Geo UERJ**, n. 42, 2023.

SLOSS, C.R.; SHEPHERD, M.; HESP, P. Coastal dunes: geomorphology. **Nature Education Knowledge**, v. 3, n. 10, p. 2, 2012.

SOUZA, C.R.G. A erosão costeira e os desafios da gestão costeira no Brasil. Revista de Gestão Costeira Integrada-**Journal of Integrated Coastal Zone Management**, v. 9, n. 1, p. 17-37, 2009.

SOUZA, V.C.; LORENZI, H. **Botânica sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG IV**. Nova Odessa: Jardim Botânico Plantarum. 2019.

SRIDHAR, K. R. Bioresources of coastal sand dunes–Are they neglected. **Coastal Environments: Problems and Perspectives**, p. 53-76, 2009.

VALENTINI, Emiliana et al. Exploring the dunes: The correlations between vegetation cover pattern and morphology for sediment retention assessment using airborne multisensor acquisition. **Remote Sensing**, v. 12, n. 8, p. 1229, 2020.

ZEIGER, S.; HUBBART, J. A. Characterizing Land Use Impacts on Channel Geomorphology and Streambed Sedimentological Characteristics. Water, v. 11 (5), 2019.