

Florestas Estacionais Decíduas de Terras Baixas no Agreste da Paraíba, Brasil: Mata Atlântica, ecótono ou Caatinga?

Joel M. P. Cordeiro^{1*} , Leonardo P. Felix² ,
Bartolomeu Israel de Souza³ , Edlley Pessoa⁴ 

¹ Departamento de Geociências, Centro de Ciências Exatas e da Natureza, Universidade Federal da Paraíba, 58051-900, João Pessoa, Paraíba, Brasil.

² Departamento de Biociências, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, 58397-000, Areia, Paraíba, Brasil.

³ Departamento de Geociências, Centro de Ciências Exatas e da Natureza, Universidade Federal da Paraíba, 58051-900, João Pessoa, Paraíba, Brasil.

⁴ Departamento de Botânica e Ecologia, Universidade Federal do Mato Grosso, 78060-900, Cuiabá, Mato Grosso, Brasil.

* Autor para correspondência: joelmpcordeiro@gmail.com

Recebido em 09.I.2021

Aceito em 17.XI.2022

DOI 10.21826/2446-82312023v78e2023006

RESUMO – As Florestas Estacionais Decíduas de Terras Baixas (FEDTB) na Paraíba apresentam relações florísticas complexas, ora sendo consideradas mais relacionadas à Mata Atlântica, ora sendo entendidas como mais próximas à Caatinga, ou mesmo como áreas transitórias (ecótonos). Desta forma, tem-se como objetivo analisar as relações florísticas do componente lenhoso ocorrente nas FEDTB do Agreste Pré-Litorâneo da Paraíba com a Mata Atlântica litorânea e a Caatinga interiorana. Foram selecionados 22 levantamentos florísticos e realizadas análises de Similaridade Florística e Análise de Parcimônia de Endemismo (PAE). Ambas as análises revelaram que as FEDTB formam um grupo mais relacionado à Caatinga *s.l.*, não constituindo um ecótono. A presença de elementos da Mata Atlântica nas FEDTB é marcada especialmente por espécies amplamente distribuídas em ecossistemas florestais do Brasil. Maiores precipitações e sazonalidade menos acentuada em relação à Caatinga podem explicar a ocorrência de espécies típicas das matas úmidas nas FEDTB.

Palavras-chave: Área de transição, Florestas secas, Florestas úmidas, PAE, Similaridade.

ABSTRACT – The Seasonal Lowland Forests (SLF) from the Paraíba state (Northeastern Brazil) have controversial floristic relationships, sometimes considered more related to the Atlantic Forest, sometimes to the Caatinga, or even as transition zone (ecotone). The present work aims to analyze the floristic relationships of the woody component among SLF in the Pre-Littoral Agreste of Paraíba, coastal Atlantic Forest, and the Caatinga. Twenty-two floristic surveys were selected, and analyses on Floristic Similarity and Parsimony Analysis of Endemism (PAE) were performed. Both analyzes revealed that the SLF form a group related to Caatinga *s.l.*, not constituting an ecotone. The presence of elements of the Atlantic Forest on the SLF is marked especially by species widely distributed in forest ecosystems of Brazil. Higher rainfall and less marked seasonality in relation to the Caatinga *s.s.* may explain the occurrence of species typical of humid forests in the SLF.

Keywords: Dry forests, Humid forests, PAE, Similarity, Transition zone.

INTRODUÇÃO

No Brasil, as Florestas Estacionais Decíduas (FED) constituem formações vegetais com estrato superior formado de macro e mesofanerófitos predominantemente caducifólios, com mais de 50% dos indivíduos apresentando perda de folhagem no período seco (IBGE 2012). No Nordeste brasileiro, a literatura considera que as FED ocorrem comumente em áreas de transição (ecótonos) entre a Mata Atlântica litorânea e a Caatinga interiorana em uma região popularmente denominada como “Zona do Agreste” (Rodal *et al.* 2008, IBGE 2012, Moro *et al.* 2016, Cordeiro *et al.* 2017). Os ecótonos, de forma geral, podem ser entendidos como áreas de tensão ecológica, onde geralmente desenvolvem um conjunto misto de espécies e tipos de vegetação com estruturas semelhantes

às formações próximas, além de eventualmente possuir espécies exclusivas (Odum 1988, Mendes *et al.* 2010, Cordeiro *et al.* 2015).

As Florestas Estacionais Decíduas no Agreste nordestino podem ser divididas em dois grupos florísticos, um deles localizado sobre o Planalto da Borborema, o qual é considerado mais relacionado à Caatinga *s.l.* (grupo seco), e outro localizado em terras mais baixas (Superfície Pré-Litorânea), indicado como tendo ligações florísticas com a Mata Atlântica (grupo úmido) (Rodal *et al.* 2008). Neste último grupo, as Florestas Estacionais Decíduas de Terras Baixas (FEDTB) do Agreste Pré-Litorâneo são consideradas como subconjunto das florestas úmidas litorâneas, seguindo o nível de umidade e precipitação disponível, com diversas espécies compartilhadas (Rodal *et al.* 2008). As FEDTB da Paraíba, em outra concepção, pertenceriam a um grupo

florístico típico de áreas de transição (ecótono) Caatinga/Mata Atlântica, com forte presença proporcional de elementos destas duas formações vegetais (Cordeiro *et al.* 2015, 2017). Velloso *et al.* (2002) incluem as FEDTB da Superfície Pré-Litorânea como pertencentes à Caatinga *s.l.* Neste caso, os autores consideram que as FEDTB se assemelham à Caatinga arbórea e pertenceriam à ecorregião da “Depressão Sertaneja Setentrional”, contornando o Planalto da Borborema e fazendo fronteira com os Tabuleiros Costeiros. No mesmo entendimento, Moro *et al.* (2014, 2016) consideram que o Agreste apresenta vegetação mais associada às Caatingas cristalinas, e o gradiente ambiental resulta em relações florísticas próximas entre Agreste e matas ciliares da Caatinga interiorana. Para estes autores, as áreas ciliares da Caatinga *s.l.* têm um suprimento de água maior no solo, o que pode permitir a presença de uma série de espécies comuns em áreas do Agreste.

Diversas análises podem ser utilizadas para testar relações florísticas entre áreas, entre elas, destacam-se as análises de similaridade (Kent & Coker 1992, Srivastava & Shukla 2016). Os índices de similaridade levam em consideração, entre outros fatores, que o número de espécies compartilhadas entre duas áreas em relação ao número total de espécies está relacionado ao grau de afinidade florística entre os diferentes locais inventariados (Kent & Coker 1992, Magurran 2004). A análise de parcimônia de endemismo (Parsimony Analysis of Endemicity - PAE) também é utilizada na identificação de diferentes hipóteses de relações ecológicas e biogeográficas (Santos *et al.* 2007, Sigrist & Carvalho 2008, Morrone 2014). Na PAE, a distribuição dos táxons é tomada como caractere em uma matriz de presença/ausência entre espécies e localidade, e são analisados usando um algoritmo de parcimônia (Rosen & Smith 1988, Echeverry & Morrone 2010, Morrone 2014). Este algoritmo leva em consideração, entre outros elementos, que as localidades que compartilham um ou mais táxons não presentes nas demais são mais relacionadas entre si, e táxons comuns a todas as áreas além daqueles exclusivos a uma não interferem nos agrupamentos (Rosen & Smith 1988, Sigrist & Carvalho 2008, Morrone 2014). Além disso, é possível avaliar a consistência dos grupos propostos usando métodos que aleatorizam os dados, como, por exemplo, o Bootstrap (Swofford 2002). A metodologia é amplamente usada para busca de áreas de endemismo e para inferir relações históricas da composição florística e faunística, tendo sido usada com esse propósito em grupos de aves, lagartos, pequenos mamíferos e insetos (Borges 2007, Sigrist & Carvalho 2008, Morrone 2014). Dentro da ecologia vegetal, a PAE também se destaca no estudo de relações entre distintos grupos florísticos (Vega *et al.* 1999, Santos *et al.* 2007, Echeverry & Morrone 2010).

Desta forma, tem-se como objetivo analisar as relações florísticas do componente lenhoso entre as FEDTB no Agreste Pré-Litorâneo da Paraíba com áreas de Caatinga *s.l.* e Mata Atlântica usando similaridade florística e análises de parcimônia de endemismo. Através destas análises será possível entender melhor as relações florísticas entre estas

formações vegetais usando métodos tradicionais amplamente utilizados (similaridade), assim como utilizando métodos mais complexos e inovadores (PAE). Serão testadas três hipóteses sobre as relações florísticas dessa região: 1. As FEDTB são mais relacionadas à Caatinga; 2. As FEDTB são mais relacionadas à Mata Atlântica; e 3. As FEDTB fazem parte de uma região ecotonal, com uma forte combinação de elementos da Caatinga e Mata Atlântica.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização da área

A Zona de Agreste é dividida segundo suas correlações geomorfológicas em “Agreste da Borborema” e “Agreste Pré-Litorâneo”. O Agreste da Borborema situa-se sobre o Planalto da Borborema, com altitudes ente 400-600 m, e precipitações entre 800-1000 mm/ano, limitando-se a leste pelos Brejos de altitude e escarpa oriental do Planalto da Borborema e a oeste pelo maciço da Borborema (Feliciano & Melo 2003, Seabra 2014). O Agreste Pré-Litorâneo localiza-se na Superfície Pré-Litorânea, com altitudes entre 100-200 m, e precipitações entre 900-1200 mm/ano, limitando-se a leste pelos tabuleiros costeiros e a oeste pela escarpa oriental do Planalto da Borborema (Feliciano & Melo 2003, Seabra 2014, Costa *et al.* 2020).

O Agreste Pré-Litorâneo apresenta topografia suave-ondulada, levemente declivosa, com altitudes que podem variar entre 90 a 200 m (Feliciano & Melo 2003, Costa *et al.* 2020). O clima da região é do tipo As’ quente e úmido, com estação seca entre setembro e fevereiro e chuvas de outono-inverno (março-agosto), com precipitação entre 900 a 1200 mm/ano e temperatura média de 26° C (Feliciano & Melo 2003, Seabra 2014). A formação vegetal predominante é classificada como Florestas Estacionais Decíduas (IBGE 2012, Cordeiro *et al.* 2015), onde podem ocorrer diferentes relações florísticas (Fig. 1). Esta parte da região Nordeste do Brasil apresenta-se como um espaço representativo do que ocorre em áreas de tensão ecológica, portanto, servindo de modelo para a compreensão das dinâmicas ocorrentes em outras localidades com as mesmas características.

Amostragem

Para avaliar as relações florísticas das FEDTB da Paraíba foram selecionados levantamentos de vegetação (estudos florísticos e/ou fitossociológicos) do componente lenhoso (arbustivo e arbóreo) em áreas relacionadas à Mata Atlântica (8 áreas) e áreas relacionadas à Caatinga *s.l.* (12 áreas), distribuídos pelo estado da Paraíba, assim como de Pernambuco e Rio Grande do Norte, além de um levantamento em vegetação de Floresta Amazônica (grupo externo) (Tab. 1, Fig. 2).

A vegetação dos inventários foi classificada de acordo com o descrito nas respectivas publicações, com adaptações: I. Mata Atlântica (inclui Floresta Ombrófila Densa, Floresta Estacional Semidecidual Litorânea e Brejos de Altitude); II. Caatinga (inclui áreas de Caatinga *s.s.* e Florestas Estacionais Decíduas do Agreste da Borborema); e

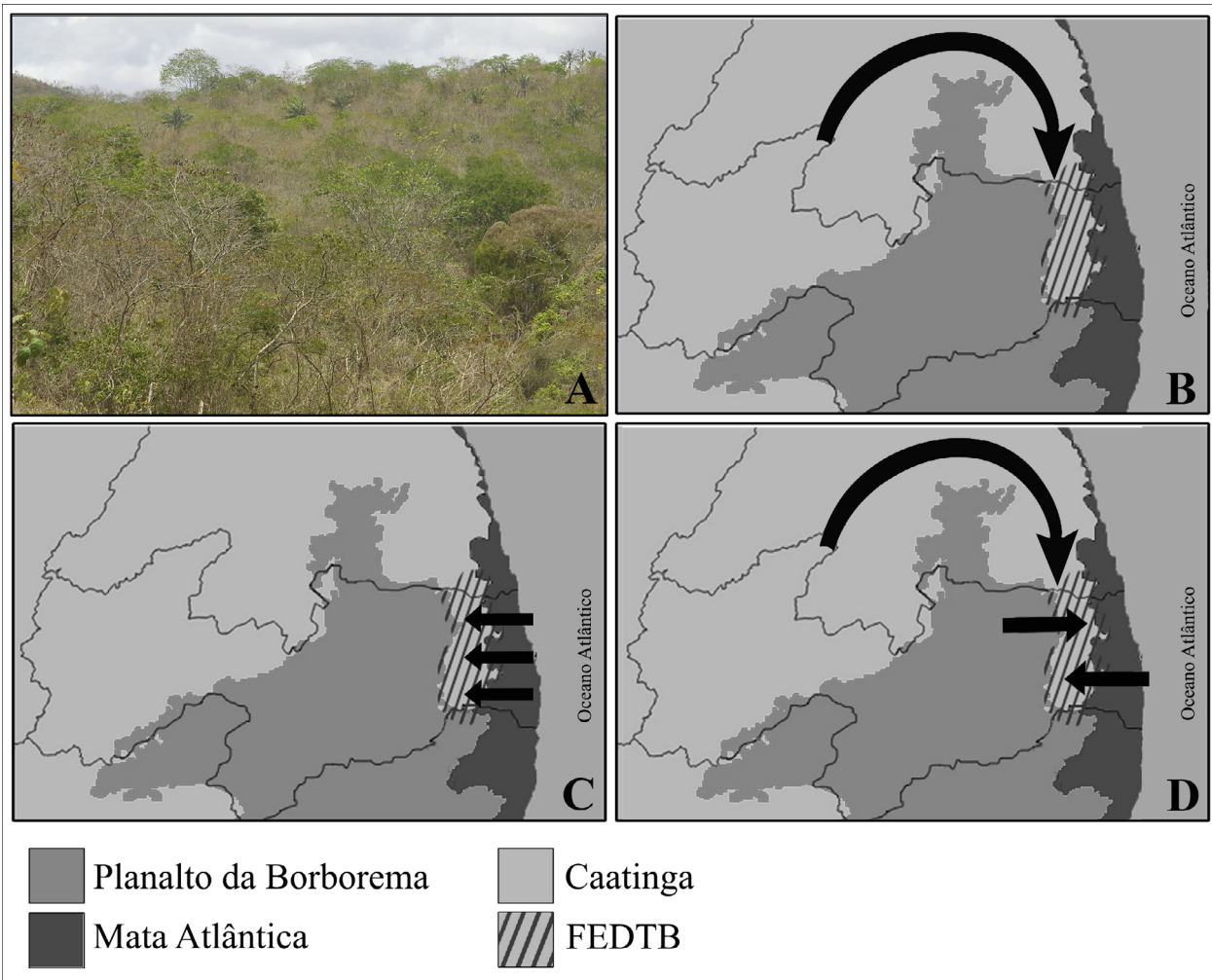


Figura 1. Florestas Estacionais Decíduas de Terras Baixas e diferentes hipóteses de suas relações florísticas. **A.** FEDTB (Sertãozinho, Paraíba); **B.** FEDTB relacionadas à Caatinga; **C.** FEDTB relacionadas à Mata Atlântica; **D.** FEDTB como área ecotonal, com forte combinação de elementos da Caatinga e Mata Atlântica.

III. Floresta Amazônica. O hábito foi estabelecido com base nos trabalhos levantados e em informações de dados da Flora do Brasil (Flora do Brasil 2020). Foram incluídas todas as espécies do extrato arbustivo e arbóreo presentes nestes levantamentos, excluindo lianas, epífitas, subarbustos (plantas lenhosas > 1m) e ervas (plantas não-lenhosas), além de espécies identificadas apenas ao nível de gênero ou espécies exóticas. No total, foram incluídos 1.273 registros pertencentes a 526 espécies e 22 localidades conforme Material Suplementar. Nomes científicos foram checados quanto à sinonímia e atualizações taxonômicas seguindo informações de dados da Flora do Brasil (Flora do Brasil 2020).

A lista de espécies vegetais do extrato arbustivo e arbóreo ocorrentes nas FEDTB da Paraíba foi estabelecida com base nos levantamentos florísticos de Cordeiro *et al.* (2013, 2015, 2017), combinados com uma busca de espécimes no herbário Jayme Coelho de Moraes (EAN), da Universidade Federal da Paraíba. Domínios fitogeográficos foram baseados conforme informações de dados da Flora do Brasil (Flora do Brasil 2020).

Análises dos dados

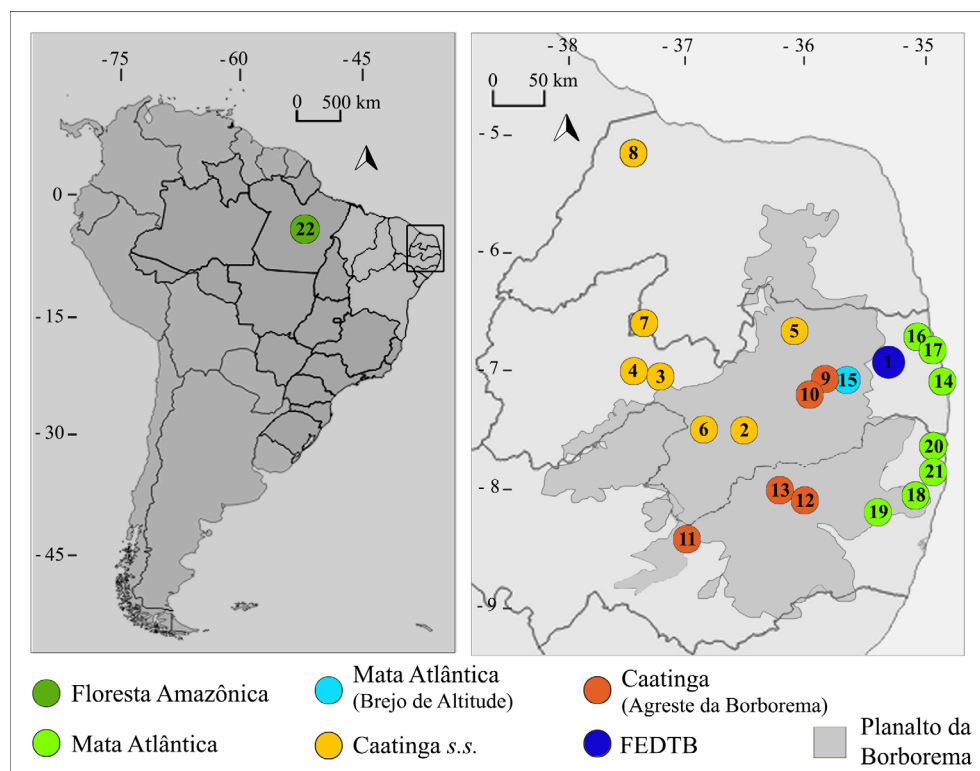
Foram realizadas Análises de Similaridade e Análise de Parcimônia de Endemismo (PAE). Para a análise de similaridade, todos os levantamentos florísticos foram tratados como unidades amostrais, onde se criou uma matriz de presença/ausência entre táxons e localidades. Nesta matriz foi utilizado o índice de similaridade de Jaccard e a técnica de ligação média de grupo (UPGMA) utilizando o software Fitopac versão 2.1 (Shepherd 2010). A mesma matriz foi usada para a PAE, sendo a área de Floresta Amazônica (Anapú, PA) usada como grupo externo (enraizamento). A análise de Máxima Parcimônia (MP) foi conduzida utilizando o software PAUP 4.0b10 (Swofford 2002) através de buscas heurísticas com 1.000 pseudoréplicas aleatórias usando o algoritmo “tree-bisection-reconnection branch swapping” (TBR). Além disso, foi executada uma análise de Bootstrap, onde as porcentagens foram estimadas com 1.000 pseudoréplicas não paramétricas e TBR. A árvore (cladograma) apresentada é de consenso de maioria (50%) entre as duas árvores mais curtas geradas por MP. Porcentagens de Bootstrap superiores a 85% são

Tabela 1. Levantamentos de vegetação usados para a análise de relações florísticas das FEDTB da Paraíba, com suas respectivas localidades e referências.

Área	Vegetação	Local	Referência
1	FEDTB	Agreste Pré-Litorâneo (PB)	Cordeiro <i>et al.</i> (2013, 2015, 2017), Este estudo
2	Caatinga	São João do Cariri (PB)	Araújo <i>et al.</i> (2010)
3	Caatinga	Patos (PB)	Sabino <i>et al.</i> (2016)
4	Caatinga	Santa Terezinha (PB)	Guedes <i>et al.</i> (2012)
5	Caatinga	Barra de Santa Rosa (PB)	Almeida Neto <i>et al.</i> (2009)
6	Caatinga	RPPN Fazenda Almas (PB)	Lima & Barbosa (2014)
7	Caatinga	Serra Negra do Norte (RN)	Santana & Souto (2006)
8	Caatinga	Mossoró (RN)	Alves <i>et al.</i> (2017)
9	Caatinga*	Remígio (PB)	Pereira <i>et al.</i> (2002)
10	Caatinga*	Pocinhos (PB)	Andrade <i>et al.</i> (2007)
11	Caatinga*	Arcoverde (PE)	Barbosa <i>et al.</i> (2012)
12	Caatinga*	Caruaru (PE)	Alcoforado-Filho <i>et al.</i> (2003)
13	Caatinga*	Brejo da Madre de Deus (PE)	Andrade <i>et al.</i> (2009)
14	Mata Atlântica	João Pessoa (PB)	Amazonas & Barbosa (2011)
15	Mata Atlântica**	Mata do Pau Ferro (PB)	Barbosa <i>et al.</i> (2004)
16	Mata Atlântica	REBIO Guaribas (PB)	Barbosa <i>et al.</i> (2011)
17	Mata Atlântica	Barra do Rio Mamanguape (PB)	Pereira & Alves (2007)
18	Mata Atlântica	São Lourenço da Mata (PE)	Andrade & Rodal (2004)
19	Mata Atlântica	Pombos (PE)	Lima <i>et al.</i> (2017)
20	Mata Atlântica	Goiana (PE)	Ferreira <i>et al.</i> (2019)
21	Mata Atlântica	Paulista (PE)	Pessoa <i>et al.</i> (2009)
22	Amazônia	Anapú (PA)	Oliveira <i>et al.</i> (2019)

* Áreas de Florestas Estacionais Decíduas do Planalto da Borborema

** Áreas de Brejos de Altitude

**Figura 2.** Localização geográfica dos levantamentos de vegetação usados para a análise de relações florísticas das FEDTB da Paraíba. Números dentro das esferas indicam os levantamentos florísticos usados, detalhados na Tabela 1.

consideradas fortemente suportadas, e aquelas entre 84-75% moderadamente suportadas (Simmons *et al.* 2004, Erixon *et al.* 2003, Pessoa *et al.* 2018).

RESULTADOS

Para as FEDTB do Agreste Pré-Litorâneo da Paraíba são registradas 89 espécies vegetais do substrato arbustivo e arbóreo. Destas, 78 espécies (87,6%) ocorrem na Caatinga *s.l.*, sendo oito espécies (8,9%) exclusivas deste domínio

fitogeográfico. Do total de espécies, 68 delas (76,4%) ocorrem na Mata Atlântica, com quatro espécies (4,5%) exclusivas deste domínio fitogeográfico. Entre as espécies registradas, 38 (42,6%) apresentam ampla distribuição, ocorrendo nos domínios da Caatinga, Mata Atlântica, Cerrado, Floresta Amazônica e Pantanal (Tab. 2).

A análise de similaridade envolvendo os diferentes levantamentos revelou a formação de dois grupos florísticos (A e B, excluindo o grupo externo Anapú, Pará). O grupo

Tabela 2. Espécies vegetais arbustivas e arbóreas registradas nas Florestas Estacionais Decíduas de Terras Baixas da Paraíba e seus respectivos hábitos e domínios fitogeográficos. Legenda: Am = Amazônia, Ca = Caatinga, Ce = Cerrado, Ma = Mata Atlântica, Pa = Pantanal.

Família/Espécie	Hábito	Domínios Fitogeográficos
Anacardiaceae		
<i>Astronium fraxinifolium</i> Schott	Árvore	Am, Ce, Ma
<i>Astronium urundeuva</i> (M. Allemão) Engl.	Árvore	Ca, Ce, Ma
Areceaceae		
<i>Copernicia prunifera</i> (Mill.) H.E. Moore	Árvore	Ca, Ce
<i>Syagrus cearensis</i> Noblick	Árvore	Ca, Ma
Bignoniaceae		
<i>Handroanthus chrysotrichus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	Árvore	Ce, Ma
<i>H. impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	Árvore	Am, Ca, Ce, Ma, Pa
<i>H. serratifolius</i> (Vahl.) S.O. Grose	Árvore	Am, Ca, Ce, Ma, Pa
<i>H. umbellatus</i> (Sond.) Mattos	Árvore	Ca, Ce, Ma
<i>Jacaranda jasminoides</i> (Thunb.) Sandwith	Arbusto	Ca, Ce, Ma
<i>Tabebuia aurea</i> Benth. & Hook.f. ex S. Moore	Árvore	Am, Ca, Ce, Ma, Pa
<i>T. roseoalba</i> (Ridl.) Sandwith	Árvore	Am, Ca, Ce, Ma, Pa
Bixaceae		
<i>Cochlospermum vitifolium</i> Spreng.	Arbusto	Am, Ca, Ce, Ma
Boraginaceae		
<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Steud.	Árvore	Am, Ca, Ce, Ma
Burseraceae		
<i>Commiphora leptophloeos</i> (Mart.) J.B. Gillett	Árvore	Am, Ca, Ce
Cactaceae		
<i>Cereus jamacaru</i> DC.	Árvore	Ca, Ce
<i>Xiquexique gounellei</i> (F.A.C. Weber) Lavor & Calvente	Arbusto	Ca, Ce
Cannabaceae		
<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	Arbusto	Am, Ca, Ce, Ma, Pa
Capparaceae		
<i>Crateva tapia</i> L.	Árvore	Am, Ca, Ce, Ma
<i>Cynophalla flexuosa</i> J. Presl	Árvore	Am, Ca, Ce, Ma, Pa
<i>Neocalyptocalyx longifolium</i> (Mart.) Cornejo & Iltis	Arbusto	Ca, Ce
Chrysobalanaceae		
<i>Microdesmia rigida</i> (Benth.) Sothers & Prance	Árvore	Ca
Combretaceae		
<i>Combretum duarceanum</i> Cambess.	Árvore	Am, Ca, Ce, Ma
Erythroxylaceae		
<i>Erythroxylum revolutum</i> Mart.	Arbusto	Ca, Ma
Euphorbiaceae		

Tabela 2. Cont.

Família/Espécie	Hábito	Domínios Fitogeográficos
<i>Croton blanchetianus</i> Baill.	Árbusto	Ca
<i>Jatropha mollissima</i> (Pohl) Baill.	Árvore	Am, Ca, Ce
<i>Manihot glaziovii</i> Müll.Arg.	Árvore	Am, Ca, Ce
<i>Sapium argutum</i> Huber	Árvore	Ca, Ma
Fabaceae		
<i>Albizia polycephala</i> (Benth.) Killip	Árvore	Ca, Ce, Ma
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	Árvore	Ca, Ce, Ma
<i>Bauhinia cheilantha</i> (Bong.) D. Dietr.	Árbusto	Ca, Ce
<i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth	Árvore	Am, Ca, Ce, Ma, Pa
<i>Cenostigma pyramidale</i> (Tul.) Gagnon & G.P. Lewis	Árvore	Am, Ca
<i>Chloroleucon acacioides</i> (Ducke) Barneby & J.W.Grimes	Árvore	Am, Ca, Ce, Ma
<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong	Árvore	Ca, Ce, Ma, Pa
<i>Erythrina velutina</i> Willd.	Árvore	Ca, Ce
<i>Geoffroea spinosa</i> Jacq.	Árvore	Ca, Ce
<i>Hymenaea courbaril</i> L.	Árvore	Am, Ca, Ce, Ma, Pa
<i>Inga ingoides</i> (Rich.) Willd.	Árvore	Am, Ce, Ma
<i>Libidibia ferrea</i> (Mart. ex Tul.) L.P. Queiroz	Árbusto	Ca, Ce, Ma
<i>Lonchocarpus sericeus</i> (Poir.) Kunth ex DC.	Árvore	Am, Ca, Ce, Ma
<i>Machaerium hirtum</i> (Vell.) Stellfeld	Árvore	Am, Ca, Ce, Ma, Pa
<i>Mimosa arenosa</i> Poir.	Árbusto	Ca
<i>M. paraibana</i> Barneby	Árbusto	Ca, Ma
<i>M. tenuiflora</i> Poir.	Árvore	Ca, Ce
<i>Piptadenia retusa</i> (Jacq.) P.G.Ribeiro, Seigler & Ebinger	Árbusto	Ca
<i>Pityrocarpa moniliformis</i> (Benth.) Luckow & R.W.Jobson	Árvore	Ca, Ma
<i>Samanea inopinata</i> (Harms.) Barneby & J.W. Grimes	Árvore	Am, Ca
<i>Senegalia polyphylla</i> Britton & Rose ex Britton & Killip	Árvore	Am, Ca, Ce, Ma, Pa
<i>S. tenuifolia</i> (L.) Britton & Rose	Árbusto	Am, Ca, Ce, Ma
<i>Senna georgica</i> H.S.Irwin & Barneby	Árbusto	Am, Ca, Ce, Ma
<i>S. splendida</i> (Vogel) H.S. Irwin & Barneby	Árbusto	Ca, Ce, Ma, Pa
Lamiaceae		
<i>Vitex rufescens</i> Juss.	Árvore	Ca, Ce, Ma
Lecythidaceae		
<i>Lecythis pisonis</i> Cambess.	Árvore	Am, Ma
Malvaceae		
<i>Ceiba glaziovii</i> (Kuntze) K. Schum.	Árvore	Ca
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Árvore	Am, Ca, Ce, Ma, Pa
<i>Helicteres eichleri</i> K. Schum.	Árbusto	Ca
Meliaceae		
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	Árvore	Am, Ca, Ce, Ma, Pa
Myrtaceae		
<i>Campomanesia aromatica</i> (Aubl.) Griseb.	Árbusto	Am, Ca, Ma
<i>C. dichotoma</i> (O.Berg.) Mattos	Árvore	Ma
<i>Eugenia lambertiana</i> DC.	Árbusto	Am, Ca, Ce, Ma, Pa
<i>Neomitranthes obscura</i> (DC.) N. Silveira	Árvore	Ma
<i>Psidium guineense</i> Sw.	Árbusto	Am, Ca, Ce, Ma
Nictaginaceae		
<i>Guapira darwinii</i> (Hemsl.) E.C.O. Chagas & Costa-Lima	Árvore	Am, Ca, Ce, Ma

Tabela 2. Cont.

Família/Espécie	Hábito	Dominios Fitogeográficos
Olacaceae		
<i>Ximenia americana</i> L.	Arbusto	Am, Ca, Ce, Ma
Polygonaceae		
<i>Coccoloba mollis</i> Casar.	Árvore	Am, Ca, Ce, Ma
<i>Triplaris gardneriana</i> Wedd.	Árvore	Am, Ca, Ce, Ma
Rhamnaceae		
<i>Colubrina glandulosa</i> Perkins	Árvore	Am, Ce, Ma
<i>Sarcomphalus joazeiro</i> (Mart.) Hauenschild	Árvore	Ca
Rubiaceae		
<i>Alseis pickelii</i> Pilg. & Schmale	Arbusto	Ca, Ma
<i>Chomelia obtusa</i> Cham. & Schltld.	Arbusto	Am, Ca, Ce, Ma, Pa
<i>Coutarea hexandra</i> (Jacq.) K.Shum.	Arbusto	Am, Ca, Ce, Ma, Pa
<i>Guettarda platypoda</i> DC.	Árvore	Am, Ma
<i>Randia armata</i> (Sw.) DC.	Arbusto	Am, Ca, Ce, Ma
<i>Tocoyena formosa</i> (Cham. & Schltld.) K. Schum.	Arbusto	Ca, Ce, Ma
Rutaceae		
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	Árvore	Am, Ca, Ce, Ma, Pa
<i>Z. syncarpum</i> Tul.	Árvore	Ca
Salicaceae		
<i>Casearia hirsuta</i> Sw.	Arbusto	Ma
<i>C. sylvestris</i> Sw.	Arbusto	Am, Ca, Ce, Ma, Pa
<i>Prockia crucis</i> L.	Arbusto	Am, Ca, Ce, Ma
<i>Xylosma prockia</i> (Turcz.) Turcz.	Arbusto	Ca, Ce, Ma
Sapindaceae		
<i>Allophylus puberulus</i> Radlk.	Árvore	Am, Ca, Ce, Ma
<i>Cupania impressinervia</i> Acev.-Rodr.	Árvore	Ma
<i>Talisia esculenta</i> Radlk.	Árvore	Am, Ca, Ce, Ma
Sapotaceae		
<i>Chrysophyllum rufum</i> Mart.	Árvore	Ca, Ce, Ma
Schoepfiaceae		
<i>Schoepfia brasiliensis</i> A. DC.	Árvore	Am, Ca, Ce, Ma
Urticaceae		
<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	Árvore	Am, Ca, Ce, Ma, Pa
Verbenaceae		
<i>Lantana camara</i> L.	Arbusto	Am, Ca, Ce, Ma
<i>L. canescens</i> Kunth	Arbusto	Am, Ca, Ce, Ma
Vochysiaceae		
<i>Callisthene fasciculata</i> Mart.	Árvore	Am, Ce, Ma, Pa

A é formado pelos levantamentos em áreas Mata Atlântica da Paraíba e Pernambuco, assim como áreas de Brejo de Altitude (ex.: Mata do Pau Ferro). O grupo B inclui todos os levantamentos em áreas de Caatinga, incluindo as Florestas Estacionais Decíduas do Planalto da Borborema. As FEDTB se posicionaram dentro do grupo B, formando um grupo próximo à área de Caatinga da RPPN Fazenda Almas-PB (Fig. 3).

A Análise de Parcimônia de Endemismo (PAE), de forma similar à Análise de Similaridade, revelou a ocorrência de dois grupos florísticos (A e B, excluindo o grupo externo Anapú, Pará) (Fig. 4). O grupo A, moderadamente suportado com 83% de Bootstrap, também é formado pelos levantamentos em áreas de Mata Atlântica, com diferenças entre a análise de similaridade apenas na relação entre João Pessoa e APA do Rio Mamanguape. O grupo B, fortemente

suportado com 86% de Bootstrap, abrange todas as áreas de Caatinga (incluindo Florestas Estacionais Decíduas do Planalto da Borborema), mas com pequenas diferenças de relações comparadas com a análise de similaridade, especialmente Barra de Santa Rosa (PB) e Mossoró (RN), porém sem suporte estatístico para esses ramos internos.

As FEDTB também se posicionaram no grupo B, em um mesmo subgrupo junto com as Florestas Estacionais Decíduas do Planalto da Borborema e áreas de Caatinga, como a RPPN Fazenda Almas (PB) e Barra de Santa Rosa (PB). Assim como na análise de similaridade, a PAE revelou uma maior proximidade entre as FEDTB com a RPPN Fazenda Almas.

DISCUSSÃO

As espécies que ocorrem nas FEDTB da Paraíba podem ser encontradas em formações vegetais úmidas relacionadas à Mata Atlântica ou em formações vegetais secas mais relacionadas à Caatinga. A hipótese que propõe maior relação das FEDTB com a Mata Atlântica é apresentada por

Rodal *et al.* (2008), na qual as florestas úmidas (Ombrófilas) e florestas estacionais (Semidecíduas) encontradas em terras baixas ao longo da planície costeira sobre a encosta leste do planalto da Borborema e nas zonas de transição entre eles fazem parte de um mesmo grupo florístico (grupo de florestas úmidas). De fato, algumas espécies que ocorrem com grandes valores de frequência nas FEDTB da Paraíba, como *Albizia polycephala* (Benth.) Killip, *Machaerium hirtum* (Vell.) Stellfeld, *Talisia esculenta* Radlk., *Cecropia pachystachya* Trécul e *Casearia sylvestris* Sw. (Cordeiro & Felix 2013, Cordeiro *et al.* 2017), são também muito comuns na Mata Atlântica e vegetações associadas (Barbosa *et al.* 2004, 2011, Rodal *et al.* 2008, Amazonas & Barbosa 2011). Porém estas espécies possuem amplas distribuições, ocorrendo em quase o todo o país, incluindo áreas de Cerrado, Amazônia e Pantanal (Flora do Brasil 2020). Além disso, as duas análises desenvolvidas (similaridade e PAE) indicam que as florestas do Agreste Pré-litorâneo (FEDTB) notavelmente não fazem parte da Mata Atlântica (Figs. 3 e 4, grupos A e B).

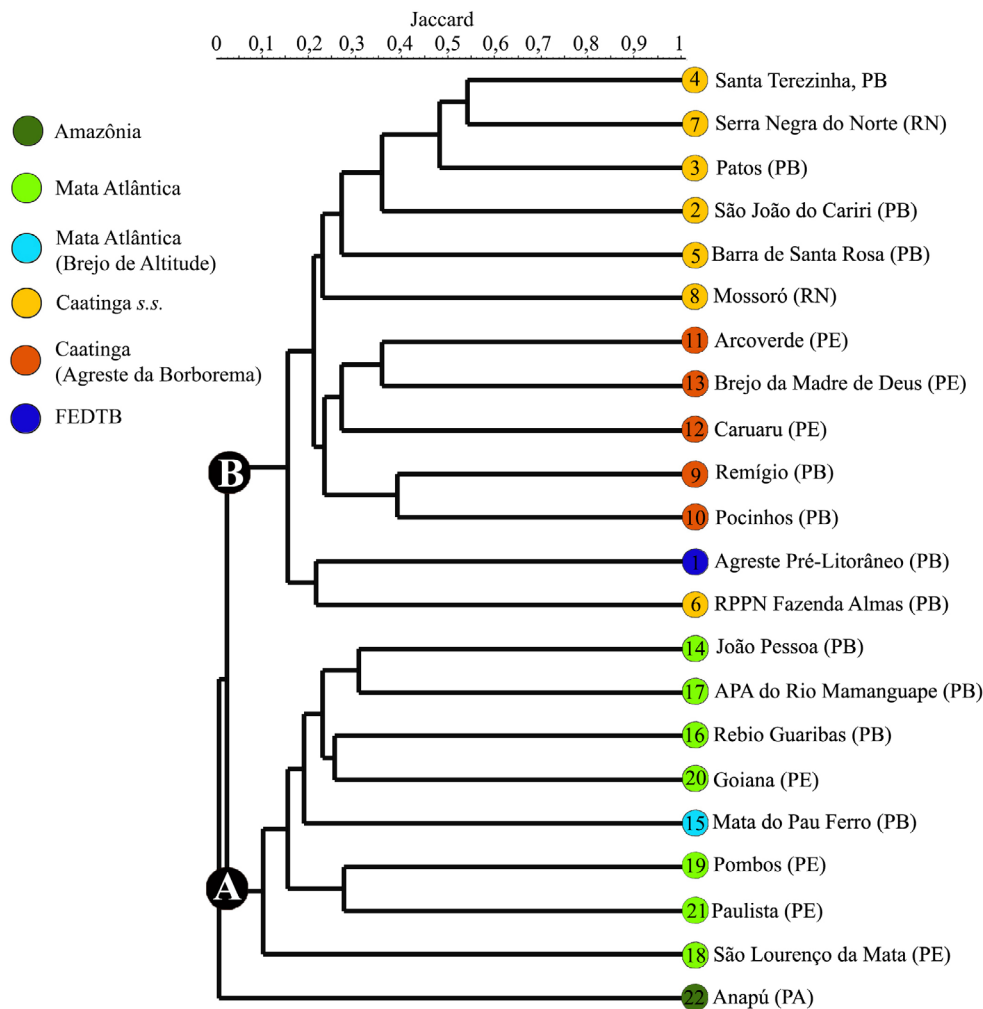


Figura 3. Dendrograma de similaridade usando o índice de Jaccard e a técnica de ligação média de grupo (UPGMA) entre diferentes levantamentos florísticos em áreas de Mata Atlântica, Caatinga e FEDTB. Anapú, Pará (Floresta Amazônica) foi usado como grupo externo. Números dentro das esferas indicam os levantamentos florísticos usados, detalhados na Tabela 1.

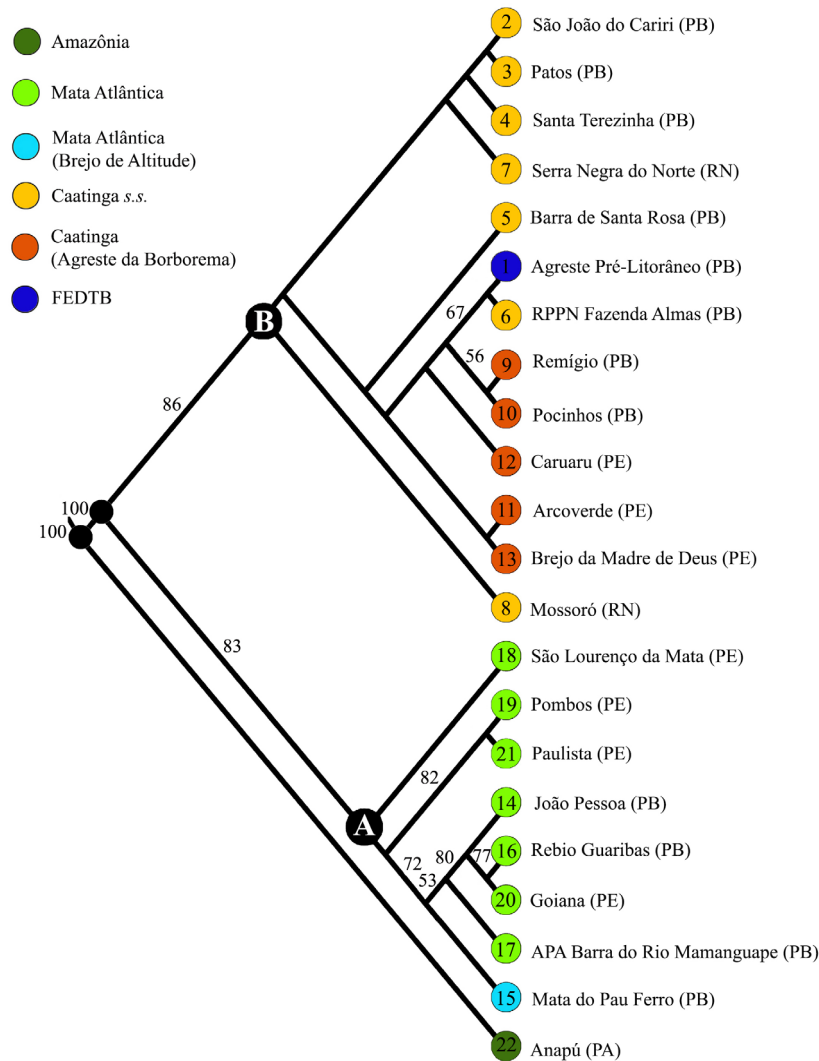


Figura 4. Análise de Parcimônia de Endemismo (PAE) entre diferentes levantamentos florísticos em áreas de Mata Atlântica, Caatinga e FEDTB. Anapú, Pará (Floresta Amazônica) foi usado como grupo externo. Números acima dos ramos indicam suporte de Bootstrap > 50%. Números dentro das esferas indicam os levantamentos florísticos usados, detalhados na Tabela 1.

As relações florísticas entre as Florestas Estacionais do Agreste Pré-litorâneo e as Florestas Estacionais do Agreste da Borborema são estabelecidas especialmente por espécies típicas da Caatinga que ocorrem simultaneamente nestas duas formações vegetais. Apesar destas áreas serem mencionadas como ecótonos ou “áreas de transição” (Pereira *et al.* 2002, Cordeiro *et al.* 2015, 2017), as análises desenvolvidas aqui indicam forte relação florística com a Caatinga *s.s.* (Figs. 3 e 4, grupo B). Desta forma, convém considerar que estas áreas, apesar de possuírem espécies que ocorrem na Mata Atlântica, não se caracterizam de forma expressiva como ecótonos, mas sim como áreas de Caatinga *s.l.* com elementos amplamente distribuídos em diferentes domínios fitogeográficos do Brasil.

A análise de similaridade e de PAE demonstram que as FEDTB da Paraíba fazem parte do grupo de florestas secas, que incluem a Caatinga *s.s.* e as Florestas Estacionais do Agreste da Borborema. Esta maior relação entre FEDTB

e a Caatinga aparece descrita em Velloso *et al.* (2002), a qual também é aceita em diversos trabalhos, onde esta vegetação recebe determinados nomes informais também relacionados à Caatinga, como “Caatinga sublitorânea” ou “Agreste acaatingado” (Feliciano & Melo 2003, Seabra 2014, Cordeiro *et al.* 2015). Em termos florísticos, duas espécies (*Commiphora leptophloeos* (Mart.) J.B. Gillett e *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill.) ocorrem em todas as áreas de Caatinga levantadas, assim como nas FEDTB. Além destas espécies, *Cenostigma pyramidale* (Tul.) Gagnon & G.P.Lewis, *Cereus jamacaru* DC., *Mimosa tenuiflora* Poir., *Cynophalla flexuosa* J. Presl, *Astronium urundeuva* (M. Allemão) Engl. e *Piptadenia retusa* (Jacq.) P.G. Ribeiro, Seigler & Ebinger ocorrem nas FEDTB e na maioria das áreas de Caatinga (incluindo o Agreste da Borborema). Para Moro *et al.* (2014, 2016) devido a sazonalidade menos marcante, pode-se encontrar alguns elementos ocorrentes na Mata Atlântica no ambiente de

Agreste, assim como podemos encontrar muitos elementos do Agreste em matas ciliares da Caatinga interiorana.

As maiores relações florísticas entre as FEDTB e a RPPN Fazenda Almas estão relacionadas à comum presença de 30 espécies em relação ao número total de espécies arbustivas e arbóreas (89 e 83, respectivamente). Entre as espécies registradas, *Sapium argutum* Huber, *Erythroxylum revolutum* Mart. e *Triplaris gardneriana* Wedd. foram registradas apenas nestas áreas. *Sapium argutum* e *E. revolutum* ocorrem quase exclusivamente no Nordeste brasileiro, mas podem ocorrer tanto em áreas de Caatinga como de Mata Atlântica, ao passo que *T. gardneriana* apresenta distribuição mais ampla, estendendo-se ao Centro-Oeste e Sudeste em áreas da Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica (Flora do Brasil 2020). A RPPN Fazenda Almas, localizada no Cariri paraibano, constitui uma das principais áreas conservadas da Caatinga (Lima & Barbosa 2014). Apesar de constituir em uma das áreas mais secas do semiárido, algumas espécies que ocorrem em formações vegetais ou áreas mais úmidas (incluindo as FEDTB), como *Hymenaea courbaril* L., *Coutarea hexandra* (Jacq.) K. Schum. e *Tocoyena formosa* (Cham. & Schtdl.) K. Schum. também se fazem presentes na RPPN Fazenda Almas (Lima & Barbosa 2014). Assim, as maiores relações entre as FEDTB com a Caatinga cristalina da RPPN Fazenda Almas suportam a hipótese que a vegetação do Agreste Pré-Litorâneo tem maior similaridade florística com áreas de Caatinga cristalina preservadas.

Para o domínio da Caatinga, assim como para áreas de transição Cerrado-Caatinga-Mata Atlântica, é constatado que as variações na precipitação e a disponibilidade hídrica surgem como um dos fatores dominantes na dinâmica da vegetação (Barbosa & Kumar 2016, Terra *et al.* 2018). Assim, maiores precipitações no Agreste Pré-Litorâneo (800-1200 mm/ano, Feliciano & Melo 2003) e a sazonalidade menos acentuada (Moro *et al.* 2014, 2016) podem justificar a presença de espécies comuns na Mata Atlântica e amplamente distribuídos em outros domínios fitogeográficos nas FEDTB.

Apesar de ambas as análises revelarem uma maior relação das FEDTB com a Caatinga, entender o processo de origem e evolução desta vegetação pode ser relativamente complexo. Sabe-se que as áreas florestais passaram por variações na sua biota causadas por dinâmicas de mudanças climáticas e paleoecológicas durante o Pleistoceno (Werneck *et al.* 2011, Silveira *et al.* 2019). Flutuações climáticas passadas levaram a Caatinga a se expandir e se contrair com a vegetação úmida e semiúmida da Mata Atlântica e Amazônia, e análises de modelos paleoecológicos corroboram com esta hipótese (Werneck *et al.* 2011, Silveira *et al.* 2019). As FEDTB também estariam relacionadas com este processo, uma vez que se situam entre as florestas úmidas litorâneas (Mata Atlântica costeira) e os Brejos de Altitude (Mata Atlântica interiorana de altitude), porém com menores índices de umidade e pluviosidade (Feliciano & Melo 2003, Seabra 2014). Vieira *et al.* (2019) ao realizar uma compilação de levantamentos florísticos aliados às

técnicas multivariadas propuseram que o Cerrado brasileiro passou por alterações florísticas como consequência de oscilações climáticas do Quaternário. Todavia, as bordas deste bioma (áreas de transição) sofreram maiores mudanças de habitats quando comparadas às áreas centrais. Seguindo estas evidências, no contexto climático mais recente, é possível pressupor que, dentre as espécies comuns em florestas úmidas, apenas aquelas resistentes a menores regimes de chuva e temperaturas maiores, observadas no Agreste Pré-Litorâneo (as quais muitas apresentam mecanismos de caducifolia) se mantiveram nas FEDTB.

Nas últimas décadas, contudo, é observado um aumento na temperatura média em escala local e global, e projeções até o ano 2100 indicam que a Caatinga será bastante afetada por mudanças nos regimes de chuva e agravamento do processo de desertificação (Allen *et al.* 2017, Torres *et al.* 2017). Também sujeita a estas variações climáticas, as FEDTB do Agreste Pré-Litorâneo poderiam estar passando por uma tendência de aumento linear de suas relações com a Caatinga *s.s.* ao longo das décadas subsequentes. Contudo, estudos específicos são necessários para confirmar esta hipótese.

Além das variações climáticas, a antropização (especialmente o pastoreio, criação de áreas agrícolas e a extração madeireira) atua na redução da diversidade de espécies e causa alterações na estrutura da vegetação (Álvarez-Yépiz *et al.* 2008, Ribeiro *et al.* 2015). O Agreste Pré-Litorâneo da Paraíba aparece com acentuado grau de antropização, onde suas áreas de vegetação nativa foram bastante alteradas, dando lugar a pastagens e lavouras (Seabra 2014, Cordeiro *et al.* 2015). Assim, a ação antrópica acentuada ao longo do seu processo histórico de ocupação também pode atuar como fator significativo na dinâmica florística da vegetação nas FEDTB do Agreste Pré-Litorâneo.

CONCLUSÃO

As Florestas Estacionais Decíduas de Terras Baixas no Agreste Pré-litorâneo da Paraíba constituem em uma região complexa, com diferentes possíveis modelos de relações florísticas propostos anteriormente, ora apresentada como relacionada à Mata Atlântica, ora apresentada como relacionada à Caatinga, ou ainda como vegetação tipicamente característica de áreas ecotonais.

Análises de similaridade e Análise de Parcimônia de Endemismo sugerem que FEDTB formam um grupo mais relacionado à Caatinga. E, embora espécies ocorrentes na Mata Atlântica possam ser encontradas nessas áreas, a maioria corresponde a elementos amplamente distribuídos em diferentes domínios fitogeográficos do Brasil. Além disso, maiores precipitações no Agreste Pré-Litorâneo, comparada a áreas típicas de Caatinga *s.s.*, e a sazonalidade menos acentuada podem justificar a presença de elementos ocorrentes na Mata Atlântica nesta região.

Em termos gerais, a dinâmica climática e o grau de perturbação antrópica podem estar relacionados à complexa

formação vegetal das FEDTB no Agreste Pré-Litorâneo da Paraíba. Considera-se ainda, que o aumento na temperatura média local e global, aliado a alterações nos regimes de chuvas e a antropização podem estar acentuando a tendência de aumento linear de suas relações com a Caatinga s.s. ao longo das décadas subsequentes.

AGRADECIMENTOS

A Marcelo Freire Moro (UFC) pelas contribuições no manuscrito e ao INSA (Instituto Nacional do Semiárido) pelo apoio técnico. EMP agradece a bolsa produtividade em pesquisa CNPq (303556/2022-6).

Material Suplementar (S1). Áreas e lista de espécies usadas na Análise de Similaridade e Análise de Parcimônia de Endemismo. Detalhes das áreas (localidade, vegetação e referências) são listados na Tabela 1.

REFERÊNCIAS

- Alcoforado-Filho, F. G., Sampaio, E. V. S. B. & Rodal, M. J. N. 2003. Florística e fitossociologia de um remanescente de vegetação caducifólia espinhosa arbórea em Caruarú, Pernambuco. *Acta Botanica Brasílica* 17(2): 287-303.
- Allen, K., Dupuy, J. M., Gei, M. G., Hulshof, C., Medvigy, D., Pizano, C., Salgado-Negret, B., Smith, C. M., Trierweiler, A., Van Bloem, S. J., Waring, B. G., Xu, X. & Powers, J. S. 2017. Will Seasonally Dry Tropical Forests be sensitive or resistant to future changes in rainfall regimes? *Environmental Research Letters* 12(2): 023001. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aa5968>
- Almeida Neto, J. X., Andrade, A. P., Lacerda, A. V., Felix, L. P. & Bruno, R. L. A. 2009. Composição florística, estrutura e análise populacional do feijão-bravo (*Capparis flexuosa* L.) no semiárido paraibano, Brasil. *Revista Caatinga* 22(4): 187-194.
- Álvarez-Yépiz, J. C., Martínez-Yrizar, A., Búrquez, A. & Lindquist, C. 2008. Variation in vegetation structure and soil properties related to land use history of old-growth and secondary tropical dry forests in northwestern Mexico. *Forest Ecology and Management* 256(3): 355-366.
- Alves, L. L. B., Alves, A. R., Barreto, F. R. S. & Holanda, A. C. 2017. Análise florística e estrutural de uma área de Caatinga preservada no município de Mossoró/RN. *Conexões-Ciência e Tecnologia* 11(1): 8-15.
- Amazonas, N. T. & Barbosa, M. R. V. 2011. Levantamento florístico das Angiospermas em um remanescente de Floresta Atlântica Estacional na microbacia hidrográfica do rio Timbó, João Pessoa, Paraíba. *Revista Nordestina de Biologia* 20(2): 67-78.
- Andrade, K. V. S. A. & Rodal, M. J. N. 2004. Fisionomia e estrutura de um remanescente de floresta estacional semidecidual de terras baixas no Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 27(3): 463-474.
- Andrade, L. A., Oliveira, F. X., Neves, C. M. L. & Felix, L. P. 2007. Análise da vegetação sucessional em campos abandonados no agreste paraibano. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias* 2(2): 135-142.
- Andrade, W. M., Lima, E. A., Rodal, M. J. N., Encarnação, C. R. F. & Pimentel, R. M. M. 2009. Influência da precipitação na abundância de populações de plantas da Caatinga. *Revista de Geografia (Recife)*, 26(2): 161-184.
- Araujo, K. D., Parente, H. N., Éder-Silva, É., Ramalho, C. I., Dantas, R. T., Andrade, A. P. & Silva, D. S. 2010. Levantamento florístico do estrato arbustivo-arbóreo em áreas contíguas de Caatinga no Cariri Paraíba. *Revista Caatinga* 23(1): 63-70.
- Barbosa, H. A. & Kumar, T. V. L. 2016. Influence of rainfall variability on the vegetation dynamics over Northeastern Brazil. *Journal of Arid Environments* 124: 377-387.
- Barbosa, M. R. V., Agra, M. F., Sampaio, E. V. S. B., Cunha, J. P. & Andrade, L. A. 2004. Diversidade Florística na Mata do Pau-Ferro, Areia, Paraíba. In *Brejos de altitude em Pernambuco e Paraíba: história natural, ecologia e conservação* (K. C. Pôrto, J. J. P. Cabral & M. Tabarelli, orgs.). Ministério do Meio Ambiente (Série Biodiversidade, 9), Brasília, p. 111-121.
- Barbosa, M. R. V. *et al.* 2011. Checklist of the vascular plants of the Guaribas Biological Reserve, Paraíba, Brazil. *Revista Nordestina de Biologia* 20(2): 79-106.
- Barbosa, M. D., Marangon, L. C., Feliciano, A. L. P., Freire, F. J. & Duarte, G. M. T. 2012. Florística e fitossociologia de espécies arbóreas e arbustivas em uma área de Caatinga em Arcoverde, PE, Brasil. *Revista Árvore* 36(5): 851-858.
- Borges, S. H. 2007. Análise biogeográfica da avifauna da região oeste do baixo Rio Negro, Amazônia brasileira. *Revista Brasileira de Zoologia* 24(4): 919-940.
- Cordeiro, J. M. P. & Félix, L. P. 2013. Levantamento fitossociológico em mata de encosta no Agreste paraibano. *Geoambiente on-line* 21: 13-28.
- Cordeiro, J. M. P., Almeida, E. M., Araújo, J. P., Souza, B. I. & Felix, L. P. 2015. Levantamento florístico preliminar da Caatinga Sublitorânea na Paraíba, Nordeste do Brasil. *Geografia, Rio Claro* 40(2): 241-257.
- Cordeiro, J. M. P., Souza, B. I. & Felix, L. P. 2017. Florística e fitossociologia em Floresta Estacional Decidual na Paraíba, Nordeste do Brasil. *Gaia Scientia* 11(1): 01-16.
- Costa, L. R. F., Maia, R. P., Barreto, L. L. & Sales, V. C. C. 2020. Geomorfologia do Nordeste Setentrional brasileiro: uma proposta de classificação. *Revista Brasileira de Geomorfologia* 21(1): 185-208.
- Echeverry, A. & Morrone, J. J. 2010. Parsimony analysis of endemism as a panbiogeographical tool: an analysis of Caribbean plant taxa. *Biological Journal of the Linnean Society* 101(4): 961-976.
- Erixon, P., Svennblad, B., Britton, T. & Oxelman, B. 2003. Reliability of Bayesian posterior probabilities and bootstrap frequencies in phylogenetics. *Systematic Biology* 52: 665-673.
- Feliciano, M. L. M. & Melo, R. B. 2003. Atlas do Estado da Paraíba – informações para gestão do patrimônio natural (Mapas). SEPLAN/IDEME/APAN/UFPB, João Pessoa. 58 p.
- Ferreira, D. M. C., Amorim, B. S., Maciel, J. R. & Alves, M. 2019. Floristic checklist from an Atlantic Forest vegetation mosaic in Reserva Particular do Patrimônio Natural Fazenda Tabatinga, Pernambuco, Brazil. *Check List* 12(6): 1-18.
- Flora do Brasil 2020. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>. Acessado em 27.01.2023.
- Guedes, R. S., Zanella, F. C. V., Costa Júnior, J. E. V., Santana, G. M. & Silva, J. A. 2012. Caracterização florístico-fitossociológica do componente lenhoso de um trecho de caatinga no semiárido paraibano. *Revista Caatinga* 25(2): 99-108.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. 2012. Manual Técnico da Vegetação Brasileira. IBGE, Rio de Janeiro. 275p.
- Kent, M. & Coker, P. 1992. *Vegetation description and analysis: a practical approach*. John Willey & Sons, London. 384 p.
- Lima, I. B. & Barbosa, M. R. V. 2014. Composição florística da RPPN Fazenda Almas, no Cariri paraibano, Paraíba, Brasil. *Revista Nordestina de Biologia* 23(1): 49-67.
- Lima, R. B. A., Silva, R. K. S., Paula, M. D., Guimarães, E. T. R. & Braga, E. C. B. 2017. Estrutura fitossociológica e diamétrica de um fragmento de Mata Atlântica, Pernambuco, Brasil. *Desafios - Revista Interdisciplinar da Universidade Federal do Tocantins* 4(4): 143-153.
- Magurran, A. E. 2004. *Measuring biological diversity*. Blackwell Publishing, Oxford. 215 p.
- Mendes, K., Gomes, P. & Alves, M. 2010. Floristic inventory of a zone of ecological tension in the Atlantic Forest of Northeastern Brazil. *Rodriguésia*, 61(4): 669-676.
- Moro, M. F., Lughadha, E. N., Filer, D. L., Araújo, F. S. & Martins, F. R. 2014. A catalogue of the vascular plants of the Caatinga Phytogeographical Domain: a synthesis of floristic and phytosociological surveys. *Phytotaxa* 160(1): 001-118.
- Moro, M. F., Lughadha, E. N., Filer, D. L., Araújo, F. S. & Martins, F. R. 2016. A Phytogeographical Metaanalysis of the Semiarid Caatinga Domain in Brazil. *Botanical Review* 82: 91-148.
- Morrone, J. J. 2014. Parsimony analysis of endemism (PAE) revisited. *Journal of Biogeography* 41(5): 842-854.

- Odum, E. P. 1988. *Ecologia*. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro. 1988. 448p.
- Oliveira, K. M. M., Nogueira, G. E. C. & Hamada, M. O. S. 2019. Levantamento fitossociológico de uma área de floresta nativa no PDS Virola-Jatobá, Anapú, estado do Pará. *In* *Botânica aplicada 2* (A. L. O. Francisco, org.). Atena Editora, Ponta Grossa (PR), p. 229-239.
- Pereira, M.S. & Alves, R.R.N. 2007. Composição Florística de um remanescente de Mata Atlântica na Área de Proteção Ambiental Barra do Rio Mamanguape, Paraíba, Brasil. *Revista de Biologia e Ciências da Terra* 6(1): 357-366.
- Pereira, I. M., Andrade, L. A., Barbosa, M. R. V. & Sampaio, E. V. S. B. 2002. Composição florística e análise fitossociológica do componente arbustivo-arbóreo de um remanescente florestal no Agreste Paraibano. *Acta botânica brasílica*, 16(3): 357-369.
- Pessoa, L. M., Pinheiro, T. S., Alves, M. C. J. L., Pimentel, R. M. M. & Zickel, C. S. 2009. Flora lenhosa em um fragmento urbano de floresta atlântica em Pernambuco. *Revista de Geografia* 26(3): 247-262.
- Pessoa, E., Viruel, J., Alves, M., Bogarin, D., Whitten, W. M. & Chase, M. W. 2018. Evolutionary history and systematics of *Campylocentrum* (Orchidaceae: Vandeeae: Angraecinae): a phylogenetic and biogeographical approach. *Botanical Journal of the Linnean Society* 186: 158-178.
- Ribeiro, E. M. S., Arroyo-Rodríguez, V., Santos, B. A., Tabarelli, M. & Leal, I. R. 2015. Chronic anthropogenic disturbance drives the biological impoverishment of the Brazilian Caatinga vegetation. *Journal of Applied Ecology* 52(3): 611-620.
- Rodal, M. J. N., Barbosa, M. R. V. & Thomas, W. W. 2008. Do the seasonal forests in northeastern Brazil represent a single floristic unit? *Brazilian Journal of Biology* 68(3): 467-475.
- Rosen, B. R. & Smith, A. B. 1988. Tectonics from fossils? Analysis of reef-coral and sea-urchin distributions from late Cretaceous to Recent, using a new method. Geological Society, London, Special Publications 37(1): 275-306.
- Sabino, F. G. S., Cunha, M. C. L. & Santana, G. M. 2016. Estrutura da vegetação em dois fragmentos de caatinga antropizada na Paraíba. *Floresta e Ambiente* 23(4): 487-497.
- Santana, J. A. S. & Souto, J. S. 2006. Diversidade e estrutura fitossociológica da Caatinga na Estação Ecológica do Seridó-RN. *Revista de Biologia e Ciências da Terra* 6(2): 232-242.
- Santos, A. M. M., Cavalcanti, D. R., Silva, J. M. C. & Tabarelli, M. 2007. Biogeographical relationships among tropical forests in north-eastern Brazil. *Journal of Biogeography* 34(3): 437-446.
- Seabra, G. 2014. Paraíba. Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa. 352 p.
- Shepherd, G. J. 2010. *Fitopac*. Versão 2.1. Universidade Estadual de Campinas, Campinas (SP). 93 p.
- Sigrist, M. S. & Carvalho, C. J. B. 2008. Detection of areas of endemism on two spatial scales using Parsimony Analysis of Endemicity (PAE): the Neotropical region and the Atlantic Forest. *Biota Neotropica* 8(4): 33-42.
- Silveira, M. H. B., Mascarenhas, R., Cardoso, D. & Batalha-Filho, H. 2019. Pleistocene climatic instability drove the historical distribution of forest islands in the northeastern Brazilian Atlantic Forest. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 527: 67-76.
- Simmons, M. P., Pickett, K. M., Miya, M. 2004. How meaningful are Bayesian support values? *Molecular Biology and Evolution* 21: 188-199.
- Srivastava, S. & Shukla, R. P. 2016. Similarity and difference of species among various plant communities across grassland vegetation of north-eastern Uttar Pradesh. *Tropical Plants Research*, 3(2): 364-369.
- Swofford, D. L. 2002. PAUP: phylogenetic analysis using parsimony and other methods. Version 4. Sunderland: Sinauer.
- Terra, M. C. N. S., Santos, R. M., Prado Júnior, J. A., Mello, J. M., Scolforo, J. R. S., Fontes, M. A. L., Schiavini, I., Reis, A. A., Bueno, I. T., Magno, L. F. S. & Ter Steege, H. 2018. Water availability drives gradients of tree diversity, structure and functional traits in the Atlantic-Cerrado-Caatinga transition, Brazil. *Journal of Plant Ecology* 11(6): 803-814.
- Torres, R. R., Lapola, D. M. & Gamarra, N. L. R. 2017. Future climate change in the Caatinga. *In* *Caatinga: the largest tropical dry forest region in South America* (J. M. C. Silva, I. R. Leal & M. Tabarelli, eds.). Springer, Cham. p. 383-410.
- Vega, I. L., Ayala, O. A., Organista, D. E. & Morrone, J. J. 1999. Historical relationships of the Mexican cloud forests: a preliminary vicariance model applying Parsimony Analysis of Endemicity to vascular plant taxa. *Journal of Biogeography* 26(6), 1299-1305.
- Velloso, A. L., Sampaio, E. V. S. B. & Pareyn, F. G. C. 2002. Ecorregiões propostas para o bioma Caatinga. Associação Plantas do Nordeste - Instituto de Conservação Ambiental - The Nature Conservancy do Brasil, Recife. 75 p.
- Vieira, L. T. A., Castro, A. A. J. F., Coutinho, J. M. C. P., Sousa, S. R., Farias, R. R. S., Castro, N. M. C. F. & Martins, F. R. 2019. A biogeographic and evolutionary analysis of the flora of the North-eastern Cerrado, Brazil. *Plant Ecology & Diversity* 12(5): 475-488.
- Werneck, F. P., Costa, G. C., Colli, G. R., Prado, D. E. & Sites Jr, J. W. 2011. Revisiting the historical distribution of Seasonally Dry Tropical Forests: new insights based on palaeodistribution modelling and palynological evidence. *Global Ecology and Biogeography* 20(2): 272-288.