

## Artigos

# Um refúgio de Mata Úmida no interior do Nordeste brasileiro: estrutura e diversidades alfa e beta

A Humid Forest refuge in the interior of the Brazilian Northeast: structure and alpha and beta diversities

Roberta Maria Arrais Benício<sup>1</sup> , Arthur da Silva Nascimento<sup>1</sup> ,  
Sarah Caroline de Oliveira Morais<sup>1</sup> , Maria Amanda Nobre Lisboa<sup>1</sup> ,  
Leonardo Vitor Alves da Silva<sup>1</sup> , Gabriel Venâncio Cruz<sup>1</sup> ,  
Helen Nogueira de Moraes<sup>1</sup> , Isaac Feitosa Araújo<sup>1</sup> ,  
Karina Vieiralves Linhares<sup>1</sup> , Maria Arlene Pessoa da Silva<sup>1</sup> ,  
Leonardo Silvestre Gomes Rocha<sup>II</sup> , João Tavares Calixto Júnior<sup>1</sup> 

<sup>1</sup>Universidade Regional do Cariri, Crato, CE, Brasil

<sup>II</sup>Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, Brasil

## RESUMO

No interior da região semiárida brasileira (bioma Caatinga), há ocorrência de refúgios de vegetação de outros biomas que se apresentam principalmente em topos de formações geológicas do período Pré-Cambriano, como a Chapada do Araripe. Este trabalho objetivou o conhecimento da estrutura, diversidade e similaridade florística de um fragmento de mata úmida na Chapada do Araripe, sul do Ceará (708m Alt.), visando subsidiar estratégias de conservação dessa comunidade, área de relevante valor ecológico, cultural e paisagístico. Em 13 parcelas de 25x25m (0,8 ha), foram inventariados todos os indivíduos com DAP  $\geq$  5cm, observando-se altura total. A similaridade florística foi observada pelo método de Jaccard a partir da comparação com outras sete áreas em diferentes regiões do Brasil. Foram encontradas 66 espécies distribuídas em 34 famílias, num total de 1.544 indivíduos com DA=1.997,30 ind. ha<sup>-1</sup> e AB=32,618 m<sup>2</sup>ha<sup>-1</sup>. Fabaceae (25,75%) e Myrtaceae (6%) apresentaram maior número de espécies e *Brosimum gaudichaudii* apresentou maior IVI. O índice de Shannon ( $H'$ ) foi 3,13 e a equabilidade de Pielou ( $J'$ ) foi 0,75. A diversidade beta, comparada com outras áreas de mata úmida (*core* e disjuntas), foi considerada alta e a estatística apontou maior similaridade com área da mesorregião da mata pernambucana. Os resultados permitem caracterizar a área como refúgio vegetacional de mata úmida, corroborando com a teoria dos refúgios e evidenciam forte penetração de espécies savânicas (cerradão, cerrado, caatinga/carrasco) enfatizando a atuação de impulsos climáticos ocorridos no Quaternário e apontando para a necessidade de estratégias de conservação devido ao antropismo acelerado.

**Palavras-chave:** Fitossociologia; Mata de Exceção; Chapada do Araripe



## ABSTRACT

Inside the Brazilian semi-arid region (Caatinga biome) there are vegetation refuges from other biomes that are present mainly at greater elevations in ancient geological formations such as Chapada do Araripe. This study aimed to understand the structure, diversity and floristic similarity of a fragment of humid forest in order to support conservation strategies for this community in Chapada do Araripe, southern Ceará (708m Alt.), an area of relevant ecological, cultural and scenic value. In 13 parcels of 25x25m (0.8 ha) all individuals with DBH  $\geq$  5cm were inventoried, observing total height. Floristic similarity was observed using the Jaccard method, comparing it with seven other areas in different regions of the Brazil. Sixty-six species were found distributed in 34 families, in a total of 1,544 individuals with DA=1,997.30 ind.ha<sup>-1</sup> and AB =32,618 m<sup>2</sup>ha<sup>-1</sup>. Fabaceae (25.75%) and Myrtaceae (6%) had the highest number of species and *Brosimum gaudichaudii* had the highest IVI. The Shannon index ( $H'$ ) was 3.13 and the Pielou equability ( $J'$ ) was 0.75. The beta diversity, compared with other areas of humid forest (core and disjunct), was considered high and the statistics showed greater similarity with the area of the mesoregion of Pernambuco forest. The results allow the characterization of the area as a vegetational refuge of humid forest, corroborating the Refuge Theory and showing strong penetration of savanna species ("Cerradão", Cerrado, Caatinga/"Carrasco"), emphasizing the action of climatic impulses that occurred in the Quaternary and pointing to the need to conservation strategies due to accelerated anthropism.

**Keywords:** Phytosociology; Exception Forest; Araripe Plateau

## 1 INTRODUÇÃO

A mais antiga e rica floresta da América do Sul, a Mata Atlântica possui uma biota de floresta tropical com formações florestais nativas associadas a diversos ecossistemas, que de acordo com as características climáticas da região de ocorrência, apresenta diferentes estruturas e composições florísticas (IBF, 2021). Além de apresentar alta biodiversidade, também possui alto nível de endemismo. Atualmente restam 12,5% da cobertura florestal original, resultado de séculos de uso e exploração descontrolada de recursos naturais (JOLY; METZGER; TABARELLI, 2014).

No Ceará, a Mata Atlântica ocupa uma área total de 1.873 Km<sup>2</sup>, de forma dispersa. Segundo a Embrapa (2021), dados obtidos a partir do mapeamento, informam que 14 municípios apresentam 10% de sua área vegetal recoberta pelas tipologias de vegetação de Mata Atlântica e ecossistemas associados.

Ao sul do estado do Ceará está localizada a Chapada do Araripe, uma área de relevante valor ecológico, cultural e paisagístico. Com aproximadamente 39.800 ha,



a Chapada do Araripe apresenta fragmentos de fisionomias distintas, como a mata úmida (4.485 ha) e o cerrado (35.297,28 ha), em parte protegidas por unidades de conservação como a Floresta Nacional do Araripe–Apodi (FLONA ARARIPE) e a Área de Proteção Ambiental Chapada do Araripe (APA–Chapada do Araripe). Essas unidades de conservação possuem significativa contribuição para a manutenção desses remanescentes, onde quase não se encontra vegetação nativa, fato atribuído à forte presença de ações antrópicas (SANTOS; SILVA; SILVA, 2016).

Uma das teorias mais utilizadas na explicação da retração de floresta com formações vegetais abertas do tipo cerrado e caatinga é a Teoria dos Refúgios, defendida por autores como Ab’Saber (1963), Cole (1986), Prance (1996) e Rizzini (1997), que trata da distribuição geográfica da biota após eventos climáticos do Quaternário. Conforme a teoria, frentes frias mais intensificadas durante fases glaciais, associadas a mudanças climáticas globais, modelaram a paisagem do atual território brasileiro e perante essa situação a vegetação moderna ainda está se equilibrando através dos mecanismos de sucessão ecológica (SANTOS; CABRAL; SILVA, 2015).

Viadana e Cavalcanti (2007) apresentam refúgio como fragmento florestal reduzido a pequenos espaços que conseguiram, com o passar do tempo, assegurar a permanência dos geossistemas, com fitofisionomias tropicais desintegradas pelos efeitos dos fatores paleoclimáticos. Eventos climáticos ocorridos no Quaternário proporcionaram à biota úmida a retração em áreas exíguas, formando refúgios florestais (AB’SABER, 1977; SANTOS, 2018).

O levantamento fitossociológico de um fragmento apresenta informações quanto ao comportamento e estrutura da vegetação e fornece informações necessárias quanto ao domínio e importância ecológica das espécies (SILVA; ZORZANELLI; MOREAU; ABREU; KUNZ, 2017; ARAÚJO; QUEIROZ; LOPES, 2019). Segundo Felfili, Rezende e Walter (2011), o estudo da estrutura de uma comunidade florestal permite conhecimento amplo para melhor compreender a biogeografia de um bioma.



Apesar da existência de alguns trabalhos sobre composição da flora e estrutura de comunidades vegetais da Chapada do Araripe, ainda há lacunas de informações quanto à ecologia da área considerada como enclave (ou refúgio) de Floresta Ombrófila Densa (mata úmida), justificando-se a realização deste trabalho para a obtenção de respostas para as seguintes questões: há intromissão significativa da flora de fisionomias adjacentes – Floresta Estacional Semidecidual (Mata Seca), Savana (Cerrado), Savana Florestada (Cerradão), Savana Estépica (Caatinga/Carrasco), Savana Estépica Arborizada (Caatinga Arbórea) – no conjunto florístico observado (mata úmida)? Os valores de diversidade alfa e beta apontam para a necessidade de implantação de medidas de conservação?

Considerando os aspectos referidos, objetivou-se analisar a estrutura fitossociológica do componente lenhoso de um fragmento de mata úmida localizado na Chapada do Araripe, município de Crato, sul do Ceará. A realização desta pesquisa alerta ainda para a alta incidência de interferências antrópicas que provocam modificações nas paisagens naturais, como o desmatamento sistemático, que intensifica o quadro de devastação de fragmentos ou refúgios florestais, evidenciando a necessidade de conservação destes remanescentes com a expansão de Unidades de Conservação e subsidiando a elaboração de planos de manejo destas e de futuras áreas protegidas, servindo ainda de base para a criação de políticas de manutenção e conservação da biodiversidade.

## **2 MATERIAIS E MÉTODOS**

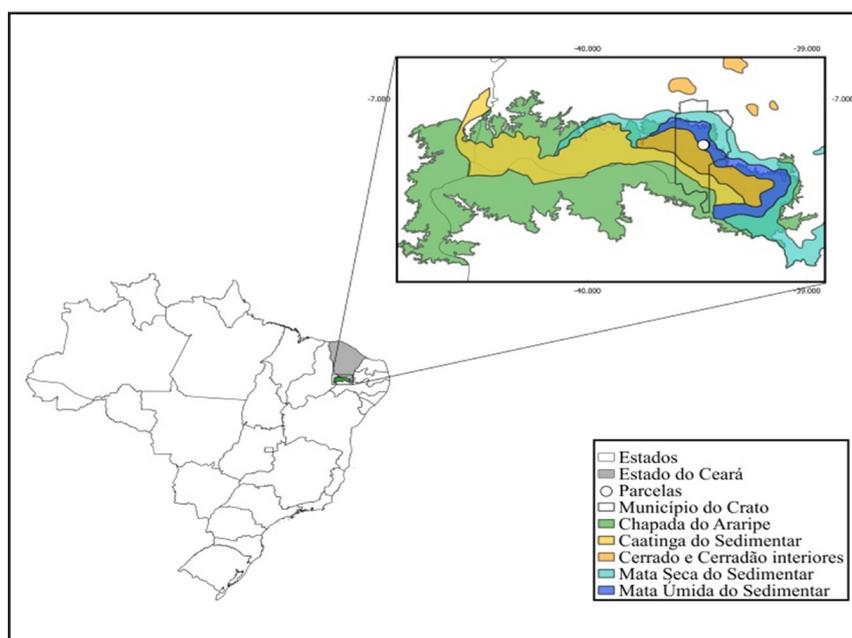
### **2.1 Área de estudo**

O estudo foi realizado em um remanescente de Floresta Ombrófila Densa (mata úmida) localizado na Reserva Particular do Patrimônio Nacional - RPPN Oásis Araripe (Figura 1), administrada pela Associação de Pesquisas e Preservação de Ecossistemas Aquáticos, reserva natural de estudos do Soldadinho do Araripe, município de Crato, sul



do estado do Ceará (7° 13' 55.09" S; 39° 27' 56.12" O; 708.36 m de altitude), circundada por diversas formações vegetais (Figura 1) como Caatinga do sedimentar, Cerrado e Cerradão interiores, Mata Seca do Sedimentar e Mata Úmida do Sedimentar.

Figura 1 – Localização geográfica da área de estudo - refúgio de mata úmida na RPPN Oásis Araripe, Chapada do Araripe, Crato, Ceará. Brasil.



Fonte: Autores (2022)

O histórico da área aponta para uso agropastoril há aproximadamente 50 anos. A reserva tem uma área de cerca de 50 hectares e foi criada em 20 de março de 2015 pela Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, que instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e está localizada na zona de entorno da Floresta Nacional do Araripe – FLONA.

O clima da região conforme a classificação de Köppen é do tipo As (ÁLVARES; STAPE; SENTELHAS; GONÇALVES; SPAROVEK, 2013), característico do clima tropical chuvoso, marcado por duas estações bem definidas, uma chuvosa, que se estende de dezembro a abril e uma seca de maio a novembro, apesar da natureza transitória do clima semiárido do nordeste do Brasil (BSw). A precipitação média mensal no período chuvoso é de 1.033 mm (INMET, 2021) e a média anual de temperatura é de 24°C (FUNCEME, 2021).



O solo predominante é o do tipo Latossolo Vermelho-Amarelo (LVA) com textura de média a argilosa e permeável à chuva, de acordo com Santos (2018). A vegetação da área apresenta aspecto de mata úmida, reconhecida por Mata Úmida do Sedimentar (MORO; MACEDO; MOURA-FÉ; CASTRO; COSTA, 2015) e caracteriza-se por fitofisionomia úmida com elevado porte de árvores e densidade alta, constituindo-se em vegetação lenhosa com fustes retilíneos, ramificações altas e sem gramíneas no sub-bosque.

## 2.2 Suficiência amostral

A suficiência amostral foi avaliada pelo erro padrão e intervalo de confiança com nível de significância de 5%. Foi realizado o cálculo do erro de amostragem, considerando um limite de 10%, a 95% de probabilidade (FELFILI; REZENDE, 2003).

## 2.3 Coleta e tratamento de dados

O inventário florestal foi realizado em um fragmento de mata úmida distante 6 km da zona urbana, em um processo de amostragem sistemática, seguindo a metodologia proposta por Mueller-Dombois e Ellenberg (1974). Foram plotadas 13 parcelas permanentes medindo 625 m<sup>2</sup> (25m x 25m), escolhidas aleatoriamente e com distância de aproximadamente 25m, demarcadas com estacas de um metro de altura, visando o monitoramento da comunidade ao longo do tempo.

Foram mensuradas todas as árvores e arbustos vivos com DAP (diâmetro à altura do peito)  $\geq$  5 cm (FÁVARO; SOUZA; MAIA; GASPAR, 2021), assim como medidas as alturas totais. A medida do DAP foi realizada com suta e a altura total com haste telescópica graduada. Quando os indivíduos apresentavam brotos secundários foi medido aquele com maior diâmetro, atendendo aos critérios de inclusão conforme Rodal (1992).

A identificação botânica foi realizada a partir da coleta dos ramos férteis dos indivíduos com período de floração e em seguida herborizado e incorporado ao acervo Herbário Caririense Dárdamo de Andrade Lima (HCDAL) da Universidade Regional do



Cariri - URCA. As identificações foram precedidas utilizando a literatura especializada e por comparação com materiais identificados e depositados no herbário. De forma *online*, consultas foram realizadas em bases de dados da plataforma REFLORA, Lista de Espécies da Flora do Brasil (2021) para validação dos nomes das espécies, exclusão de sinonímias e correto uso da grafia e autoria das espécies. A lista florística foi ordenada de forma alfabética por família e fundamentada no Angiosperm Phylogeny Group IV (APG IV, 2016).

#### **2.4 Análise fitossociológica (estrutura e diversidade alfa)**

Para a obtenção dos parâmetros fitossociológicos utilizou-se o *software* Mata Nativa 2 que possibilitou a análise de parâmetros gerais da comunidade: densidade total, área basal, alturas e diâmetros; e parâmetros relativos às espécies: densidade absoluta (DA) e relativa (DR), frequência absoluta (FA) e relativa (FR), dominância absoluta (DoA) e relativa (DoR), índice de valor de cobertura (IVC) e índice de valor de importância (IVI).

Para análise da diversidade alfa (abundância e número das espécies na comunidade) foram calculados o índice de diversidade de Shannon-Wiener ( $H'$ ), em base logarítmica neperiana e o índice de concentração de Simpson ( $C'$ ). O Índice de equabilidade de Pielou ( $J'$ ) também foi avaliado, permitindo representar a uniformidade da distribuição dos indivíduos entre todas as espécies existentes (MAGURRAN, 1988). Foi aplicado o teste T de Student para verificar o grau de significância entre as médias com o erro de aceitação de no máximo 0,05 (5%).

#### **2.5 Análise de similaridade (diversidade beta)**

Com o objetivo de identificar a similaridade florística da área estudada com outros levantamentos realizados em áreas de Mata Úmida (disjuntas ou Mata Atlântica Litorânea), foi elaborada uma matriz de presença/ausência de espécies citadas em outros sete levantamentos realizados em cinco Estados brasileiros:



Estevan, Vieira e Gorenstein (2016), em Londrina, Paraná; Paula, Barberena, Soares Filho, Barreto-Garcia, Paula, Prata e Medeiros, (2021) em Vitória da Conquista, Bahia; Miranda, Donato, Figueiredo, Bernini, Roppa, Trece e Barros (2019), no município de Pinheiral, Rio de Janeiro; Costa Junior, Ferreira, Rodal, Feliciano, Marangon e Silva (2008) em área de Floresta Ombrófila Densa em Catende, Pernambuco; Batista, Marangon, Lima, Santos e Baracho Júnior (2012) no município de Moreno, Pernambuco; Carvalho, Braga e Nascimento (2007) em Rio Bonito, Rio de Janeiro e Cunha e Silva-Junior (2018) no Parque Estadual do Pico do Jabre, entre os municípios de Maturéia e Mãe D'água, no estado da Paraíba.

A comparação foi realizada por meio do índice de similaridade de Jaccard ( $J'$ ) que expressa a semelhança entre os ambientes baseando-se no número de espécies comuns. A matriz de similaridade florística resultante foi utilizada na análise de agrupamentos pelo método de médias aritméticas não ponderadas (UPGMA) e pela geração de um dendrograma, utilizando-se a distância euclidiana como medida de dissimilaridade, através do software PAST v. 3.23 1999-2019.

### **3 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

#### **3.1 Suficiência amostral**

O inventário, que apontou 1.544 indivíduos arbustivos ou arbóreos, gerou uma estimativa de densidade absoluta de 1.997,30 ind.ha<sup>-1</sup> (IC = ± 178,49 ind.ha<sup>-1</sup>) a 95% de probabilidade e erro padrão de 5,73% e de área basal (dominância) de 32,618 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup> (IC = ± 5,87 m<sup>2</sup>ha<sup>-1</sup>) a 95% de probabilidade e erro padrão de 7,13%. Estes valores corroboram para que a precisão da amostragem seja considerada adequada e abrangente para a estimativa das variáveis quantitativas (FELFILI; REZENDE, 2003).

#### **3.2 Composição florística, diversidade alfa e distribuição espacial**

Os indivíduos amostrados pertencem a 66 espécies e estão distribuídos em 57 gêneros e 34 famílias, sendo seis espécies identificadas somente em nível de gênero



(Tabela 1). As famílias mais representativas quanto ao número de espécies foram: Fabaceae (17), Myrtaceae (quatro) e Salicaceae, Rubiaceae, Lauraceae e Annonaceae (três), o que corresponde a 50% do total de espécies observadas.

Estudos realizados em fragmentos florestais de Mata Atlântica nos estados de Pernambuco (NASCIMENTO; RODAL, 2008; LIMA; SILVA; PAULA; GUIMARÃES; BRAGA, 2017; ARAÚJO; QUEIROZ; LOPES, 2019) e Sergipe (MEIRA; SANTOS; MEIRE; SANTOS; SANTOS; ALMEIDA; MENEZES, 2017) apontaram para resultados semelhantes sobre representatividade das famílias e números de táxons.

Quanto ao número de indivíduos, as quatro famílias melhor representadas correspondem a 36,25% do total amostrado: Fabaceae (22,47%), Myrtaceae (5,76%) Salicaceae (4,14%) e Rubiaceae (3,88%). As demais famílias obtiveram valores abaixo de 3%.

Fabaceae, que apresentou maior riqueza de espécies, representa uma das famílias das angiospermas com distribuição mais ampla nos ecossistemas florestais (RODRIGUES; QUEIROZ, SILVA; MONTEIRO; MELO, 2020), sendo de grande importância, já que assegura a produtividade dos ecossistemas terrestres na melhoria da qualidade e fertilidade do solo, pela fixação de nitrogênio no processo de co-evolução entre plantas e bactérias fixadoras (LIMA; SILVA; PAULA; GUIMARÃES; BRAGA, 2017). Myrtaceae, família presente em todos os continentes, com exceção da Antártica, apresenta dominância em ambientes de Mata Atlântica (ARAÚJO; QUEIROZ; LOPES, 2019) assim como em várias fitofisionomias de matas secas. A família possui elevada riqueza de espécies lenhosas, com frutos suculentos e atrativos à fauna silvestre, o que favorece a dispersão de sementes e a existência e permanência das espécies, e por isso, a presença de seus representantes é importante como indicadores de regeneração natural, já que podem colonizar aleatoriamente áreas distintas.

A diversidade alfa sugere alta riqueza e uniformidade no tamanho das populações, observada através dos valores do índice de diversidade de Shannon-Wiener ( $H'$ ): 3,13; Equabilidade de Pielou ( $J'$ ) 0,75 e índice de concentração de Simpson ( $C'$ ) 0,07.



O valor de  $H'$  aproxima-se de valores encontrados em estudos de florestas úmidas (áreas de Floresta Montana e Submontana do Nordeste brasileiro) que variam de 3,06 a 3,28 nats ind<sup>-1</sup> (NASCIMENTO; RODAL, 2008; LIMA; SILVA; PAULA; GUIMARÃES; BRAGA, 2017; CUNHA; SILVA-JÚNIOR, 2018; COSTA, 2020), sendo igual ao encontrado por Melo (2019) em Floresta Estacional Submontana no estado de Mato Grosso do Sul e inferior aos resultados de Estevan, Vieira e Gorenstein (2016) e Carvalho, Braga e Nascimento (2007) em áreas de Floresta Ombrófila Densa na região Sudeste (3,37 e 4,48, respectivamente).

O valor obtido para a equabilidade de Pielou ( $J'$ ) apontou para uma boa proporção na distribuição dos indivíduos. Valores muito aproximados (0,74 a 0,76) foram relatados para áreas de mata úmida no Nordeste do Brasil (LIMA; SILVA; PAULA; GUIMARÃES; BRAGA, 2017; COSTA, 2020; PAULA; BARBERENA; SOARES FILHO; BARRETO-GARCIA; PAULA; PRATA; MEDEIROS, 2021).

A maioria das espécies (65,15%) apresentou valores de agregação (índice de Payandeh) superior a 1,0, indicando distribuição espacial agregada ou com tendência ao agrupamento. Espécies fortemente agregadas apresentaram alto valor do índice de Payandeh: *Ouratea* sp. (15,47), *Brosimum gaudichaudii* (13,36), *Simarouba amara* (12,96) e *Machaerium acutifolium* (12,76). A distribuição das espécies na área estudada apresentou média de 122 indivíduos por parcela.

### 3.3 Parâmetros fitossociológicos

Foi observada a densidade absoluta total de 1.900,30 indivíduo/ha<sup>-1</sup>, com área basal total de 32,618 m<sup>2</sup>/ha<sup>-1</sup>. As espécies com maiores índices de valor de importância (IVI) foram: *B. gaudichaudii* (32,55), *T. esculenta* (26,42), *M. acutifolium* (21,15) e *Ouratea* sp. (18,33), representando 46,99% da abundância da comunidade. Estas espécies apresentaram maiores valores quanto à densidade relativa: 16,45%, 11,46%, 10,36% e 8,42%, respectivamente (Tabela 1).



Tabela 1 – Parâmetros fitossociológicos do refúgio de mata úmida, Chapada do Araripe, Crato – CE

Espécies	N	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VC	IVI
<i>Brosimum gaudichaudii</i> Trécul.	254	312.61	16.45	92.31	4.15	4.798	11.95	28.40	32.55
<i>Talisia esculenta</i> (A. St.-Hil.) Radlk.	177	217.84	11.46	92.31	4.15	4.337	10.8	22.26	26.42
<i>Machaerium acutifolium</i> Vogel	160	196.92	10.36	84.62	3.81	2.803	6.98	17.34	21.15
<i>Ouratea</i> sp.	130	160	8.42	76.92	3.46	2.593	6.46	14.87	18.33
<i>Byrsonima sericea</i> DC	59	72.61	3.82	76.92	3.46	3.766	9.38	13.20	16.66
<i>Acrocomia aculeata</i> (Jacq.) Lodd. ex Mart.	28	34.46	1.81	30.77	1.38	4.642	11.56	13.37	14.76
<i>Swartzia longsdorffii</i> Raddi	93	114.46	6.02	76.92	3.46	1.934	4.82	10.84	14.3
<i>Simarouba amara</i> Aubl.	72	88.61	4.66	53.85	2.42	2.74	6.83	11.49	13.91
<i>Combretum glaucocarpum</i> Mart	56	68.92	3.63	76.92	3.46	1.92	4.78	8.411	11.87
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	71	87.38	4.6	100	4.5	0.94	2.36	6.959	11.45
<i>Casearia jovitenis</i> (Kunth.)	49	60.30	3.17	76.92	3.46	0.45	1.14	4.31	7.77
<i>Guapira graciliflora</i> (Mart. ex Schmidt) Lundell	28	34.46	1.81	69.23	3.11	0.45	1.12	2.93	6.04
<i>Coussarea hydrangeifolia</i> (Benth.) Müll.Arg.	24	29.53	1.55	61.54	2.77	0.25	0.63	2.18	4.94
<i>Cordia myrciifolia</i> (K.Schum.) C.H. Perss. & Delprete	29	35.69	1.88	53.85	2.42	0.15	0.38	2.25	4.67
<i>Mimosa</i> sp.	18	22.15	1.17	61.54	2.77	0.30	0.75	1.91	4.68
<i>Ocotea</i> sp.	19	23.38	1.23	61.54	2.77	0.21	0.54	1.77	4.54
<i>Hymenaea stigonocarpa</i> Mart. ex Hayne	13	16	0.84	15.38	0.69	1.15	2.87	3.71	4.40
<i>Cybianthus detergens</i> Mart.	23	28.30	1.49	46.15	2.08	0.20	0.51	2.00	4.07
<i>Copaifera longsdorffii</i> Desf.	14	17.23	0.91	46.15	2.08	0.38	0.95	1.85	3.93
<i>Psidium myrsinites</i> DC.	14	17.23	0.91	61,54	2.77	0.08	0.21	1.11	3.88
<i>Zanthoxylum gardneri</i> Engl.	14	17.23	0.91	46,15	2.08	0.33	0.84	1.74	3.82
<i>Ocotea</i> sp.2	14	17.23	0.91	46.15	2.08	0.26	0.65	1.55	3.63
<i>Cordia rufescens</i> A.DC.	17	20.92	1.1	38.46	1.73	0.25	0.63	1.72	3.45
<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.)	12	14.76	0.78	46.15	2.08	0.14	0.37	1.14	3.22
<i>Bauhinia cheilantha</i> (Bong.) Steud.	11	13.53	0.71	38.46	1.73	0.23	0.58	1.29	3.02
<i>Casearia grandiflora</i> Cambess.	14	17.23	0.91	38.46	1.73	0.14	0.36	1.26	2.99
<i>Pithecolobium polycephalum</i> Benth.	7	8.615	0.45	30.77	1.38	0.465	1.16	1.61	2.99
<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	10	12.30	0.65	30.77	1.38	0.36	0.91	1.56	2.94
<i>Attalea speciosa</i> Mart. ex Spreng.	4	4.92	0.26	7.69	0.35	0.92	2.3	2.55	2.90

Continua ...



Tabela 1 – Continuação

<b>Espécies</b>	<b>N</b>	<b>DA</b>	<b>DR</b>	<b>FA</b>	<b>FR</b>	<b>DoA</b>	<b>DoR</b>	<b>VC</b>	<b>IVI</b>
<i>Anandenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	4	4.92	0.26	30.77	1.38	0.34	0.86	1.11	2.5
<i>Dimorphandra gardneriana</i> Tul.	7	8.61	0.45	23.08	1.04	0.33	0.83	1.28	2.32
<i>Capparidastrium frondosum</i> (Jacq.) Cornejo & Iltis	7	8.61	0.45	38.46	1.73	0.04	0.11	0.56	2.29
<i>Apeiba tibourbou</i> Aubl	3	3.69	0.19	7.69	0.35	0.63	1.59	1.78	2.13
<i>Parkia platycephala</i> Benth.	5	6.15	0.32	30.77	1.38	0.15	0.38	0.70	2.08
<i>Pterogyne nitens</i> Tul.	7	8.61	0.45	23.08	1.04	0.22	0.56	1.01	2.05
<i>Tocoyena formosa</i> (Cham. & Schltldl) K. Shum	7	8.61	0.45	23.08	1.04	0.16	0.41	0.86	1.89
<i>Agonandra brasiliensis</i> Miers ex Benth. & Hook.f.	5	6.15	0.32	30.77	1.38	0.04	0.11	0.43	1.81
<i>Margaritaria nobilis</i> L.f.	4	4.92	0.26	30.77	1.38	0.02	0.06	0.31	1.70
<i>Ocotea nitida</i> (Meisn.) Rohwer	3	3.69	0.19	23.08	1.04	0.075	0.19	0.38	1.42
<i>Annona leptopetala</i> (R.E.Fr.) H.Rainer	3	3.69	0.19	23.08	1.04	0.03	0.07	0.26	1.30
<i>Erythroxylum rimosum</i> O.E.Schulz	3	3.69	0.19	23.08	1.04	0.02	0.05	0.24	1.28
<i>Eugenia florida</i> D.C.	3	3.69	0.19	23.08	1.04	0.01	0.05	0.24	1.28
<i>Annona exsucca</i> D.C.	6	7.38	0.39	15.38	0.69	0.079	0.2	0.58	1.27
<i>Vismia guianensis</i> (Aubl.) Choisy	5	6.15	0.32	15.38	0.69	0.1	0.25	0.57	1.26
<i>Triplaris gardneriana</i> Wedd.	6	7.38	0.39	15.38	0.69	0.031	0.08	0.46	1.15
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	4	4.92	0.26	15.38	0.69	0.028	0.07	0.32	1.02
<i>Pera glabrata</i> (Schott.)Poepp. Ex Ball.	3	3.69	0.19	15.38	0.69	0.024	0.06	0.254	0.946
<i>Miconia lingustroides</i> (DC.) Naudin	2	2.46	0.13	15.38	0.69	0.052	0.13	0.259	0.951
<i>Andira cordata</i> Arroyo ex R.T. Penn. & H. C. Lima	2	2.46	0.13	15.38	0.69	0.047	0.12	0.248	0.94
<i>Anacardium occidentale</i> L.	2	2.46	0.13	15.38	0.69	0.043	0.11	0.236	0.928
<i>Maprounea guianensis</i> (Aubl.)	3	3.69	0.19	15.38	0.69	0.019	0.05	0.241	0.933
<i>Inga ingoides</i> (Rich.) Willd	2	2.46	0.13	7.69	0.35	0.116	0.29	0.419	0.765
<i>Virtex</i> sp.	1	1.23	0.06	7.69	0.35	0.07	0.17	0.239	0.585
<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong	1	1.23	0.06	7.69	0.35	0.033	0.08	0.146	0.492
<i>Astronium fraxinifolium</i> Schott.	1	1.23	0.06	7.69	0.35	0.023	0.06	0.123	0.469
<i>Guarea macrophylla</i> var. tuberculata (Vell.) T.D.Pen	1	1.23	0.06	7.69	0.35	0.012	0.03	0.096	0.442
<i>Amburana cearensis</i> Allemão	1	1.23	0.06	7.69	0.35	0.016	0.04	0.104	0.45

Continua ...



Tabela 1 – Conclusão

Espécies	N	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VC	IVI
<i>Styrax camporum</i> Pohl.	1	1.23	0.06	7.69	0.35	0.016	0.04	0.104	0.45
<i>Psidium</i> sp.	1	1.23	0.06	7.69	0.35	0.007	0.02	0.082	0.428
<i>Xylopia frutiscens</i> Aubl.	1	1.23	0.06	7.69	0.35	0.009	0.02	0.088	0.434
<i>Cordia bicolor</i> A.DC.	1	1.23	0.06	7.69	0.35	0.007	0.02	0.082	0.428
<i>Erythroxylum</i> sp.	1	1.23	0.06	7.69	0.35	0.009	0.02	0.088	0.434
<i>Hymenaea courbaril</i> L.	1	1.23	0.06	7.69	0.35	0.009	0.02	0.088	0.434
<i>Xylosma ciliatifolia</i> (Clos) Eichler	1	1.23	0.06	7.69	0.35	0.005	0.01	0.077	0.423
<i>Celtis spinosa</i> Spreng	1	1.23	0.06	7.69	0.35	0.007	0.02	0.082	0.428
<i>Piptadenia stipulacea</i> (Benth.) Ducke	1	1.23	0.06	7.69	0.35	0.005	0.01	0.077	0.423

Fonte: Autores (2022)

Em que: Valores decrescentes por Índice de Valor de Importância (IVI); N = Número de Indivíduos; DA = Densidade absoluta; DR = densidade relativa (%); FA = frequência absoluta; FR = Relativo Frequência (%); DoA = Dominância Absoluta; DoR = Dominância Relativa (%); VC = Valor de Cobertura e IVI = Índice de Valor de Importância.

*Myrcia splendens* foi a espécie mais frequente estando presente em todas as parcelas (100%), seguida de *B. gaudichaudii* e *T. esculenta* (92,31%), *M. acutifolium* (84,62%), *Ouratea* sp., *Byrsonima sericea*, *Swartzia longsdorffii*, *Combretum glaucocarpum* e *Casearea jovintensis* (76,92%). Quanto a Área Basal e Dominância Absoluta, as espécies com maiores valores foram: *B. gaudichaudii* (3,89/4,78), *Acrocomia aculeata* (3,77/4,64), *T. esculenta* (3,52/4,33) e *B. sericea* (3,05/3,76). *Xylosma ciliatifolia* e *Piptadenia stipulacea* apresentaram o menor valor em área basal (0,003 ind/ha<sup>-1</sup>).

Pode-se observar *B. gaudichaudii* apresentando dominância ecológica com valor de dominância relativa de 11,95%. Esta espécie, típica do cerrado brasileiro, apresenta independência quanto à sazonalidade e a restrição hídrica não impede a ocorrência dos seus eventos fenológicos (BULHÃO; FIGUEIREDO, 2002), fatores que muito provavelmente contribuem para a dominância da espécie no ambiente. Além desta espécie observa-se a ocorrência e altos graus de dominância de muitas outras espécies típicas dos ambientes secos circundantes, principalmente de savana florestada (Cerradão), o que aponta para a necessidade de medidas de mitigação e conservação da flora da mata úmida, como o plantio de mudas nativas e ampliação das áreas ecotonais.

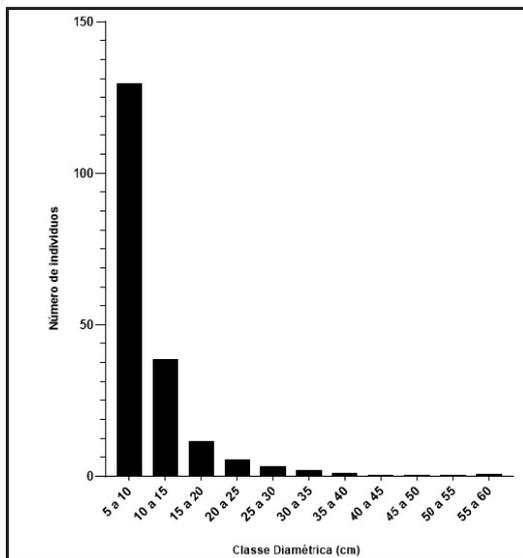


### 3.4 Distribuição diamétrica e hipsométrica

Os diâmetros máximos registrados foram de 59 cm para um indivíduo de *Simarouba amara*, 56 cm para um indivíduo de *Apeiba tibourbo*, 52 cm para um de *Hymenaea stigonocarpa* e 50 cm para um espécime de *B. sericea*. O diâmetro médio registrado foi 9,93 cm.

A distribuição das classes diamétricas teve amplitude de 5cm, com 11 centros de classes. Do total de indivíduos amostrados, observou-se maior concentração nas classes 1 e 2 com 68,06% e 20,14%, respectivamente. A distribuição diamétrica forma uma curva semelhante a um “J-invertido”, com maior quantidade de indivíduos nas classes de tamanhos menores e notória redução do número de indivíduos à medida que aumentam as classes de diâmetro (Figura 2).

Figura 2 – Distribuição de indivíduos por classe de diâmetro em refúgio de mata úmida na Chapada do Araripe, Crato – CE, Nordeste do Brasil



Fonte: Autores (2022)

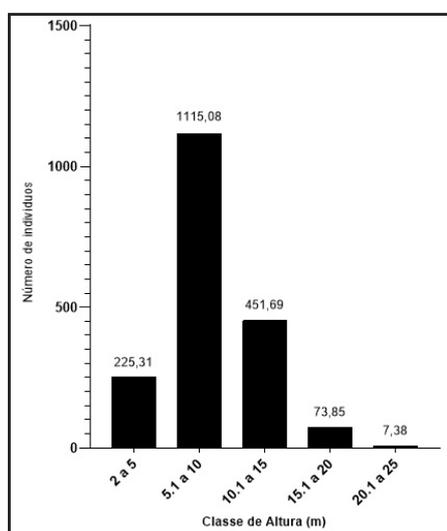
O fato de a maioria dos indivíduos estar concentrada nas menores classes de diâmetro (indivíduos finos) pode ser indicativo de um regime relativo de impactos sofridos por ação antrópica e regeneração em fluxo contínuo (ARAÚJO; QUEIROZ; LOPES, 2019), justificando-se pelo fato de a área ter sido explorada para fins agropecuários no passado.



A variação da estrutura vertical resultou em alturas mínimas e máximas de 2 e 25 metros, respectivamente, sendo a média de 9,17 m. A altura máxima foi registrada para um indivíduo de *Hymenaea stigonocarpa*, seguido de *Handroanthus impetiginosus* com 23 m. *Swartzia longsdorfii* e *Anandenanthera colubrina* apresentaram um indivíduo com 22 m de altura.

A estrutura hipsométrica apresentou maior concentração de indivíduos com altura inferior agrupados no segundo e terceiro centros de classes, totalizando 82,44% dos indivíduos, ocorrendo uma redução gradual nas classes com maior valor de altura. De modo geral, observou-se um grau de heterogeneidade do dossel, com fisionomia arbórea dominante sobre as demais e a divisão do fragmento em três estratos crescentes. O estrato inferior, com porte de até 5 m, foi constituído por 13,27% dos indivíduos, o intermediário (porte de 5 a 10 m) com 58,67% dos indivíduos e o superior, com porte acima de 10 m, representado por 23,76% do total de indivíduos (Figura 3).

Figura 3 – Distribuição de indivíduos por classe de altura em refúgio de mata úmida na Chapada do Araripe, Crato – CE



Fonte: Autores (2022)

Os dados de classe de altura foram semelhantes aos encontrados por Lima, Silva, Paula, Guimarães e Braga (2017) e Brandão, Vieira, Farias, Silva, Gonzaga, Lana, Cola e Nobre (2020) em fragmentos florestais de Mata Atlântica nos estados de Pernambuco e Alagoas.



Informações de diâmetro e altura permitem a análise do estágio de desenvolvimento da floresta (BATISTA, MARANGON; LIMA; SANTOS; BARACHO JÚNIOR, 2012). Os padrões da estrutura apresentados neste trabalho, com maioria dos indivíduos nas classes diamétricas primárias e hipsométricas intermediárias, apontam para uma comunidade seral em estágio de sucessão ecológica secundária.

### 3.5 Diversidade beta (análise de similaridade)

Os índices de similaridade florística (matriz de Jaccard) calculados a partir da matriz binária de presença/ausência de espécies da área de estudo e outros sete levantamentos desenvolvidos em diferentes regiões do Brasil mostram alta heterogeneidade e baixo valor de similaridade, apontando para baixa semelhança entre as áreas e alta diversidade beta (Tabela 2).

Tabela 2 – Similaridade da matriz Jaccard para oito áreas florestais de Mata Úmida em diferentes regiões do Brasil

	A	B	C	D	E	F	G	H
A	1	-	-	-	-	-	-	-
B	0.05	1	-	-	-	-	-	-
C	0.092	0.053	1	-	-	-	-	-
D	0.079	0.072	0.103	1	-	-	-	-
E	0.176	0.086	0.045	0.093	1	-	-	-
F	0.139	0.027	0.066	0.097	0.236	1	-	-
G	0.109	0.141	0.085	0.145	0.177	0.07	1	-
H	0.087	0.087	0.144	0.074	0.09	0.051	0.028	1

Fonte: Autores (2022)

Em que: A= Chapada do Araripe/Crato, Ceará (área estudada); B = Estevan, Vieira e Gorenstein (2016), Londrina, Paraná; C = Paula, Barberena e Soares Filho; Barreto-Garcia, Paula, Prata e Medeiros (2021), Vitória da Conquista, Bahia; D = Miranda, Donato, Figueiredo, Bernini, Roppa, Trece e Barros (2019), Pinheiral, Rio de Janeiro; E = Costa Junior, Ferreira, Rodal, Feliciano, Marangon e Silva (2008), Catende, Pernambuco; F = Batista, Marangon, Lima, Santos e Baracho Júnior (2012), Moreno, Pernambuco; G = Carvalho, Braga e Nascimento (2007), Rio Bonito, Rio de Janeiro; H = Cunha e Silva-Junior (2018), entre Matureia e Mãe d'água, Paraíba.



A análise evidenciou baixa similaridade entre as áreas observadas. Duas áreas apresentaram maior número de espécies em comum com a área de estudo, ambas no estado de Pernambuco: o fragmento de Floresta Ombrófila Densa localizado no município de Catende, na mesorregião da Mata Pernambucana, mais precisamente na microrregião da mata úmida (327 m alt. e precipitação média anual de 1.414 mm), com solo do tipo Latossolo vermelho amarelo distrófico; e o fragmento de Mata Atlântica no município de Moreno, com precipitação média anual de 1309,9 mm, vegetação do tipo Floresta Ombrófila Densa e solos predominantemente do tipo latossolo nos topos planos (Tabela 3). Essas áreas são consideradas como as de maior proximidade geográfica com a área de estudo.

Tabela 3 – Variáveis florístico/ambientais de oito áreas de fragmentos florestais localizadas no Nordeste, Sul e Sudeste do Brasil

Área	N.E	N.F	m <sup>2</sup> /ha	P.A/mm	Elv/m	C.I/cm	D.A.T m <sup>2</sup> /ha <sup>-1</sup>
Crato,CE	66	34	0.8	1033	708	DAP ≥ 5	1900
Londrina, PR	92	32	0.37	1600	610	CAP ≥ 15	3700
Vitória da Conquista, BA	34	12	0.14	1000	840	CAP ≥ 15	1752
Pinheiral, RJ	57	27	0.3	1308	345	DAP ≥ 5	1140
Catende, PE	90	38	1.00	1414	327	DAP ≥ 4.7	1049
Moreno, PE	43	23	0.5	1309.9	168	CAP ≥ 15	988
Rio Bonito, RJ	106	32	0.4	1500-2000	150	DAP ≥ 5	1745
Matureia/Mãe d'água, PB	87	34	0.22	800-1000	1.197	DAP ≥ 4.8	1148

Fonte: Autores (2022)

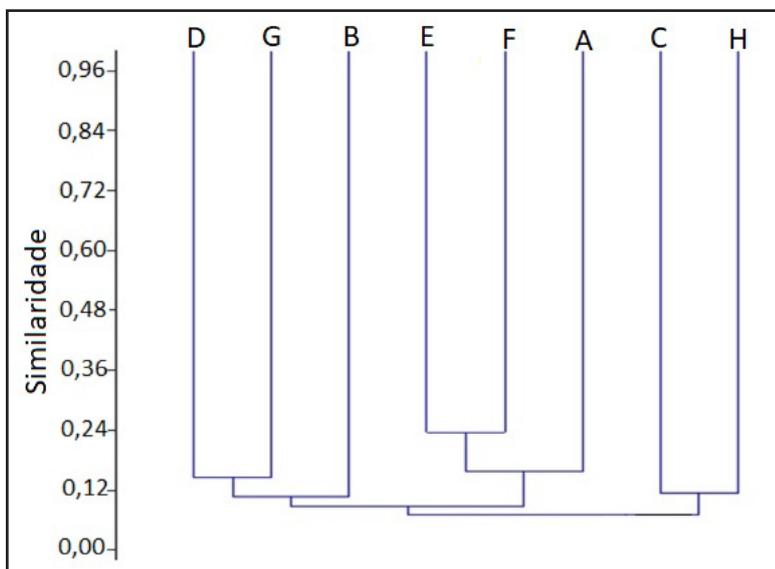
Em que: NE = Número de espécies; N.F = Número de famílias; M<sup>2</sup>/ha = área basal; P.a/mm = Pluviosidade anual; Elv/m = Elevação; C.I = Critério de inclusão; D.A.T m<sup>2</sup>/ha = Densidade absoluta total.

A análise de similaridade evidenciou a formação de três grupos significativos, conforme o dendrograma: G1 (B, D e G), G2 (A, E e F) e G3 (C e H) (Figura 4). O grupo G1 foi formado por três áreas: um remanescente de Floresta Ombrófila Densa Submontana (Rio Bonito, RJ), um fragmento florestal de Mata Atlântica no Médio Paraíba (Pinheiral, RJ) e a RPPN da fazenda Figueira, fragmento de Floresta Estacional Semidecidual (Londrina, PR). O grupo G2 foi formado por três áreas da região Nordeste: fragmento



de Floresta Ombrófila Densa na Mata do Sul (Catende, PE), fragmento de Floresta Atlântica (Moreno, PE) e este trabalho (Chapada do Araripe, Crato-CE). O grupo G3 é constituído por duas áreas também no Nordeste brasileiro: Floresta Estacional Semidecidual Montana (Vitória da Conquista, BA) e Floresta Estacional Semidecidual Montana do Pico do Jabre (entre os municípios de Matureia e Mãe d'água, PB).

Figura 4 – Dendrograma gerado pelo índice de similaridade de Jaccard entre oito áreas de Fragmentos Florestais em seis estados brasileiros



Fonte: Autores (2022)

O dendrograma informa que os valores de similaridade variaram entre 0,08 a 0,23, o que indica baixa similaridade florística entre o fragmento de mata úmida da Chapada do Araripe e as demais localidades comparadas. Segundo Felfili, Rezende e Walter (2011), 0,5 é um valor limite inferior para indicar baixa semelhança florística entre áreas. Percebe-se que os grupos formados são de áreas com proximidade geográfica, fator importante para semelhanças vegetacionais e determinação de espécies existentes. O distanciamento geográfico pode ser considerado fator contribuinte para menor similaridade devido a distintos padrões ambientais, como edáficos, clima, precipitação, condições geológicas e topográficas e o grau de perturbação do ambiente.



Similaridades florísticas entre regiões com características abióticas dissimilares, assim como a nítida intromissão de espécies de matas secas na área estudada, podem ser fundamentadas na interpretação gerada pela Teoria dos Refúgios e Redutos. Segundo Ab'Saber (1992), trata-se de repercussões das mudanças climáticas ocorridas no Quaternário, ao término do Pleistoceno (1,6 M.a), devido a grandes pulsações climáticas de longos intervalos de tempos intercalados entre as glaciações e tempos com temperaturas mais amena, causando retração de matas tropicais e expansão do Cerrado e Caatinga (AB'SABER, 1992; SILVA, 2011).

Os enclaves fitogeográficos de mata úmida, no espaço tropical do Brasil, são sinônimos de reminiscência (AB'SABER, 1992), rodeados por caatinga, expandindo cada vez mais o Cerrado com a dominância de vegetação típica dessa fitofisionomia, retraindo espécies de floresta úmida, aumentando a heterogeneidade e diminuindo os índices de similaridade florística, que junto a ações antrópicas, são ameaças à conservação da riqueza e da biodiversidade.

Por fim, o fato de a diversidade beta apresentar alta heterogeneidade e baixos valores de similaridade florística, apontando maior semelhança com áreas no País pela proximidade geográfica, pode estar ligado a eventos antigos como as glaciações do Pleistoceno, mas aliados a eventos mais recentes como a tectônica paleogênica e as mudanças climáticas globais que ainda operam atualmente, sendo considerados agentes responsáveis pela configuração das paisagens brasileiras e da atual distribuição de biomas e espécies. Isso também pode explicar a supressão da vegetação úmida da Chapada do Araripe pelas fisionomias secas adjacentes, conforme observado nos resultados deste trabalho, já que o complexo vegetacional moderno ainda está se equilibrando através dos mecanismos de sucessão ecológica.

## 4 CONCLUSÕES

Os resultados de fitossociologia e diversidade florística apontam para a existência, no refúgio de mata úmida na Chapada do Araripe, de acentuada intromissão de espécies dos ecossistemas secos circundantes, principalmente de savana florestada (Cerradão), como *Brosimum gaudichaudii*, espécie com maior IVI.



Os padrões da estrutura, com maioria dos indivíduos nas classes diamétricas primárias e hipsométricas intermediárias, apontam para uma comunidade seral em estágio de sucessão ecológica secundária.

A diversidade beta apresenta alta heterogeneidade e baixos valores de similaridade florística, indicando maior semelhança com áreas de mata úmida em Pernambuco, de maior proximidade geográfica.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES); à Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP – Projeto BP4-0172-00213.01.00/20); à ONG Aquasis Ceará; ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Universidade Regional do Cariri (URCA).

## REFERÊNCIAS

- AB'SABER, A. N. **Contribuição a Geomorfologia dos Cerrados**. In: FERRI, M. G. (Ed.). Simpósio sobre o cerrado. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1963. p. 117-124.
- AB'SABER, A. N. Espaços ocupados pela expansão dos climas secos na América do Sul, por ocasião dos períodos glaciais quaternários. **Paleoclimas**, São Paulo, IG-USP. p. 1-20, 1977.
- AB'SABER, A. N. **A Teoria dos Refúgios**: origem e significado. Revista do Instituto Florestal, São Paulo, s/v, 1992.
- ÁLVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22 n. 6, p.711-728. 2013.
- APG IV. Na update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 181, n. 1, p. 1-20, 2019.
- ARAÚJO, T. G.; QUEIROZ, A. B.; LOPES, S. F. Fitossociologia de um brejo de altitude no semiárido brasileiro: variação das espécies dominantes ao longo do gradiente altitudinal. **Ciência Florestal**, v. 29, n. 2, p. 779-794, 2019.
- BATISTA, A. P. B.; MARANGON, L. C.; LIMA, R. B.; SANTOS, R. C.; BARACHO JÚNIOR, E. Phytosociological structure, and hypsometric diameter of the tree community of a fragment of atlantic forest in the municipality of Moreno, Pernambuco, Brazil. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**. v. 7, n. 5, p. 114 – 120, 2012.



BRANDÃO, C.; VIEIRA, A. C. S.; FARIAS, D.; SILVA, L. G.; GONZAGA, E. P.; LANA, M. D.; COLA, R. E.; NOBRE, S. Análise do componente arbóreo adulto e regenerante e da serapilheira em um remanescente de Floresta Atlântica em Rio Largo, Alagoas. *In*: LEITE, M. J. H.; PINTO, A. V. F.; BRANDÃO, C. F. L. S.; LANA, M. D. **Pesquisas Florestais em foco**. Nova Xavantina, MT: Pantanal Editora, 2020. Cap. 5, p. 70- 89.

BULHÃO, C. F.; FIGUEIREDO, P. S. Fenologia de leguminosas arbóreas em uma área de cerrado marginal no nordeste do Maranhão. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 25, n. 3, p. 361-369, 2002.

CARVALHO, F. A.; BRAGA, J. M. A.; NASCIMENTO, M. T. Estrutura e composição florística do estrato arbóreo de um remanescente de mata atlântica submontana no município de Rio Bonito, RJ, Brasil (Mata do Rio Vermelho). **Revista Árvore**, v. 31, n. 4, p. 717 - 730, 2007.

COLE, M. M. **The Savannas. Biogeography and Geobotany**. Academic Press, Harcourt Brace Javanovich Publishers. London, UK. 1986.

COSTA, V. P. P. **Composição, estruturas e níveis de perturbação em um remanescente florestal de Mata Atlântica no Rio Grande do Norte**. 2020. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Macaíba, 2020.

COSTA JUNIOR, R. F.; FERREIRA, R. L. C.; RODAL, M. J. N.; FELICIANO, A. L. P.; MARANGON, L. C.; SILVA, W. C. Estrutura fitossociológica do componente arbóreo de um fragmento de floresta ombrófila densa na mata sul de Pernambuco, Nordeste do Brasil. **Ciência Florestal**, Santa Maria. v. 18, n. 2, p. 173-183, 2008.

CUNHA, M. do C. L.; SILVA JÚNIOR, M. C. Comunidades de árvores na floresta estacional semidecidual montana do Pico do Jabre, Paraíba. **Ciência Florestal**. v. 28, n. 4, p. 1365-1380, 2018.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Bioma Cerrado**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/cerrados/colecao-entomologica/bioma-cerrado>. Acesso em: 11 dez 2021.

ESTEVAN, D. A.; VIEIRA, A. O. S.; GORENSTEIN, M. R. Estrutura e relações florísticas de um fragmento de floresta estacional semidecidual, Londrina, Paraná, Brasil. **Ciência Florestal**, Santa Maria. v. 26, p. 713-725, 2016.

FÁVARO, L. B.; SOUZA, A. L.; MAIA, R. T.; GASPAR, R. O. Estrutura de uma Floresta Ombrófila Densa Montana com dominância de *Euterpe edulis* Mart. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 31, n. 2, p. 550-568, 2021.

FELFILI, J. M.; REZENDE, R.P. **Conceitos e Métodos em Fitossociologia**. Brasília: Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia Florestal, p. 68, 2003.

FELFILI, J. M.; REZENDE, A. V.; WALTER, B. M. T. Procedimentos e métodos de amostragem de vegetação. *In*: FELFILI, J. M.; EISENLOHR, P. V.; MELO, M. M. R. F.; ANDRADE, L. A.; MEIRA NETO, J. A. ALVES (Eds.). **Fitossociologia no Brasil: métodos e estudos de caso**. Viçosa: Editora UFV, p. 89-108. 2011.



FUNCEME - Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. **Calendário chuvoso**. Disponível em: <http://www.funceme.br/>. Acesso em: 18 dez. 2021.

IBF - Instituto Brasileiro de Florestas. **Mata Atlântica**. Disponível em: <https://www.ibflorestas.org.br/bioma-mata-atlantica.html>. Acesso em: 26 maio 2021.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA - INMET. **Normas Climatológicas do Brasil**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento: Instituto Nacional de Meteorologia, 2021. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=>. Acesso em 23 set. 2021.

JOLY, C. A.; METZGER, J. P.; TABARELLI, M. Experiences from the Brazilian Atlantic Forest: ecological findings and conservation initiatives. **New Phytologist**, v. 204, p. 459-473, 2014.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. **Klimate der Erde**. Gotha: Verlag Justus Perthes. 1928. Wall-map 150cmx200cm.

LIMA, R. B.A.; SILVA, R. K. S.; PAULA, M.; GUIMARÃES, E. T. R.; BRAGA, E. C. B. Estrutura Fitossociológica e Diamétrica de um Fragmento de Mata úmida, Pernambuco, Brasil. **Revista Desafios**. v. 04, n. 04, p. 143-153, 2017.

MAGURRAN, A. E. **Ecological Diversity and its measurement**. Princeton, Newjersey, p. 179, 1988.

MEIRA, A. C. S.; SANTOS, A. C. V.; MEIRE, J. C. C. M.; SANTOS, L. S.; SANTOS, M. E. S.; ALMEIRA, M. S.; MENEZES, R. S. **Análise Florística e Fitossociológica de um remanescente de Mata Atlântica localizado no Instituto Federal de Sergipe**, Campus São Cristóvão. Programa Institucional de bolsa de Iniciação Científica – PIBIC. Julho, 2017.

MIRANDA, C. C.; DONATO, A.; FIGUEIREDO, P. H. A.; BERNINI, T. A.; ROPPA, C.; TRECE, I. B.; BARROS, L. O. Levantamento fitossociológico como ferramenta para a restauração florestal da Mata Atlântica, no Médio Paraíba do Sul. **Ciência Florestal**, v. 29, n. 4, p. 1601-1613, 2019.

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

MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLEMBERG, H. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York: John Wiley. 1974.

NASCIMENTO, L. M.; RODAL, M. J. N. Fisionomia e estrutura de uma floresta estacional montana do maciço da Borborema, Pernambuco – Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**. v. 31, p. 27-39, 2008.

PAULA, A.; BARBERENA, I. M.; SOARES FILHO, A. O.; BARRETO-GARCIA, P. A. B.; PAULA, R. C. A. L.; PRATA, L. R.; MEDEIROS, W. P. Fitossociologia e síndrome de dispersão em Floresta Estacional Semidecidual Montana no Nordeste do Brasil. **Holos** 37, v. 1, e10099, p. 1-15, 2021.

PRANCE, G.T. **Island in Amazonia. Philos**. Trans. Roy. Soc. 1996. B 351: 823- 833.

REFLORA. **Herbário Virtual**. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora>. Acesso em: 20 maio 2021.



RODAL, M. J. N. **Fitossociologia da vegetação arbustivo-arbórea em quatro áreas de caatinga em Pernambuco**. 1992. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1992.

RODRIGUES, E. M.; QUEIROZ, R. T.; SILVA, L. P.; MONTEIRO, F. K. S.; MELO, J. I. M. Fabaceae em um afloramento rochoso no Semiárido brasileiro. **Rodriguésia**, v. 71, p. 1-25, 2020.

SANTOS, E. V. Morfopedologia, composição florística e fitossociologia de uma vereda no Sudeste de Goiás. **Geoambiente on-line**, s/v, n. 31, p. 137 -159, 2018.

SANTOS, J. E. G.; SILVA, M. A. P.; SILVA, D. L. Estrutura, dispersão e distribuição espacial de *Copaifera langsdorfii* Desf. na Floresta Nacional do Araripe, Ceará, Brasil. **Cadernos de Cultura e Ciência**, v. 15, n. 1, p. 72-81. 2016.

SANTOS, L. S.; CABRAL, C. J. B.; SILVA, H. P. B. Mancha de Cerrado associada à Teoria dos Refúgios no Agreste Pernambucano. **Revista do Ceres**, v. 1, n. 2, p. 169-175, 2015.

SILVA, W. S.; ZORZANELLI, J. P. F.; MOREAU, J. S.; ABREU, K. M. P.; KUNZ, S. H. Estrutura e sucessão ecológica de uma comunidade florestal urbana no sul do Espírito Santo. **Rodriguésia**, v. 68, n. 2, p. 301-314. 2017.

SILVA, M. L. A dinâmica de Expansão e Retração de Cerrados e Caatingas no Período Quaternário: Uma análise segundo a Perspectiva da Teoria de Refúgios e Redutos Florestais. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 4, n. 1, p. 57-73, 2011.

RIZZINI, C. T. Tratado de fitogeografia do Brasil – Aspectos ecológicos. São Paulo: **Hucitec**, Edusp. 2º volume, 1997. 747p.

VIADANA, A. G.; CAVALCANTI, A. P. B. A teoria dos refúgios florestais aplicada ao estado de São Paulo. **Revista da Casa da Geografia de Sobral**. v. 8/9, n. 1, p. 61-80, 2007.

## Contribuição de Autoria

### 1 Roberta Maria Arrais Benício

Bióloga, Mestre em Diversidade Biológica e Recursos Naturais

<https://orcid.org/0000-0002-7236-7296> • robertamaria.ab@hotmail.com

Contribuição: Conceitualização; Curadoria de dados; Pesquisa; Metodologia; Design da apresentação de dados; Redação do manuscrito original; Escrita – revisão e edição

### 2 Arthur da Silva Nascimento

Biólogo

<https://orcid.org/0000-0001-8564-4160> • arthur.nascimento@urca.br

Contribuição: Pesquisa; Disponibilização de ferramentas; Design da apresentação de dados; Escrita – revisão e edição



### **3 Sarah Caroline de Oliveira Morais**

Bióloga

<https://orcid.org/0000-0002-6006-4431> • sarah.caroline@urca.br

Contribuição: Pesquisa; Disponibilização de ferramentas; Design da apresentação de dados; Escrita – revisão e edição

### **4 Maria Amanda Nobre Lisboa**

Bióloga

<https://orcid.org/0000-0002-0334-5544> • amandanobrelisboa10@gmail.com

Contribuição: Curadoria de dados; Metodologia; Pesquisa; Disponibilização de ferramentas; Design da apresentação de dados; Escrita – revisão e edição

### **5 Leonardo Vitor Alves da Silva**

Biólogo

<https://orcid.org/0000-0003-3762-8072> • vitorads98@gmail.com

Contribuição: Pesquisa; Disponibilização de ferramentas; Design da apresentação de dados

### **6 Gabriel Venâncio Cruz**

Biólogo, Mestre em Diversidade Biológica e Recursos Naturais

<https://orcid.org/0000-0002-0006-5213> • gabrielvenancio02@hotmail.com

Contribuição: Curadoria de dados; Metodologia; Pesquisa; Escrita – revisão e edição

### **7 Helen Nogueira de Morais**

Bióloga

<https://orcid.org/0000-0003-0446-4358> • hnogueiraurca@gmail.com

Contribuição: Pesquisa; Disponibilização de ferramentas; Design da apresentação de dados

### **8 Isaac Feitosa Araújo**

Biólogo

<https://orcid.org/0000-0002-4627-7713> • isaacfeitosa1331@gmail.com

Contribuição: Disponibilização de ferramentas; Design da apresentação de dados; Escrita – revisão e edição



## 9 Karina Vieirals Linhares

Bióloga, Doutora em Biologia Vegetal

<https://orcid.org/0000-0001-6567-3271> • karinavl@aquasis.org

Contribuição: Curadoria de dados; Metodologia; Disponibilização de ferramentas; Escrita – revisão e edição

## 10 Maria Arlene Pessoa da Silva

Bióloga, Doutora em Agronomia/Fitotecnia

<https://orcid.org/0000-0001-8148-5350> • arlene.pessoa@urca.br

Contribuição: Conceitualização; Análise de dados; Metodologia; Disponibilização de ferramentas; Desenvolvimento, implementação e teste de software; Validação de dados e experimentos

## 11 Leonardo Silvestre Gomes Rocha

Biólogo, Doutor em Zoologia

<https://orcid.org/0000-0002-9960-2284> • leosilvestrefrrj@gmail.com

Contribuição: Disponibilização de ferramentas; Design da apresentação de dados; Escrita – revisão e edição

## 12 João Tavares Calixto Júnior

Biólogo, Doutor em Biotecnologia/Recursos Naturais

<https://orcid.org/0000-0002-7491-6324> • joao.calixto@urca.br

Contribuição: Conceitualização; Análise de dados; Recebimento de financiamento; Metodologia; Administração do projeto; Supervisão; Escrita – revisão e edição

## Como citar este artigo

BENÍCIO, R. M. A.; NASCIMENTO, A. S.; MORAIS, S. C. O.; LISBOA, M. A. N.; SILVA, L. V. A.; CRUZ, G. V.; MORAIS, H. N.; ARAÚJO, I. F.; LINHARES, K. V.; SILVA, M. A. P.; ROCHA, L. S. G.; CALIXTO JÚNIOR, J. T. Um refúgio de Mata Úmida no interior do Nordeste brasileiro: estrutura e diversidades alfa e beta. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 33, n. 3, e69097, p. 1-25, 2023. DOI 10.5902/1980509869097. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/1980509869097>. Acesso em: dia mês abreviado. ano.