

Fitossociologia da caatinga na Floresta Nacional de Açú, Estado do Rio Grande do Norte, Brasil, e entorno: diversidade e biogeografia do componente lenhoso

 [Carla Daniela Guedes Paiva¹](#),  [Marcelo Freire Moro^{2,3}](#),  [Leandro de Oliveira Furtado de Sousa¹](#) e  [Cristina Baldauf¹](#)

Como citar: Paiva, C.D.G., Moro, M.F., Sousa, L.O.F. & Baldauf, C. 2021. Fitossociologia da caatinga na Floresta Nacional de Açú, Estado do Rio Grande do Norte, Brasil, e entorno: diversidade e biogeografia do componente lenhoso. *Hoehnea* 48: e222020. <https://doi.org/10.1590/2236-8906-22/2020>

ABSTRACT - (Phytosociology of the caatinga in Floresta Nacional de Açú, Rio Grande do Norte, Brazil, and surroundings: diversity and biogeography of the woody layer). The semiarid region of Rio Grande do Norte State in the Northeast region of Brazil can be divided into two main geoenvironmental units: Sertaneja Depression and Potiguar Sedimentary Basin. Although the flora of sandy sedimentary basins is usually different from that of crystalline terrains, part of the Potiguar Basin has stony paleo-alluvial deposits, with rolled pebbles, imposing different edaphic conditions to the species. The Floresta Nacional de Açú is located on a stretch of the edge of the Potiguar Basin with pebble deposits, which make the soil stony. The objective of this work was to characterize the phytosociological structure of the caatinga in Floresta Nacional de Açú and its surroundings and to understand the biogeographic links of the local flora with other areas of the Caatinga. We selected areas in the interior and surroundings of FLONA and sampled 1,500 woody individuals, belonging to 33 species. The biogeographical links show that the stony edge of the Potiguar Basin is closer to the flora of the crystalline terrains than to the sandy terrains of other sandy sedimentary basins.

Keywords: brazilian semiarid region, plant biodiversity, xeric vegetation

RESUMO - (Fitossociologia na caatinga da Floresta Nacional de Açú, Rio Grande do Norte, Brasil, e entorno: Diversidade e biogeografia do componente lenhoso). O semiárido do Estado do Rio Grande do Norte pode ser dividido em duas unidades geoambientais principais: Depressão Sertaneja e a Bacia Sedimentar Potiguar. Embora a flora das bacias sedimentares arenosas normalmente seja diferente daquela dos terrenos cristalinos, parte da Bacia Potiguar possui depósitos paleo-aluvionares pedregosos, com seixos rolados, impondo à flora condições edáficas diferentes. A Floresta Nacional de Açú está localizada em um trecho da borda da Bacia Potiguar com depósitos de seixos, que tornam o solo pedregoso. O objetivo deste trabalho foi caracterizar a estrutura fitossociológica da caatinga na FLONA e arredores e compreender os vínculos biogeográficos da flora local em relação a outras áreas da Caatinga. Selecionamos áreas no interior e arredores da FLONA e amostramos 1500 indivíduos lenhosos, pertencentes a 33 espécies. Os vínculos biogeográficos mostram que a borda pedregosa da Bacia Potiguar tem mais proximidade com a flora dos terrenos cristalinos do que com terrenos arenosos de outras bacias sedimentares arenosas.

Palavras-chave: biodiversidade vegetal, semiárido brasileiro, vegetação xérica

Introdução

O domínio das Caatingas é uma extensa região tropical semiárida localizada no Nordeste do Brasil e norte do Estado de Minas Gerais (Moro *et al.* 2016). É uma área de precipitações reduzidas e chuvas concentradas no tempo e no espaço, erráticas, com eventos periódicos de seca (Nimer 1972). Tipicamente, as chuvas são concentradas em poucos meses do ano, com uma estação seca que, a depender da região, varia de seis a até mais de dez meses dentro de um ano (Nimer 1972, IBGE 2002).

O domínio da Caatinga tem dois grandes ambientes geomorfológicos principais: a Depressão Sertaneja, uma

extensa área de exposição do embasamento cristalino pré-cambriano, onde majoritariamente se desenvolveram solos rasos e pedregosos; e as bacias sedimentares e dunas continentais, a maior parte delas com solos arenosos e oligotróficos com latossolos e neossolos quartzarênicos pobres em nutrientes (Velloso *et al.* 2002, Moro *et al.* 2016). Entretanto, em algumas bacias sedimentares há extensos depósitos de calcário onde se desenvolveram solos eutróficos (Brito 1976, Sallun Filho & Karmann 2012, Moro *et al.* 2016).

Enquanto a Caatinga foi considerada ao longo de boa parte do século 20 como pobre em espécies e em endemismos, estudos florísticos e biogeográficos recentes mostraram que

1. Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Avenida Francisco Mota, 572, 59.625-900 Mossoró, RN, Brasil

2. Universidade Federal do Ceará, Instituto de Ciências do Mar, Avenida da Abolição 3207, 60165-081 Fortaleza, CE, Brasil

3. Autor para correspondência: bio_moro@yahoo.com.br

não só a riqueza de espécies e o número de endemismos eram bastante consideráveis (Queiroz *et al.* 2017, Fernandes *et al.* 2020), como que a flora da Caatinga pode ser dividida em subgrupos florísticos. Os dois principais subgrupos são os das caatingas *sensu stricto* das superfícies cristalinas da Depressão Sertaneja e as caatingas sobre as áreas arenosas (Moro *et al.* 2016). Essas áreas sobre os terrenos arenosos têm diversas espécies endêmicas especificamente desse subtipo de ambiente, que recebe nomes como caatingas de areia e, no Estado do Ceará, de carrasco (Araújo & Martins, 1999, Queiroz, 2006, Cardoso & Queiroz, 2007, Moro *et al.* 2016, Queiroz *et al.* 2017).

Baseado em diversos levantamentos florísticos publicados, Moro *et al.* (2016) fizeram uma meta-análise fitogeográfica geral para o semiárido. Nessas análises, é possível verificar que a flora das caatingas *sensu stricto*, que se desenvolvem sobre a Depressão Sertaneja (ambientes de origem cristalina com solos majoritariamente rasos e pedregosos) e a flora dos terrenos arenosos das bacias sedimentares, com solos arenosos e normalmente oligotróficos, onde se desenvolve a vegetação de caatingas de areia (Andrade *et al.* 2004, Araújo *et al.* 2011) possuem floras que constituem subgrupos florísticos bem distintos.

Baseando-se nesses estudos, é possível concluir que a flora dos terrenos arenosos tem uma identidade florística própria, adaptada ao substrato, inclusive com espécies e gêneros endêmicos (*e.g.* *Harpochillus*, *Apterokarpos*, *Dissothrix*, *Gradyana*, *Glischrothamnus*, etc - Queiroz *et al.* 2017). Já a Depressão Sertaneja e maciços residuais albergam a caatinga *sensu stricto*, com uma comunidade vegetal diferenciada dos terrenos arenosos das bacias sedimentares e que também possui espécies e gêneros endêmicos (*Espositoopsis*, *Holoregmia*, *Neesiochloa*, etc) (Queiroz *et al.* 2017). Um terceiro subgrupo florístico identificado foi o das caatingas arbóreas do norte do Estado de Minas Gerais. Nessas áreas, que possuem muitos depósitos de rochas calcárias, a caatinga atinge porte maior, também com identidade florística própria (Santos *et al.* 2012, Moro *et al.* 2016).

O norte do Estado do Rio Grande do Norte possui extensos depósitos de calcário na bacia sedimentar Potiguar (Maia & Bezerra 2015) e também paleo-depósitos sedimentares aluvionares, com presença de muitos seixos rolados, tornando trechos da bacia Potiguar áreas de solos pedregosos e não arenosos. E, ao contrário da região do Norte do Estado de Minas Gerais, na transição entre a Caatinga, o Cerrado e a Mata Atlântica, aqui temos climas bem mais secos, com baixa precipitação média anual (Nimer 1972). Entretanto, há áreas com solos ricos em nutrientes, derivados da decomposição de rochas calcárias (Marques *et al.* 2014), e diferentes em sua estrutura pedológica dos solos arenosos encontrados nas bacias do Tucano-Jatobá; Parnaíba ou nas Dunas do São Francisco, onde estão as caatingas de areia (Queiroz 2006, Cardoso & Queiroz, 2007, Moro *et al.*, 2016).

A riqueza de nutrientes dos solos do norte do Estado do Rio Grande do Norte, associada à abundância de água nos lençóis freáticos, motivou o desenvolvimento do agronegócio no Vale do Açu (RN), o qual se destaca pela produção de frutas tropicais voltadas à exportação (Santos

& Chaves 2014). Além do desmatamento intrínseco à implantação ou expansão de monocultivos, essas atividades agrícolas tecnificadas também provocam o crescimento das áreas urbanas, em função das inter-relações entre o campo e a cidade (Santos & Chaves 2014), aumentando a pressão sobre os remanescentes florestais. Na região do Baixo-Açu, o desmatamento sistemático da mata nativa para atender às necessidades do polo ceramista e de outras pequenas indústrias locais tem intensificado o grave quadro de devastação ambiental da região (Tavares *et al.* 2015). Este contexto evidencia a necessidade de conservação dos remanescentes de Caatinga do Estado do Rio Grande do Norte.

Apesar de hoje se reconhecer que o Domínio das Caatingas tem uma flora diversa, adaptada ao clima semiárido, incluindo uma quantidade considerável de espécies e gêneros endêmicos (Brazil Flora Group 2015, Queiroz *et al.* 2017), historicamente a Caatinga foi negligenciada por políticas públicas de conservação da natureza, que focavam especialmente as florestas úmidas, as quais atraíram mais atenção internacional e do público em geral. Apenas nas últimas décadas têm havido uma expansão da instalação de Unidades de Conservação (UCs) no Semiárido, mas a negligência histórica resultou em uma pequena cobertura de UCs no Domínio das Caatingas, com menos de 7,5% da sua extensão atualmente legalmente protegida, a maior parte dela como APAs, que são UCs que oferecem pequeno grau de proteção legal para a vegetação. No caso do Estado do Rio Grande do Norte, apenas 2,16% de sua superfície encontra-se em unidades de conservação (UCs), das quais oito são de Proteção Integral, treze de Uso Sustentável e uma não categorizada de acordo com o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (Teixeira & Venticinque 2014). Além disso, algumas destas UCs são de pequena extensão e cumpririam melhor suas funções ambientais caso fossem ampliadas, permitindo a manutenção de maiores populações animais e vegetais, viáveis para conservação no longo prazo.

Outro aspecto que afeta a efetividade de gestão destas unidades é a ausência de pesquisas acerca das questões ambientais da UC (Teixeira & Venticinque 2014), as quais são fundamentais para a elaboração dos planos de manejo destas áreas protegidas. Neste sentido e visando compreender a estrutura da vegetação, a diversidade vegetal e as afinidades biogeográficas da vegetação de caatinga na região de Açu, semiárido do Estado do Rio Grande do Norte, realizamos um levantamento fitossociológico do componente arbóreo-arbustivo, em trechos da FLONA de Açu e seu entorno, e comparamos essa área com outras áreas de caatinga. Os objetivos deste trabalho foram: 1) caracterizar a estrutura fitossociológica da Caatinga na FLONA de Açu e arredores; 2) compreender quais são os vínculos florísticos da flora lenhosa presente na borda da bacia sedimentar Potiguar, dado que, embora a área seja sedimentar, possui áreas com paleodepósitos aluvionares de seixos, deixando o solo pedregoso, diferente dos outros terrenos sedimentares, que normalmente são arenosos; e 3) discutir sobre a questão da conservação da vegetação da caatinga a partir da existência da FLONA de Açu, que é uma UC de pequena extensão territorial.

Material e métodos

Área de estudo - Esse estudo foi realizado na Floresta Nacional de Açú (FLONA) e no seu entorno (figura 1). A FLONA localiza-se no município de Açú, que está em sua totalidade inserido no Domínio das Caatingas, na região semiárida do Estado do Rio Grande do Norte (figura 1). O município estende-se sob as coordenadas 5°34'20''S e 36°54'33''W, com uma altitude média de 100 m. A FLONA compreende 218,46 hectares (ICMBIO 2018) e está na margem da bacia sedimentar Potiguar (Maia & Bezerra 2015), que é uma bacia de média extensão localizada no norte do Estado do Rio Grande do Norte (figura 1). Na Bacia Potiguar há trechos com extensos depósitos de calcário aflorantes, bem como depósitos aluvionares antigos, com presença de seixos rolados que recobrem os depósitos de calcário em trechos como os presentes nas áreas amostradas da FLONA, onde os solos são pedregosos e com seixos rolados, sem afloramentos de calcário aparente.

O clima da região é quente e semiárido, com precipitação anual de 750 mm, relevo caracterizado como suave ondulado e ondulado, com formação vegetal do tipo arbórea-arbustiva densa (IDEMA 2008). A Floresta Nacional de Açú é uma pequena unidade de conservação de uso sustentável localizada em um remanescente de vegetação de caatinga logo ao lado da sede urbana do município, e protege apenas uma pequena parte da vegetação de caatinga remanescente na região.

A amostragem foi feita em três áreas (figura 1): uma em um trecho no interior da FLONA, e duas áreas ao redor, em áreas da zona de amortecimento que futuramente podem ser incorporadas à UC. A área I corresponde ao trecho dentro da FLONA, nas coordenadas 5°33'35.67''S e 36°57'29.62''W. A área II corresponde a uma área de propriedade privada adjacente à FLONA, sem histórico claro de distúrbios antrópicos e posicionada nas coordenadas 5°33'31.66''S e 36°57'19.64''W. A área III também é um trecho privado adjacente à FLONA, localizada nas coordenadas 5°33'56.81''S e 36°57'41.93''W. Essa área difere das demais pelo seu histórico de uso, visto que ocorre extração de lenha para abastecimento das indústrias de cerâmica. A amostragem desses três pontos permite compor um quadro que representa a situação média de uma área de caatinga em bom estado de conservação (mas ainda assim exposta a impactos antrópicos típicos da região) como são tipicamente encontradas em trechos não desmatados próximas aos centros urbanos de pequena e média extensão da região.

Procedimentos metodológicos - O estudo sobre a biodiversidade vegetal da área foi desenvolvido por meio de amostragem fitossociológica voltada ao componente lenhoso (árvores e arbustos) usando o método de pontos-quadrantes (Moro & Martins 2011). Em cada uma das três áreas foram estabelecidas cinco linhas de caminhada (transeções) e, em cada linha, foram alocados 25 pontos-quadrantes, distribuídos em intervalos de 10 m cada. Em cada ponto foram registradas quatro plantas, totalizando um esforço amostral de 500 indivíduos por área e 1.500 no total. Na amostragem foram considerados apenas os indivíduos vivos que atendiam ao critério de inclusão pré-estabelecido de diâmetro na altura do solo de 3 cm ($DAS \geq 3\text{cm}$), conforme recomendado por

Rodal *et al.* (1992) e Moro & Martins (2011). Para todas as plantas amostradas, mediu-se a distância do indivíduo mais próximo de cada quadrante ao ponto e os valores alométricos de cada indivíduo arbóreo-arbustivo (perímetro e altura da planta), conforme estabelecido para o método (Moro & Martins 2011).

A identificação taxonômica foi efetuada mediante consulta aos Herbários MOSS e EAC (acrônimos de acordo com o Index Herbariorum - <http://sweetgum.nybg.org/science/ih/>), aos especialistas e por meio de literatura especializada (especialmente as monografias das Floras dos Estados do Rio Grande do Norte e do Ceará). A classificação das famílias e os nomes das espécies estão de acordo com a Flora do Brasil 2020 em construção (Jardim Botânico do Rio de Janeiro 2020). As exsiccatas das espécies amostradas foram depositadas no Herbário da Universidade Federal Rural do Semiárido, em Mossoró, Estado do Rio Grande do Norte (Herbário MOSS). Os dados brutos do levantamento fitossociológico realizado estão disponíveis nos suplementos digitais deste artigo.

Análise de dados - Parâmetros fitossociológicos - A partir dos dados obtidos nos 375 pontos (1.500 indivíduos) amostrados, calculamos os seguintes parâmetros fitossociológicos para cada espécie: abundância (número de indivíduos amostrados para cada espécie), densidade relativa, frequência relativa, dominância relativa e Índice de Valor de Importância - IVI (Moro & Martins 2011). Os parâmetros fitossociológicos foram calculados com o software Fitopac 2.0 (Shepherd 1995).

Rarefação, extrapolação e estimativa da riqueza total de espécies da área - Os 1.500 indivíduos amostrados foram atribuídos às suas respectivas espécies. A amostragem foi então rarefeita (interpolação de dados) com o software EstimateS (Colwell & Elsensohn 2014) para mostrar a riqueza de espécies esperada para cada esforço amostral. Para isso utilizamos a rarefação por abundância de indivíduos, onde o programa reamostra os dados 100 vezes e indica qual a riqueza esperada para cada intensidade amostral (Gotelli & Colwell 2011). Usamos também os algoritmos de extrapolação da amostra para estimar a riqueza esperada se ampliássemos o levantamento de 1.500 para 3.000 indivíduos (o dobro da nossa amostragem real) (Colwell *et al.*, 2012, Chao *et al.* 2014). Buscamos com isso verificar qual seria a riqueza esperada de espécies se nossa amostragem fosse duas vezes maior e com isso avaliar o quão completa foi nossa amostragem.

Biogeografia - Para compreender como a flora lenhosa da região de Açú se relaciona com a flora lenhosa dos três grandes subgrupos florísticos da Caatinga, a saber, a flora da caatinga de áreas sedimentares arenosas, a flora da caatinga de áreas cristalinas pedregosas (caatinga *sensu stricto*) e a flora da caatinga arbórea do Estado de Minas Gerais sobre calcário, nós selecionamos da literatura levantamentos florísticos e fitossociológicos com dados do componente lenhoso (Moro *et al.* 2016). A flora lenhosa desses levantamentos foi adicionada a um banco de dados com 2.037 registros de 602 espécies de plantas lenhosas da Caatinga, representando as caatingas *sensu stricto*, caatingas de áreas sedimentares arenosas e caatingas arbóreas sobre calcário do Estado de

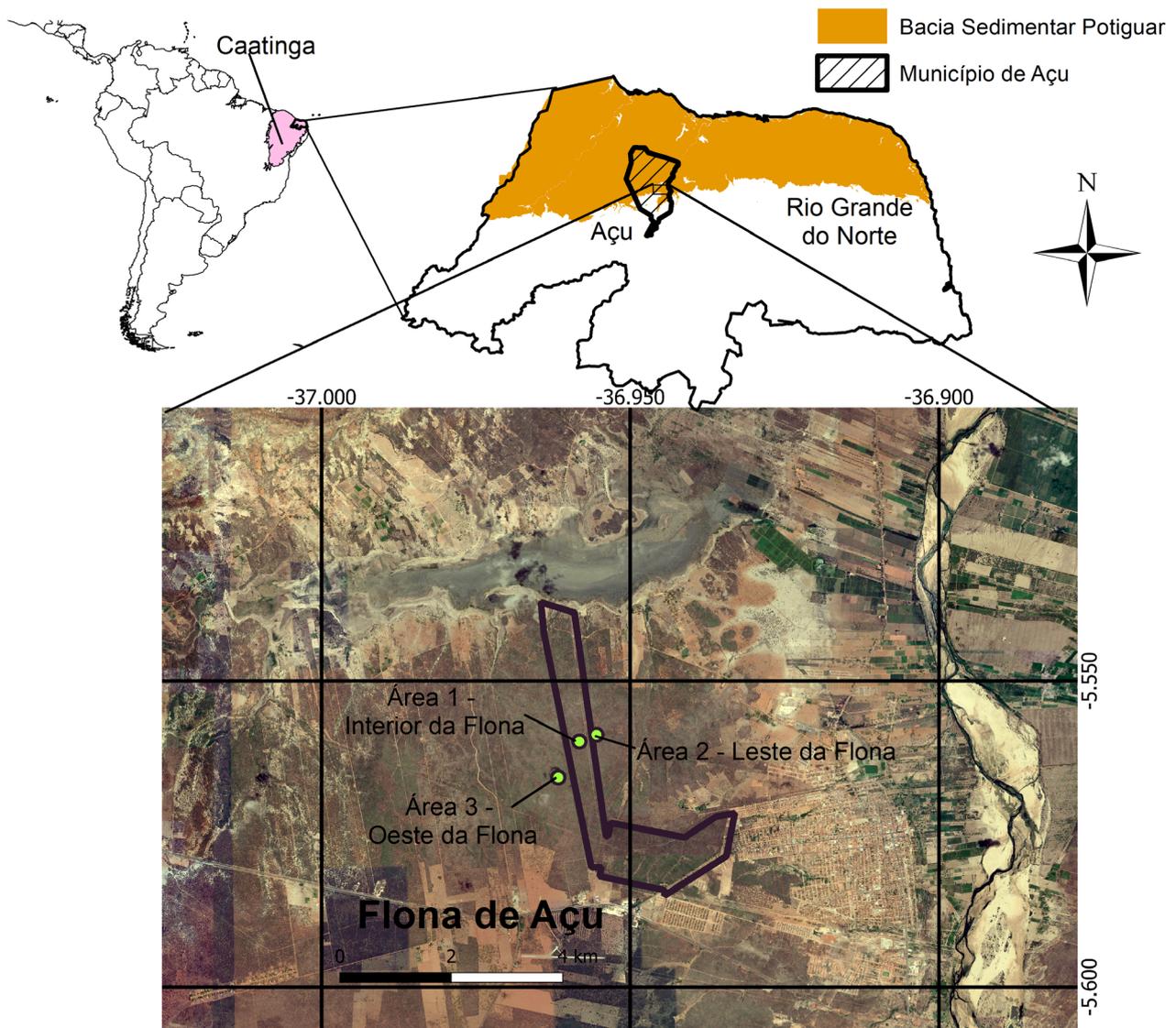


Figura 1. Localização geográfica do município de Açú, no semiárido do Estado do Rio Grande do Norte, e da Floresta Nacional de Açú (FLONA) dentro dele. Os três pontos dentro e ao redor da FLONA são as três áreas onde foram estabelecidos os pontos quadrantes.

Figure 1. Geographical location of Açú municipality in the semiarid region of Rio Grande do Norte State, Brazil. The map also shows the position of the Floresta Nacional de Açú (FLONA) within the municipality. The three dots represent the sites where we made our sampling using point-quadrat method.

Minas Gerais, totalizando, com nossos dados de Açú, 40 áreas em comparação. A base de dados foi transformada em uma matriz de presença-ausência de espécies lenhosas (espécies herbáceas não foram inseridas nessa comparação), a partir da ocorrência de cada espécie em cada local. A seguir, a matriz foi analisada através de métodos multivariados (Legendre & Legendre 2012). Para tanto, empregamos a distância de Sorensen e agrupamos as áreas usando o algoritmo UPGMA. Adicionalmente, realizamos uma ordenação das áreas pelo método de Nonmetric Multidimensional Scaling (NMDS). As análises multivariadas foram realizadas no software PAST (Hammer *et al.* 2001).

Os dados brutos com as medições alométricas de cada indivíduo, coletados em campo durante o levantamento, a localização das áreas de levantamento em formato KML e as referências bibliográficas dos estudos usados na comparação estão disponíveis para download no repositório

científico Figshare através do link: <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.7959419>

Resultados

Foram amostrados 1.500 indivíduos distribuídos em 33 espécies pertencentes a 17 famílias botânicas. A espécie mais abundante foi *Cenostigma bracteosum* (333 indivíduos), seguida por *Croton sonderianus* (254 indivíduos) e *Handroanthus impetiginosus* (191 indivíduos) (tabela 1). As famílias botânicas mais representativas da área foram Fabaceae (521 indivíduos e 10 espécies), Euphorbiaceae (320 indivíduos e cinco espécies) e Bignoniaceae (346 indivíduos e duas espécies). As outras 14 famílias somadas representaram apenas 313 indivíduos. Doze famílias possuíam apenas uma espécie na área, somando 225 indivíduos.

Rarefação e extrapolação - A rarefação e a interpolação de nossa amostragem sugerem que a riqueza total do local de

Tabela 1. Tabela fitossociológica da Floresta Nacional de Açú, Estado do Rio Grande do Norte, Brasil e arredores, com espécies em ordem decrescente de IVI. Abd: abundância. DeR: Densidade Relativa de cada espécie (%). FR: Frequência relativa de cada espécie (%). DOR: Dominância relativa (área basal) de cada espécie (%). IVI: Índice de Valor de Importância de cada espécie. Grau de ameaça de cada espécie. LC: Não preocupante. NE: Não avaliado. NT: Quase ameaçada.

Table 1. Phytosociological table of caatinga vegetation in the Floresta Nacional de Açú, Rio Grande do Norte State, Brazil and surroundings. Abd: abundance. DeR: Relative density of each species (%). FR: Relative frequency of each species (%). DOR: Relative dominance (basal area) of each species (%). IVI: Importance Value Index for each species. Threat category for the species. LC: Least concern. NE: Non evaluated. NT: Near threatened.

Espécies	Família	Abd	DeR	FR	DOR	IVI	Grau de ameaça / Endemismo
<i>Cenostigma bracteosum</i> (Tul.) E. Gagnon & G.P. Lewis	Fabaceae	333	22,20	21,57	48,52	92,29	NE / Endêmica
<i>Croton sonderianus</i> Müll.Arg.	Euphorbiaceae	254	16,93	13,61	8,75	39,29	NE / Endêmica
<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	Bignoniaceae	191	12,73	10,69	3,79	27,21	NT
<i>Adenocalymma cf. apparicianum</i> J.C.Gomes	Bignoniaceae	155	10,33	11,08	2,87	24,28	NE / Endêmica
<i>Cordia glazioviana</i> (Taub.) Gottschling & J.S. Mill.	Boraginaceae	65	4,33	3,79	7,75	15,87	NE / Endêmica
<i>Harpochilus paraibanus</i> F.K.S. Monteiro et al.	Acanthaceae	96	6,40	6,12	2,88	15,40	NE / Endêmica
<i>Bauhinia subclavata</i> Benth.	Fabaceae	87	5,80	6,41	2,20	14,41	NE / Endêmica
<i>Sebastiania brasiliensis</i> Spreng.	Euphorbiaceae	59	3,93	4,08	2,12	10,13	NE
<i>Erythroxylum pyan</i> Costa-Lima	Erythroxylaceae	43	2,87	3,89	1,00	7,75	NE / Endêmica
<i>Combretum leprosum</i> Mart.	Combretaceae	31	2,07	2,72	2,30	7,09	NE
<i>Piptadenia stipulacea</i> (Benth.) Ducke	Fabaceae	33	2,20	2,92	1,27	6,38	NE / Endêmica
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	Fabaceae	30	2,00	2,24	2,03	6,26	NE
<i>Aspidosperma pyriforme</i> Mart. & Zucc.	Apocynaceae	17	1,13	1,65	2,74	5,52	NE
<i>Astronium urundeuva</i> (M. Allemão) Engl.	Anacardiaceae	12	0,80	1,17	3,40	5,37	NE
<i>Cereus jamacaru</i> DC.	Cactaceae	14	0,93	0,97	1,27	3,17	NE / Endêmica
<i>Amburana cearensis</i> (Allemão) A. C. Sm.	Fabaceae	15	1,00	1,17	0,94	3,11	NT
<i>Guapira</i> sp.	Nyctaginaceae	11	0,73	0,97	1,14	2,85	-
<i>Eugenia</i> sp.	Myrtaceae	4	0,27	0,39	2,03	2,69	-
<i>Chloroleucon dumosum</i> (Benth.) G.P.Lewis	Fabaceae	12	0,80	1,17	0,39	2,36	NE / Endêmica
<i>Pilosocereus catingicola</i> subsp. <i>salvadorensis</i> (Werderm.) Zappi	Cactaceae	6	0,40	0,58	0,53	1,51	NE / Endêmica
<i>Mimosa tenuiflora</i> (Willd.) Poir.	Fabaceae	3	0,20	0,19	0,77	1,16	NE
<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.) Spreng.	Bixaceae	4	0,27	0,39	0,29	0,94	NE
<i>Trischidium molle</i> (Benth.) H.E.Ireland	Fabaceae	6	0,40	0,49	0,04	0,93	NE / Endêmica
<i>Varronia leucocephala</i> (Moric.) J.S. Mill.	Boraginaceae	3	0,20	0,29	0,41	0,90	NE / Endêmica
<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong	Euphorbiaceae	5	0,33	0,49	0,06	0,87	NE
<i>Pseudobombax marginatum</i> (A.St.-Hil., Juss. & Cambess.) A.Robyns	Malvaceae	4	0,27	0,29	0,27	0,82	LC
<i>Commiphora leptophloeos</i> (Mart.) J.B.Gillett	Burseraceae	1	0,07	0,10	0,15	0,32	NE
<i>Cnidocolus quercifolius</i> Pohl	Euphorbiaceae	1	0,07	0,10	0,06	0,22	NE / Endêmica
<i>Manihot carthagenensis</i> (Jacq.) Müll.Arg.	Euphorbiaceae	1	0,07	0,10	0,02	0,18	NE
<i>Libidibia ferrea</i> (Mart. ex Tul.) L.P. Queiroz	Fabaceae	1	0,07	0,10	0,02	0,18	NE / Endêmica
<i>Cynophalla flexuosa</i> (L.) J.Presl	Capparaceae	1	0,07	0,10	0,01	0,18	NE
<i>Pityrocarpa moniliformis</i> (Benth.) Luckow & R.W.Jobson	Fabaceae	1	0,07	0,10	0,01	0,17	NE / Endêmica
<i>Ximena americana</i> L.	Olcaceae	1	0,07	0,10	0	0,17	NE

estudos se aproxima da estabilidade com os 1.500 indivíduos registrados. A riqueza total capturada por este trabalho foi de 33 espécies para os 1.500 indivíduos amostrados e a extrapolação estima que, para um esforço amostral duas vezes maior que o realizado, seriam esperadas 39 espécies, apenas seis a mais que o efetivamente registrado por nossa fitossociologia (figura 2).

Biogeografia - Quando comparamos a flora lenhosa da FLONA com outras áreas de caatinga, vemos que a flora das caatingas das bacias sedimentares arenosas formou um grupo florístico bastante coeso. A flora da caatinga sensu strictu das áreas cristalinas (normalmente com solos rasos e pedregosos) formou um segundo grupo e a flora das caatingas arbóreas do norte do Estado de Minas Gerais (em uma região com muitos afloramentos calcários) formou um terceiro grupo, mais próximo das caatingas sensu strictu do que das caatingas de areia das bacias sedimentares. Os grupos florísticos foram consistentes tanto nas análises de agrupamento quanto de ordenação (figuras 3 e 4). A flora lenhosa de Açú ficou agrupada em meio às caatingas sensu strictu da Depressão Sertaneja, com maior proximidade com a caatinga sensu strictu da Depressão Sertaneja do Estado do Ceará (figuras 3 e 4). Deste modo, embora da FLONA de Açú esteja localizada na Bacia Sedimentar Potiguar, sua flora é semelhante à flora da caatinga da Depressão Sertaneja.

Discussão

A riqueza amostrada está dentro do intervalo de riqueza esperada para a vegetação de caatinga (Moro *et al.* 2015). A riqueza aqui registrada para árvores e arbustos é semelhante àquela de outras áreas de caatinga sensu stricto (Amorim *et al.* 2005, Fabricante & Andrade 2007, Costa & Araújo 2012), e normalmente inferior às áreas de caatinga de terrenos arenosos (Araújo *et al.* 1999, Lima *et al.* 2011), as quais são mais diversas em sua flora lenhosa. Os métodos de extrapolação mostram que seria esperado um total de 39 espécies, seis a mais que o registrado aqui, caso tivéssemos empreendido um esforço amostral duas vezes maior que aquele que fizemos (figura 2). Assim, consideramos nossa amostragem representativa para a flora lenhosa do trecho investigado da FLONA e seu entorno.

Apesar disso, é importante destacar que proporção significativa da riqueza florística da vegetação de caatinga está concentrada no componente herbáceo, e não no lenhoso. É o caso para a FLONA de Açú, onde um estudo fitossociológico voltado às plantas herbáceas amostrou 38 espécies não lenhosas (Miranda *et al.* 2007), riqueza maior que a de plantas lenhosas amostradas por nós. O mesmo ocorreu na Estação Ecológica de Serra Negra, também no Estado do Rio Grande do Norte, onde o número de espécies herbáceas (209 spp. herbáceas, 31 spp. subarbustivas e 27 spp. trepadeiras herbáceas) foi muito maior que o de plantas

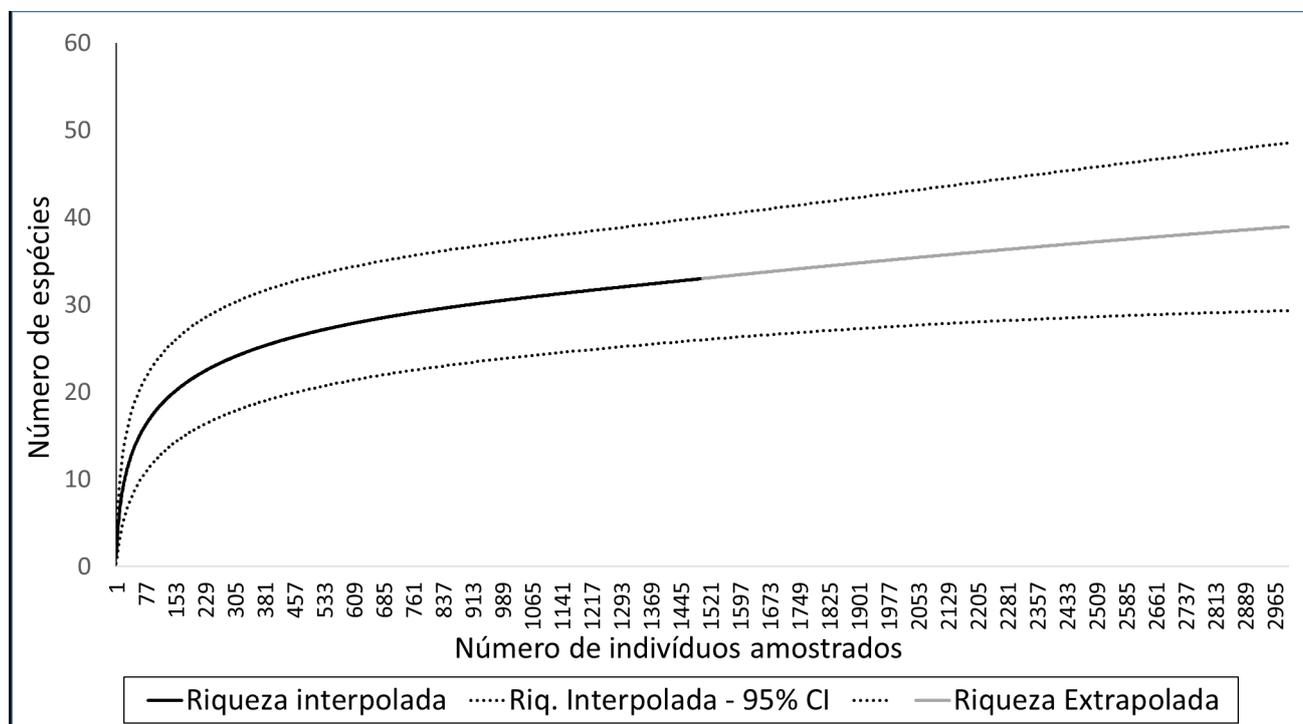


Figura 2. Riqueza interpolada (rarefeita com 100 repetições - linha preta) da amostra de 1.500 indivíduos feita na Floresta Nacional de Açú, Estado do Rio Grande do Norte, Brasil e entorno, e a riqueza extrapolada (extrapolação - linha cinza) para 3.000 indivíduos. A linha pontilhada representa o intervalo de confiança de 95% para 100 reamostragens.

Figure 2. Interpolated Richness (rarefied with 100 resampling - black solid line) of our sampling of 1500 individuals in the Floresta Nacional de Açú, Rio Grande do Norte State, Brazil and its surroundings, and the extrapolated richness (grey solid line) for 3000 individuals. The dashed line is the 95% confidence interval based on 100 resampling.

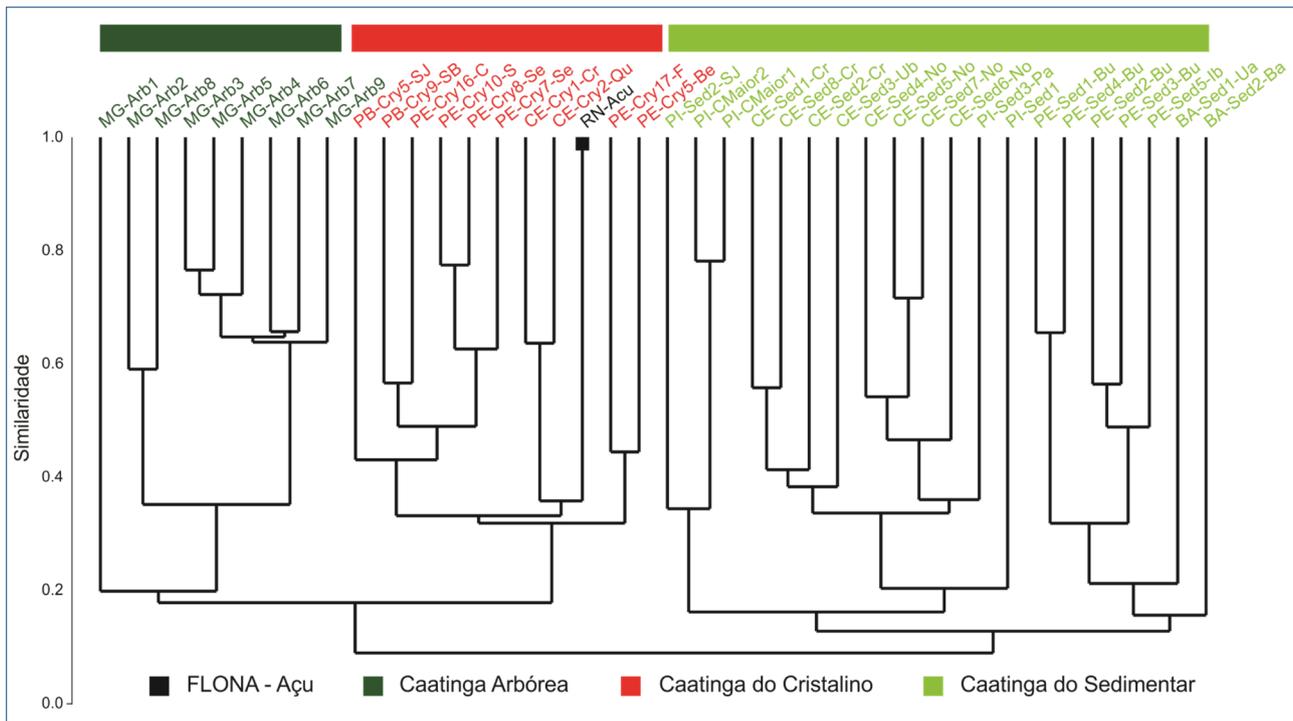


Figura 3. Análise de agrupamento pelo algoritmo UPGMA com índice de Sorensen (Bray-Curtis) de 40 áreas de caatinga, mostrando a relação florística entre a flora lenhosa da Floresta Nacional de Açú (área RN-Acu), Estado do Rio Grande do Norte, Brasil com a flora lenhosa das caatingas das áreas arenosas das principais bacias sedimentares do Nordeste (códigos em verde claro); a caatinga sensu stricto da das áreas cristalinas da Depressão Sertaneja (códigos em vermelho); e da caatinga arbórea de áreas com calcário do norte do Estado de Minas Gerais (códigos em verde escuro). A correlação cofenética foi de 0,8959. Os códigos de cada área comparada no gráfico são compostos pela sigla de cada Estado brasileiro onde o levantamento foi feito - BA: Bahia; CE: Ceará; MG: Minas Gerais; PB: Paraíba; PI: Piauí; PE: Pernambuco; RN: Rio Grande do Norte; seguido de uma sigla para cada subtipo de caatinga estudada - Cry: caatinga sensu stricto das áreas cristalinas da Depressão Sertaneja; Sed: caatinga das áreas sedimentares arenosas; Arb: caatinga arbórea do Estado de Minas Gerais). Para ver as referências bibliográficas de cada área, por favor, consulte os dados suplementares do artigo.

Figure 3. Multivariate Group analysis using UPGMA algorithm using Sorensen (Bray-Curtis) index showing the floristic relationship between the Floresta Nacional de Açú flora, Rio Grande do Norte State, Brazil (code 'RN-Acu') and other 40 caatinga sites. We compared our site with sites on sandy sedimentary basins (codes in light green), on the crystalline basement of Sertaneja Depression (codes in red), and arboreal caatinga on limestone landscapes of northern of Estado de Minas Gerais (codes in dark green). The cophenetic correlation was 0.8959. The code of each site in the graph is composed by the acronym of the Brazilian state where the study was made - BA: Bahia; CE: Ceará; MG: Minas Gerais; PB: Paraíba; PI: Piauí; PE: Pernambuco; RN: Rio Grande do Norte); followed by an acronym for each subtype of caatinga compared - Cry: caatinga sensu stricto of crystalline areas in the Depressão Sertaneja lowlands; Sed: caatinga of sandy areas in the sedimentary basins of the region; Arb: arboreal caatinga of Minas Gerais State). To access the bibliographic reference of each site, please, consult the Supplementary data.

lenhosas, que somaram apenas 16 espécies de árvores, oito de arbustos e 15 de trepadeiras lenhosas (Queiroz *et al.* 2015).

De modo geral, a flora da caatinga sensu stricto é muito rica em terófitas (Queiroz *et al.* 2015, Costa *et al.* 2016, Moro *et al.* 2016). Para o Seridó, a riqueza de plantas registradas aumentou de poucas dezenas de árvores e arbustos para mais de 300 espécies quando os levantamentos focaram também no componente herbáceo (Queiroz *et al.* 2015). Um avanço considerável do conhecimento sobre a flora da FLONA e da região de Açú será produzir um levantamento da flora geral, coletando também as plantas herbáceas, o que, embora não tenha sido o objetivo deste trabalho, poderá revelar o quadro geral da riqueza vegetal da região. Estudo taxonômico da família Fabaceae na FLONA de Açú (Amorim *et al.* 2016), por exemplo, registrou 37 espécies distribuídas em 22 gêneros, sendo 37,8% das espécies de hábito herbáceo, e estudo fitossociológico das plantas herbáceas da FLONA reportou 38 espécies (Miranda *et al.* 2007), o que demonstra a expressividade deste estrato na FLONA.

Entretanto, para o trecho de caatinga amostrado, cremos que a riqueza de plantas lenhosas registrada é representativa. Baseando-nos na análise de extrapolação, concluímos que capturamos proporção significativa da riqueza botânica lenhosa da área. Essa flora lenhosa, quando comparada com os três grandes subgrupos florísticos do Domínio da Caatinga, mostrou afinidades florísticas claras com a flora da Depressão Sertaneja (especialmente as do Estado do Ceará).

Embora a FLONA de Açú esteja sobre a Bacia Sedimentar Potiguar, ela está localizada na borda da bacia, margeando a Depressão Sertaneja (o município de Açú, por exemplo, engloba tanto a Depressão Sertaneja quanto a bacia sedimentar Potiguar - ver mapa da figura 1). Apesar da cobertura sedimentar, a área se localiza em um depósito paleo-aluvial, com muitos seixos rolados depositados. Com isso, em vez de solos arenosos, comuns nas bacias sedimentares com arenito, temos aqui um solo bastante pedregoso, que aparenta ser semelhante ecologicamente aos solos pedregosos das áreas cristalinas. A semelhança

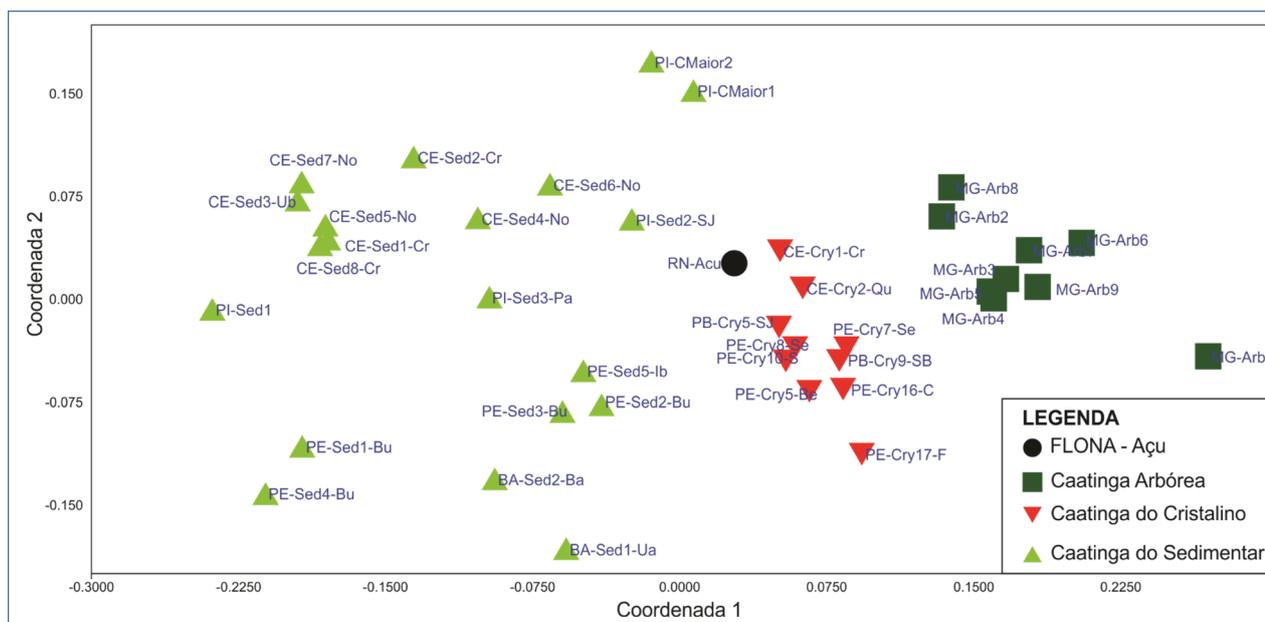


Figura 4. Análise de ordenação pelo método de Nonmetric Multidimensional Scaling (NMDS) com índice de Sorensen (Bray-Curtis) de 40 áreas de caatinga, mostrando a relação florística entre a flora lenhosa da Floresta Nacional de Açú, Estado do Rio Grande do Norte, Brasil (círculo preto) com a flora lenhosa das caatingas das áreas arenosas das principais bacias sedimentares do Nordeste (triângulos verdes); a caatinga sensu stricto das áreas cristalinas da Depressão Sertaneja (triângulos invertidos vermelhos); e da caatinga arbórea de áreas com calcário do norte do Estado de Minas Gerais (quadrados verdes). Stress da NMDS: 0,1758. Os códigos de cada área comparada no gráfico são compostos pela sigla de cada Estado brasileiro onde o levantamento foi feito - BA: Bahia; CE: Ceará; MG: Minas Gerais; PB: Paraíba; PI: Piauí; PE: Pernambuco; RN: Rio Grande do Norte; seguido de uma sigla para cada subtipo de caatinga estudada - Cry: caatinga sensu stricto das áreas cristalinas da Depressão Sertaneja; Sed: caatinga das áreas sedimentares arenosas; Arb: caatinga arbórea do Estado de Minas Gerais). Para ver as referências bibliográficas de cada área, por favor, consulte os Dados suplementares do artigo.

Figure 4. Multivariate ordination analysis using Nonmetric Multidimensional Scaling (NMDS) with Sorensen (Bray-Curtis) index showing the floristic relationship between the Floresta Nacional de Açú, Rio Grande do Norte, Brazil flora and other 40 caatinga sites. Floresta Nacional de Açú is represented by a black dot, sandy sedimentary basins are represented by green triangles; caatinga sensu stricto from crystalline sites of the Sertaneja Depression are represented by inverted red triangles; Arboreal caatinga of limestone landscapes of northern Minas Gerais State are represented by green squares. NMDS Stress: 0.1758. The code of each site in the graph is composed by the acronym of the Brazilian state where the study was made - BA: Bahia; CE: Ceará; MG: Minas Gerais; PB: Paraíba; PI: Piauí; PE: Pernambuco; RN: Rio Grande do Norte; followed by an acronym for each subtype of caatinga compared - Cry: caatinga sensu stricto of crystalline areas in the Depressão Sertaneja lowlands; Sed: caatinga of sandy areas in the sedimentary basins of the region; Arb: arboreal caatinga of Minas Gerais State. To access the bibliographic reference of each site, please, consult the Supplementary data.

biogeográfica dessa área com a caatinga Estado do Ceará não é totalmente surpreendente, pois a bacia Potiguar faz fronteira com o Estado do Ceará e as caatingas sobre a bacia Potiguar são contíguas com as caatingas da Depressão Sertaneja adjacente. Talvez a Borborema seja uma barreira para algumas espécies, justificando a maior semelhança de Açú com o Estado do Ceará, em vez de se agrupar com áreas dos Estados da Paraíba e de Pernambuco. A existência de solos pedregosos em Açú, somados à proximidade geográfica com a Depressão Sertaneja, explicam a flora típica da caatinga sensu stricto na FLONA.

Esta é, segundo nosso conhecimento, a primeira comparação fitogeográfica da flora da bacia Potiguar com outras áreas dentro do semiárido (figuras 3 e 4). Creemos que os avanços de conhecimento principal sobre a biodiversidade vegetal da bacia Potiguar virão de duas abordagens. A primeira será de levantamentos florísticos sobre os afloramentos calcários da bacia e também em solos derivados diretamente de rochas calcárias, que devem possuir condições edáficas diferentes daquelas encontradas na FLONA. Outro grande

avanço será do levantamento extensivo do componente herbáceo junto com o lenhoso. Queiroz *et al.* (2015) ampliou muito o conhecimento florístico sobre o Seridó quando focou no componente herbáceo. Levantamentos da flora geral, e não só de plantas lenhosas, em diferentes trechos da bacia Potiguar certamente trarão avanços importantes para o conhecimento da biodiversidade vegetal do Estado do Rio Grande do Norte.

Entendemos que a FLONA de Açú é uma área importante de referência para a conservação da biodiversidade da caatinga potiguar. Em primeiro lugar, devido ao extenso desmatamento da caatinga do Vale do Açú, derivado das atividades produtivas da região, onde o uso de lenha da vegetação nativa é uma fonte relevante de energia. Em segundo lugar, pela presença de espécies endêmicas do Brasil na UC. Mesmo possuindo pequeno tamanho, a FLONA e seu entorno abrigam pelo menos 16 espécies endêmicas, registradas por nós. A vasta maioria das espécies ainda não foi avaliada quanto ao grau de ameaça de extinção pelo Centro Nacional de Conservação da Flora (CNCFlora - <http://>

cncflora.jbrj.gov.br/portal), mas duas espécies, *Handroanthus impetiginosus* e *Amburana cearensis*, são consideradas Quase Ameaçadas, o que é especialmente grave no contexto de desmatamento e fragmentação pelo qual a Caatinga vem passando.

Outro aspecto acerca da necessidade de conservação da FLONA refere-se à sua conectividade com a Lagoa do Piató, a qual garante a integridade ecológica desse manancial de grande importância econômica para centenas de pescadores artesanais das comunidades do entorno da UC. Do ponto de vista dos benefícios socioambientais, a FLONA apoia um conjunto de relevantes pesquisas científicas sobre a Caatinga, bem como promove diversas atividades de Educação Ambiental e pode ser potencialmente um espaço de lazer para a população de Açu. Considerando o elevado grau de degradação ao qual a caatinga está submetida, a FLONA também pode se tornar uma área para fornecer sementes e experimentos de restauração ecológica no Estado do Rio Grande do Norte, que poderão subsidiar projetos de recuperação de ambientes degradados no Estado.

Além dos impactos ambientais já mencionados, a expansão urbana também exerce grande pressão sobre a reduzida área da FLONA (Teixeira & Venticinquê 2014). Neste contexto, seria extremamente desejável a ampliação da área da unidade. Tendo em vista a quantidade de empreendimentos geradores de impacto ambiental no município e na região de Açu (agronegócio, polo ceramista, linhas de transmissão de energia, usina fotovoltaica, entre outros), acreditamos que deveria haver um esforço por parte do governo federal para a aquisição de novas áreas ao redor da FLONA, com vistas à ampliação da UC como compensação das diversas atividades econômicas degradadoras que vêm ocorrendo na Caatinga potiguar. A ampliação da FLONA indubitavelmente ajudaria a garantir a viabilidade ecológica de suas populações naturais, bem como dos processos ecossistêmicos nesta área. Finalmente, destacamos nossa preocupação em relação à recente mudança organizacional na gestão da FLONA de Açu junto com outras duas unidades de conservação (Estação Ecológica do Castanhão e Parque Nacional da Fuma Feia) feita pelo governo federal. Tal rearranjo implicou no desmonte da equipe local de gerenciamento da FLONA e na transferência da chefia desta unidade para o município de Mossoró, o que em nosso entendimento enfraquece a gestão ambiental da FLONA. A ausência da chefia e demais funcionários nesta unidade de conservação certamente aumentará as ameaças que já vem sofrendo, comprometendo a conservação deste importante remanescente da Caatinga no Estado do Rio Grande do Norte.

Dados suplementares - Dados suplementares a este artigo, incluindo os dados brutos de fitossociologia com as medições de todos os indivíduos em campo, as referências bibliográficas dos estudos incluídos em nossas análises biogeográficas e a matriz usada nas análises estão disponíveis através do link: <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.7959419>

Agradecimentos

Agradecemos ao Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, especialmente ao gestor da FLONA de

Açu, Antônio Mauro dos Anjos, e ao funcionário “Irmão”, pelo suporte durante os trabalhos de campo. Agradecemos também aos membros do Laboratório de Etnoecologia e Biodiversidade da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, pelo apoio ao projeto. C.B. agradece ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), pela Bolsa de Produtividade em Pesquisa (Processo 308628/2016-0). Agradecemos a Mário Sérgio Duarte Branco, por preparar e formatar as figuras dos gráficos para esta publicação.

Conflitos de interesse

Não há conflitos de interesse.

Contribuição dos Autores

Carla Paiva: Concebeu o projeto junto com Marcelo Moro e Cristina Baldauf, executou as coletas de dados em campo, analisou dados sob supervisão de Marcelo Moro e trabalhou na escrita do artigo.

Marcelo Moro: Participou na concepção do projeto junto com Carla Paiva e Cristina Baldauf, acompanhou Carla Paiva em alguns campos, orientou Carla Paiva nas análises de dados, e trabalhou na escrita do artigo.

Leandro Sousa: Identificou as espécies coletadas e deu suporte a Carla Paiva no trabalho de campo. Revisou o manuscrito.

Cristina Baldauf: Participou na concepção do projeto junto com Carla Paiva e Marcelo Moro. Orientou o trabalho como um todo. Participou na estruturação do manuscrito e leu e deu contribuições ao texto até sua versão final.

Literatura citada

- Amorim I.L., Sampaio E.V.S.B. & Araújo E.L.** 2005. Flora e estrutura da vegetação arbustivo-arbórea de uma área de caatinga do Seridó, RN, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 19: 615-23.
- Amorim L.D.M., Sousa L.O.F., Oliveira F.F.M., Camacho R.G.V. & Melo J.I.M.** 2016. Fabaceae na Floresta Nacional (FLONA) de Assú, semiárido potiguar, Nordeste do Brasil. *Rodriguésia* 67: 105-23.
- Andrade K.V.S.A., Rodal M.J.N., Lucena M.D.F.A. & Gomes A.P.S.** 2004. Composição florística de um trecho do Parque Nacional do Catimbau, Buíque, Pernambuco - Brasil. *Hoehnea* 31: 337-48.
- Araújo F.S. & Martins F.R.** 1999. Fisionomia e organização da vegetação do carrasco no Planalto da Ibiapaba, estado do Ceará. *Acta Botanica Brasilica* 13: 1-13.
- Araújo F.S., Martins F.R. & Shepherd G.J.** 1999. Variações estruturais e florísticas do carrasco no planalto da Ibiapaba, estado do Ceará. *Revista Brasileira de Biologia* 59: 663-678.
- Araújo F.S., Costa R.C., Lima J.R., Vasconcelos S.F., Girão L.C. & Souza Sobrinho M., et al.** 2011. Floristics and life-forms along a topographic gradient, central-western Ceará, Brazil. *Rodriguésia* 62: 341-66.

- Brazil Flora Group** 2015. Growing knowledge: an overview of Seed Plant diversity in Brazil. *Rodriguésia* 66: 1085-113.
- Brito L.M.** 1976. História geológica das bacias sedimentares do Nordeste do Brasil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 48: 463-74.
- Cardoso D.B.O.S. & Queiroz L.P.** 2007. Diversidade de Leguminosae nas Caatingas de Tucano, Bahia: implicações para a fitogeografia do semi-árido do Nordeste do Brasil. *Rodriguésia* 58: 379-391
- Chao A., Gotelli N.J., Hsieh T.C., Sander E.L., Ma K.H. & Colwell R.K., et al.** 2014. Rarefaction and extrapolation with Hill numbers: a framework for sampling and estimation in species diversity studies. *Ecological Monographs* 84: 45-67.
- Colwell R.K., Chao A., Gotelli N.J., Lin S-Y., Mao C.X. & Chazdon R.L., et al.** 2012. Models and estimators linking individual-based and sample-based rarefaction, extrapolation and comparison of assemblages. *Journal of Plant Ecology* 5: 3-21.
- Colwell R.K. & Elsensohn J.E.** 2014. EstimateS turns 20: Statistical estimation of species richness and shared species from samples, with non-parametric extrapolation. *Ecography* 37: 609-13.
- Costa A.C.M., Moro M.F. & Martins F.R.** 2016. Raunkiaerian life-forms in the Atlantic forest and comparisons of life-form spectra among Brazilian main biomes. *Brazilian Journal of Botany* 39: 833-44.
- Costa R.C. & Araújo F.S.** 2012. Physiognomy and structure of a caatinga with *Cordia oncocalyx* (Boraginaceae), a new type of community in Andrade-Lima's classification of caatingas. *Rodriguésia* 63: 269-76.
- Fabricante J.R. & Andrade L.A.** 2007. Análise estrutural de um remanescente de caatinga no seridó paraibano. *Oecologia Brasiliensis* 11: 341-49.
- Fernandes M.F., Cardoso D. & Queiroz L.P.** 2020. An updated plant checklist of the Brazilian Caatinga seasonally dry forests and woodlands reveals high species richness and endemism. *Journal of Arid Environments* 174: 104079.
- Gotelli N.J. & Colwell R.K.** 2011. Estimating species richness. In: Magurran A.E., McGill B.J. (eds). *Biological diversity: frontiers in measurement and assessment*. Oxford University Press, Oxford., pp. 39-54.
- Hammer Ø., Harper D.A.T. & Ryan D.T.** 2001. PAST: paleontological statistics software package for education and data analysis. *Electronica* 4: 1-9.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.** 2002. Mapa de clima do Brasil. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro.
- ICMBIO - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade.** 2018. Flona de Açu. Disponível em <http://www.icmbio.gov.br/portal/unidadesdeconservacao/biomas-brasileiros/caatinga/unidades-de-conservacao-caatinga/2124-flona-de-acu> (acesso em 21-IV -2018).
- IDEMA (Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente - RN).** 2008. Perfil do seu município. Disponível em <http://www.idema.rn.gov.br/Conteudo.asp?TRAN=PASTAC&TARG=875&ACT=&PAGE=&PARM=&LBL> (acesso em 21-IV -2018).
- Jardim Botânico do Rio de Janeiro.** 2020. Flora do Brasil 2020 (em construção). Disponível em < <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/> > (acesso em 21-IV -2018).
- Legendre P. & Legendre L.** 2012. *Numerical Ecology*. Elsevier, Amsterdam.
- Lima J.R., Sampaio E.V.S.B., Rodal M.J.N. & Araújo F.S.** 2011. Physiognomy and structure of a seasonal deciduous forest on the semiarid Ibiapaba plateau, Ceará, Brazil. *Rodriguésia* 62: 379-389
- Maia R.P. & Bezerra F.H.R.** 2015. Potiguar Basin: diversity of landscapes in the Brazilian Equatorial Margin. In: Vieira B.C., Salgado A.A.R., Santos L.J.C. (eds). *Landscapes and landforms of Brazil*. Springer, New York, pp. 147-56.
- Marques F.A., Nascimento A.F., Araújo Filho J.C. & Silva A.B.** 2014. Solos do Nordeste. EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária), Brasília.
- Miranda M.A.S., Maracajá P.B. & Sousa D.D., et al.** 2007. A flora herbácea na flona - Flona de Açu - RN. *Agropecuária Científica no Semi-Árido* 3: 31-43
- Moro M.F., Araújo F.S., Rodal M.J.N. & Martins F.R.** 2015. Síntese dos estudos florísticos e fitossociológicos realizados no semiárido brasileiro. In: Eisenlohr P.V., Felfili J.M., Melo M.M.R.F., Andrade L.A., Meira Neto J.A.A., (eds). *Fitossociologia no Brasil: métodos e estudos de caso - Vol II*. Editora da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. pp. 412-51.
- Moro M.F. & Martins F.R.** 2011. Métodos de levantamento do componente arbóreo-arbustivo. In: Felfili J.M., Eisenlohr P.V., Melo M.M.R.F., Andrade L.A., Meira Neto J.A.A. (eds). *Fitossociologia no Brasil: métodos e estudos de caso - Volume I*. Editora da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. pp. 174-212.
- Moro M.F., Nic Lughadha E., Araújo F.S. & Martins F.R.** 2016. A Phytogeographical Metaanalysis of the Semiarid Caatinga Domain in Brazil. *The Botanical Review* 82: 91-148.
- Nimer E.** 1972. Climatologia da Região Nordeste do Brasil: introdução à climatologia dinâmica. *Revista Brasileira de Geografia* 34: 3-51.
- Queiroz L.P.** 2006. The Brazilian caatinga: phytogeographical patterns inferred from distribution data of the Leguminosae. In: *Neotropical savannas and dry forests: Plant diversity, biogeography, and conservation*. Taylor & Francis CRC Press, Boca Raton, pp. 121-157
- Queiroz L.P., Cardoso D., Fernandes M.F. & Moro M.F.** 2017. Diversity and Evolution of Flowering Plants of the Caatinga Domain. In: *Caatinga: The Largest Tropical Dry Forest Region in South America*. Cham: Springer International Publishing, pp. 23-63.
- Queiroz R.T., Moro M.F. & Loiola M.I.B.** 2015. Evaluating the relative importance of woody versus non-woody plants for alpha-diversity in a semiarid ecosystem in Brazil. *Plant Ecology and Evolution* 148: 361-76.
- Rodal M.J.N., Sampaio E.V.D.S.B. & Figueiredo M.A.** 1992. Manual sobre métodos de estudo florístico e fitossociológico - Ecossistema Caatinga. Sociedade Botânica do Brasil.

- Sallun Filho W. & Karmann I.** 2012. Províncias cársticas e cavernas no Brasil. In: Hasui Y, Carneiro C.D.R., Almeida F.F.M., Bartorelli A. (eds). Geologia do Brasil. Beca, São Paulo, pp. 629-41.
- Santos C.D. & Chaves M.L.J.** 2014. Difusão do agronegócio e urbanização no Nordeste: as regiões produtivas do agronegócio da soja no oeste da Bahia e da fruticultura no baixo curso do rio Açú/Jaguaribe (CE/RN). Geografia Ensino & Pesquisa 18: 39-56.
- Santos R.M., Oliveira-Filho A.T. & Eisenlohr P.V., et al.** 2012. Identity and relationships of the Arboreal Caatinga among other floristic units of seasonally dry tropical forests (SDTFs) of north-eastern and Central Brazil. Ecology and Evolution 2: 409-428.
- Shepherd G.J.** 1995. FITOPAC 1: Manual do usuário. Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- Tavares M.A.M.E., Tavares S.R.L. & Moreira I.T.** 2015. A produção de briquetes para amenizar a pressão antrópica sobre o bioma Caatinga na região do baixo-açú potiguar. Holos 31: 256-70.
- Teixeira M.G. & Venticinquê E.M.** 2014. Fortalezas e fragilidades do Sistema de Unidades de Conservação potiguar. Desenvolvimento e Meio Ambiente 29: 113-26.
- Velloso A.L., Sampaio E.V.S.B. & Pareyn F.G.C.** 2002. Ecorregiões propostas para o bioma caatinga. Associação Plantas do Nordeste. The Nature Conservancy do Brasil, Recife.

Recebido: 26.03.2020

Aceito: 23.11.2020

Editor Associado: Natália Macedo Ivanauskas

