



Revista Brasileira de Geografia Física

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



Análise fitogeográfica de ecossistemas costeiros: um estudo comparativo

Jefferson Lucas Matias Sousa¹, Melissa Oda Souza², Caio Jefiter dos Reis Santos Soares³, Francisco Soares Santos-Filho⁴

¹ Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Doutorando em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal do Piauí, Campus Ministro Petrônio Portella, Núcleo de Referência em Ciências Ambientais do Tópico Ecotonal do Nordeste, Teresina, Piauí. CEP: 64049-538. E-mail para contato: lucas.bio2014@live.com. (autor correspondente). ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-5357-5420>. ² Universidade Estadual do Piauí – Centro de Ciências Agrárias - CCA. Campus Poeta Torquato Neto. Rua João Cabral, 2231. Pirajá CEP: 64.002-150 Teresina, Piauí, Brasil. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4137-4298>. ³ Mestre em Ecologia, Departamento de Biologia Vegetal, Universidade Estadual de Campinas, CEP: 13083-862, Campinas, SP, Brasil. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-5241-2734>. ⁴ Universidade Estadual do Piauí – Centro de Ciências da Natureza - CCN. Campus Poeta Torquato Neto. Rua João Cabral, 2231. Pirajá CEP: 64.002-150 Teresina, Piauí, Brasil. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1713-7228>. E-mail: francisco.soares@ccn.uespi.br

Artigo recebido em 17/06/2024 e aceito em 24/01/2025

RESUMO

A pesquisa objetivou analisar a vegetação lenhosa das restingas e tabuleiros do Nordeste brasileiro, buscando entender a dinâmica da distribuição de espécies dentro desses ecossistemas. Inicialmente foram buscadas na literatura científica listas de levantamentos florísticos para montagem de um banco de dados sobre espécies lenhosas. Posteriormente foram realizados a análise de agrupamento por médias aritméticas não ponderadas e o escalonamento multidimensional não-métrico. Foram ainda coletados dados sobre os domínios fitogeográficos de origem das espécies e dados sobre as normais climatológicas do Nordeste. Foram identificados 72 pontos amostrais englobando 1254 espécies pertencentes 471 gêneros e 101 famílias botânicas, as três famílias mais frequentes foram Fabaceae (100 %), Anacardiaceae (83,33 %), Malpighiaceae (81,94 %). Os três gêneros mais frequentes foram *Byrsonima* (81,84 %), *Ouratea* (70,93 %), *Anacardium* (68,05 %). As três espécies mais frequentes foram *Anacardium occidentale* (68,5 %), *Guettarda platypoda* (44,44 %), *Manilkara salzmannii* (43,05 %). As análises estatísticas de similaridade demonstraram que as restingas e tabuleiros do Nordeste compartilham muitas espécies. O domínio fitogeográfico com mais influência sobre a composição de espécies foi a Mata Atlântica, mas a grande presença de espécies endêmicas da Amazônia corrobora com as hipóteses de que estes dois domínios já estiveram ligados.

Phytogeographic analysis of coastal ecosystems: a comparative study

ABSTRACT

The research aimed to analyze the woody vegetation of the restingas and tablelands of the Brazilian Northeast, seeking to understand the dynamics of species distribution within these ecosystems. Initially, lists of floristic surveys were searched in the scientific literature to assemble a database of woody species. Subsequently, cluster analysis by unweighted arithmetic means and non-metric multidimensional scaling were performed. Data on the phytogeographic domains of origin of the species and data on the climatological normals of the Northeast were also collected. A total of 72 sampling points were identified, encompassing 1254 species belonging to 471 genera and 101 botanical families; the three most frequent families were Fabaceae (100%), Anacardiaceae (83.33%), Malpighiaceae (81.94%). The three most frequent genera were *Byrsonima* (81.84%), *Ouratea* (70.93%), and *Anacardium* (68.05%). The three most frequent species were *Anacardium occidentale* (68.5%), *Guettarda platypoda* (44.44%), and *Manilkara salzmannii* (43.05%). Statistical similarity analyses demonstrated that the restingas and tablelands of the Northeast share many species. The phytogeographic domain with the greatest influence on species composition was the Atlantic Forest, but the large presence of species endemic to the Amazon corroborates the hypothesis that these two domains were once linked.

Introdução

O Brasil é um país de dimensões continentais com 8.515.767 km² de área total (IBGE, 2018). Partindo do seu ponto extremo ao norte até o seu ponto extremo ao sul, são cerca de 4.319 km, entre as coordenadas geográficas

(latitude) - 05° e + 33° respectivamente, e a distância entre os pontos extremos - leste a oeste é de 4.394 km, partindo da longitude - 34° até - 73° respectivamente (IBGE, 2018).

Tamanha proporção territorial também pode ser observada em relação ao litoral brasileiro com 9.200 km de área banhada pelo Oceano Atlântico, desde o estado do Amapá (Região Norte) até o Rio Grande do Sul (Região Sul) (Villwock et al., 2005). O litoral brasileiro se originou da deriva continental causada pelo movimento das placas tectônicas, separando os continentes africano e sulamericano, que teve início no Pré-Cambriano e ocorre até os dias atuais (Salgado-Laboriau, 1994).

A amplitude do território brasileiro confere ao país alta diversidade de clima e relevo, o que resulta em uma grande diversidade de formas de vida, sendo possível encontrar seis domínios fitogeográficos (DF) brasileiros: Amazônia, Cerrado, Mata Atlântica, Pantanal, Pampa e Caatinga (IBGE, 2018). Dos seis DF's brasileiros, quatro ocorrem na Região Nordeste: Amazônia, Cerrado, Caatinga e Mata Atlântica. A Região Nordeste do Brasil, é a segunda maior em tamanho, ocupa uma extensão de 1.561.178 km², o que corresponde a cerca de 18,27 % do território nacional, dando assim ao Nordeste o maior litoral entre as cinco regiões brasileiras, com 3.338 km de área costeira, com uma costa Oriental e Setentrional (Villwock et al., 2005; Araújo, 2011; Santos-Filho et al., 2013; IBGE, 2018;).

Ao longo de toda a costa nordestina, é possível distinguir duas estreitas feições geomorfológicas distintas. Na faixa justamarítima, ocorrem as planícies costeiras ou restingas, que tem sua origem datada do Quaternário, para o interior do continente encontra-se o Grupo Barreiras e seus tabuleiros litorâneos, datados do Terciário e caracterizados por terem um topo plano e levemente inclinado em direção ao oceano com altitudes que variam de 30 m a 150 m (Martin et al., 1993; Suguio, 2003). Além de usadas para identificar formações geomorfológicas, os termos “restinga” e “tabuleiro” também denominam dois tipos de coberturas vegetais que ocorrem sobre o substrato originado dessas formações. As restingas, que recobrem os solos recentes e arenosos das planícies costeiras, possuem grande variação fitofisionômica (campos herbáceos, formações arbustivas e arbóreas) resultante principalmente da influência de fatores edáficos, além de limitações promovidas pela temperatura, ventos, luminosidade, entre outros aspectos relacionados com a dinâmica costeira (Rizzini, 1997; Silva & Britez, 2005; Villwock et al., 2005; Santos-Filho et al., 2010). A vegetação de tabuleiro ocorre nas adjacências das restingas e está assentada sobre solos argilo-arenosos provenientes do Grupo Barreiras, essa vegetação consiste em um estrato arbóreo superior de 25-30 m de altura e um inferior de 15-20 m, apresentando um lenho secundário

muito duro, com menor ocorrência de herbáceas, epífitas, musgos e líquens, o que a torna, em alguns aspectos, diferente da Mata Atlântica (Ruschi, 1950; Rizzini, 1997; Santos-Filho et al., 2016).

Outro fator determinante para o estabelecimento da flora litorânea brasileira foram as flutuações no nível do mar: evidências apontam para uma variação de até 110 m abaixo e 14 m acima dos níveis atuais. Tais variações afetaram diretamente na evolução da vegetação da costa marinha, pois ao subir e recuar, o mar deixou áreas colonizáveis para a vegetação, nos períodos do Pleistoceno e Holoceno, havendo assim retrações e expansões da flora nesse ambiente (Suguio et al., 1985; Villwock et al., 2005). Devido a isso, as formações vegetais litorâneas são recentes, não tendo havido tempo suficiente para o mecanismo de especiação ter criado novas espécies, sendo que a hipótese mais aceita atualmente é de que a flora que ocorre no local geralmente apresenta tipos vegetacionais de domínios fitogeográficos adjacentes, como caatinga, cerrado e floresta atlântica (Rizzini, 1997; Araújo, 2000; Scarano, 2002; Santos Filho et al., 2013). Além disso, acredita-se também que a flora das restingas e dos tabuleiros compartilham um grande número de espécies, formando assim um *continuum* vegetacional (Oliveira-Filho & Carvalho, 1993; Santos-Filho et al., 2016).

O litoral nordestino (representado por restingas e tabuleiros) sofre grande pressão antropogênica devido ao desmatamento, especulação imobiliária e ocupação do solo (Santos-Filho et al., 2013; Sousa et al., 2020), sendo a alta densidade demográfica um dos maiores problemas das cidades litorâneas, pois dos nove estados que compõem a Região Nordeste, oito têm suas capitais situadas no litoral, com cinco dessas capitais litorâneas abrigando mais de um milhão de habitantes, pressionando o equilíbrio do ecossistema costeiro (IBGE, 2013; Souza & Vale, 2016). As regiões de tabuleiros, por apresentarem extensas áreas de terras planas, são ideais para a agricultura mecanizada. Sua proximidade das capitais e dos portos, diminui gastos com a logística de transportes, conferindo-lhes grande importância econômica (Cintra & Libardi, 1998; EMBRAPA, 2015; Sousa et al., 2020). Esforços para a conservação desses ecossistemas devem estar associados a busca do entendimento de sua biodiversidade e as relações ecológicas ali estabelecidas (Serra et al., 2016).

Tendo em vista a escassez de estudos comparativos entre as floras das restingas e tabuleiros, a falta de conhecimento empírico sobre as semelhanças que essas duas vegetações podem ou não apresentar e a crescente pressão exercida

sobre elas, o presente estudo teve o objetivo de analisar a vegetação das restingas e tabuleiros do Nordeste, buscando entender a dinâmica da distribuição de espécies dentro desses dois ecossistemas, bem como a influência que os DF's adjacentes e fatores abióticos exercem sobre a flora litorânea do Nordeste brasileiro.

Material e métodos

Área de Estudo

O litoral nordestino é composto principalmente por duas formações vegetacionais,

a restinga e o tabuleiro, objetos de estudo deste trabalho (Figura 1). Essa região, devido a sua extensão, possui grande amplitude de temperatura e precipitação, apresentando climas variados como tropical savânico com inverno seco (Aw) ou inverno úmido (As), tropical chuvoso úmido o ano todo (Af), tropical de monção, úmido o ano todo, porém com um breve período de seca (Am) e semiárido quente, com baixa média de precipitação e altas temperaturas durante todo o ano (BSh) (Köppen, 1931; Dubreuil et al., 2018;).

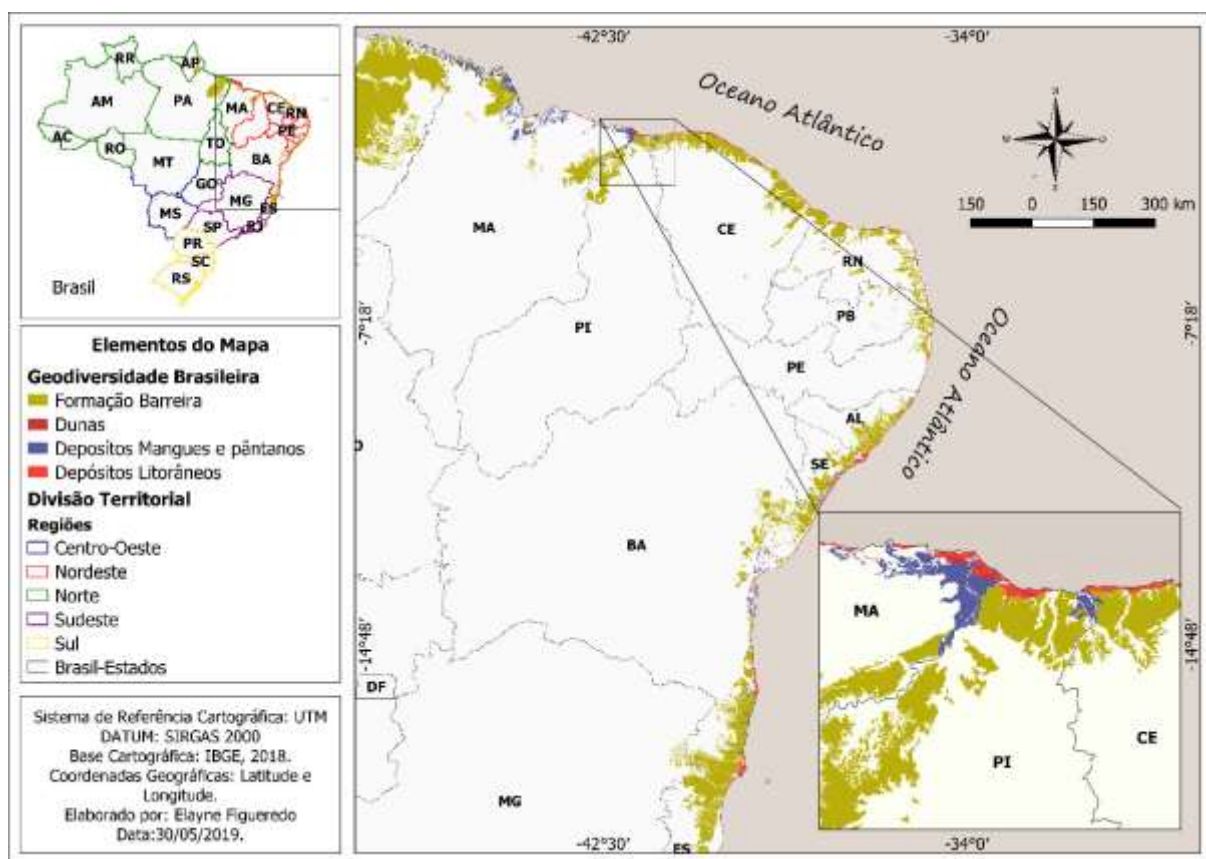


Figura 1 – Áreas com ocorrência de restingas e tabuleiros no litoral nordestino, com destaque para APA do Delta do Parnaíba.

O conceito de restinga aqui assumido consiste no texto da Lei Federal 12.691/2012, conhecida como Novo Código Florestal Brasileiro, onde restingas são os depósitos arenosos paralelos à linha da costa onde ocorrem diferentes comunidades sob influência marinha (alta salinidade, temperatura e luminosidade, solos bem drenados e ventos), apresentando cobertura vegetal em mosaicos contendo estrato herbáceo e arbustivo próximo à costa, e arbóreo mais distante da Costa (Brasil, 2012). Os solos que ocorrem nas restingas são neossolos quartzarênicos do Quaternário, constituídos de depósitos de areias quartzosas

(Suguio & Tessler, 1984; Rizzini, 1997; Santos-Filho et al., 2013).

Antes de falar sobre tabuleiros, é necessária uma ênfase no que se chama atualmente de Formação Barreiras, que consiste em uma cobertura sedimentar terrígena continental e marinha datada principalmente do terciário, ocorrendo desde o Amapá até o Rio de Janeiro (Suguio & Nogueira, 1999; Vilas Boas et al., 2001; Arai, 2006; Rossetti & Góes, 2009). Dentre suas unidades geomorfológicas destacam-se falésias e tabuleiros costeiros. Estes últimos consistem em área com topologia plana e pouco onduladas, de

grandes extensões, com altitudes que não superam os 200 m, ocorrendo próximo e paralelamente ao litoral e geralmente inclinada em direção deste, apresentando solos areno-argilosos, ora mais arenosos, ora mais argilosos (Rizzini, 1997; Andrade & Dominguez, 2002). Toda a vegetação que ocorre sobre esse substrato recebe também o nome de tabuleiro (Oliveira-Filho & Carvalho, 1993; Rizzini, 1997).

Organização de dados amostrais

Considerando a área de estudo, foram selecionados levantamentos botânicos realizados e publicados, desde 1980 até o início de 2019. Desses estudos foram extraídos dados sobre as espécies lenhosas encontradas, organizando-as em uma lista, excluindo-se espécies não lenhosas. As análises envolveram apenas espécies lenhosas. Os nomes das espécies foram conferidos utilizando bancos de dados com lista de espécies da flora brasileira (BFG 2015), Tropicos (Missouri Botanical Garden 2019), *Global Biodiversity Information Facility* (GBIF 2019) e *The Plant List* (The Plant List 2013) a fim de verificar a grafia correta e aceita das espécies, eliminando todos os sinônimos. As listas extraídas dos trabalhos analisados foram comparadas com a lista de espécies da flora brasileira (BFG, 2015), o Herbário Virtual do Re flora (Re flora Herbário Virtual) e o Species Link (CRIA, 2011). A lista de espécies da flora brasileira (BFG, 2015), também foi utilizada para verificar a origem das espécies lenhosas de restingas e tabuleiros em relação aos DF's subjacentes. A classificação e ordenamento das famílias seguiu o *Angiosperm Phylogeny Group IV* (APG, 2016).

Análises estatísticas

Foi verificada a similaridade florística entre os levantamentos selecionados utilizando o índice de Jaccard, que considera o número de espécies compartilhadas, ou não, por um ou mais levantamentos. Inicialmente, uma matriz binária de presença-ausência foi elaborada para comparação da similaridade florística das áreas selecionadas obedecendo os critérios de inclusão, onde as colunas Xj representavam as espécies, as linhas Xi as unidades amostrais e cada valor Xij a presença/ausência de cada espécie. A partir desta matriz foi realizada a análise de agrupamento por médias aritméticas não ponderadas (*Unweighted Arithmetic Average Clustering* - UPGMA).

A correlação cofenética foi calculada para avaliar a qualidade do agrupamento. Essa medida é obtida pela correlação de Pearson entre a matriz original de similaridade e a matriz cofenética (dada pela distância cofenética -

distância onde dois objetos tornam-se membros de um mesmo grupo) entre todos os pares de objetos. Quanto maior a correlação, melhor a representatividade da análise, assim valores de correlação mais próximos a um (1) indicam um melhor modelo de agrupamento.

Foi realizado o escalonamento multidimensional não-métrico (nMDS) para diminuir a multidimensionalidade da matriz de espécies. O nMDS permite capturar padrões na composição e estrutura da vegetação. Essa técnica visa minimizar o STRESS (*STandard RESiduals Sum of Squares*), uma medida do quanto as posições de objetos em uma configuração tridimensional desviam-se das distâncias originais ou similaridades após o escalonamento. A qualidade desta é determinado pelo valor do STRESS. Valores de STRESS < a 0,05 denotam uma ordenação excelente, enquanto valores > a 0,3 são considerados como desempenho muito baixo, mantendo pouca ou nenhuma relação com a similaridade original (Zuur et al., 2007). As análises multivariadas foram efetuadas no R (R Development Core Team, 2017), usando o pacote Vegan (Oksanen et al., 2016).

Fatores Abióticos

Foi montada uma tabela, contendo dados de fatores ambientais das faixas litorâneas dos nove Estados que compõe a região Nordeste do Brasil, com a utilização de números obtidos através do cálculo da média das Normais Climáticas divulgadas pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), órgão vinculado ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento do Governo Federal. Os fatores ambientais selecionados foram: temperatura média compensada, insolação total, umidade relativa do ar compensada, precipitação acumulada e evaporação total. Essas informações foram calculadas com base em dados meteorológicos obtidos entre os anos de 1981 e 2019.

Resultados e discussão

Composição de espécies das restingas e tabuleiros do Nordeste

Na pesquisa bibliográfica, foram encontrados 72 locais de coleta em restingas e tabuleiros do litoral nordestino. Nesses locais de coleta foram identificadas um total de 1.254 espécies lenhosas, divididas em 471 gêneros e 101 famílias botânicas.

Foi feita a triagem das 20 principais famílias que compuseram a matriz de dados deste trabalho, dispostos na Tabela 1. A família que ocorre no maior número de locais de coleta é

Fabaceae, seguida por Anacardiaceae, cinco famílias possuem frequência maior que 78 %
 Malpighiaceae, Myrtaceae e Rubiaceae. Essas nos sítios considerados para a amostragem.

Tabela 1 – 20 famílias mais frequentes nos locais de pesquisa em restingas e tabuleiros do Nordeste do Brasil. Sítios: número de locais em que espécies da família são encontradas. % Sítios: porcentagem da frequência na qual as espécies de uma família são encontradas levando em consideração os 72 locais. Gêneros: riqueza de gêneros pertencentes a determinada família. Frequência: número total de frequência das espécies nos litorais e tabuleiros nordestinos.

Família	Sítios	% Sítios	Gêneros	Frequência
Fabaceae	72	100	271	884
Anacardiaceae	60	83.33	11	117
Malpighiaceae	59	81.94	24	149
Myrtaceae	59	81.94	95	388
Rubiaceae	58	80.55	77	252
Chrysobalanaceae	52	72.22	27	118
Sapotaceae	52	72.22	34	120
Ochnaceae	51	70.83	16	67
Apocynaceae	49	68.05	24	101
Polygonaceae	42	58.33	13	82
Arecaceae	40	55.55	27	83
Combretaceae	39	54.16	12	69
Celastraceae	38	52.77	6	48
Nyctaginaceae	38	52.77	11	53
Burseraceae	37	51.38	6	53
Annonaceae	36	50	32	86
Malvaceae	36	50	42	101
Melastomataceae	36	50	38	110
Boraginaceae	35	48.61	21	66
Euphorbiaceae	35	48.61	45	135

Fonte: Este trabalho (2022).

12 gêneros possuem frequência de 50 % ou mais, com destaque para *Byrsonima*, *Ouratea*, *Anacardium*, *Myrcia*, *Eugenia*, *Guettarda* e *Manilkara*, todos ocorrendo em 60 % ou mais

pontos, como pode ser visto na Tabela 2. Completam a lista de gêneros mais frequentes, *Coccoloba*, *Chamaecrista*, *Guapira*, *Monteverdia* e *Protium*.

Tabela 2 – 20 gêneros mais frequentes nos locais de pesquisa em restingas e tabuleiros do Nordeste do Brasil. Sítios: número de locais em que espécies do gênero são encontradas. % Sítios: porcentagem da frequência onde as espécies de um gênero são encontradas levando em consideração os 72 locais. Frequência: frequência total de espécies pertencentes a determinado gênero.

Gênero	Sítios	% Sítios	Frequência
<i>Byrsonima</i>	59	81.94	123
<i>Ouratea</i>	51	70.83	66
<i>Anacardium</i>	49	68.05	50
<i>Myrcia</i>	48	66.66	137
<i>Eugenia</i>	44	61.11	117
<i>Guettarda</i>	44	61.11	53
<i>Manilkara</i>	44	61.11	57
<i>Coccoloba</i>	42	58.33	80
<i>Chamaecrista</i>	41	56.94	78
<i>Guapira</i>	38	52.77	49
<i>Monteverdia</i>	38	52.77	46
<i>Protium</i>	36	50	49
<i>Andira</i>	35	48.61	52
<i>Inga</i>	35	48.61	68
<i>Solanum</i>	35	48.61	66
<i>Erythroxylum</i>	33	45.83	56
<i>Tapirira</i>	30	41.66	30
<i>Psidium</i>	29	40.27	36
<i>Tocoyena</i>	29	40.27	35
<i>Hancornia</i>	28	38.88	28

Fonte: Este trabalho (2022).

Anacardium occidentale, *Guettarda platypoda*, *Manilkara salzmannii* e *Eugenia punicifolia* são as espécies mais frequentes nos levantamentos (Tabela 3), sendo encontradas em 40 % ou mais

locais, sendo que *Anacardium occidentale* é a única espécie encontrada em mais de 50 % dos locais de coleta nas restingas e tabuleiros nordestinos.

Tabela 3 – 20 espécies mais frequentes nos locais de pesquisa em restingas e tabuleiros do Nordeste do Brasil. Sítios: número de locais em que as espécies são encontradas. %Sítios: porcentagem da frequência onde as espécies são encontradas levando em consideração os 72 locais.

Espécies	Sítios	% Sítios
<i>Anacardium occidentale</i> L.	49	68.05
<i>Guettarda platypoda</i> DC.	32	44.44
<i>Manilkara salzmannii</i> (A.DC.) H.J.Lam	31	43.05
<i>Eugenia punicifolia</i> (Kunth) DC.	29	40.27
<i>Byrsonima sericea</i> DC.	28	38.88
<i>Hancornia speciosa</i> Gomes	28	38.88
<i>Byrsonima gardneriana</i> A.Juss.	27	37.50
<i>Guapira pernambucensis</i> (Casar.) Lundell	27	37.50
<i>Chrysobalanus icaco</i> L.	26	36.11
<i>Monteverdia distichophylla</i> (Mart. ex Reissek) Biral	25	34.72

<i>Coccoloba laevis</i> Casar.	24	33.33
<i>Curatella americana</i> L.	24	33.33
<i>Inga capitata</i> Desv.	24	33.33
<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	24	33.33
<i>Campomanesia dichotoma</i> (O.Berg) Mattos	21	29.16
<i>Ouratea fieldingiana</i> (Gardner) Engl.	21	29.16
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	21	29.16
<i>Erythroxylum passerinum</i> Mart.	20	27.77
<i>Eschweilera ovata</i> (Cambess.) Mart. ex Miers	20	27.77
<i>Vismia guianensis</i> (Aubl.) Choisy	20	27.77

Fonte: Este trabalho (2022).

Domínios Florísticos (DF's) que influenciam a flora litorânea do Nordeste

Das 1.254 espécies, 17 não apresentaram dados de ocorrência em DF's, segundo a Flora do Brasil 2020. Os DF's de origem das espécies que compõe a flora das restingas e tabuleiros do

Nordeste são apresentadas na Tabela 4, na qual a Floresta Atlântica apresenta muitas espécies compartilhadas com os demais DF's, além de espécies exclusivas.

Tabela 4- Origem das espécies das restingas e tabuleiros do Nordeste em relação aos Domínios Florísticos. % Espécies: porcentagem de espécies em relação ao total de 1254 espécies. % Espécies exclusivas: em relação ao total de 1254 espécies.

DF	Espécies	% Espécies	Espécies exclusivas	% Espécies exclusivas
Floresta Atlântica	930	74,16%	251	20,01%
Cerrado	696	55,50%	19	1,51%
Caatinga	612	48,80%	43	3,42%
Amazônia	605	48,24%	49	3,90%
Pantanal	127	10,12%	0	0%
Pampa	62	4,94%	1	0,07%

Fonte: Este trabalho (2022).

Comparação da composição das espécies lenhosas das restingas e dos tabuleiros da Região Nordeste do Brasil

O resultado da análise da matriz ausência/presença dos 72 pontos de coleta, através do índice Jaccard, pode ser visto na Figura 2, no qual é possível observar quais levantamentos guardam mais semelhança entre si com base no número de espécies compartilhadas, ou não. A correlação cofonética foi de 0,87, indicando um alto desempenho do agrupamento. As 72 áreas

analisadas formaram sete agrupamentos no dendrograma (Figura 2).

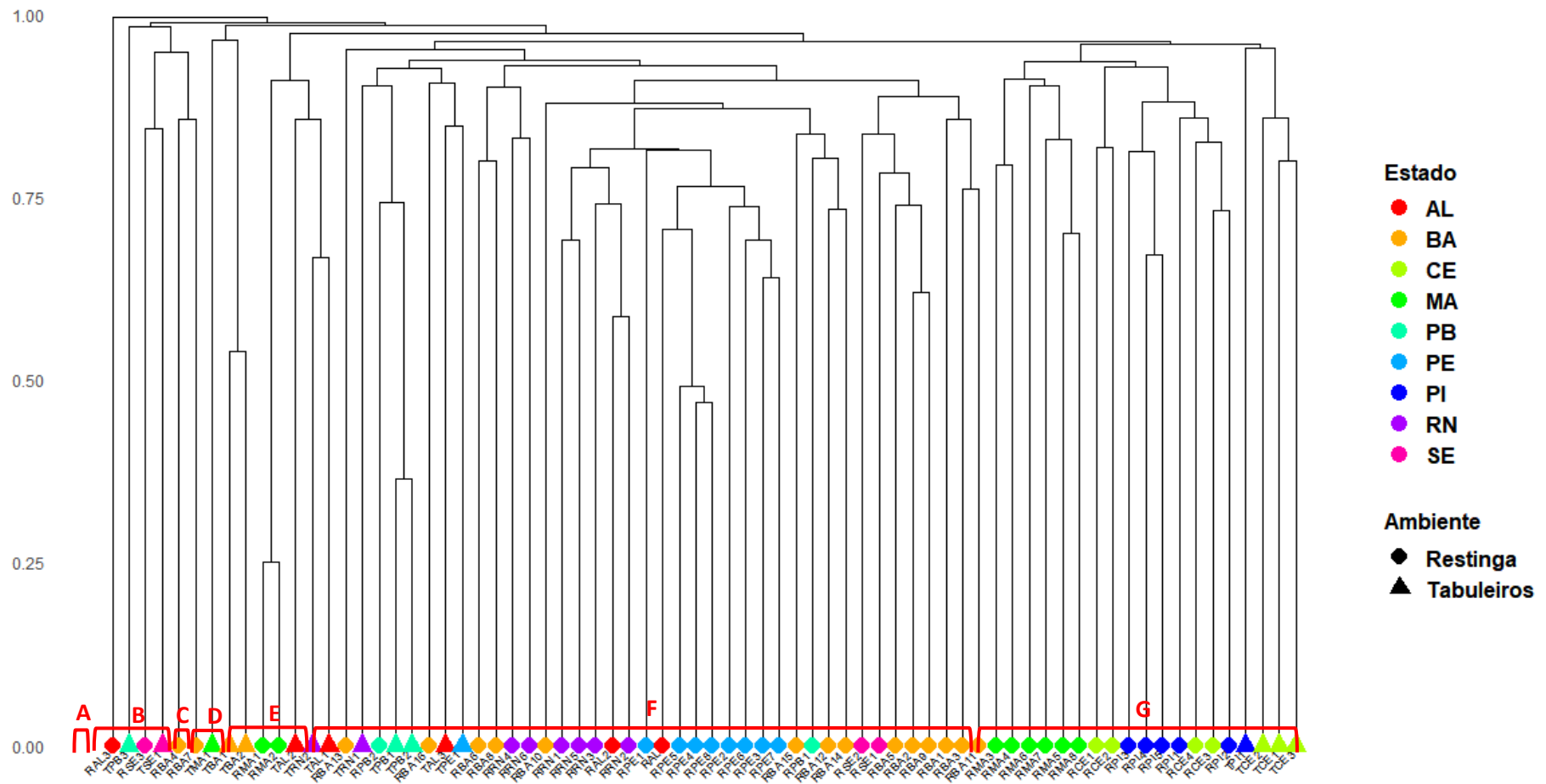


Figura 2 – Cluster (UPGMA) de similaridade de espécies entre as 72 áreas de coleta no litoral e tabuleiros costeiros do Nordeste Fonte: Este trabalho (2022).

Na Figura 3 pode ser visto o resultado do diagrama nMDS para áreas amostrais. O diagrama ressalta, que a proximidade geográfica influencia diretamente na semelhança da composição de espécies dos levantamentos, onde é possível observar uma linearidade de Estados próximos

compartilhando cada vez menos espécies com Estados geograficamente mais distantes. O valor de STRESS para nMDS foi de 0,2, considerado adequado. Os agrupamentos encontrados na nMDS (Figura 3) confirmam os resultados do dendrograma (Figura 2).

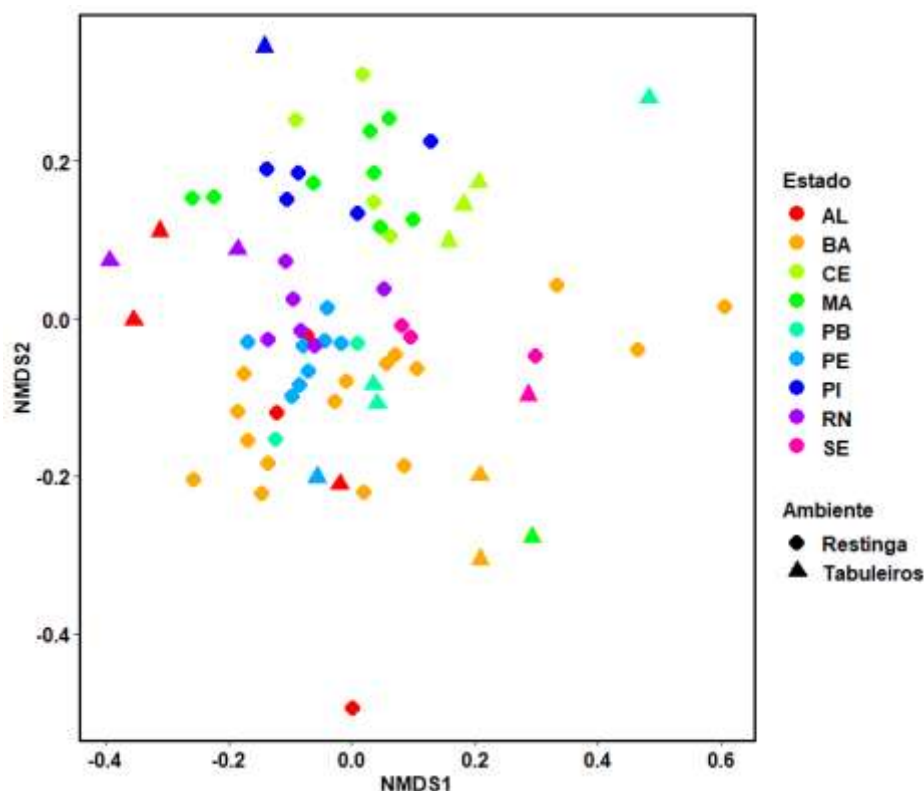


Figura 3 – Diagrama nMDS das 72 áreas amostrais localizadas nos tabuleiros e restingas do Nordeste Fonte: Este trabalho (2022).

Fatores abióticos do litoral nordestino

Informações sobre as normais climatológicas do Brasil são apresentadas na Tabela 5. Os fatores

ambientais definidos foram temperatura média compensada, insolação total, umidade relativa do ar compensada, precipitação acumulada e evaporação total.

Tabela 5 – Indicadores abióticos obtidos através das Normais Climatológicas do Brasil de 1981-2019. TMC: Temperatura Média Compensada (graus celsius). IT: Insolação Total (horas por ano). URAC: Umidade Relativa do Ar Compensada (porcentagem). PA: Precipitação Acumulada (milímetros). EV: Evaporação Total (milímetro).

Estado	TMC	IT	URAC	PA	EV
Maranhão	28	2500	80	1850	1625
Piauí	29	3000	74	1350	2000
Ceará	25	2550	78	1250	1875
Rio Grande do Norte	28	2900	76	1150	2250
Paraíba	27	2800	78	1750	1875
Pernambuco	26	2800	78	1650	1875
Alagoas	26	2600	78	1550	1625
Sergipe	26	2600	78	1350	1750
Bahia	25	2300	80	1550	1500

Fonte: Este trabalho (2022).

A família com maior frequência nas restingas e tabuleiros do Nordeste foi Fabaceae (Tabela 1), sendo a única a ocorrer em 100 % dos levantamentos. Em um estudo sobre a flora lenhosa do Cerrado brasileiro, com enfoque no Cerrado do Nordeste, Vieira et al. (2019) também apontaram Fabaceae como sendo a família mais frequente (ocorrendo em quase 99% dos locais de amostra da referida pesquisa). Bao et al. (2017), realizando pesquisa de padrões de distribuição de espécies do Pantanal, na cidade de Corumbá (MS), encontrou Fabaceae como principal família novamente. Fabaceae é a terceira maior família de *Angiospermae*, suas espécies são adaptadas aos mais diversos tipos de condição climáticas, sobretudo nas regiões tropicais, devido a isso, é possível encontrar espécies pertencentes a essa família em todos os DF's brasileiros, tornando Fabaceae a maior família do Brasil, com 2.870 espécies aceitas. (Lewis, 1987; Lewis et al., 2005; BFG, 2015).

Santos-Filho et al. (2011) em pesquisa abrangendo o litoral do Ceará também encontrou Fabaceae como sendo a família mais frequente. Resultados semelhantes também foram obtidos em muitas áreas no litoral nordestino, tais como no Maranhão (Almeida Jr. et al., 2017), Piauí (Santos-Filho, 2009; Andrade et al., 2012; Santos-Filho et al., 2015), Sergipe (Oliveira, et al., 2014), Pernambuco (Zickel et al., 2007) porém em pesquisa realizada em todo o litoral baiano, Santos (2013) encontrou Myrtaceae como a principal família, e Fabaceae sendo a segunda. Isso pode ser creditado ao fato da família Myrtaceae está mais presente em regiões de florestas ombrófilas densas, ou seja, florestas húmidas com alta densidade de árvores, características marcantes na Floresta Atlântica (Mori et al., 1983). Dados climáticos da Bahia (Tabela 5) demonstram alta precipitação no litoral do referido Estado, além disso, a Floresta Atlântica domina a maior parte do litoral baiano.

A Tabela 1 demonstra também que Anacardiaceae é a segunda família mais frequente (83.33 %), mesmo possuindo baixa riqueza de gêneros (11). Tal efeito pode ser notado no gênero *Anacardium*, pertencente à família Anacardiaceae, que tendo riqueza de apenas duas espécies, é o terceiro gênero mais frequente (68.5 %). Isso se deve ao fato da espécie *Anacardium occidentale* ser a mais frequente nas restingas e tabuleiros nordestinos (Tabela 3), elevando assim as frequências do gênero e família a qual tal espécie pertence. Lorenzi (1998) afirma que essa espécie é mais adaptada a campos e dunas, principalmente da costa norte e nordeste do país, sobretudo nos

Estados do Piauí e Maranhão. Vieira et al. (2019) também obtiveram uma alta frequência da espécie *Anacardium occidentale* (72%), para o Cerrado, sendo a segunda da lista de mais frequentes para o trabalho, o que demonstra grande capacidade de adaptação dessa espécie.

É interessante ressaltar que os Tabuleiros do Piauí e Ceará se assemelham mais entre si (Moro et al., 2015; Rabelo et al., 2024), do que com as restingas dos seus próprios territórios (Figura 2), que estão geograficamente bem mais próximos. Tal fenômeno pode ser atribuído ao fato de que os fatores edáficos influenciam mais intensamente a flora dos tabuleiros desses Estados do que a de outros locais, tendo em vista que o solo das restingas é originário do Quaternário, mais recente e mais arenoso que o solo dos tabuleiros, sendo necessário estudos posteriores para validação de tal hipótese.

Tanto no Dendrograma (Figura 2), quanto no diagrama nMDS (Figura 3) os levantamentos em restingas e tabuleiros não formam agrupamentos distintos contendo só restingas ou só tabuleiros, salvo algumas exceções destacadas anteriormente. Isso confirma que as restingas e tabuleiros realmente compartilham um grande número de espécies entre si, formando um *continuum* vegetacional de espécies adaptadas às condições encontradas nesses ecossistemas, mas com variados padrões de distribuição, influenciados principalmente pelas condições severas do ambiente marinho, tal como Oliveira-Filho e Carvalho (1993) concluíram, ao realizar levantamentos tanto em restingas quanto em tabuleiros, no município de Mataraca, Estado da Paraíba.

Há uma clara semelhança entre as restingas e tabuleiros ao longo de todo o litoral setentrional, que é o efeito do alto número de espécies compartilhadas nesses locais que pode ser visto no dendrograma (Figura 2) e no diagrama nMDS (Figura 3), nos quais esses levantamentos estão agrupados. Isso pode ser devido ao fato da proximidade geográfica e, sendo assim, possuem características ambientais semelhantes, muito embora algumas regiões apresentem condições bem mais secas, principalmente no que diz respeito a insolação total e precipitação anual acumulada (Quadro 5).

O diagrama nMDS (Figura 3) demonstra que os levantamentos realizados na Bahia possuem alta heterogeneidade. Uma explicação plausível para tal fato é a extensão do litoral desse Estado,

sendo o maior do Brasil, com 932 km de extensão, portanto há variação de fatores abióticos devido à alta escala latitudinal. Além disso, o sul da Bahia já fica mais próximo da zona temperada, enquanto o norte, mais próximo da região semiárida nordestina, o que confere ao litoral baiano alta diversidade de clima, e por consequente, de espécies.

Os levantamentos do Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas e Sergipe estão bem próximo no diagrama nMDS, mais especificamente no grupamento G (Figura 3), isso se deve ao fato do litoral desses Estados, todos próximos uns dos outros, possuírem uma pequena extensão cada, sendo assim, estão sujeitos a fatores ambientais semelhantes (Quadro 5).

Os dois grandes grupos, G e F que se formaram no dendrograma (Figura 2) ressaltam a diferença entre o litoral setentrional (formado por Maranhão, Piauí, Ceará e uma porção do Rio Grande do Norte) e o litoral oriental (formado por uma porção oriental do Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Sergipe, Alagoas e Bahia).

A Floresta Atlântica é apontada como DF que possui maior influência na composição da flora lenhosa das restingas e tabuleiros do Nordeste, abrangendo 74,16 % das espécies (Tabela 4), o Cerrado (55,50 %), a Caatinga (48,80) e a Amazônia (48,24 %) completam o ranking de DF's com mais representantes, sendo que os Pampas (4,94) e o Pantanal (10,91 %) estão muito abaixo dos demais, por estarem geograficamente distantes do litoral nordestino. A Mata Atlântica ainda é o DF que contempla o maior número de espécies endêmicas, 20,01 %, número muito superior ao de espécies endêmicas de outros DF's. Tais informações confirmam a hipótese levantada por Scarano (2002), em que afirma que a flora das restingas é influenciada principalmente por DF's adjacentes, sobretudo da Floresta Atlântica.

Ao contrário de qualquer expectativa, os resultados demonstraram que a Amazônia é o segundo DF que apresenta o maior número de espécies endêmicas, 3,90 %, mesmo sendo encontrada somente na metade oeste do Maranhão e tendo uma área de influência menor que a Caatinga e o Cerrado. Tal resultado pode ser a confirmação de que a Amazônia já esteve em contato com a Floresta Atlântica em períodos do Terciário e do Quaternário, baseados em estudos filogenéticos de espécies endêmicas desses DF's, conforme sugerem algumas pesquisas (Prance, 1987; Prum, 1988; Willis, 1992; Rizzini, 1997; Fernandes, 2003), sendo que outras autores

(Rizzini, 1963; Andrade-Lima, 1964; Bigarella et al., 1975; Fernandes, 2003) sugerem que a conexão Amazônia-Floresta Atlântica se deu pela região litorânea, através dos tabuleiros costeiros, que possuem solos formados por sedimentos do Período Terciário. A presente pesquisa reforça esta hipótese de conexão pelo litoral.

A presença de tantas espécies da Floresta Atlântica, sobretudo de espécies endêmicas desse DF, nas restingas e tabuleiros do Nordeste só reafirmam a importância da preservação da flora litorânea brasileira. A Floresta Atlântica se apresenta como um dos *hotspots* mundiais de diversidade, ou seja, uma área prioritária para a conservação. Duas características são necessárias para se tornar um *hotspot*: alta taxa de endemidade de suas espécies e degradação de mais da metade de sua área original (Myers et al., 2000). O pequeno número de estudos serem realizados no litoral nordestino tanto em restingas (Correia et al., 2020) quanto em tabuleiros (Sousa & Santos-Filho, 2019; Sousa et al., 2020) sugere que grande parte dessa rica biodiversidade vem sendo perdida antes mesmo de ser conhecida.

Neste trabalho apontamos que há um grande número de espécies compartilhadas entre as duas formações vegetacionais, formando assim um *continuum* pelo qual não se pode separar o que é vegetação de restinga e o que é vegetação de tabuleiro com base na composição das espécies. Os resultados demonstram também que a Floresta Atlântica é o que mais influencia a flora do litoral nordestino, com grande número de espécies endêmicas, seguidos por Cerrado e Caatinga, porém, o alto número de espécies endêmicas da Amazônia, inferior somente à Mata Atlântica, corrobora com as hipóteses de que esses dois DF's já estiveram ligados em tempos passados. Conclui-se então, que a montagem de comunidades nas restingas do Nordeste é mais influenciada pela proximidade com outros ecossistemas, conforme sugerem Rizzini (1997) e Scarano (2002).

Apesar das descobertas importantes feitas nessa pesquisa, que podem subsidiar políticas públicas mais eficientes no tocante a conservação do ecossistema costeiro, estudos posteriores são necessários para uma maior compreensão acerca da distribuição de espécies através do litoral nordestino.

Agradecimentos: A todos os pesquisadores que estudaram a flora das restingas e tabuleiros do Nordeste. Ao Programa de Pós-Graduação em

Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal do Piauí.

Referências

- Almeida Jr, E.B., Silva, A.N.F., Lima, G.P. et al., 2017. Checklist of the flora of the restingas of Maranhão State, Northeast, Brazil. *Indian Journal of Applied Research* [Online] 7: Disponível: [https://www.worldwidejournals.com/indian-journal-of-applied-research-\(IJAR\)/fileview/June_2017_1498115406__187.pdf](https://www.worldwidejournals.com/indian-journal-of-applied-research-(IJAR)/fileview/June_2017_1498115406__187.pdf). Acesso: 23 out. 2022.
- Andrade, A.C.S., Dominguez, J.M.L., 2002. Informações Geológico-Geomorfológicas como Subsídios a Análise Ambiental: o Exemplo da Região Planície Costeira de Caravelas – Bahia. *Boletim Paranaense de Geociências* 51 [Online] Disponível: <http://dx.doi.org/10.5380/geo.v51i0.4167>. Acesso: 23 out. 2022.
- Andrade, I.M., Silva, M.F.S., Mayo, S.J. et al., 2012. Diversidade de Fanerógamas do Delta do Parnaíba – litoral piauiense. In: Guzzi, A. (ed.) *Biodiversidade do Delta do Parnaíba: litoral piauiense*. Parnaíba, EDUFPI, p. 63-110
- Andrade-Lima, D.A., 1964. Contribuição à dinâmica da flora do Brasil. *Arquivos do Instituto de Ciências da Terra*, 2, 14-19
- Arai, M., 2006. A grande elevação eustática do mioceno e sua influência na origem do Grupo Barreiras. *Geologia USP Série Científica* [Online]. Disponível: <https://doi.org/10.5327/S1519-874X2006000300002>. Acesso: 10 jun. 2022.
- Araújo, S.M.S., 2011. A região semiárida do nordeste do Brasil: questões ambientais e possibilidades de uso sustentável dos recursos. *Rios Eletrônica*, 5 [online]. Disponível: https://www.unirios.edu.br/revistarios/media/revistas/2011/5/a_regiao_semiarida_do_nordeste_do_brasil.pdf. Acesso: 10 jun. 2022.
- Bao, F., Leandro, T.D., Rocha, M. et al., 2017. Plant species diversity in a Neotropical wetland: patterns of similarity, effects of distance, and altitude. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* [Online] 90. Disponível: <https://doi.org/10.1590/0001-3765201720150370>. Acesso: 10 jun. 2022.
- BFG., 2015. Growing knowledge: an overview of Seed Plant diversity in Brazil. *Rodriguesia* [Online] 66. Disponível: <https://doi.org/10.1590/2175-7860201566411>. Acesso: 10 jun. 2022.
- Bigarella, J.J., Andrade-Lima, D., Riehs, P.J., 1975. Considerações a respeito das mudanças paleoambientais na distribuição de algumas espécies vegetais e animais no Brasil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 45, 411-464
- Brasil. 2012. Lei n. 12.651/12, de 25 de maio de 2012. Institui o novo Código Florestal. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil* [Online]. Disponível: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm. Acesso: 21 ago. 2022.
- Cintra, F.L.D., Libardi, P.P., 1998. Caracterização física de uma classe de solo do ecossistema do tabuleiro costeiro. *Scientia Agricola* [Online] 55. Disponível: <https://doi.org/10.1590/S0103-90161998000300004>. Acesso 14 mar. 2022.
- Correia, B.E.F., Almeida Jr., E.B., Zanin, M., 2020. Key Points about North and Northern Brazilian Restinga: a Review of Geomorphological Characterization, Phytophysionomies Classification, and Studies' Tendencies. *The Botanical Review* [Online] 86. Disponível: <https://doi.org/10.1007/s12229-020-09230-2>. Acesso: 23 out. 2022.
- CRIA. Centro de Referência e Informação Ambiental. 2011. SPECIESLINK. Disponível: <http://www.splink.org.br/index?lang=pt>. Acesso: 26 abr. 2022.
- Dubreuil, V., Karime, P.F., Olivier, P., Sant'anna Neto, J.L., 2018. Os tipos de climas anuais no Brasil: uma aplicação da classificação de Köppen de 1961 a 2015. *Confins* [Online] 37. Disponível: <https://doi.org/10.4000/confins.15738>. Acesso: 26 abr. 2022.
- EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária., 2015. Delimitação da área de atuação da Embrapa Tabuleiros Costeiros. Aracajú, EMBRAPA.
- Fernandes A., 2003. Conexões florísticas do Brasil. Banco do Nordeste, Fortaleza.
- GBIF.org. 2019. Global Biodiversity Information Facility – GBIF home page. Disponível: <https://www.gbif.org/>. Acesso: 26 abr. 2022.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística., 2013. Atlas do censo demográfico 2012. Rio de Janeiro, IBGE.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística., 2018. Atlas geográfico escolar. Rio de Janeiro, IBGE.
- Köppen, W., 1931. *Grundriss der Klimakunde*. Walter de Gruyter, Berlin.
- Lewis, G.P., 1987. *Legumes of Bahia*. Royal Botanic Gardens, Kew.
- Lewis, G.P., 2005. *Legumes of the world*. Royal Botanic Gardens, Kew.
- Lorenzi, H., 1998. *Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas*

- nativas do Brasil. Nova Odessa, Editora Plantarum.
- Martin, L., Suguio, K., Flexor, J.M., 1993. As flutuações do nível do mar durante o Quaternário superior e a evolução geológica de “deltas” brasileiros. *Boletim do Instituto de Geociências-USP* [Online] 15. Disponível: <https://doi.org/10.11606/issn.2317-8078.v0i15p01-186>. Acesso: 26 abr. 2022.
- MISSOURI BOTANICAL GARDEN. 2019. Tropicos. Disponível: <https://www.tropicos.org/home>. Acesso: 26 abr. 2022.
- Mori, S.A., 1983. Ecological importance of Myrtaceae in an eastern Brazilian wet forest. *Biotropica* [Online] 15. Disponível: <http://dx.doi.org/10.2307/2388002>. Acesso: 26 abr. 2022.
- Moro, M.F., Macedo, M.B., Moura-Fé, M.M., Castro, A.S.F., Costa, R.C., 2015. Vegetação, Unidades Fitoecológicas e diversidade paisagística do estado do Ceará. *Rodriguésia* [Online] 66. Disponível: <https://doi.org/10.1590/2175-7860201566305>. Acesso: 06 nov.2024.
- Myers, N., Mittermeier, R.A., Mittermeier, C.G., 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* [Online] 403. Disponível: <http://dx.doi.org/10.1038/35002501>. Acesso: 26 abr. 2022.
- Oksanen, J., Blanchet, G., Kindt, R. et al., 2016. Vegan: Community Ecology Package [Online]. Disponível: <https://CRAN.R-project.org/package=vegan>. Accessed 26 april 2022. Acesso: 7 jan. 2022.
- Oliveira, E.V.S., Lima, J.F., Silva, T.C., Landim, M.F., 2014. Checklist of the flora of the Restingas of Sergipe State, Northeast Brazil. *Check List* [Online] 3. Disponível: <http://dx.doi.org/10.15560/10.3.529>. Acesso: 7 jan. 2022.
- Oliveira-Filho, A.T., Carvalho, D.A., 1993. Florística e fisionomia da vegetação no extremo norte do litoral da Paraíba. *Revista Brasileira de Botânica* 16, 115-130.
- Prance, G.T., 1979. The taxonomy and phytogeography of the Chrysobalanaceae of the Atlantic Coastal Forests of Brazil. *Revista Brasileira de Botânica* 2, 19-39.
- Prum, R.O., 1988. Historical relationships among avian forest areas of endemism in the Neotropics. *Acta XIX Congressus Internationalis Ornithologici* 9, 2562-2572.
- R-CORE-TEAM. 2017. R: A Language and Environment for Statistical Computing. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing [Online]. Disponível: <https://www.r-project.org/>. Acesso: 26 abr. 2022.
- Rabelo, S.T., Fernandes, M.F., Moro, M.F., 2024. Biogeography of restinga vegetation in Northern and Northeastern Brazil and their floristic relationships with adjacent ecosystems. *An Acad Bras Cienc* [Online] 96. Disponível: <https://doi.org/10.1590/0001-765202420230925>. Acesso: 06 nov.2024.
- Reflora - Herbário Virtual [Online]. Disponível: <http://reflora.jbrj.gov.br/reflora/herbarioVirtual/>. Acesso: 26 abr. 2022.
- Rizzini, C.T., 1963. Nota prévia sobre a divisão fitogeográfica (florístico-sociológica) do Brasil. *Revista Brasileira de Geografia* 25, 3-64
- Rizzini, C.T., 1997. Tratado de fitogeografia do Brasil. Rio de Janeiro, Âmbito Cultural.
- Rossetti, D.F., Goes, A.M., 2009. Marine influence in the Barreiras Formation, State of Alagoas, northeastern Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* [Online] 81. Disponível: <https://doi.org/10.1590/S0001-37652009000400012>. Acesso: 26 abr. 2022.
- Ruschi, A., 1950. Fitogeografia do Estado do Espírito Santo I: considerações gerais sobre a distribuição da Flora no Estado do E. Santo. *Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão (Série Botânica)* 1,1-353.
- Salgado-Labouriau, M.L., 1994. História ecológica da Terra. São Paulo, Edgard Blücher.
- Santos-Filho, F.S., Almeida-Jr., E.B., Zickel, C.S., 2013. A flora das restingas de Parnaíba e Luiz Correia - litoral do Piauí, Brasil. In: Santos-Filho F.S., Leite Soares, A.F.C., Almeida-Jr., E.B. (eds.) *Biodiversidade do Piauí: pesquisas & perspectivas*, 2nd Curitiba, CRV, p. 36-59.
- Santos-Filho, F.S., 2009. Composição florística e estrutural da vegetação de restinga do Estado do Piauí. Tese de Doutorado, Universidade Federal Rural de Pernambuco.
- Santos-Filho, F.S., Mesquita, T.K.S., Almeida-Jr., E.B., Zickel, C.S., 2016. A flora de Cajueiro da Praia: uma área de Tabuleiros do litoral do Piauí, Brasil. *Revista Equador* [Online] 5. Disponível: <https://doi.org/10.26694/equador.v5i2.4460>. Acesso: 6 fev. 2022.
- Santos-Filho, F.S., Almeida-Jr., E.B., Lima, P.B., Soares, C.J.R.S., 2015. Checklist of the flora of the restingas of Piauí state, Northeast, Brazil. *Check List* [Online] 11. Disponível: <http://dx.doi.org/10.15560/11.2.1598>. Acesso: 6 fev. 2022.
- Santos-Filho, F.S., Almeida-Jr., E.B., Soares, C.J.R.S., Zickel, C.S., 2010. Fisionomias das restingas do Delta do Parnaíba, Nordeste, Brasil. *Revista Brasileira de Geografia Física*

- [Online] 3. Disponível: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v3.3.p218-227>. Acesso: 6 fev. 2022.
- Santos-Filho, F.S., Almeida-Jr., E.B., Bezerra, L.F.M., Lima, L.F., Zickel, C.S., 2011. Magnoliophyta, restinga vegetation, state of Ceará, Brazil. Check List [Online] 7. Disponível: <http://dx.doi.org/10.15560/7.4.478>. Acesso: 6 fev. 2022.
- Santos, V.J., 2013. Restingas do Estado da Bahia: riqueza, diversidade e estrutura. Tese de Doutorado, Universidade Federal Rural de Pernambuco.
- Scarano, F.R., 2002. Structure, function and floristic relationships of plant communities in stressful habitats marginal to the brazilian atlantic rainforest. Annals of Botany [Online] 90. Disponível: <https://doi.org/10.1093/aob/mcf189>. Acesso: 26 abr. 2022.
- Serra, F.C.V., Lima, P.B., Almeida-Jr., E.B., 2016. Species richness in restinga vegetation on the eastern Maranhão State, Northeastern Brazil, Acta Amazônica [Online] 46. Disponível: <https://doi.org/10.1590/1809-4392201504704>. Acesso: 26 abr. 2022.
- Silva, S.M., Britez, R.M., 2005. A vegetação da Planície Costeira. In: Marques, M.C.M., Britez, R.M. (eds.) História Natural e conservação da Ilha do Mel. Curitiba, UFPR, pp 49-84.
- Sousa, J.L.M., Santos-Filho, F.S., 2019. Estudos Botânicos nos Tabuleiros Litorâneos do Brasil, Revista Brasileira de Geografia Física [Online] 13. Disponível: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v13.3.p1335-1347>. Acesso: 26 abr. 2022.
- Sousa, J.L.M., Santos-Filho, F.S., Figueredo, E.S., 2020. Evolução Espacial dos Tabuleiros Litorâneos o caso do DITALPI no litoral setentrional, Research, Society and Development [Online] 9. Disponível: <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i10.9098>. Acesso: 26 abr. 2022.
- Souza, S.O., Vale, C.C., 2016. Vulnerabilidade ambiental da planície costeira de Caravelas (BA) como subsídio ao ordenamento ambiental. Sociedade & Natureza [Online] 28. Disponível: <https://doi.org/10.1590/1982-451320160110>. Acesso: 26 abr. 2022.
- Suguio, K., Martin, L., Bittencourt, A.C.S.P. et al., 1985 Flutuações do nível relativo do mar durante o Quaternário superior ao longo do litoral brasileiro e suas implicações na sedimentação costeira. Revista Brasileira de Geociências, 15, 273-286.
- Suguio, K., 2003. Geologia sedimentar. São Paulo, Edgard Blücher.
- Suguio, K., Nogueira, A.C.R., 1999. Revisão crítica dos conhecimentos geológicos sobre a Formação (ou Grupo?) Barreiras do Neógeno e o seu possível significado como testemunho de alguns eventos geológicos mundiais. Revista Geociências, 18, 461-479.
- Suguio, K., Tessler, M.G., 1984. Planícies de cordões litorâneos quaternários do Brasil: Origem e nomenclatura. In: Lacerda, L.D., Araújo, D.S.D., Cerqueira, R. et al. (eds.) Restingas: Origem, Estrutura e Processos, Niterói, CEUF, p 15-26.
- The Plant List. 2013. Versão 1.1 [Online]. Disponível: <http://www.theplantlist.org/>. Acesso: 26 abr. 2022.
- Vieira, L.T.A., Castro, A.A.J.F., Coutinho, J.M.C.P. et al., 2019. A biogeographic and evolutionary analysis of the flora of the North-eastern Cerrado, Brazil. Plant Ecology & Diversity [Online] 12. Disponível: <https://doi.org/10.1080/17550874.2019.1649311>. Acesso: 26 abr. 2022.
- Vilas-Boas, G.S., Sampaio, F.J., Pereira, M.A.S., 2001. The Barreiras Group in the northeastern coast of the State of Bahia, Brasil: depositional mechanisms and processes. Anais da Academia Brasileira de Ciências [Online] 73. Disponível: <https://doi.org/10.1590/S0001-37652001000300010>. Acesso: 26 abr. 2022.
- Villwock, J.A., Lessa, G.C., Suguio, K., Ângulo, R.J., Dillenburg, S., 2005. Geologia e geomorfologia de regiões costeiras. In: Souza, C.R.G., Suguio, K., Oliveira, M.A.S. (eds.) Quaternário do Brasil. Ribeirão Preto, Holos Editora, p. 94-113.
- Willis, O.E., 1992. Zoogeographical origins of eastern brazilian birds. Ornitologia Neotropical 3,1-15.
- Zickel, C.M., Almeida-Jr., E.B.A., Medeiros, D.P.W., Lima, P.B., Souza, T.M.S., Limas, A.B., 2007. Magnoliophyta species of restinga, state of Pernambuco, Brazil. Check List [Online] 3. Disponível: <https://doi.org/10.15560/3.3.224>. Acesso 7 mai. 2022.
- Zuur, A., Leno, E.M., Smith, G.M., 2007. Analysing Ecological Data. Nova York, Springer.