



Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe>



Composição Florística, Geomorfologia e Conservação de Dunas Frontais Costeiras nas Praias de Tabuba e Cumbuco – Caucaia, Ceará

Gabriel Freitas Mendes¹, Davis Pereira de Paula², Valéria da Silva Sampaio³

¹Mestrando, Programa de Pós-Graduação em Geografia da UECE, Laboratório de Geologia e Geomorfologia Costeira e Oceânica, Campus do Itaperi, CEP 60.714-903, Fortaleza, CE. E-mail: gabrielgeobotanico@gmail.com.

²Pós-Doutor, Professor adjunto da Universidade Estadual do Ceará, Programa de Pós-Graduação em Geografia da UECE, Laboratório de Geologia e Geomorfologia Costeira e Oceânica, Campus do Itaperi, CEP 60.714-903, Fortaleza, CE. E-mail: davis.paula@uece.br.

³Doutora, Professora Temporária do Curso de Ciência Biológicas da Universidade Regional do Cariri - URCA, Campus Avançado de Missão Velha-CE, na área de Botânica, CEP 63200-000, Missão Velha, CE. E-mail: valeria.sampaio@urca.br.

Artigo recebido em 18/02/2023 e aceito em 20/04/2023

RESUMO

As faixas litorâneas constituem ambientes que estão na transição entre os domínios terrestres e marinhos, onde denotam aspectos particulares que contribuem para a formação e feição de relevos geomorfológicos e ecossistemas específicos que pertencem à dinâmica costeira. Entre as formações costeiras as dunas frontais caracterizam-se por apresentar relevos dunares fixados por vegetação adaptada ao ambiente marinho. As praias de Tabuba e Cumbuco, localizadas no litoral cearense, as formações vegetacionais de dunas frontais compõem grande parcela do litoral que é constituída por campos dunares. Sendo assim, o presente estudo teve por intuito coletar, registrar e identificar espécies presentes nas formações de dunas frontais nas praias de Tabuba e Cumbuco. Os dados obtidos por meio do levantamento florístico demonstraram que espécies pertencentes ao ecossistema Restinga e espécies ruderais tiveram maior ocorrência nas dunas frontais das praias de Tabuba e Cumbuco. Comparando separadamente os dados obtidos na praia de Tabuba e na praia de Cumbuco houve semelhanças relevantes em ambas as praias com a família Fabaceae (Leguminosae) ter registrado o maior número de espécies e a dominância do hábito herbáceo.

Palavras-chave: Levantamento florístico, vegetação costeira, dunas frontais.

Floristic Composition, Geomorphology and Conservation of Coastal Frontal Dunes at Tabuba and Cumbuco Beaches – Caucaia, Ceará

ABSTRACT

The coastal strips constitute environments that are in the transition between terrestrial and marine domains, where they denote particular aspects that contribute to the formation and feature of geomorphological reliefs and specific ecosystems that belong to the coastal dynamics. Among the coastal formations, the frontal dunes are characterized by presenting dune reliefs fixed by vegetation adapted to the marine environment. The beaches of Tabuba and Cumbuco, located on the coast of Ceará, the vegetational formations of frontal dunes make up a large portion of the coast that is made up of dune fields. Therefore, the present study aimed to collect, record and identify species present in the frontal dune formations on the beaches of Tabuba and Cumbuco. The data obtained through the floristic survey showed that species belonging to the Restinga ecosystem and ruderal species had a higher occurrence in the frontal dunes of the beaches of Tabuba and Cumbuco. Comparing separately the data obtained on the beach of Tabuba and on the beach of Cumbuco, there were relevant similarities on both beaches with the Fabaceae family (Leguminosae) registering the highest number of species and the dominance of the herbaceous habit.

Keywords: Floristic survey, coastal vegetation, frontal dunes.

Introdução

A zona costeira constitui um importante patrimônio para humanidade, pois é responsável por inúmeros serviços ecossistêmicos (e.g. regulação, provisão e proteção) que beneficiam a sociedade (Buonocore et al., 2021; García-Onetti et al., 2021). Trata-se de um ambiente com elevado

potencial para o desenvolvimento de atividades socioeconômicas (e.g. indústria, turismo, comércio e moradia), sendo formado por uma diversidade de subsistemas ambientais (e.g. praias, dunas, falésias e estuários) com diferentes fragilidades e vulnerabilidades ambientais (Blythe et al., 2020; Nunes e Filho, 2020).

A riqueza natural da zona costeira é o seu principal atrativo para mobilizar milhares de pessoas, ao redor do mundo, a ocuparem uma estreita faixa de terra, em comparação a outros compartimentos ambientais (Turisno et al., 2021). Nesse sentido, é possível expressar tal magnitude através das grandes cidades do mundo, em que oito das 10 maiores estão situadas no litoral, expressando justamente essa força de atratividade (Lindsey, 2021).

Durante a transição do século XX para XXI, a constante procura por áreas banhadas pelos oceanos no Brasil acabou resultando em aglomerações desordenadas e sem planejamento, que de uma forma direta ou indireta estão impactando o equilíbrio dos ecossistemas costeiros (Merkens et al., 2016).

A pressão humana sobre os ecossistemas costeiros tem produzido inúmeros problemas de ordem ambiental, como a erosão costeira, a poluição dos recursos hídricos superficiais e a degradação dos subsistemas ambientais (Nguyen et al., 2020). Esse último está associado diretamente com as formas predatórias de uso e ocupação dos solos, ocorrendo em ambientes como campos de dunas móveis e fixas (Sales e Nascimento, 2020).

As dunas são geoformas de acumulação que se desenvolvem ao longo dos litorais oceânicos, onde são encontradas em quase todas as latitudes que abrangem climas e habitats ecológicos distintos. Os sistemas dunares desempenham diversos papéis ecológicos, especialmente aqueles associados com a regulação dos aquíferos e a proteção costeira (Łabuz, 2015; Jordan e Fröhle, 2022).

Em determinados trechos costeiros, as dunas e as praias se associam, formando um importante sistema de transição de areias em direção ao interior do continente, abastecendo dunas e potencializando a mobilidade sedimentar (Mooser et al., 2021).

As dunas que bordejam as praias ou dunas frontais são acumulações de areia paralelas à linha de costa (Hesp, 2002). Farrell et al (2023) salientam que os depósitos eólicos podem estar vegetados e funcionam como uma barreira natural de proteção à ação de ondas de tempestades, atenuando os efeitos de processos costeiros e seus impactos (e.g. erosão costeira e inundação marinha). É óbvio que existem outros benefícios na manutenção desse subsistema, pois servem de habitat rico para o desenvolvimento de uma vegetação e da vida selvagem endêmica de uma região (Gao et al., 2020; Hobohm et al., 2021)

McGuirk et al. (2022) destacam que a vegetação é a principal condição para o desenvolvimento das dunas frontais, tanto por reter

a areia quanto por protegê-la da erosão. Nesse sentido, é importante estudar a influência da vegetação na morfologia dunar e na estabilização da linha de costa (Hesp e Smyth, 2019), pois a vegetação exótica pode competir com a vegetação nativa e devido à sua capacidade de crescer agressivamente, substituir as espécies nativas das dunas, provocando uma desestabilização do sistema.

As especificidades que definem as dunas frontais estão em suas estruturas morfológicas e localização, que se encontram em partes mais expostas das praias e mantém sua crista e reverso fora do alcance das ondas oceânicas de superfície, permitindo assim que estas dunas tenham uma flora com grande variedade de espécies vegetais que conseguem tolerar a salinidade das águas oceânicas e o transporte eólico dos ventos, o que consequentemente contribuem para as primeiras acumulações arenosas que fixam as dunas frontais (Davidson-Arnott et al., 2019).

A existência do sistema de dunas costeiras nas regiões litorâneas contribui para manter as populações nessas áreas, pois as suas feições auxiliam na defesa dos continentes contra as elevações do nível do mar e as ressacas marítimas (*storm surge*), além de colaborar com o balanço sedimentar do sistema praia-duna (Barman et al., 2016; Harris e Defeo, 2022).

Os campos de dunas frontais costeiros apresentam funções cruciais para a estabilidade ambiental, além de atuar como uma barreira natural que protege comunidades e infraestruturas de eventuais tempestades e ataques de ondas (Figlus et al., 2014).

Entretanto para que as dunas frontais se mantenham conservadas com o propósito de trazer seus benefícios às zonas costeiras, a presença da cobertura vegetal torna-se essencial, pois é através dela que as dunas frontais se estabelecem (Bazzichetto et al., 2020).

Isso evita que haja fuga dos sedimentos arenosos para o interior do continente, pois a inexistência ou ausência de cobertura vegetal nessas estruturas geomorfológicas podem desencadear o agravamento das erosões costeiras (Davidson-Arnott e Bauer, 2021).

E diante do âmbito o qual se encontram distribuídas as zonas costeiras pelo nosso planeta, o território costeiro brasileiro se destaca em razão da sua extensão que compreende mais de 8.000 km de litoral que é distribuído em 17 estados, e se prolonga por latitudes equatoriais nas regiões Norte e Nordeste do país e as latitudes subtropicais pertencentes às regiões Sul e Sudeste no Atlântico sul (Oliveira e Coelho, 2015; Andrade e Santiago, 2020).

Entre os estados que fazem parte da zona litorânea brasileira destaca-se o estado do Ceará, que possui aproximadamente 573 km de costa litorânea (Ceará, 2019). Estando submetido aos constantes ventos alísios de direção sudeste a leste que se intensificam durante as estações secas (agosto a dezembro), favorecendo assim o desenvolvimento de dunas costeiras. Essa abundância de arenitos de praia propicia o surgimento de dunas frontais que reduzem os impactos gerados pelas ondas marinhas (Carneiro et al., 2021).

Conforme Vasconcelos e Coriolano (2008), a partir da década de 1990 a planície litorânea cearense começou a ser ocupada com maior interesse turístico, onde sucedeu a construção de variados hotéis, pousadas, bares, restaurantes e parques temáticos, o que acarretou no aumento da densidade demográfica na zona costeira que modificou expressivamente as paisagens naturais costeiras.

Nesse sentido, o processo acelerado de urbanização das praias da Tabuba e do Cumbuco tem provocado mudanças significativas na paisagem da região, especialmente quando há incorporação das dunas frontais, com consequente degradação desse sistema para construção de empreendimentos turísticos e de veraneio. Freire et al. (2015) destacam que a maior parte desses empreendimentos são voltados ao lazer e recreação de moradores e turistas. Além disso, os mesmos autores destacam que a degradação das dunas frontais desestabiliza o sistema local, levando a processos negativos, como é o caso da erosão costeira.

Analisar e identificar as espécies vegetais que constituem a composição florística é fundamental para o diagnóstico do ambiente, pelo fato da vegetação servir como bioindicador em solos, líquidos e de determinadas áreas das quais a flora esteja fixada e exposta, transmitindo assim o nível de qualidade do meio ambiente (Souza et al., 2018).

Portanto é importante compreender as ações humanas e suas formas de ocupação que são bastante frequentes nesse ambiente, o que deixa as dunas frontais mais passíveis aos impactos ambientais negativos, assim também como outras estruturas geomorfológicas costeiras (Camões e Uacane, 2020; Savage et al., 2020).

Posto que o litoral do município de Caucaia nas últimas décadas vem sofrendo mudanças intensas em sua orla marítima, que se devem principalmente ao conjunto de fatores naturais e antropogênicos que modificam consideravelmente a paisagem que outrora

permanecia natural (Francisco, 2021). Miyanishi e Johnson (2021) destacam que a cobertura vegetal é um dos principais condicionantes para a estabilidade de dunas costeiras, por isso é necessário conhecer quais são as espécies vegetais que formam a composição florística dessas dunas frontais.

Diante dessas características que definem as dunas frontais, esse trabalho tem como objetivo realizar o levantamento da composição vegetal e analisar os aspectos geomorfológicos das dunas frontais a partir de trabalhos realizados nas praias de Tabuba e Cumbuco.

Material e métodos

Área de Estudo

As praias de Tabuba e Cumbuco abrangem uma extensão aproximada de 16,27 km de linha de costa, onde ambas estão localizadas no litoral do município de Caucaia (Ceará-Brasil) zona 24, onde a área de estudo da praia de Tabuba está localizada nas coordenadas UTM 9598212.00 S e 532328.00 E, e a área de estudo da praia de Cumbuco estando localizada nas coordenadas UTM 9600670.00 S e 526900.00 E, estando ambas situadas na Região Metropolitana de Fortaleza (Figura 1).

A região litorânea do município de Caucaia assim também como as praias de Tabuba e Cumbuco estão integradas a compartimentação geoambiental da planície costeira. Essa é formada por relevos como campos de dunas fixas e móveis, planícies e terraços fluviais (Neto et al., 2013; Neta e Claudino Sales, 2019).

A cobertura vegetal das praias de Tabuba e Cumbuco estão inseridas no domínio fitoecológico denominado de Complexo Vegetacional da Zona Litorânea, que é uma faixa costeira que se estende por toda a planície litorânea do estado do Ceará que compõem distintas fitofisionomias de espécies herbáceas de pós-praia, vegetações dunares e enclaves de cerrados costeiros (Castro et al., 2012; Moro et al., 2015).

Tal vegetação tem como característica principal ser composta por espécies vegetais pioneiras que colonizam superfícies arenosas das ante dunas e das dunas móveis de origem recente. Tendo o clima semiárido como predominante nas suas extensões, que caracterizam um complexo florístico entre os domínios da Caatinga e Restinga (Junior et al., 2019).

Tornando-a distinta do litoral nordestino oriental, que possui espécies associadas ao bioma da Mata Atlântica (Bié e Nogueira Junior, 2019).

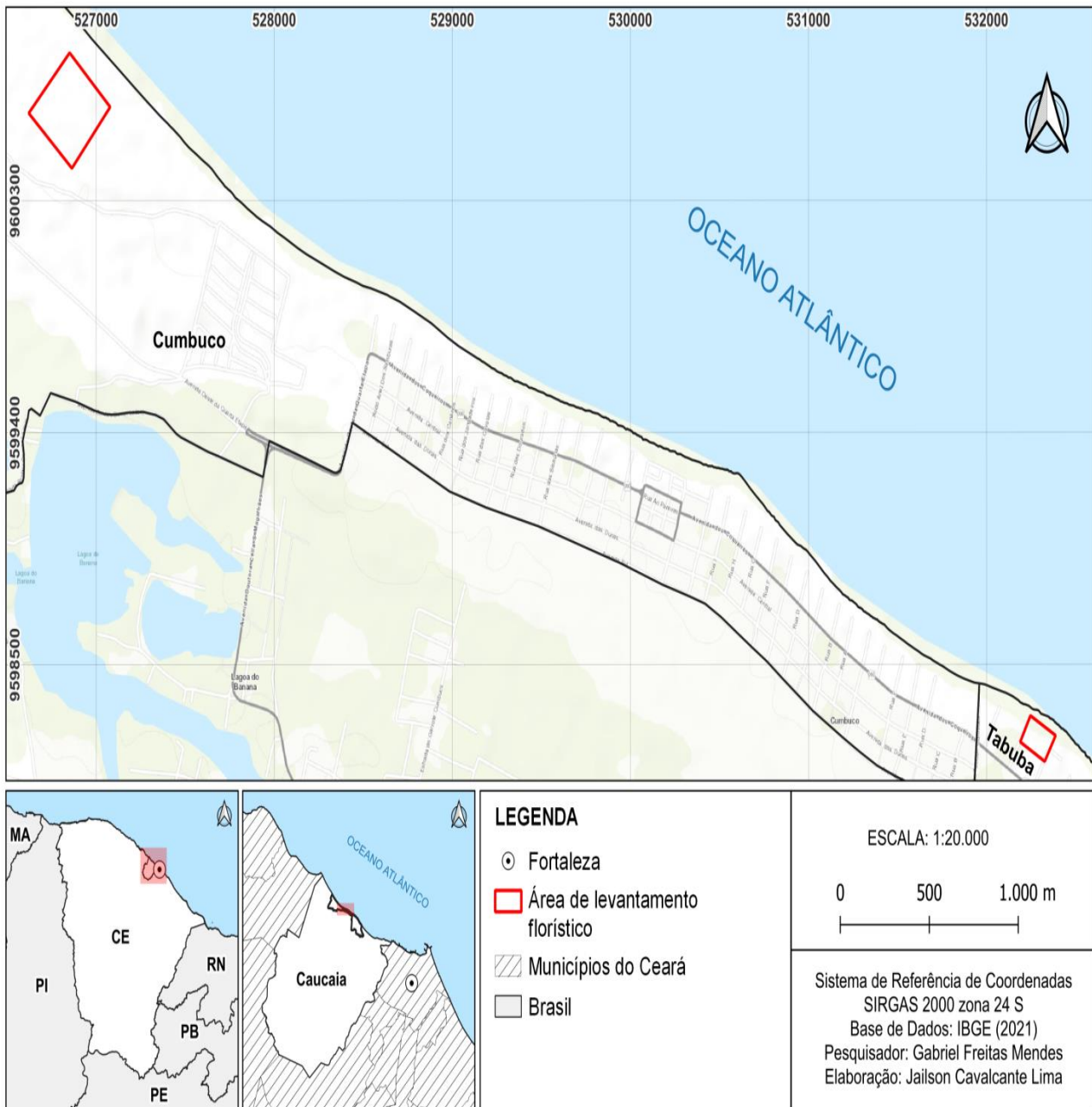


Figura 1. Localização das praias de Tabuba e Cumbuco, Caucaia – CE.

Coleta das Amostras Vegetais

O levantamento florístico foi realizado no mês de abril de 2019, nas praias de Tabuba e Cumbuco, onde foram coletadas amostras botânicas, registros de fotografias e observações de campo relativas à morfologia e a ecologia das espécies. As coletas foram realizadas através de caminhadas sobre as dunas frontais e áreas adjacentes.

Todo o material fértil foi coletado e herborizado segundo Mori et al (1989) e incorporado ao acervo do Herbário Prisco Bezerra (EAC) da Universidade Federal do Ceará. As amostras foram identificadas com o auxílio de

literatura especializada (Brito et al., 2006; Lorenzi, 2008; Souza e Lorenzi, 2019), além de consultas à coleção do herbário EAC, sítios do CRIA (<http://www.splink.org.br/>) e Flora e Funga do Brasil (<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>).

A classificação dos espécimes seguiu Angiosperm Phylogeny Group IV (2016), com exceção da família Turneraceae, que seguiu o Sistema de Cronquist e Takhtadzhian (1981). Os nomes dos táxons estão de acordo com o The International Plant Names Index (IPNI, 2023).

Com relação à categorização das formas de vida usou-se o sistema de Raunkiaer (1934), sendo classificados cinco tipos: Caméfitos, Fanerófitos, Geófitos, Hemicriptófitos e Terófitos.

Resultados e discussão

Na área em questão foram registradas um total de 39 espécies vegetais distribuídas em 19 famílias e 31 gêneros (Tabela 1). As dunas frontais das praias de Tabuba e Cumbuco do litoral cearense demonstraram conter diferentes espécies vegetais que formam distintas composições florísticas, que

Tabela 1. Composição florística das praias de Tabuba e Cumbuco destacando as famílias, nomes científicos, hábito, ciclo de vida, forma de vida, origem/endemismo e nomes vernaculares.

Família/Espécie	Hábito	Ciclo de Vida	Forma de Vida	Origem/Endemismo	Nome Vernacular
AMARANTHACEAE					
<i>Alternanthera tenella</i> Colla	Erva	Perene	Caméfito	Nativa	Apaga-fogo
<i>Blutaparon portulacoides</i> (A.St.-Hil.) Mears	Erva	Perene	Caméfito	Nativa	Bredinho-da-praia
APOCYNACEAE					
<i>Calotropis procera</i> (Aiton) W.T.Aiton	Arbusto	Perene	Fanerófito	Naturalizada	Flor-de-seda
ASTERACEAE					
<i>Blainvillea acmella</i> (L.) Philipson	Subarbusto	Anual	Terófito	Nativa	Canela-de-urubu
<i>Emilia fosbergii</i> Nicolson	Erva	Anual	Terófito	Naturalizada	Algodão-de-preá
<i>Tridax procumbens</i> L.	Erva	Anual ou Bienal	Terófito	Nativa	Erva-de-touro
BORAGINACEAE					
<i>Euploca polyphylla</i> (Lehm.) J.I.M.Melo & Semir	Erva	Anual	Caméfito	Nativa	Crista-de-galo
CONVOLVULACEAE					
<i>Distimake aegyptius</i> (L.) A.R. Simões & Staples	Trepadeira	Anual	Terófito	Nativa	Jitirana
<i>Ipomoea pes-caprae</i> (L.) R.Br	Erva	Perene	Caméfito	Nativa	Salsa-da-praia
CUCURBITACEAE					
<i>Momordica charantia</i> L.	Trepadeira	Anual	Terófito	Naturalizada	Melãozinho
CYPERACEAE					
<i>Cyperus crassipes</i> Vahl	Erva	Perene	Geófito	Naturalizada	Capim-da-praia
<i>Cyperus pedunculatus</i> (R.Br.) J.Kern	Erva	Perene	Geófito	Nativa	Pinheirinho-da-praia
EUPHORBIACEAE					
<i>Euphorbia hyssopifolia</i> L.	Erva	Anual	Terófito	Nativa	Erva-andorinha
<i>Euphorbia thymifolia</i> L.	Erva	Anual	Terófito	Nativa	-
FABACEAE (LEGUMINOSAE)					
<i>Canavalia rosea</i> (Sw.) DC.	Trepadeira	Perene	Terófito	Nativa	Feijão-bravo
<i>Chamaecrista diphylla</i> (L.) Greene	Erva	Anual	Caméfito	Nativa	Erva-de-coração
<i>Chamaecrista hispidula</i> (Vahl) H.S.Irwin & Bameby	Erva	Perene	Caméfito	Nativa	Melosa-da-praia
<i>Crotalaria incana</i> L.	Subarbusto	Anual	Terófito	Nativa	Feijão-de-boi
<i>Crotalaria retusa</i> L.	Erva	Anual	Caméfito	Naturalizada	Chocalho-de-cobra
<i>Indigofera hirsuta</i> L.	Subarbusto	Anual ou Perene	Caméfito	Nativa	Anileira
<i>Macropitium atropurpureum</i> (Sessé & Moc. ex DC.) Urb	Erva	Perene	Caméfito	Naturalizada	Siratro
<i>Senna obtusifolia</i> (L.) H.S.Irwin & Barneby	Subarbusto	Anual	Caméfito	Nativa	Fedegoso
<i>Tephrosia egregia</i> Sandwith	Subarbusto	Perene	Caméfito	Nativa/Endêmica	Anil-bravo
LAMIACEAE					
<i>Marsypianthes chamaedrys</i> (Vahl) Kuntze	Erva	Anual	Terófito	Nativa	Betônica-brava
MALVACEAE					
<i>Sida cordifolia</i> L.	Subarbusto	Perene	Terófito	Nativa	Guanxuma-branca
PASSIFLORACEAE					
<i>Passiflora foetida</i> L.	Trepadeira	Perene	Fanerófito	Nativa	Maracujá-de-cheiro
<i>Passiflora subrotunda</i> Mast	Trepadeira	Perene	Fanerófito	Nativa/Endêmica	Maracujá-do-mato
POACEAE					
<i>Paspalum maritimum</i> Trin.	Erva	Perene	Hemicriptófito	Nativa	Capim-jacaré
<i>Sporobolus virginicus</i> (L.) Kunth	Erva	Perene	Hemicriptófito	Nativa	Capim-de-corda
POLYGALACEAE					
<i>Asemeia martiana</i> (A.W.Benn.) J.F.B.Pastore & J.R.Abbott	Erva	Anual	Caméfito	Nativa/Endêmica	-
RUBIACEAE					
<i>Borreria latifolia</i> (Aubl.) K.Schum.	Erva	Anual	Terófito	Nativa	Poaia-do-campo
<i>Borreria spinosa</i> Cham. & Schltdl.	Erva	Perene	Hemicriptófito	Nativa	Vassourinha-de-botão
<i>Borreria verticillata</i> (L.) G. Mey.	Erva	Perene	Terófito	Nativa	Perpétua-do-mato
<i>Richardia brasiliensis</i> Gomes	Erva	Perene	Caméfito	Nativa	Poaia-branca
<i>Richardia scabra</i> L.	Erva	Anual ou Perene	Terófito	Nativa	Poaia-do-cerrado
SOLANACEAE					
<i>Solanum paniculatum</i> L.	Arbusto	Perene	Fanerófito	Nativa	Jurubeba
TURNERACEAE					
<i>Turnera scabra</i> Millsp.	Erva	Anual ou Perene	Terófito	Nativa	Chanana
VERBENACEAE					
<i>Lantana camara</i> L.	Erva	Perene	Fanerófito	Naturalizada	Camará-chumbinho
VIOLACEAE					
<i>Pombalia calceolaria</i> (L.) Paula-Souza	Erva	Perene	Caméfito	Nativa	Ipecacuanha

se concentram em típicas feições dunares costeiras como cristas, bermas e estirâncios. Além de coletar as amostras também foram fotografadas as espécies em campo (Figura 2-3).

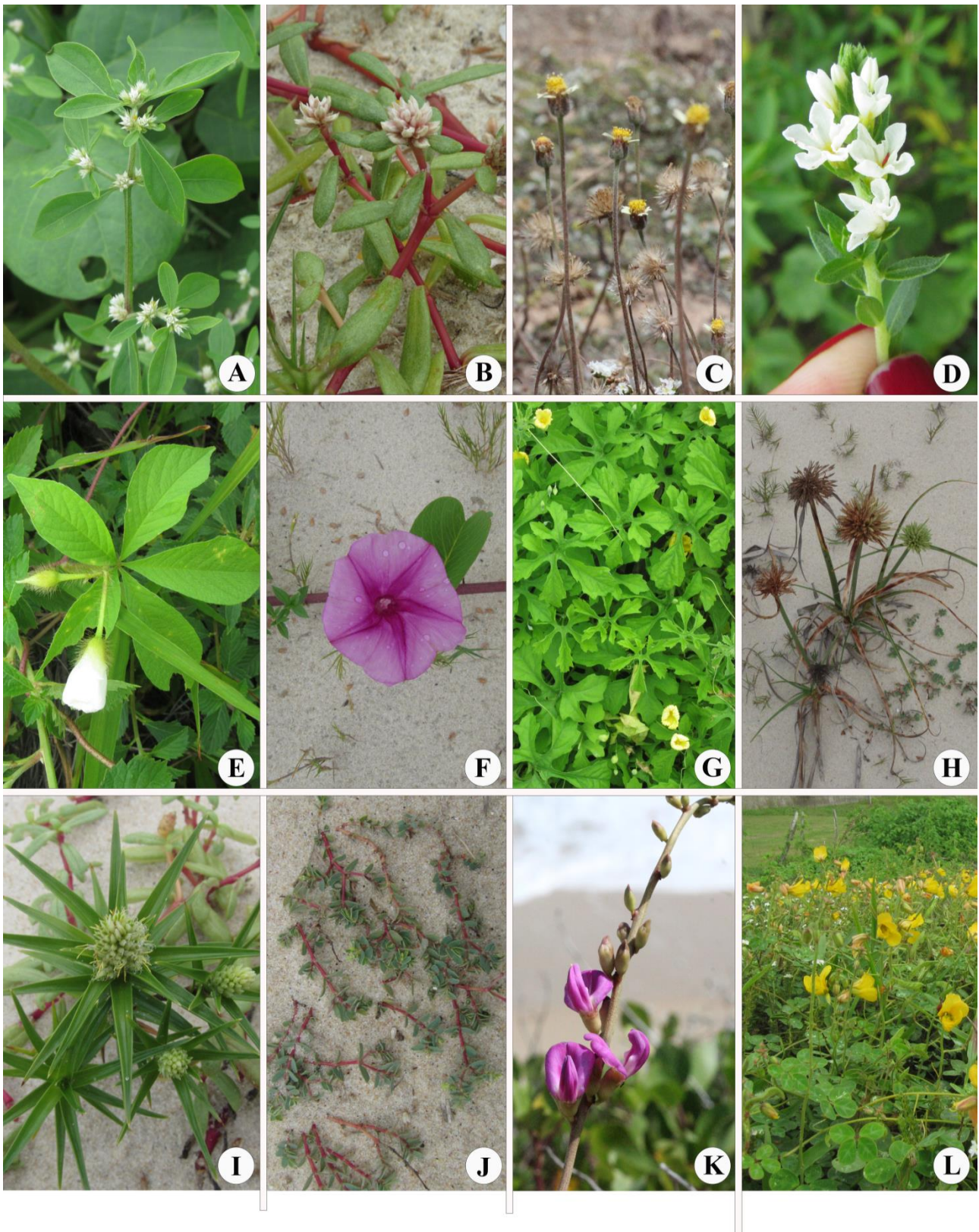


Figura 2. Espécies representantes de cada família registrada nas praias de Tabuba e Cumbuco, Caucaia-CE. A. *Alternanthera tenella* Colla (Amaranthaceae); B. *Blutaparon portulacoides* (A.St.-Hil.) Mears (Amaranthaceae); C. *Tridax procumbens* L. (Asteraceae); D. *Euploca polyphylla* (Lehm.) J.I.M.Melo & Semir (Boraginaceae); E. *Distimake aegyptius* (L.) A.R. Simões & Staples (Convolvulaceae); F. *Ipomoea pes-caprae* (L.) R.Br (Convolvulaceae); G. *Momordica charantia* L. (Cucurbitaceae); H. *Cyperus crassipes* Vahl (Cyperaceae); I. *Cyperus pedunculatus* (R.Br.) J.Kern (Cyperaceae); J. *Euphorbia thymifolia* L. (Euphorbiaceae); K. *Canavalia rosea* (Sw.) DC. (Fabaceae); L. *Chamaecrista hispidula* (Vahl) H.S.Irwin & Barneby (Fabaceae).

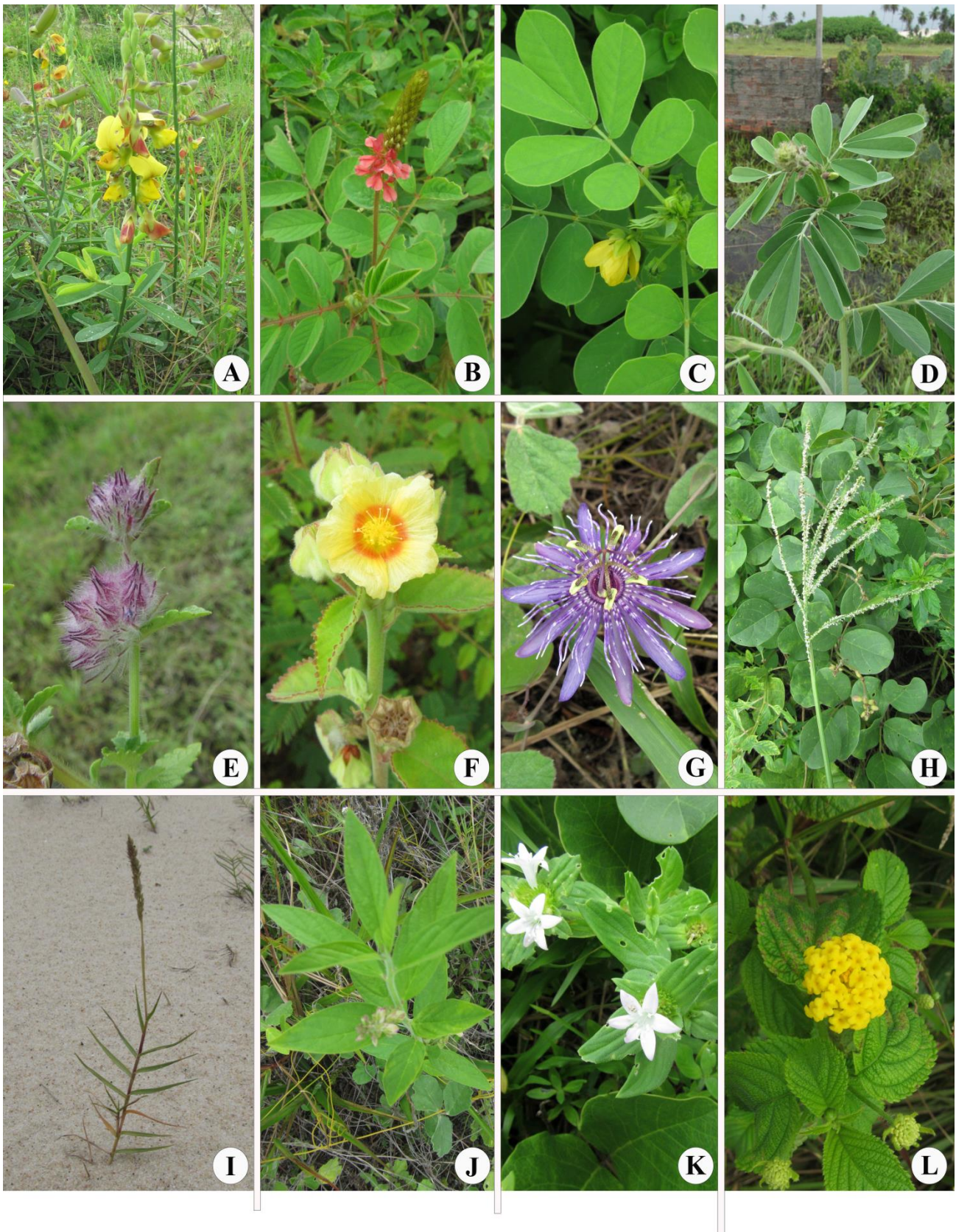


Figura 3. Espécies representantes de cada família registrada nas praias de Tabuba e Cumbuco, Caucaia-CE. A. *Crotalaria retusa* L. (Fabaceae); B. *Indigofera hirsuta* L. (Fabaceae); C. *Senna obtusifolia* (L.) H.S.Irwin & Barneby (Fabaceae); D. *Tephrosia egregia* Sandwith (Fabaceae); E. *Marsypianthes chamaedrys* (Vahl) Kuntze (Lamiaceae); F. *Sida cordifolia* L. (Malvaceae); G. *Passiflora subrotunda* Mast. (Passifloraceae); H. *Paspalum maritimum* Trin. (Poaceae); I. *Sporobolus virginicus* (L.) Kunth (Poaceae); J. *Asemeia martiana* (A.W.Benn.) J.F.B.Pastore & J.R.Abbott; L. (Polygalaceae); K. *Richardia scabra* L. (Rubiaceae); L. *Lantana camara* L. (Verbenaceae).

A família Fabaceae (Leguminosae) obteve a maior riqueza florística, abrangendo nove espécies, sendo elas: *Canavalia rosea* (Sw.) DC. (feijão-da-praia), *Chamaecrista diphylla* (L.) Greene (erva-de-coração), *Chamaecrista hispidula* (Vahl) H.S.Irwin & Barneby (melosa-da-praia), *Crotalaria incana* L. (feijão-de-boi), *Crotalaria retusa* L. (chocalho-de-cobra), *Indigofera hirsuta* L. (anileira), *Macroptilium atropurpureum* (Sessé & Moc. ex DC.) Urb. (siratro), *Senna obtusifolia* (L.) H.S.Irwin & Barneby (fedegoso) e *Tephrosia egregia* Sandwith (anil-bravo).

Rubiaceae foi à família que registrou a segunda com maior riqueza, compondo cinco espécies: *Borreria latifolia* (Aubl.) K.Schum. (poaia-do-campo), *Borreria spinosa* Cham. & Schltdl. (vassourinha-de-botão), *Borreria*

verticillata (L.) G. Mey. (perpétua-do-mato), *Richardia brasiliensis* Gomes (poaia-branca) e *Richardia scabra* L. (poaia-do-cerrado).

Enquanto a família Asteraceae conferiu apenas três espécies, são essas: *Blainvillea acmella* (L.) Philipson (canela-de-urubu), *Emilia fosbergii* Nicolson (algodão-de-preá) e *Tridax procumbens* L. (erva-de-touro).

Assim Fabaceae, Rubiaceae e Asteraceae representaram 43,58% da flora local, por outro lado às famílias botânicas como Amaranthaceae, Convolvulaceae, Cyperaceae, Euphorbiaceae, Passifloraceae e Poaceae representadas por duas espécies corresponderam a 30,72%, enquanto que as demais famílias botânicas apresentaram apenas uma espécie cada, resultaram em 25,64% do total (Figura 4).

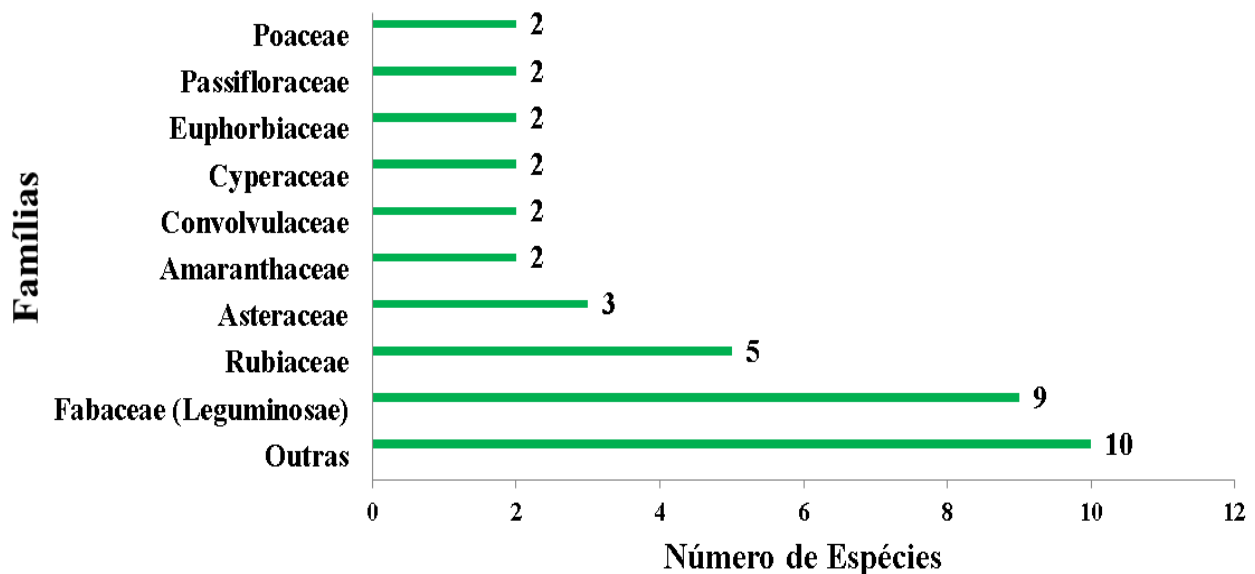


Figura 4. Número de Espécies por Família nas praias de Tabuba e Cumbuco, Caucaia-CE.

Coradin et al (2022) validam que a família Fabaceae (Leguminosae) no Brasil corresponde ao maior número de espécies dentro do grupo das angiospermas, e sua distribuição é notória em diversos domínios como Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica e Pantanal, desempenhando assim um fator importante para a composição de formações florestais e abertas.

Na região que compreende o litoral setentrional do nordeste brasileiro, que abrange os estados de Ceará, Maranhão, Piauí e Rio Grande do Norte, a família Fabaceae (Leguminosae) se destaca como o maior número de espécies representativas. Principalmente em regiões arenosas de Restinga com a ocorrência geomorfológica de dunas, como bem evidencia Santos-Filho et al (2015) e Moura et al (2019) por meio de levantamentos florísticos realizados no litoral do Piauí.

Moura (2017) ratificou o predomínio da família Fabaceae (Leguminosae) na região que compreende a faixa litorânea da porção setentrional do Rio Grande do Norte, bem como Oliveira et al (2012) que também registraram uma hegemonia da família Fabaceae (Leguminosae) no ecótono entre a Caatinga e a Restinga no município do Rio do Fogo.

Diniz et al (2020) enfatizam que a região litorânea denominada de Costa Branca que se estende entre os estados de Ceará e Rio Grande do Norte, apresentam aspectos fitogeográficos típicos da comunidade vegetal psamófila que estão associadas a ambientes como dunas semi-fixas.

Entre as espécies pertencentes à família Fabaceae (Leguminosae) a *C. rosea* se destaca, pois é conhecida por desempenhar funções ecologicamente importantes como manter a estabilidade das feições geomorfológicas formadas

por areia e sedimentos (Mendoza-González et al., 2014).

Essa funcionalidade atribuída a *C. rosea* é reiterada por Dussan-Arquez e Rodríguez-Rodríguez (2022), onde a supracitada espécie atingiu a maior pontuação com base nas suas características qualitativas, tornando-a propícia para restaurar praias, dunas e também atenuar os efeitos da erosão costeira.

Lee et al (2023) estimaram através de testes em túneis de vento que as propriedades biomecânicas de raiz e vento da *C. rosea* se destacaram por apresentar melhor resistência à tração de raízes, se comparado a outras espécies conhecidas por restaurar dunas costeiras como *Canavalia lineata* e *Vigna marina* que apresentaram resultados inferiores a *C. rosea* nessa função.

No que concerne à família Rubiaceae, pode-se afirmar que as condições ambientais dos ecossistemas das Restingas favorecem o estabelecimento das espécies dessa família, dado que a capacidade de plasticidade e amplitude desta família pode ser expresso pela sua ocorrência em várias regiões e estados pertencentes ao litoral nordeste do Brasil (Almeida Jr e Zickel, 2009; Costa et al., 2018; Oliveira e Landim, 2020; Paiva e Almeida Jr, 2020).

No grupo das Angiospermas a família Rubiaceae ocupa o quarto lugar de diversidade, sendo uma família cosmopolita que se concentra mormente em regiões tropicais e subtropicais, por isso o território brasileiro contém elevada quantidade de gêneros e espécies dessa família (Costa Santos et al., 2022).

Com relação às espécies da família Rubiaceae que foram identificadas nas praias de Tabuba e Cumbuco a *B. verticillata* merece enfoque maior devido as suas características de planta

ruderal, que tem uma ampla distribuição em todos os estados do território brasileiro e crescem espontaneamente em ambientes antropizados (Fonseca et al., 2020).

De acordo com Amorim et al (2022) das espécies herbáceas da família Rubiaceae a *B. verticillata* indicou o maior valor de importância no estudo fitossociológico realizado nas dunas urbanizadas na Ilha do Maranhão, desta forma confirmando os sinais de perturbação antrópica no ambiente de dunas costeiras.

Dentre as 39 espécies amostradas, 31 foram identificadas como nativas, que corresponde a 79,48% do total, sendo aquelas de maior ocorrência: *Blutaparon portulacoides* (A.St.-Hil.) Mears (Amaranthaceae), *Euploca polyphylla* (Lehm.) J.I.M.Melo & Semir (Boraginaceae), *Ipomoea pescaprae* (L.) R.Br (Convolvulaceae), *Chamaecrista hispidula* (Vahl) H.S.Irwin & Barneby (Fabaceae), *Sporobolus virginicus* (L.) Kunth (Poaceae), *Richardia scabra* L. (Rubiaceae) e *Turnera scabra* Millsp (Turneraceae).

Enquanto as espécies naturalizadas (exóticas) totalizaram sete espécies, correspondendo a 17,94%, sendo elas: *Calotropis procera* (Aiton) W.T.Aiton (Apocynaceae), *Emilia fosbergii* Nicolson (Asteraceae), *Momordica charantia* L. (Cucurbitaceae), *Cyperus crassipes* Vahl (Cyperaceae), *Crotalaria retusa* L. e *Macroptilium atropurpureum* (Sessé & Moc. ex DC.) Urb (Fabaceae) e *Lantana camara* L. (Verbenaceae).

Acerca das formas de vida, a classificação predominante foi do tipo terófito com 15 spp. (38,46%), seguido por caméfito com 14 spp. (35,89%), fanerófito com cinco (12,82%), hemicriptófito com três spp. (7,69%) e geófito com duas spp. (5,12%) (Figura 5).

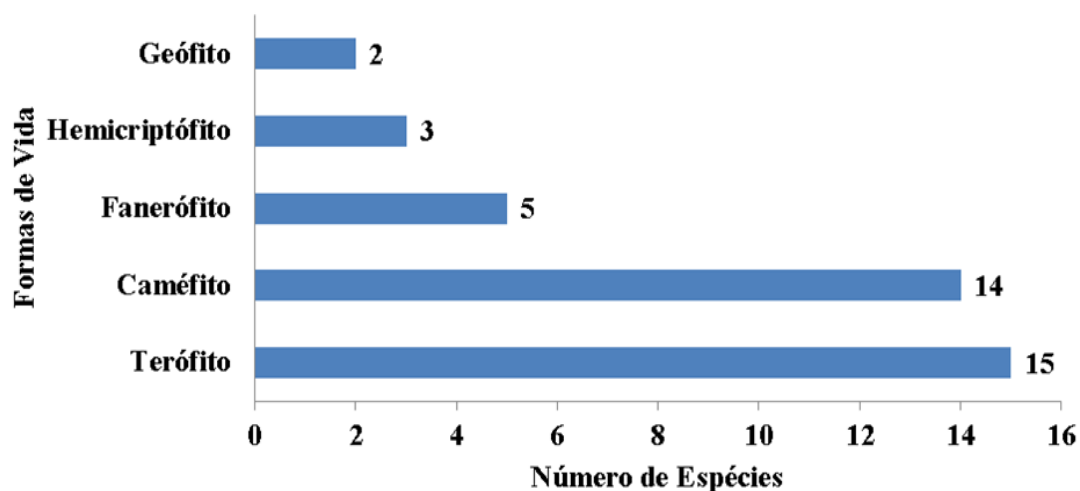


Figura 5. Distribuição das espécies por formas de vida nas praias de Tabuba e Cumbuco, Caucaia – CE.

A presença eminente de terófitos e caméfitos na área de estudo ratifica o seguimento de pesquisas realizadas no território brasileiro em ecossistemas de Restinga e ambientes costeiros, onde a composição florística apresentou resultados semelhantes referentes às formas de vida, principalmente nos levantamentos florísticos realizados no estado do Maranhão que tem a segunda maior extensão do litoral brasileiro e ocupa grande parcela do litoral setentrional nordestino (Feitosa, 2006; Lima e Almeida Jr, 2018; Guterres et al., 2019; Correia et al., 2020).

A razão para tal padrão pode estar relacionado às condições geográficas e climáticas que favorecem a existência exponencial de formas de vida, pois o déficit hídrico e as irregularidades pluviométricas que são características dos ecossistemas de Restingas da Caatinga podem condicionar a composição florística e suas espécies mais expressivas em determinadas regiões litorâneas (Oliveira et al., 2013).

Sendo que um dos principais aspectos dos terófitos e caméfitos seja a sua resistência em períodos de estiagem e escassez hídrica, que permitiu a essas espécies se adaptarem a esses ambientes, dessa forma utilizando estádios de dormência que deixam suas sementes viáveis no solo para garantir a sobrevivência das espécies em períodos desfavoráveis (Martins e Batalha, 2011).

Quanto aos hábitos o maior predomínio foi o herbáceo (erva) com 26 spp. (66,66%), seguido de subarbustivo com seis spp. (15,38%), trepadeira com cinco spp. (12,82%) e arbustivo, com duas espécies (5,12%) (Figura 6). A elevada quantidade de espécies herbáceas e subarbutivas pode estar relacionada aos aspectos florísticos e fitossociológicos que ocorrem em dunas frontais e internas onde estão associadas diretamente com a sucessão primária, que tem como uma das suas principais características a vegetação dinâmica que impede o surgimento de outros estágios sucessionais de vegetação (Rodrigues et al., 2016).

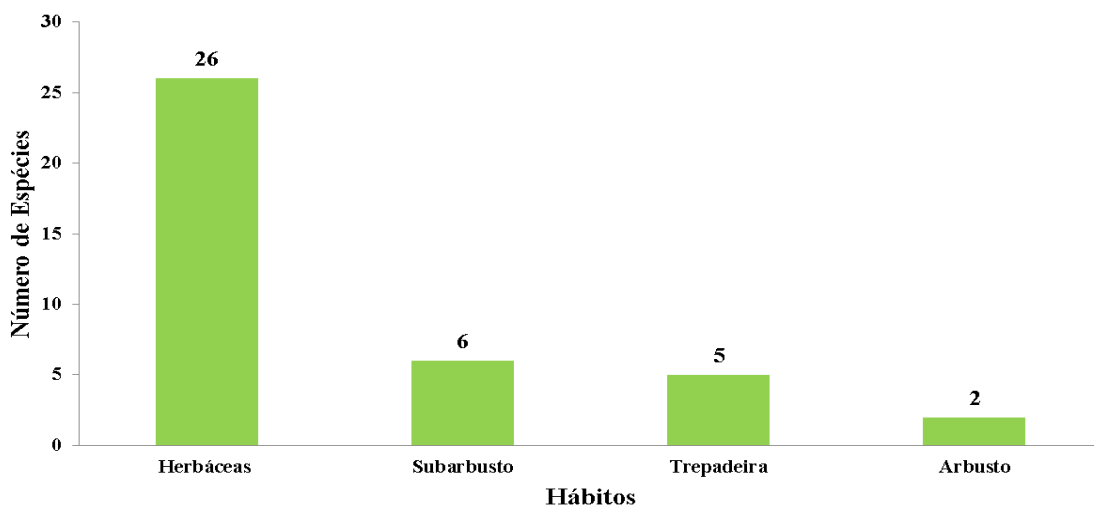


Figura 6. Distribuição de hábitos das espécies registradas nas praias de Tabuba e Cumbuco, Caucaia – CE.

Santos et al (2023) ressaltam que a vegetação de Restinga com a predominância de espécies herbáceas e subarbutivas, geralmente tem uma riqueza florística relativamente baixa, onde algumas áreas como planícies litorâneas e terraços arenosos podem apresentar a ausência de cobertura vegetal devido à interferência humana nas zonas costeiras. Por esses e entre outros motivos existem grandes dificuldades de definir se os estágios sucessionais de vegetação são naturais ou tiveram influência das atividades humanas (Falkenberg, 1999).

Algumas espécies herbáceas de Restinga são mais comumente encontradas nas regiões que estão entre as praias e as dunas costeiras, e dentre elas as que mais foram facilmente identificadas nessas áreas no decorrer do levantamento florístico foram: *Blutaparon portulacoides* (A.St.-Hil.) Mears

(Amaranthaceae), *Ipomoea pes-caprae* (L.) R.Br (Convolvulaceae) e *Sporobolus virginicus* (L.) Kunth (Poaceae).

De acordo com a Resolução nº 261/1999 do CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente), estas plantas herbáceas geralmente são constituídas por estolões ou rizomas, com populações esparsas que formam touceiras, podendo incluir também plantas lenhosas, como subarbutos, às vezes em densos agrupamentos, fixando e cobrindo totalmente a areia.

No que se refere ao ciclo de vida das espécies, a predominância foi de plantas com ciclo perene registrando 21 spp. (53,84%), seguido por plantas de ciclo anual com 14 spp. (35,89%), enquanto aquelas de ciclo anual ou perene com três spp. (7,69%) e apenas uma espécie de ciclo anual ou bienal (2,56%) (Figura 7).

Em estudos botânicos os ciclos de vida das plantas cumprem importantes processos que envolvem a sua reprodução e evolução nos diferentes ecossistemas e paisagens, contribuindo assim para a compreensão de suas características reprodutivas e hábitos que as classificam e definem como grupos vegetais (Leme e Ursi, 2014; Callensen, 2016).

E ter a ciência das espécies vegetais que compõem as dunas frontais é essencial para analisar as formações e compartimentos que caracterizam os ambientes costeiros e suas estruturas geomorfológicas, pois as vegetações costeiras são importantes estabilizadoras de ambientes dunares (Palma e Jarenkow, 2008; Del Vecchio et al., 2021; Jay et al., 2022).

As espécies registradas no levantamento florístico das praias de Tabuba e Cumbuco podem ser classificadas como monócarpicas ou policarpicas. Sendo as espécies monócarpicas plantas com ciclo de vida anual ou bianual, que

completam seu ciclo de vida em um ano ou até dois anos, enquanto as espécies policarpicas são plantas com ciclo de vida perene que completam seu ciclo de vida em mais de dois anos (Carvalho, 2013).

Bona et al (2020) ao fazerem análises sobre os traços e padrões funcionais da vegetação costeira na Ilha do Mel (estado do Paraná), averiguaram que as espécies herbáceas mantiveram características funcionais associadas ao gradiente de dunas frontais (*foredunes*), onde se levou em consideração a forma de vida e o ciclo de vida das espécies vegetais.

Nordstrom e Jackson (2021) ressaltam que ter conhecimento sobre o ciclo de vida das espécies vegetais é um dos fatores mais importantes quando se trata do plantio para a construção de dunas com vegetação, pois se as espécies forem perenes ou anuais isso influenciará sua eficiência em estações sem crescimento, afetando assim sua capacidade de reter sedimentos arenosos e consequentemente alterando a morfologia das dunas.

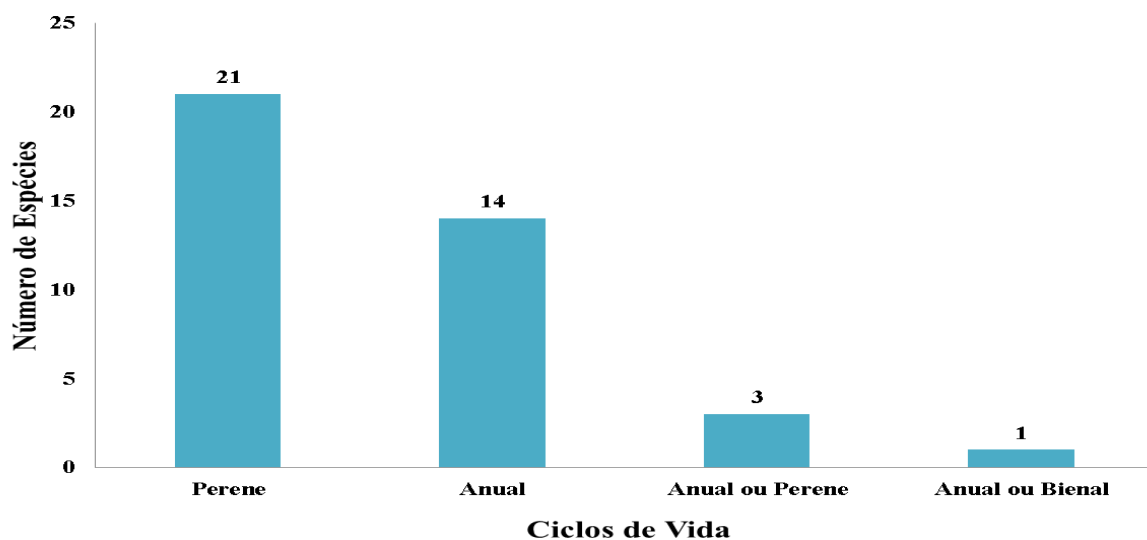


Figura 7. Distribuição do ciclo de vida das espécies registradas nas praias de Tabuba e Cumbuco, Caucaia – CE.

Espécies Endêmicas do Brasil

O Brasil é considerado o país com maior biodiversidade terrestre, que reúne cerca de 20% das espécies animais, vegetais e de microorganismos do planeta, pois muitas espécies brasileiras são endêmicas da região neotropical que corresponde a América Central e América do Sul, onde abrigam 51% das espécies de plantas tropicais (Pereira e Dalla Nora, 2021; Schulz e Armada, 2021).

Espécies endêmicas ocorrem em áreas limitadas que se restringem a determinados pontos da superfície terrestre, quando maior o grau de generalização (família, gênero e espécie), maior a probabilidade de endemismo. Por essa razão o endemismo exerce primordial importância para a

escolha de áreas a serem conservadas e preservadas (Wang et al., 2018; Pollock et al., 2020).

No levantamento florístico realizado nas praias de Tabuba e Cumbuco foram identificadas apenas três espécies endêmicas para o território brasileiro, sendo elas: *Tephrosia egregia* Sandwith (Fabaceae), *Passiflora subrotunda* Mast (Passifloraceae) e *Asemeia martiana* (A.W.Benn.) J.F.B.Pastore & J.R.Abbott (Polygalaceae), na qual as três foram encontradas na mesma localização que são as dunas frontais da praia de Tabuba.

O gênero *Tephrosia* engloba cerca de 400 espécies e ocorre principalmente no continente africano, mas há relatos na América do Sul e na Oceania, podendo se apresentar como arbustos ou subarbustos, cuja sua ocorrência se dá

em regiões tropicais ou subtropicais (Queiroz et al., 2013).

Além dessas características o gênero *Tephrosia* também é reconhecido por ser utilizado para a redução da salinidade e pH dos solos, assim também como outras leguminosas que pertencem à família Fabaceae que tem a capacidade de fixar nitrogênio na presença de bactérias nitricantes em simbiose (Rao et al., 2020; Chamkhi et al., 2022).

A espécie *T. egregia* que foi registrada no levantamento florístico, tem forma de vida subarbusciva perene que se desenvolve em alguns estados do nordeste. Cresce em áreas de pastagens, onde é aproveitada como forrageira, em áreas como pólos de fruticultura irrigada, partes dessa planta são utilizadas pela medicina popular (Moreira e Bragança, 2011).

Por ser uma espécie endêmica do Brasil sua ocorrência está relacionada com os domínios fitogeográficos da Caatinga e Mata Atlântica. No estado do Ceará a sua distribuição é considerada moderada, pois esta espécie foi encontrada em áreas de dunas com vegetação de Caatinga e Restinga, e em uma unidade de conservação, a Área de Proteção Ambiental de Redonda (Ribeiro et al., 2018).

A segunda espécie identificada como endêmica do Brasil foi a espécie *P. subrotunda* Mast, que pertence à família Passifloraceae, e tem uma distribuição geográfica centralizada na região nordeste. Onde usualmente fixasse em ambientes costeiros como praias arenosas e dunas. Esta espécie tem preferência por lugares abertos que a deixe exposta ao sol, pois ela necessita da irradiação solar para aumentar a sua produção de flores (Souza et al., 2018).

A terceira espécie registrada como endêmica do Brasil foi a *A. martiana* (A.W.Benn.) J.F.B.Pastore & J.R.Abbott, que pertence à família Polygalaceae. Essa espécie é encontrada nas regiões Norte e Nordeste do país, onde está inserida entre os domínios da Caatinga e Mata Atlântica (Ferreira et al., 2017).

No estado do Ceará a ocorrência da *A. martiana* foi registrada em vegetação de savana, savana-estépica, floresta estacional decidual sempre verde e floresta estacional semidecidual das terras baixas, ou seja em várias unidades fitoecológicas do Ceará como Caatinga arbustiva densa, Caatinga arbustiva aberta, Caatinga arbórea, Complexo vegetal da zona litorânea e Carrasco (Lima et al., 2018; IPECE, 2021).

Todavia, Mesquita et al (2013) ao analisarem os materiais botânicos das espécies pertencentes à família Polygalaceae que ocorrem nas Restingas do estado do Pará, afirmaram que a ocorrência da *A. martiana* também pode ser encontrada na Guiana Francesa, além de compor a

formação psamófila reptante, que está inserida em áreas abertas de moita e nos campos de dunas, porém não tolera áreas úmidas como brejos herbáceos de pouca luminosidade como as florestas de Restinga.

Espécies de Maior Ocorrência

Com as amostras coletadas e identificadas nas praias de Tabuba e Cumbuco, houveram algumas espécies vegetais que apresentaram maior ocorrência nas dunas frontais, formando assim a composição florística destas praias, sendo que a presença e a ausência de determinadas espécies vegetais podem evidenciar a conservação ou descaracterização do sistema praia-duna (Araujo et al., 2016; Paula et al., 2021). Pois a falta de biodiversidade vegetal em dunas frontais pode estar associada a degradações e perturbações como queimadas, depósitos de lixo e a introdução de espécies exóticas (Delgado-Fernandez et al., 2019; Pye e Blott, 2020).

Dentre as espécies vegetais mais frequentes aquelas que mais se destacaram foram *Cyperus crassipes* Vahl (Cyperaceae) e a *Sporobolus virginicus* (L.) Kunth (Poaceae), sendo que a *C. crassipes* é considerada uma espécie naturalizada/exótica para o Brasil que possui uma distribuição restrita aos bancos de areia em regiões costeiras, onde seu habitat pode ser definido como praias litorâneas expostas, estando presente tanto em regiões tropicais como subtropicais, em latitudes tropicais esta espécie tem preferência por altitudes a nível do mar que não ultrapassem 150m (Ribeiro et al., 2015).

Por ser uma planta heliófita que geralmente está exposta a areia e radiação solar constante, a *C. crassipes* tem um baixo crescimento e estruturas suculentas. Em latitudes mais frias com o aumento da duração dos dias de verão nos climas temperados, as plantas tornam-se esguias e altas, com lâminas e brácteas mais estreitas (Gordon-Gray et al., 2006).

No continente africano a *C. crassipes* é encontrada em vários países e regiões que tem acesso ao mar como África Ocidental (Guiné, Angola), África Oriental (Quênia, Tanzânia e Moçambique) e África do Sul (KwaZulu-Natal, Cabo Oriental e Ocidental). Abuodha et al (2003) ao identificar as espécies que compõem a vegetação das dunas costeiras no litoral do Quênia, confirmou a presença de *C. crassipes* em dunas frontais (*foredunes*) e nos cumes de dunas (*dune ridges*).

Durante o levantamento florístico nas praias de Tabuba e Cumbuco foi observado que a *C. crassipes* além de ser a espécie mais ocorrente nessas duas praias, ela também formou populações

significativas em várias feições e compartimentos das dunas frontais como bermas, cristas e reversos.

Segundo Westerband et al (2021) a presença de determinada população vegetal em um ambiente específico é a consequência de várias condições que envolvem fatores bióticos ou abióticos. Pois a espécie vegetal que demonstra maior dominância é aquela que está com melhor capacidade de explorar o ambiente (Avolio et al., 2019).

Outra espécie de grande ocorrência foi a *S. virginicus* (Poaceae). A presença desta espécie geralmente está associada a dunas embrionárias e fixas, apresentando uma ampla distribuição geográfica em regiões costeiras que se localizam em latitudes tropicais e subtropicais (Bueno e Cordovilla, 2020).

Maximiliano-Cordova et al., (2019) salientam que assim como outras espécies herbáceas que compõem a faixa arenosa imediata à praia, a espécie *S. virginicus* possui importantes funcionalidades para a estabilização dos ambientes costeiros e litorâneos, como servir de obstáculo aos ventos para dar início as primeiras formações de dunas.

Esse tipo de vegetação que pode ser denominada como psamo-helobioma, tem como principal característica ser composta por poucas espécies, sendo estas bem ralas e de fácil dispersão sobre a areia, formando em sua grande maioria populações vegetais halófitas que são conhecidas pelo nome de jundu (do tupi nhũ-tu = campo sujo) (Coutinho, 2016).

Devido às ressacas marítimas, essas plantas são arrancadas e levadas pelas águas, e se dirigem ao interior das Restingas. A intensidade de precipitação desse aerossol salino torna-se cada vez menor, possibilitando que espécies menos tolerantes se instalem e se propaguem em áreas adjacentes. A precipitação das chuvas faz com que o solo perca salinidade, favorecendo assim a sucessão de comunidades vegetais e animais, um psamobioma (Souza et al., 2008).

Esse tipo de ambiente favorece o crescimento de populações vegetais que tenham espécies de hábito rizomatoso, pelo fato dessas espécies conseguirem se estabelecer através da sua adaptação psamófila (Guterres et al., 2020; Almeida et al., 2020). Os seres que habitam esses ecossistemas vivem em condições adversas como solos extremamente arenosos e pobres em nutrientes minerais, por esse motivo as plantas desenvolveram mecanismos como a extensão das raízes superficiais para conseguirem obter água e nutrientes da maresia presente na atmosfera (Green e Miller, 2019; Du e Hesp, 2020).

Análise Geomorfológica das Dunas Frontais

As praias de Tabuba e Cumbuco são constituídas predominantemente por depósitos arenosos, que estão sujeitos as dinâmicas costeiras que incluem os processos erosivos e de progradação, tornando esses ambientes geomorfológicamente instáveis e de constante transformação (Paula et al., 2016).

Porém o agravamento das erosões costeiras vem causando impactos negativos a diversos setores econômicos que ameaçam não somente as atividades como o turismo e lazer, mais também a biodiversidade nativa e a estabilidade geomorfológica que proporciona o equilíbrio ambiental (Alexandrakis et al., 2018).

Muehe (2004) reforça que a erosão costeira é um processo recorrente nas zonas costeiras, pois pertence à dinâmica desse ambiente que é influenciado pelos agentes modeladores como ondas, ventos e marés. Entretanto a intensidade dos processos erosivos costeiros no Brasil tem gerado distúrbios que estão presentes em entorno de 40% do litoral brasileiro.

Perante a essas conjunturas o Projeto Orla (2002) classificou as praias de Tabuba e Cumbuco como orla tipo B. O motivo pelo qual as praias de Tabuba e Cumbuco receberam essa classificação se deve as características encontradas durante a pesquisa, que levou em consideração o tipo de orla e se a ocupação humana é de baixo, médio ou alto adensamento.

Onde as orlas marítimas de classe B apresentam como principais características, as paisagens parcialmente antropizadas com médio potencial de poluição e relevante adensamento da população em construções recentes. Apesar da praia de Tabuba e Cumbuco serem ocupadas em sua maioria por residências de veraneio marítimo e empreendimentos turísticos, o adensamento da população residente é considerado baixo ou médio.

A praia da Tabuba é densamente ocupada, com forte pressão antrópica sobre os subsistemas costeiros, assim mesmo, as dunas frontais apresentaram aparente conservação. Paula et al. (2022) ao analisarem as mudanças sazonais ocorridas no perfil de praia da Tabuba constataram que a presença de dunas frontais, relativamente bem conservadas, contribuiu para a estabilidade local e assumiu a função de estrutura de proteção costeira verde.

Lima et al (2019) ao analisarem a variabilidade da linha de costa do município de Caucaia a partir dos valores de LRR (Linear Regression Rate) com presença erosiva, percebeu que as praias de Tabuba e Cumbuco obtiveram os melhores resultados de qualificação para práticas recreativas voltadas ao turismo. Diferente das praias

adjacentes como Dois Coqueiros, Icapuí, Iparana e Pacheco, que tiveram processos erosivos intensificados nas últimas quatro décadas.

Apesar disso, as comparações entre a praia de Tabuba e Cumbuco demonstraram ter diferenças significativas, pois enquanto a praia de Cumbuco apresentou ter melhores condições ambientais com tendência a acreção e estabilização, a praia de Tabuba apresentou ter indicadores de erosão com tendência a recuo da linha de costa.

Pois as praias de Tabuba e Cumbuco estão inseridas em um contexto de exponencial crescimento populacional, pelo fato de ser um dos destinos mais procurados pelas atividades esportivas e turísticas. Contribuindo assim para o aumento das zonas edificadas e a diminuição das zonas não edificadas destinadas a preservação.

Por esses motivos é necessário delimitar as zonas edificantes e as zonas não edificantes, pois o conjunto de fatores como a ocupação desordenada sem planejamento em áreas ilegais para a construção de qualquer categoria está acentuando a degradação no litoral do município de Caucaia.

E caso não haja medidas mitigadoras para conter o avanço da erosão nas praias de Tabuba e Cumbuco, a tendência será a deterioração do ambiente costeiro que poderá causar prejuízos ambientais e econômicos para o município e a população residente dessas áreas litorâneas.

Conclusões

O levantamento florístico nas praias de Tabuba e Cumbuco evidenciaram uma relativa riqueza florística pertencente a formações de Restinga, que são compostas predominantemente por espécies pioneiras que auxiliam na estabilidade das dunas frontais que estão inseridas no litoral de Caucaia.

Onde houve o registro de 39 espécies distribuídas em 19 famílias e 31 gêneros botânicos, sendo que grande parcela das espécies registradas foram em sua maioria nativas e que contém o hábito herbáceo como dominante.

A composição florística das dunas frontais de Tabuba e Cumbuco apresentaram formações vegetais compostas por espécies do ecossistema Restinga e espécies ruderais, que se estabeleceram nas feições dunares como base, crista e reverso.

A família botânica Fabaceae foi a mais representativa nas praias de Tabuba e Cumbuco, denotando assim a ocorrência significativa em ambas às praias onde o levantamento florístico foi realizado.

Pode-se concluir que reconhecer as espécies que formam a composição florística desse ecossistema, e saber seus hábitos e comportamentos

é essencial para entender a relevância da dinâmica costeira e tentar conceber uma melhor gestão para políticas pública no intuito de conservar essas áreas, pois os impactos ambientais negativos podem descaracterizar os aspectos e fatores que ainda estabilizam esse ambiente.

Agradecimentos

Ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da UECE pelo apoio. A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES pela bolsa de mestrado. Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pela Bolsa PQ (309102/2022-7) e a Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico pelo financiamento dos projetos (FCT AAC No. 02 / SAICT / 2017 e PS1-00186-00333.01.00/21). Aos amigos pelo apoio, Sarah Sued Gomes de Souza do Herbário Prisco Bezerra (EAC), aos professores, bolsistas e membros associados ao Laboratório de Geologia e Geomorfologia Costeira e Oceânica da Universidade Estadual do Ceará e em especial, ao Jailson Cavalcante Lima pelas discussões e auxílios.

Referências

- Abuodha, J. O. Z., Musila, W. M., & Van der Hagen, H. (2003). Floristic composition and vegetation ecology of the Malindi Bay coastal dune field, Kenya. *Journal of Coastal Conservation*, 9(2), 97-112.
- Alexandrakis, G., Manasakis, C., & Kampanis, N. A. (2015). Valuating the effects of beach erosion to tourism revenue. A management perspective. *Ocean & Coastal Management*, 111, 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2015.04.001>.
- Almeida Jr, E. B., da Silva Costa, L. B., Olivo, M. A., de Lima Araújo, E., & Zickel, C. S. (2020). Estrutura do componente herbáceo no campo não inundável de uma restinga em Pernambuco (Brasil). *Revista Nordestina de Biologia*, 28(1). <https://doi.org/10.22478/ufpb.2236-1480.2020v28n1.50205>.
- Almeida Jr, E. D., & Zickel, C. S. (2009). Fisionomia psamófila-reptante: riqueza e composição de espécies na praia da Pipa, Rio Grande do Norte, Brasil. *Pesquisas, Botânica*, 60(1), 289-299.
- Amorim, I. F. F., Lima, P. B., Santos-Filho, F. S., & Almeida Jr, E. B. (2022). Diversity and Richness of the Herbaceous Assemblage on Urbanized and Non-urbanized Dunes on the Brazilian Amazonian Coast.

- <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-1382472/v1>.
- Andrade, J., & Santiago, A. G. (2020). O zoneamento ecológico econômico costeiro e os desafios da gestão costeira integrada. *Gestão & Planejamento-G&P*, 21. 10.21714/2178-8030gep.v.21.6575.
- Angiosperm Phylogeny Group, Chase, M. W., Christenhusz, M. J., Fay, M. F., Byng, J. W., Judd, W. S., ... & Stevens, P. F. (2016). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *Botanical journal of the Linnean Society*, 181(1), 1-20. <https://doi.org/10.1111/boj.12385>.
- Araujo, A. C. M., Silva, A. N. F. D., & Almeida Jr, E. B. D. (2016). Caracterização estrutural e status de conservação do estrato herbáceo de dunas da Praia de São Marcos, Maranhão, Brasil. *Acta Amazonica*, 46, 247-258. <https://doi.org/10.1590/1809-4392201504265>.
- Avolio, M. L., Forrestel, E. J., Chang, C. C., La Pierre, K. J., Burghardt, K. T., & Smith, M. D. (2019). Demystifying dominant species. *New Phytologist*, 223(3), 1106-1126. <https://doi.org/10.1111/nph.15789>.
- Barman, N. K., Paul, A. K., Chatterjee, S., Bera, G., & Kamila, A. (2016). Coastal Sand Dune Systems: Location, Formation, Morphological Characteristics Analysis through Vegetation Processes Estimation. *J. Geogr. Environ. Earth Sci. Int*, 4, 1-8. 10.9734/JGEESI/2016/22383.
- Bazzichetto, M., Sperandii, M. G., Malavasi, M., Carranza, M. L., & Acosta, A. T. R. (2020). Disentangling the effect of coastal erosion and accretion on plant communities of Mediterranean dune ecosystems. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 241, 106758. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2020.106758>.
- Bié, F. C. A., & Nogueira Junior, L. R. (2019). Identificação dos biomas e das fitofisionomias da vegetação da ecorregião tabuleiros costeiros. In *Embrapa Territorial-Artigo em anais de congresso (ALICE)*. In: CONGRESSO INTERINSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA 13., 2019, Campinas. Anais... Campinas: Instituto Agrônômico (IAC), 2019. Recuperado de <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1111427/1/5077.pdf>
- Blythe, J., Armitage, D., Alonso, G., Campbell, D., Dias, A. C. E., Epstein, G., ... & Nayak, P. (2020). Frontiers in coastal well-being and ecosystem services research: A systematic review. *Ocean & Coastal Management*, 185, 105028. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2019.105028>.
- Bona, C., Pellanda, R. M., Carlucci, M. B., de Paula Machado, R. G., & Ciccarelli, D. (2020). Functional traits reveal coastal vegetation assembly patterns in a short edaphic gradient in southern Brazil. *Flora*, 271, 151661. <https://doi.org/10.1016/j.flora.2020.151661>.
- Brito, A.E.R.M., Madeira, Z.R., Costa, F.A.P., Nunes, E.P., Matias, L.Q. & Silva, F.H.M. (2006). *Vegetação Costeira do Nordeste Semi-árido: Guia Ilustrado*. Universidade Federal do Ceará Ed. Fortaleza.
- Bueno, M., & Cordovilla, M. P. (2020). Ecophysiology and uses of halophytes in diverse habitats. *Handbook of Halophytes: From Molecules to Ecosystems towards Biosaline Agriculture*, 1-25. https://doi.org/10.1007/978-3-030-17854-3_57-1.
- Buonocore, E., Grande, U., Franzese, P. P., & Russo, G. F. (2021). Trends and evolution in the concept of marine ecosystem services: an overview. *Water*, 13(15), 2060. <https://doi.org/10.3390/w13152060>.
- Callesen, I. (2016). Biodiversity and ecosystem services in life cycle impact assessment—Inventory objects or impact categories?. *Ecosystem services*, 22, 94-103. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2016.09.021>.
- Camões, F. B., & Uacane, M. S. (2020). Erosão Costeira na Vila Sede de Pebane-Moçambique. *Educamazônia-Educação, Sociedade e Meio Ambiente*, 24(1, jan-jun), 187-202.
- Carneiro, P. B. D. M., Ximenes Neto, A. R., Feitosa, A. R. C. V., Barroso, C. X., Matthews-Cascon, H., Soares, M. D. O., & Lotufo, T. M. D. C. (2021). Marine hardbottom environments in the beaches of Ceará state, equatorial coast of Brazil. *Arquivo de Ciências do Mar, Fortaleza*, v. 54, n. 2, pp. 120-153. <http://dx.doi.org/10.32360/acmar.v54i2.61440>.
- Carvalho, L. B. (2013) *Plantas Daninhas*. Lages, Santa Catarina: Editado pelo autor, pp. 38-39. Recuperado de https://www.fcav.unesp.br/Home/departamento/s/fitossanidade/leonardobiancodecarvalho/livro_plantasdanhinhas.pdf
- Castro, A. S. F., Moro, M. F., & Menezes, M. O. T. D. (2012). O complexo vegetacional da zona litorânea no Ceará: Pecém, São Gonçalo do Amarante. *Acta Botanica Brasilica*, 26, 108-124. <https://doi.org/10.1590/S0102-33062012000100013>.
- Ceará. Superintendência Estadual do Meio Ambiente. Gerenciamento Costeiro. 2019.

- Disponível em: <https://www.sema.ce.gov.br/gerenciamentocosteiro/>. Acesso em: 03 jun. 2023.
- Centro de Referência em Informação Ambiental. (2022). *Specieslink: simple search*. São Paulo: CRIA. Recuperado de <http://www.splink.cria.org.br/>
- Chamkhi, I., Cheto, S., Geistlinger, J., Zeroual, Y., Kouisni, L., Bargaz, A., & Ghoulam, C. (2022). Legume-based intercropping systems promote beneficial rhizobacterial community and crop yield under stressing conditions. *Industrial Crops and Products*, 183, 114958. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2022.114958>.
- Coradin, L., Camillo, J., & Vieira, I. C. G. (2022). Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro: região norte. Brasília, DF: MMA, 921-953 (Série Biodiversidade; 53).
- Correia, B. E. F., de Alencar Machado, M., & de Almeida Jr, E. B. (2020). Lista florística e formas de vida da vegetação de uma restinga em Alcântara, litoral ocidental do Maranhão, Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 13(5), 2198-2211. <https://doi.org/10.26848/rbgf.v13.5.p2198-2211>.
- Costa, G. M., de Souza Pereira, J., Martins, M. L. L., & Aona, L. Y. S. (2018). Florística em fitofisionomias de restinga na Bahia, nordeste do Brasil. *Revista de Biologia Neotropical/Journal of Neotropical Biology*, 15(2), 78-95. <https://doi.org/10.5216/rbn.v15i2.53845>.
- Costa Santos, E. A., Oliveira, E. V. S., Santana, J. P., Brito, N. S., de Albuquerque Costa, E. B., Firmino, J., ... & do Nascimento Prata, A. P. (2022). Distribuição e diversidade da flora vascular em cinco remanescentes naturais de Alagoas: síntese do conhecimento atual. *Pesquisa e Ensino em Ciências Exatas e da Natureza*, 6, 5. <http://dx.doi.org/10.29215/pecen.v6i0.1850>.
- Coutinho, L. (2016). *Biomass brasileiros*. Oficina de Textos. São Paulo. pp. 55-58.
- Cronquist, A., & Takhtadzhian, A. L. (1981). *An integrated system of classification of flowering plants*. Columbia University Press.
- Davidson-Arnott, R., Bauer, B., & Houser, C. (2019). *Introduction to coastal processes and geomorphology*. Cambridge university press, 280-343. <https://doi.org/10.1017/9781108546126>.
- Davidson-Arnott, R. G., & Bauer, B. O. (2021). Controls on the geomorphic response of beach-dune systems to water level rise. *Journal of Great Lakes Research*, 47(6), 1594-1612. <https://doi.org/10.1016/j.jglr.2021.05.006>.
- Delgado-Fernandez, I., Davidson-Arnott, R. G., & Hesp, P. A. (2019). Is 're-mobilisation' nature restoration or nature destruction? A commentary. *Journal of Coastal Conservation*, 23(6), 1093-1103. <https://doi.org/10.1007/s11852-019-00716-9>.
- Del Vecchio, S., Mattana, E., Ulian, T., & Buffa, G. (2021). Functional seed traits and germination patterns predict species coexistence in Northeast Mediterranean foredune communities. *Annals of botany*, 127(3), 361-370. <https://doi.org/10.1093/aob/mcaa186>.
- Diniz, M. T. M., da Silva, S. D. R., da Silva, J. P., & da Silva Costa, D. F. (2020). Unidades de paisagem da Costa Branca, nordeste do Brasil. *Revista do Departamento de Geografia*, 39, 169-183. <https://doi.org/10.11606/rdg.v39i0.159807>.
- Du, J., & Hesp, P. A. (2020). Salt spray distribution and its impact on vegetation zonation on coastal dunes: a review. *Estuaries and Coasts*, 43(8), 1885-1907. <https://doi.org/10.1007/s12237-020-00820-2>.
- Dussan-Arquez, M. R., & Rodríguez-Rodríguez, J. A. (2022). Identificación y priorización de especies vegetales nativas para la restauración de playas y dunas erosionadas en Colombia. *Caldasia*, 44(2), 368-379. <https://doi.org/10.15446/caldasia.v44n2.90722>.
- Falkenberg, D. B. (1999). Aspectos da flora e da vegetação secundária da restinga de Santa Catarina, Sul do Brasil. *INSULA Revista de Botânica*, 28, 01-01.
- Farrell, E. J., Fernandez, I. D., Smyth, T., Li, B., & Swann, C. (2023). Contemporary research in coastal dunes and aeolian processes. *Earth Surface Processes and Landforms*. <https://doi.org/10.1002/esp.5597>.
- Feitosa, A. C. (2006). Relevô do Estado do Maranhão: uma nova proposta de classificação topomorfológica. In *Simpósio Nacional de Geomorfologia; Regional Conference on Geomorphology* (Vol. 6, pp. 1-11).
- Ferreira, D. M. C., Barbosa, J. I. D. S., & Alves, M. (2017). Flora da Usina São José, Igarassu, Pernambuco: Polygalaceae. *Rodriguésia*, 68, 251-262. <https://doi.org/10.1590/2175-7860201768130>.
- Figlus, J., Sigren, J. M., Armitage, A. R., & Tyler, R. C. (2014). Erosion of vegetated coastal dunes. *Coastal Engineering Proceedings*, 1(34), 20. <https://doi.org/10.9753/icce.v34.sedimento.20>.
- Flora do Brasil 2020 em construção. (2021). Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Recuperado de <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>

- Fonseca, W. O., Zappi, D., Jardim, J., & Aona, L. Y. S. (2020). A família Rubiaceae no Parque Nacional de Boa Nova, Estado da Bahia, Brasil. *Hoehnea*, 47. <https://doi.org/10.1590/2236-8906-46/2019>.
- Francisco, A. B. (2021). Mapeamento da Erosão Costeira no Distrito de Icarai em Caucaia-Ceará. *GEOFRONTER*, 7.
- Freire, G. S. S., Junior, C. F. D. A. S., & Manso, V. D. A. V. (2015). Determinação da vulnerabilidade e da zona não edificante para as Praias de Tabuba e Cumbuco município de Caucaia, Ceará, ne do Brasil. *Geosciences= Geociências*, 34(2), 302-311.
- Gao, J., Kennedy, D. M., & Konlechner, T. M. (2020). Coastal dune mobility over the past century: A global review. *Progress in Physical Geography: Earth and Environment*, 44(6), 814-836. <https://doi.org/10.1177/0309133320919612>.
- García-Onetti, J., Scherer, M. E., Asmus, M. L., Sanabria, J. G., & Barragán, J. M. (2021). Integrating ecosystem services for the socio-ecological management of ports. *Ocean & Coastal Management*, 206, 105583. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2021.105583>.
- Gordon-Gray, K. D., Ward, C. J., & Edwards, T. J. (2006). Studies in Cyperaceae in southern Africa 38: The identities of *Cyperus natalensis*, *Cyperus crassipes* and *Cyperus brevis*. *South African Journal of Botany*, 72(1), 133-138. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2005.06.002>.
- Green, M. D., & Miller, T. E. (2019). Germination traits explain deterministic processes in the assembly of early successional coastal dune vegetation. *Estuaries and Coasts*, 42(4), 1097-1103. <https://doi.org/10.1007/s12237-019-00550-0>.
- Guterres, A. V. F., Amorim, I. F. F., da Silva, A. F. C., & de Almeida Jr, E. B. (2019). Flora do Estrato Herbáceo da Restinga da Praia do Caúra, São José de Ribamar, Maranhão. *Boletim do Laboratório de Hidrobiologia*, 29(2). <https://doi.org/10.18764/1981-6421e2019.8>.
- Guterres, A. V. F., Amorim, I. F. F., da Silva, A. F. C., & de Almeida Jr, E. B. (2020). Levantamento florístico e fisionômico da restinga da praia da Guia, São Luís, Maranhão. *Biodiversidade*, 19(4).
- Harris, L. R., & Defeo, O. (2022). Sandy shore ecosystem services, ecological infrastructure, and bundles: New insights and perspectives. *Ecosystem Services*, 57, 101477. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2022.101477>.
- Hesp, P. (2002). Foredunes and blowouts: initiation, geomorphology and dynamics. *Geomorphology*, 48(1-3), 245-268. [https://doi.org/10.1016/S0169-555X\(02\)00184-8](https://doi.org/10.1016/S0169-555X(02)00184-8).
- Hesp, P.A. & Smyth, T.A.G. (2019) Anchored Dunes. In: Livingstone, I. & Warren, A. (Eds.) *Aeolian Geomorphology: A New Introduction*. WileyBlackwell, pp. 157–178.
- Hobohm, C., Schaminée, J., & van Rooijen, N. (2021). Coastal habitats, shallow seas and inland saline steppes: ecology, distribution, threats and challenges. *Perspectives for Biodiversity and Ecosystems*, 279-310. [10.1007/978-3-030-57710-0_12](https://doi.org/10.1007/978-3-030-57710-0_12).
- Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. (2020). *Ceará em Mapas*. Recuperado de <<http://www2.ipece.ce.gov.br/atlas/capitulo1/12/125x.htm>>. Acesso em: 14 de Janeiro de 2021.
- Jay, K. R., Hacker, S. D., Hovenga, P. A., Moore, L. J., & Ruggiero, P. (2022). Sand supply and dune grass species density affect foredune shape along the US Central Atlantic Coast. *Ecosphere*, 13(10), e4256. <https://doi.org/10.1002/ecs2.4256>.
- Jordan, P., & Fröhle, P. (2022). Bridging the gap between coastal engineering and nature conservation?. *Journal of Coastal Conservation*, 26(2), 1-39. <https://doi.org/10.1007/s11852-021-00848-x>.
- Junior, L. R. N., Dompieri, M. H. G., & Cruz, M. A. S. (2019). GeoTAB: Identificação dos biomas e da vegetação na região de atuação da Embrapa Tabuleiros Costeiros. *Scientia Plena*, 15(11). <https://doi.org/10.14808/sci.plena.2019.112402>.
- Łabuz, T. A. (2015). Coastal dunes: Changes of their perception and environmental management. In *Environmental Management and Governance* (pp. 323-410). Springer, Cham. [10.1007/978-3-319-06305-8_14](https://doi.org/10.1007/978-3-319-06305-8_14).
- Lee, J. T., Shih, C. Y., & Hsu, Y. S. (2023). Root biomechanical features and wind erosion resistance of three native leguminous psammophytes for coastal dune restoration. *Ecological Engineering*, 191, 106966. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2023.106966>.
- Leme, J. S., & Ursi, S. (2014). Ciclos de Vida das Plantas: uma visão integradora. *Revista da Associação Brasileira de Ensino de Biologia (SBEnBio)*, 7, 4288-4297.
- Lima, G. P., & de Almeida Júnior, E. B. (2018). Diversity and floristic similarity of area of ecotonal Restinga in Maranhão state, Northeast of Brazil. *Interciencia*, 43(4), 275-282.

- Lima, I. G., Albuquerque, A. M. L., Dias, A. C. A. D. A., & Loiola, M. I. B. (2018). Flora do Ceará, Brasil: Polygalaceae. *Rodriguésia*, 69, 673-692. <https://doi.org/10.1590/2175-7860201869229>.
- Lima, J. C., Lima, R. J. R., Barros, E. L., & de Paula, D. P. (2019). Análise Multitemporal da Variabilidade da Linha de Costa do litoral do Município de Caucaia, Ceará, Brasil. *Revista da Casa da Geografia de Sobral (RCGS)*, 21(2), 864-884. <https://doi.org/10.35701/rcgs.v21n2.542>.
- Lindsey, R. (2021). Climate change: global sea level. Available online: *Climate. gov* (accessed on 14 August 2020).
- Lorenzi, H. (2008). *Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas*. (4a ed.). Nova Odessa: Instituto Plantarum.
- Martins, F. R., & Batalha, M. A. (2011). Formas de vida, espectro biológico de Raunkiaer e fisionomia da vegetação. *Fitossociologia no Brasil: métodos e estudos de caso*, 1, 44-85.
- Maximiliano-Cordova, C., Salgado, K., Martínez, M. L., Mendoza, E., Silva, R., Guevara, R., & Feagin, R. A. (2019). Does the functional richness of plants reduce wave erosion on embryo coastal dunes?. *Estuaries and Coasts*, 42(7), 1730-1741. <https://doi.org/10.1007/s12237-019-00537-x>.
- McGuirk, M. T., Kennedy, D. M., & Konlechner, T. (2022). The Role of Vegetation in Incipient Dune and Fore-dune Development and Morphology: A Review. *Journal of Coastal Research*, 38(2), 414-428. <https://doi.org/10.2112/JCOASTRES-D-21-00021.1>.
- Mendoza-González, G., Martínez, M. L., & Lithgow, D. (2014). Biological flora of coastal dunes and wetlands: *Canavalia rosea* (Sw.) DC. *Journal of Coastal Research*, 30(4), 697-713. <https://doi.org/10.2112/JCOASTRES-D-13-00106.1>.
- Merkens, J. L., Reimann, L., Hinkel, J., & Vafeidis, A. T. (2016). Gridded population projections for the coastal zone under the Shared Socioeconomic Pathways. *Global and Planetary Change*, 145, 57-66. <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2016.08.009>.
- Mesquita, A. S., Rocha, A. S., & Santos, J. U. (2013). Polygalaceae nas restingas do estado do Pará, Brasil. *Revista Brasileira De Biociências*, 11(1). Recuperado de <https://www.seer.ufrgs.br/index.php/rbrasbioci/article/view/115546>
- Miyaniishi, K., & Johnson, E. A. (2021). Coastal dune succession and the reality of dune processes. In *Plant disturbance ecology* (pp. 253-290). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818813-2.00007-1>.
- Mooser, A., Anfuso, G., Williams, A. T., Molina, R., & Aucelli, P. P. (2021). An innovative approach to determine coastal scenic beauty and sensitivity in a scenario of increasing human pressure and natural impacts due to climate change. *Water*, 13(1), 49. <https://doi.org/10.3390/w13010049>.
- Moreira, H. D. C., & Bragança, H. B. N. (2011). Manual de Identificação de Plantas Infestantes Hortifrúti. *FMC Agricultural Products*, Campinas, pp. 484-485. Recuperado de <http://www.cana.com.br/biblioteca/informativo/DOC-20160905-WA0023.pdf>
- Mori, S. A., Mattos-Silva, L. A., Lisboa, G., & Coradin, L. (1985). *Manual de manejo do herbário fanerogâmico*. (2a ed.). Ilhéus: CEPLAC.
- Moro, M. F., Macedo, M. B., Moura-Fé, M. M. D., Castro, A. S. F., & Costa, R. C. D. (2015). Vegetação, unidades fitoecológicas e diversidade paisagística do estado do Ceará. *Rodriguésia*, 66, 717-743. <https://doi.org/10.1590/2175-7860201566305>.
- Moura, E. O. D. (2017). *Relações florísticas e ambientais no litoral semiárido do Rio Grande do Norte, Brasil* (Master's thesis, Brasil). Recuperado de <https://repositorio.ufrn.br/jspui/handle/123456789/25841>.
- Moura, M. R. B., da Cruz, A. V. C., Araújo, J. S., & Santos-Filho, F. S. (2019). A pioneering community in dunes: does anthropization modify floristic composition?. *Revista brasileira de geografia física*, 12(07), 2645-2659. <https://doi.org/10.26848/rbgf.v12.7.p2645-2659>.
- Muehe, D. (2004). Definição de limites e tipologias da orla sob os aspectos morfodinâmico e evolutivo. *Projeto Orla-subsídios para um projeto de gestão*, 13-32.
- Neta, M. D. L. C., & Sales, V. C. (2019). Compartimentação geomorfológica da foz do Rio Jaguaribe e áreas costeiras adjacentes (Ceará, Nordeste do Brasil). *Revista de Geociências do Nordeste*, 5(2), 01-30. <https://doi.org/10.21680/2447-3359.2019v5n2ID16483>.
- Neto, F. O. L., Gorayeb, A., Silva, E. V. da, & Rabelo, F. D. B. (2013). Diagnóstico Ambiental e Zoneamento Funcional do Estuário do Rio Curu: Subsídios para a Gestão Local E Regional. *Revista Geoaraguaia*, 3(1).

- Recuperado de <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/geo/article/view/4828>
- Nguyen, H. D., Hamma, W., Stan, M. I., TRAN, V. T., Aștefănoaiei, R., Bui, Q. T., ... & Ianoș, I. (2020). Impacts of Urbanization and Tourism on the Erosion and Accretion of European, Asian and African Coastal Areas and Possible Solutions. *Urbanism. Architecture. Constructions/Urbanism. Arhitectura. Constructii*, 11(2).
- Nordstrom, K. F. & Jackson N. L. (2021). Dune Building Practices and Impacts, in: Cambridge University Press, *Beach and dune restoration*. Cambridge University Press, pp. 65-88.
- Nunes, F. C., & de Souza Filho, J. R. (2020). Serviços ecossistêmicos e economia: à guisa de introdução. *Bahia Análise & Dados*, 30(1), 7-13.
- Oliveira, A. C. P. D., Penha, A. D. S., Souza, R. F. D., & Loiola, M. I. B. (2012). Composição florística de uma comunidade savânica no Rio Grande do Norte, Nordeste do Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, 26, 559-569. <https://doi.org/10.1590/S0102-33062012000300006>.
- Oliveira, C. C., & Coelho, L. (2015). Os limites do planejamento da ocupação sustentável da zona costeira brasileira. *Revista de Direito Internacional*, 12(1), 152-148. [10.5102/rdi.v12i1.3371](https://doi.org/10.5102/rdi.v12i1.3371).
- Oliveira, D. G. D., Prata, A. P. D. N., & Ferreira, R. A. (2013). Herbáceas da Caatinga: composição florística, fitossociologia e estratégias de sobrevivência em uma comunidade vegetal. <https://doi.org/10.5039/agraria.v8i4a2682>.
- Oliveira, E. V. D. S., & Landim, M. F. (2020). Dunes in the North coast of Sergipe, Brazil: plant species and their ecological traits. *Rodriguésia*, 71. <https://doi.org/10.1590/2175-7860202071021>.
- Palma, C. B., & Jarenkow, J. A. (2008). Estrutura de uma formação herbácea de dunas frontais no litoral norte do Rio Grande do Sul, Brasil. *Biociências*, 16(2).
- Paiva, B. H. I., & de Almeida Jr, E. B. (2020). Diversidade, análise estrutural e serviços ecossistêmicos da vegetação lenhosa da restinga da praia da Guia, São Luís, Maranhão, Brasil. *Biodiversidade*, 19(2).
- Paula, D. P., Bendô, A. R. R., Lima, I. F. P., & Alves, J. W. O. (2016). Mudanças de curto prazo no balanço sedimentar da Praia do Icarai (Caucaia, Ceará) durante uma ressaca do mar. *Scientia Plena*, 12(4). <https://doi.org/10.14808/sci.plena.2016.045301>.
- Paula, D. P., Leisner, M. M., de Sousa, F. R. C., & Vasconcelos, Y. G. (2021). Respostas Morfológicas do Sistema Praia-Duna a Eventos de Ressaca do Mar. *REDE-Revista Eletrônica do PRODEMA*, 1(14), 165-180. [1022411/rede2020.1401.11](https://doi.org/10.1022411/rede2020.1401.11).
- Paula, D. P., Vasconcelos, Y. G., & de Sousa, F. R. C. (2022). Effects of beach width variability on recreational function: A case study of NE Brazil. *Regional Studies in Marine Science*, 51, 102182. <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2022.102182>.
- Pereira, A. A., & Dalla Nora, G. (2021). Reflexões sobre o Tráfico de Animais Silvestres no Estado de Mato Grosso-Brasil. *Biodiversidade*, 20(2).
- Pollock, L. J., O'connor, L. M., Mokany, K., Rosauer, D. F., Talluto, M. V., & Thuiller, W. (2020). Protecting biodiversity (in all its complexity): new models and methods. *Trends in Ecology & Evolution*, 35(12), 1119-1128. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2020.08.015>.
- Projeto Orla: fundamentos para gestão integrada. (2002). Projeto orla: fundamentos para gestão integrada. Brasília: MMA/SQA; MP/SPU.
- Pye, K., & Blott, S. J. (2020). Is 're-mobilisation' nature restoration or nature destruction? A commentary. Discussion. *Journal of Coastal Conservation*, 24(1), 1-4. <https://doi.org/10.1007/s11852-020-00730-2>.
- Queiroz, R. T., Goulart de Azevedo Tozzi, A. M., & Lewis, G. P. (2013). Seed morphology: an addition to the taxonomy of Tephrosia (Leguminosae, Papilionoideae, Millettieae) from South America. *Plant Systematics and Evolution*, 299(2), 459-470. [10.1007/s00606-012-0735-0](https://doi.org/10.1007/s00606-012-0735-0).
- Rao, A. S., Yadav, S. S., Singh, P., Nandal, A., Singh, N., Ganaie, S. A., ... & Bansal, P. (2020). A comprehensive review on ethnomedicine, phytochemistry, pharmacology, and toxicity of Tephrosia purpurea (L.) Pers. *Phytotherapy Research*, 34(8), 1902-1925. <https://doi.org/10.1002/ptr.6657>.
- Raunkiaer, C. (1934). The life forms of plants and statistical plant geography; being the collected papers of C. Raunkiaer. *The life forms of plants and statistical plant geography; being the collected papers of C. Raunkiaer*.
- Resolução Conama nº 261. 1999. Diário Oficial da União, 2-VIII-1999, n. 146, Seção 1, pp. 29-31.
- Ribeiro, A. R. D. O., Alves, M., Prata, A. P. D. N., Oliveira, O. F. D., Sousa, L. D. O. F. D., & Oliveira, R. C. D. (2015). The genus Cyperus (Cyperaceae) in Rio Grande do Norte State, Brazil. *Rodriguésia*, 66, 571-597. <https://doi.org/10.1590/2175-7860201566221>.
- Ribeiro, R. D. T. M., Queiroz, R. T. D., & Loiola, M. I. B. (2018). Tephrosia (Leguminosae) no

- estado do Ceará, Nordeste do Brasil. *Rodriguésia*, 69, 1877-1887.
<https://doi.org/10.1590/2175-7860201869423>.
- Rodrigues, L. G. D. S. M., Rodrigues, F. M., & Viroli, S. L. M. (2016). Techniques of forest restoration in restingas/Técnicas de restauração florestal em restingas. *Journal of bioenergy and food science*, 3(1).
<http://dx.doi.org/10.18067/jbfs.v3i1.42>.
- Sales, L. B., & Nascimento, F. R. (2020). Geomorfologia e fragilidade ambiental na classificação de paisagens em bacias hidrográficas. *Revista Equador*, 9(1), 246-265.
doi:
<https://doi.org/10.26694/equador.v9i1.9500>.
- Santos, C. R., de Freitas, R. R., & de Deus Medeiros, J. (2023). Participação social e retrocessos na proteção da vegetação de restinga no Brasil no período entre 1965 e 2021. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, 61, 10.5380/dma.v61i0.81531 e-ISSN 2176-9109.
- Santos-Filho, F. S., de Almeida Jr, E. B., Lima, P. B., & Soares, C. J. D. R. S. (2015). Checklist of the flora of the restingas of Piauí state, Northeast Brazil. *Check List*, 11(2), 1598-1598.
<https://doi.org/10.15560/11.2.1598>.
- Savage, J. M., Hudson, M. D., & Osborne, P. E. (2020). The challenges of establishing marine protected areas in South East Asia. In *Marine protected areas* (pp. 343-359). Elsevier.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102698-4.00018-6>.
- Schulz, A. K., & Armada, C. A. S. (2021). A Amazônia brasileira como recurso de poder no sistema internacional. *Conjuntura Global*, 10(2).
10.5380/cg.v10i2.79042.
- Souza, A. K. R., Morassuti, C. Y., & de Deus, W. B. (2018). Poluição do ambiente por metais pesados e utilização de vegetais como bioindicadores. *Acta Biomédica Brasiliensia*, 9(3), 95-106.
<http://dx.doi.org/10.18571/acbm.189>.
- Souza, C. D. G., Hiruma, S. T., Sallun, A. E. M., Ribeiro, R. R., & Azevedo Sobrinho, J. M. (2008). *Restinga: conceitos e empregos do termo no Brasil e implicações na legislação ambiental*. São Paulo: Instituto Geológico, pp. 31-34.
- Souza, V. C., & Lorenzi, H. (2019). *Botânica sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG IV*. (4a ed.). Nova Odessa: Instituto Plantarum.
- Souza, V. O., Souza, M. M., de Almeida, A. A. F., Barroso, J. P., Viana, A. P., & de Melo, C. A. F. (2018). Pre-breeding in *Passiflora subrotunda* Mast.: morphological and reproductive characterization at different light Levels. *HortScience*, 53(7), 949-957.
<https://doi.org/10.21273/HORTSCI12448-17>.
- Turismo, BE, Suharto, R., Priyono, EA, Mahmudah, S., & Badriyah, SM (2021). Analysis of the coastal area planning model in improving community well-being through the legal perspective. *Journal of Legal, Ethical and Regulatory Issues*, 24 (6), 1-19.
1544-0044-24-6-765.
- Vasconcelos, F. P., & Coriolano, L. N. M. T. (2008). Impactos sócio-ambientais no litoral: um foco no turismo e na gestão integrada da zona costeira no estado do Ceará/Brasil. *Revista de Gestão Costeira Integrada-Journal of Integrated Coastal Zone Management*, 8(2), 259-275.
10.5894/rgci134.
- Wang, J., Wu, R., He, D., Yang, F., Hu, P., Lin, S., ... & Guo, Y. (2018). Spatial relationship between climatic diversity and biodiversity conservation value. *Conservation Biology*, 32(6), 1266-1277.
<https://doi.org/10.1111/cobi.13147>.
- Westerband, A. C., Funk, J. L., & Barton, K. E. (2021). Intraspecific trait variation in plants: a renewed focus on its role in ecological processes. *Annals of botany*, 127(4), 397-410.
<https://doi.org/10.1093/aob/mcab011>.
- Wrankmore, E., Krieger, J., Govaerts, R., & Hartley, H. (2022). Demonstration of the New IPNI (International Plant Names Index) Registration System. *Biodiversity Information Science and Standards*, 6, e91371.
10.3897/biss.6.91371.