

## FITOSSOCIOLOGIA E DIVERSIDADE DO COMPONENTE ARBUSTIVO-ARBÓREO DE UMA ÁREA DE RESERVA LEGAL DA CAATINGA

### *PHYTOSOCIOLOGY AND DIVERSITY OF THE SHRUB-TREE COMPONENT IN A LEGAL RESERVE AREA OF CAATINGA*

Cinthia Andrade Sousa, Leonardo Chalegre Alves, Joyce Dávilla Rodrigues de Moura, Edson Gomes de Moura Júnior, Daniel Salgado Pifano\*

Universidade Federal do Vale do São Francisco, Rod. BR 407, Km 12, Lote 543, s/nº - C1, CEP 56300-990, Petrolina/PE, Brasil. daniel.pifano@univasf.edu.br

#### RESUMO

O objetivo deste estudo foi conhecer a fitossociologia e a diversidade taxonômica do componente arbustivo-arbóreo em uma reserva legal da Caatinga e avaliar a relação entre abundância das espécies com características edáficas. Realizou-se um levantamento fitossociológico, alocando-se 25 parcelas sistematizadas com área de 400m<sup>2</sup> cada. O critério de inclusão dos indivíduos avaliados nas parcelas foi a circunferência na altura do solo (CAS)  $\geq 15,8$  cm e altura ( $> 1,5$  m). A comunidade arbórea da área de estudo foi analisada quanto a riqueza, abundância, composição, diversidade (através do índice de Shannon – H') equabilidade (através do índice de Pielou – J') e parâmetros fitossociológicos das espécies (área basal, densidade, frequência, dominância, valor de cobertura e valor de importância). Adicionalmente, dentro de cada parcela foram coletadas amostras de solo em duas profundidades (0-20cm e de 20-40cm) para mensuração em laboratório de 13 variáveis físico-químicas do solo. A relação entre a abundância das espécies e as variáveis edáficas das parcelas foi avaliada através de Análise de Redundância. Foram amostrados 570 indivíduos, distribuídos em 13 espécies, 13 gêneros e 6 famílias. As famílias mais representativas foram Euphorbiaceae e Fabaceae. *Cenostigma microphyllum* e *Mimosa tenuiflora* se destacaram como as espécies mais abundantes e frequentes, registradas em 92% e 96% das parcelas, respectivamente. Essas espécies predominaram em todos os parâmetros fitossociológicos analisados. O índice de diversidade registrado para a área de estudo foi considerado baixo (H'=1,79) comparado aos de outras áreas antropizadas de Caatinga, assim como o valor da equabilidade (J'=0,69). Os resultados de abundância, diversidade e equabilidade, associados aos resultados dos parâmetros fitossociológicos indicam dominância ecológica de *C. microphyllum* e *M. tenuiflora*. A abundância das espécies *M. tenuiflora* e *Aspidosperma pyrifolium* correlacionaram-se diretamente com as variáveis edáficas soma de bases e condutividade elétrica, enquanto que a abundância de *Commiphora leptophloeos* e *Pseudobombax simplicifolium* correlacionaram inversamente com essas variáveis. A abundância de *Cnidioscolus quercifolius* e *Jatropha mutabilis* correlacionaram-se negativamente com a variável areia.

**PALAVRAS-CHAVE:** Características edáficas. Fitossociologia. Uso do solo.

### **ABSTRACT**

The aim of this research was to know the phytosociology and taxonomic diversity of the shrub-tree component in a Caatinga legal reserve and to evaluate the relationship between population species in edaphic characteristics. A phytosociological survey was carried out, allocating 25 systematized plots with an area of 400m<sup>2</sup> each. The inclusion criterion for the individuals assessed in the plots was the circumference at breast height  $\geq 15,8$  cm and height ( $> 1.5$  m). The tree community of the study area was analyzed for richness, abundance, composition, diversity (using the Shannon index –  $H'$ ), evenness (using the Pielou index –  $J'$ ), and phytosociological parameters of the species (basal area, density, frequency, dominance, coverage value, and importance value). Additionally, within each plot, soil samples were collected at two depths (0-20cm and 20-40cm) for laboratory measurement of 13 physicochemical edaphic variables. The relationship between species abundance and plot edaphic variables was assessed through Redundancy Analysis. A total of 570 individuals were sampled, distributed in 13 species, 13 genera, and 6 families. The most representative families were Euphorbiaceae and Fabaceae. The species *Cenostigma microphyllum* and *Mimosa tenuiflora* stood out as the most abundant and frequent, recorded in 92% and 96% of the plots, respectively. These species prevailed in all the phytosociological parameters analyzed. The diversity index recorded for the study area was considered low ( $H' = 1,79$ ) compared to those of other anthropized areas in the Caatinga, as well as the evenness value ( $J' = 0,69$ ). The results of abundance, diversity, and evenness, combined with the results of the phytosociological parameters, indicate ecological dominance of *C. microphyllum* and *M. tenuiflora*. The abundance of the species *M. tenuiflora* and *Aspidosperma pyriformis* correlated positively with the edaphic variables sum of bases and electrical conductivity, while the abundance of *Commiphora leptophloeos* and *Pseudobombax simplicifolium* correlated inversely with these variables. The abundance of *Cnidoscolus quercifolius* and *Jatropha mutabilis* correlated negatively with the sand variable.

**KEYWORDS:** Edaphic features. Phytosociology. Landscape use.

### **INTRODUÇÃO**

O Nordeste do Brasil tem cerca de 70% de seu território ocupado por uma vegetação xerófila, de fisionomia e florística variada, denominada de Domínio Fitogeográfico Caatinga - DFC<sup>(1)</sup>. Com área de 826.411km<sup>2</sup> é o único Domínio Fitogeográfico exclusivamente brasileiro, perfazendo 11% do país <sup>(1)</sup>. O DFC detém a maior biodiversidade entre as regiões semiáridas do planeta, embora se encontre seriamente ameaçado devido às transformações decorrentes do uso e

ocupação do solo<sup>(1)</sup>. Entre os Domínios Fitogeográficos do Brasil, o DFC é o mais vulnerável a extinção massiva de ecossistemas e espécies nativas, pois apresenta menos de 2% do seu território protegido por unidades de conservação<sup>(2)</sup>.

O DFC exibe um mosaico vegetacional com centenas de espécies de plantas nativas e endêmicas<sup>(1,3)</sup>. As grandes unidades de remanescentes do DFC delimitadas por fatores bióticos e abióticos que regulam a estrutura e função das comunidades naturais particulares dessas áreas são chamadas de ecorregiões<sup>(4)</sup>. Entre as ecorregiões do DFC, a Depressão Sertaneja Meridional e a Depressão Sertaneja Setentrional se destacam em área, ocupando a maior parte do centro e sul do Domínio e são limítrofes com todas as demais ecorregiões<sup>(4)</sup>. As duas ecorregiões de Depressão Sertaneja da Caatinga estão situadas sob matrizes de solo predominantemente arenoso e pouco profundo e são separadas por um conjunto de serras que constituem uma barreira geográfica para dispersão de espécies da fauna e flora<sup>(5)</sup>. Embora aparentemente semelhantes do ponto de vista fitofisionômicos, as áreas de Depressão Sertaneja Meridional e Depressão Sertaneja Setentrional apresentam habitats com particularidades florísticas e edáficas<sup>(4)</sup>, que ainda precisam ser mais bem investigados para escalas locais<sup>(6,5)</sup>.

Os usos indiscriminados e predatórios dos recursos florestais que suprimem espécies arbóreas do DFC (ex. madeira para uso em cercas vivas, lenha, folhas para forragem) e o uso da terra para atividades de pecuária ou agricultura são os maiores desafios para a conservação da biodiversidade nas áreas de Depressão Sertaneja da Caatinga<sup>(7)</sup>. O trecho submédio do vale do rio São Francisco, em especial o município de Petrolina – PE, é uma região de grande atividade agrícola inserida na área de Depressão Sertaneja Meridional, tratando-se do maior polo fruticultor do Nordeste do Brasil<sup>(8)</sup>. Isto culmina em um cenário de preocupação com a preservação da vegetação nativa de remanescentes do DFC destinados a áreas protegidas por lei, como por exemplo, as reservas legais. De acordo com o artigo 3º da lei nº 12,651, de 25 de maio de 2012, Reserva Legal é uma área localizada no interior de uma propriedade ou posse rural, com a função de assegurar o uso econômico de modo sustentável dos recursos naturais do

imóvel rural, auxiliar a conservação e a reabilitação dos processos ecológicos e promover a conservação da biodiversidade, bem como o abrigo e a proteção de fauna silvestre e da flora nativa. Embora o número de reservas legais no DFC tenha aumentado nas últimas décadas, devido principalmente o uso de produtos madeireiros e a ocupação de áreas para a agricultura, o conhecimento sobre a diversidade taxonômica e ecologia da flora e fauna dessas reservas ainda são desafios para a ciência.

Nesse contexto, o presente estudo teve como objetivo conhecer a composição, riqueza, diversidade e estrutura da comunidade arbustiva-arbórea de uma reserva legal inserida na ecorregião da Depressão Sertaneja Meridional do DFC e avaliar a relação entre a abundância das populações dessa comunidade vegetal com as características edáficas da região de estudo.

## **METODOLOGIA**

### **DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO**

A área do presente estudo está inserida na Depressão Sertaneja Meridional, mais especificamente na região do submédio do rio São Francisco. O levantamento foi realizado no fragmento da reserva legal da Fazenda dos Ipês, propriedade particular localizada na zona rural (na região do Pontal) do município de Petrolina/PE (Fig. 1). Segundo Pereira <sup>(9)</sup>, essa região apresenta clima tropical semiárido, com temperatura média anual de 26°C e índice pluviométrico médio anual de 550 mm, concentrado entre os meses de janeiro a abril, além de apresentar 3 mil horas de insolação por ano, a 350 m de altitude. A reserva legal tem área de 20 hectares totais, nas coordenadas geográficas 9°1'37,79"S 40°30'37,24"W.

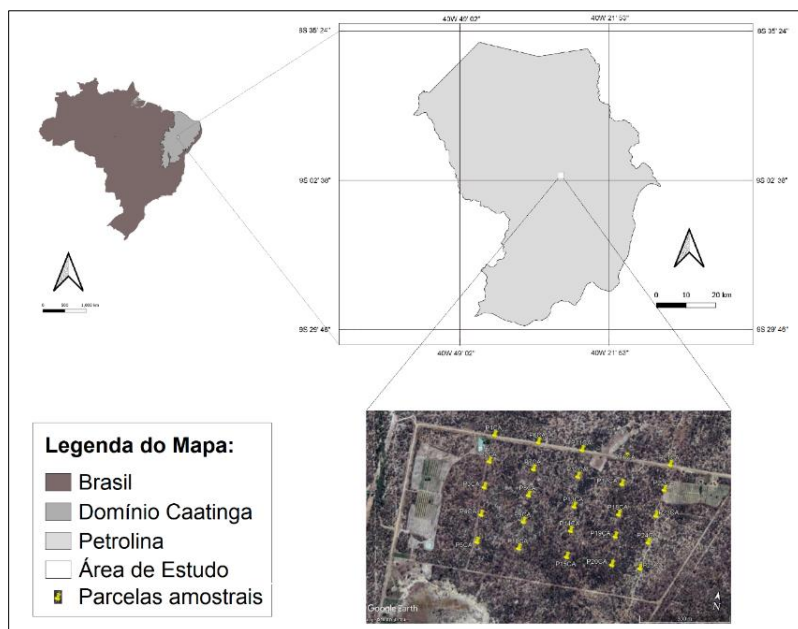


Figura 1. Localização geográfica da área de estudo e das parcelas do estudo fitossociológico em uma reserva legal da Caatinga, Petrolina, PE, Brasil. Fonte da imagem de satélite: Google Earth © 2018 Europa Technologie - Image © 2018 DigitalGlobe.

Essa propriedade tem histórico de degradação provocada por uma fábrica têxtil da cidade de Petrolina, a Indústria Coelho S/A, que cerca de 20 a 30 anos atrás explorava a vegetação com a retirada de madeira para o uso como lenha na queima em suas caldeiras. Além disso, está previsto para área de estudo um investimento de 100 milhões de reais visando à realização das obras do projeto Pontal, que transformará áreas de remanescentes de Caatinga em áreas destinadas a agricultura<sup>(10)</sup>.

#### DELINEAMENTO AMOSTRAL E COLETA BOTÂNICA

Foram instaladas 25 parcelas de 20m x 20m (400m<sup>2</sup>), totalizando 1 hectare de área amostral (Fig. 1). As parcelas foram distribuídas ao longo de cinco transectos, paralelos entre si e espaçados em cerca de 80 m. Dentro de cada transecto, foram alocadas cinco parcelas com espaçamento de 80 metros. O alinhamento das parcelas dentro de cada transecto foi feito com bússola e trena. O critério de inclusão dos indivíduos foi a medida da circunferência na altura do solo

(CAS) maior ou igual a 15,8cm, correspondente a 5 cm de diâmetro na altura do solo (DAS). Foram contemplados no estudo os arbustos e as árvores vivas, além de cactáceas colunares e indivíduos arbóreos-arbustivos mortos em pé, os quais foram incluídos em categoria única (morto). Para registrar a circunferência do caule ou os fustes de cada indivíduo foi utilizada uma fita métrica graduada (em cm) com tamanho total de 1,5m. Para estimar a altura dos indivíduos foi utilizado uma vara graduada de 4 metros de altura como referência. A estimativa de altura dos indivíduos foi realizada pelo mesmo membro da equipe, usando como critério de inclusão a altura mínima de 1,5m. Os indivíduos foram marcados com uma placa metálica, permitindo avaliações futuras sobre a estrutura dessa comunidade arbórea-arbustiva.

Foram coletados espécimes em estado reprodutivo (preferencialmente) ou em estágio vegetativo, sendo esses herborizados no Herbário de Referência do Sertão Nordestino – HRSN da Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF). Os espécimes avaliados tiveram seu nome científico identificado comparando-os com amostras (exsicatas) depositadas na coleção botânica do HRSN ou com as descrições de sinopses taxonômicas disponíveis na literatura. Em casos de dúvidas quanto a identificação da entidade taxonômica, o espécime ou fotos deste foi enviado para um especialista da Família. Foram corrigidas sinonímias, grafia e autoria dos autores das espécies, seguindo os dados do Flora e Funga do Brasil, disponível em <http://reflora.jbrj.gov.br/reflora> <sup>(11)</sup>. O sistema proposto por APG IV<sup>(12)</sup> foi utilizado para classificar taxonomicamente as famílias, gêneros e espécies inventariadas no estudo.

## ESTRUTURA FITOSSOCIOLÓGICA

Para avaliar a fitossociologia da comunidade arbustivo-arbórea da área de estudo foi calculado para cada espécie os seguintes parâmetros<sup>(13)</sup>: Abundância (nº total de indivíduos da espécie); Área basal (medida em m<sup>2</sup>), Densidade absoluta (Ind/m<sup>2</sup>), Densidade relativa (%), Frequência absoluta (%), Frequência relativa (%), Dominância absoluta (m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>), Dominância relativa (%),

Valor de cobertura (VC) e Valor de importância (VI). Para avaliar a distribuição da abundância das espécies por classe de altura ou de diâmetro foram aplicados intervalos de classes com amplitudes crescentes, baseando-se no gradiente apresentando para cada uma dessas características na comunidade arbustivo-arbórea investigada<sup>(14)</sup>.

## CARACTERÍSTICAS EDÁFICAS

Foi coletado aproximadamente 500g de solo nas profundidades de 0-20cm e de 20-40cm no centro de cada parcela, homogeneizando esse solo em uma amostra composta. Essas amostras foram encaminhadas ao laboratório de solos da UNIVASF em Petrolina - PE, sendo submetidas às análises físico-químicas de Condutividade Elétrica - CE (medido em dS/m), potencial hidrogeniônico  $H^+$  ou pH, Sódio -  $Na^+$  (cmol/dm<sup>3</sup>), Potássio disponível - K (cmol/dm<sup>3</sup>), Alumínio -  $Al^{3+}$  (cmol/dm<sup>3</sup>), Cálcio -  $Ca^{2+}$  (cmol/dm<sup>3</sup>), Magnésio -  $Mg^{2+}$  (cmol/dm<sup>3</sup>), Fósforo disponível - P (mg/dm<sup>3</sup>), Soma de Bases -  $SB = K^+ + Na^+ + Ca^{2+} + Mg^{2+}$  (cmol/dm<sup>3</sup>), Capacidade de Troca Catiônica - CTC total =  $SB + H^+ + Al^{3+}$  (cmol/dm<sup>3</sup>), teor de Areia (%), Argila (%) e Silte (%), seguindo o protocolo da Teixeira et al. <sup>(15)</sup>.

## ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Foram elaboradas duas matrizes de dados: i - biótica, reunindo informações de composição e abundância das espécies pelas parcelas amostrais; ii - abiótica, reunindo informações sobre as variáveis edáficas nas amostras compostas coletadas nas parcelas amostrais. A matriz i foi utilizada para obter os índices de diversidade de Shannon ( $H'$ ) e de equabilidade de Pielou ( $J'$ ) da comunidade arbustivo-arbórea da área de estudo, através do software EstimateS 9.10<sup>(16)</sup>.

Para avaliar a relação entre a abundância das espécies (variáveis dependentes) com as variáveis edáficas (variáveis explicativas) e compreender o sentido dessas relações foi aplicada uma Análise de Redundância (RDA), utilizando-se as duas matrizes de dados. Para essa análise, foram excluídos os

dados das espécies (matriz i) que registraram menos de 1% da abundância da comunidade arbustivo-arbórea da área de estudo.

Preliminarmente à RDA, foi aplicada uma Análise de Componentes Principais (PCA) com a matriz ii, objetivando-se selecionar variáveis edáficas não colineares. Assim, evitou-se a parametrização excessiva da RDA devido multicolinearidade entre as variáveis edáficas. Na PCA, a matriz com as informações edáficas foi randomizada 1000 vezes, obtendo-se o número de eixos ortogonais da análise que foram significativamente capazes de explicar o conjunto de dados reunidos. Para cada eixo explicativo da PCA foi selecionada uma variável edáfica: aquela que registrou o maior *Eigevector* para o eixo. As análises PCA e RDA foram aplicadas no *software* PC-ord 6<sup>(17)</sup>, utilizando-se a configuração padrão (*default*) de cada análise.

## RESULTADOS

Foram amostrados 570 indivíduos, distribuídos em 13 espécies pertencentes a 13 gêneros e 6 famílias botânicas (Tab. 1). As famílias mais representativas na riqueza total foram Euphorbiaceae com 5 espécies (38,46%) e Fabaceae com 4 (30,76%), totalizando 69,22% do número de espécies inventariadas na comunidade. *Cenostigma microphyllum* (Mart. ex G.Don) Gagnon & G.P.Lewis e *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir. foram as espécies mais abundantes e frequentes na área de estudo, sendo registradas em 92% e 96% das parcelas amostrais, respectivamente. Foram registrados 218 indivíduos de *C. microphyllum* e 127 indivíduos de *M. tenuiflora*, perfazendo uma densidade relativa de 38,24% e 22,28%, respectivamente.



Tabela 1. Fitossociologia em ordem decrescente de valor de importância (VI) das espécies registradas em uma reserva legal da Caatinga, Petrolina, PE, Brasil. Legenda: N=abundância; AB=área basal em m<sup>2</sup>; DA=densidade absoluta para 1 ha; DR=densidade relativa; FA=frequência absoluta; FR=frequência relativa; DoA=dominância absoluta; DoR=dominância relativa; VC=valor de cobertura; VI=valor de importância.

Família	Espécie	N	AB (m <sup>2</sup> )	DR (%)	FA (%)	FR (%)	DoA (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )	DoR (%)	VC	VI
Fabaceae	<i>Cenostigma microphyllum</i> (Mart. ex G.Don) Gagnon & G.P. Lewis	218	20,92	38,25	0,92	16,20	4560,03	51,63	89,88	106,08
Fabaceae	<i>Mimosa tenuiflora</i> (Willd.) Poir.	127	19,95	22,28	0,96	16,90	2533,16	28,68	50,96	67,87
†	Morto	58	8,43	10,18	0,84	14,79	488,73	5,53	15,71	30,50
Euphorbiaceae	<i>Jatropha mutabilis</i> (Pohl) Baill.	66	2,58	11,58	0,68	11,97	170,00	1,93	13,50	25,48
Burseraceae	<i>Commiphora leptophloeos</i> (Mart.) J.B. Gillett.	23	31,40	4,04	0,52	9,16	722,12	8,18	12,21	21,37
Apocynaceae	<i>Aspidosperma pyrifolium</i> Mart.	35	4,64	6,14	0,48	8,45	162,47	1,84	7,98	16,43
Euphorbiaceae	<i>Cnidoscolus quercifolius</i> Pohl.	20	5,89	3,51	0,44	7,75	117,75	1,33	4,84	12,59
Malvaceae	<i>Pseudobombax simplicifolium</i> A. Robyns.	12	6,12	2,11	0,44	7,75	73,46	0,83	2,94	10,68
Anacardiaceae	<i>Schinopsis brasiliensis</i> Engl.	3	0,31	0,53	0,12	2,11	0,92	0,01	0,54	2,65
Euphorbiaceae	<i>Cnidoscolus urens</i> (L.) Arthur.	3	0,18	0,53	0,08	1,41	0,53	0,01	0,53	1,94
Euphorbiaceae	<i>Croton echioides</i> Baill.	2	0,20	0,35	0,08	1,41	0,39	0,00	0,36	1,76
Fabaceae	<i>Amburana cearensis</i> (Allemão) A.C.Sm.	1	1,21	0,18	0,04	0,70	1,21	0,01	0,19	0,89
Euphorbiaceae	<i>Manihot</i> sp.	1	0,52	0,18	0,04	0,70	0,52	0,01	0,18	0,89
Fabaceae	<i>Piptadenia retusa</i> (Jacq.) P.G.Ribeiro, Seigler & Ebinger	1	0,24	0,18	0,04	0,70	0,24	0,00	0,18	0,88

A densidade absoluta registrada para a categoria “mortos” foi de 50 ind/ha sendo a terceira mais representativa dentro da comunidade investigada (Tab. 1). Três espécies registraram um indivíduo (cada) nas parcelas amostrais: *Amburana cearensis* (Allemão) A.C.Sm.; *Manihot* sp.; *Piptadenia retusa* (Jacq.) P.G.Ribeiro, Seigler & Ebinger (Tab. 1). *Amburana-de-cheiro* (*A. cearensis*) apresentou cerca de 40 cm de diâmetro médio e cerca de 4 m de altura média. Não foi registrado indivíduo de Cactaceae colunar nas parcelas.

A Área basal (AB) da comunidade estudada foi de 102,55 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>, sendo as espécies *C. microphyllum* e *M. tenuiflora* (juntas) responsáveis por aproximadamente 41 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>, perfazendo cerca de 40% da AB da comunidade (Tab. 1). As espécies que apresentaram os maiores valores de importância (VI) e valores de cobertura (VC) foram *C. microphyllum* (VI=106,07; VC=89,87) e *M. tenuiflora* (VI=67,86; VC=50,96). O índice de diversidade de Shannon da comunidade arbustiva-arbórea estudada foi de H'<sup>1</sup>=1,79 e o valor da equabilidade de Pielou foi de J' = 0,69.

As espécies que registraram as maiores alturas na comunidade arbustiva-arbórea estudada foram *P. simplicifolium* A. Robyns (com média de 8 m) e *Manihot* sp. (6,5m), enquanto *C. microphyllum* apresentou a menor altura (com média de 1,5m). Foram estabelecidas quatro classes de diâmetro dos indivíduos (Fig. 2 A). A primeira classe diamétrica (5-10 cm) apresentou o maior abundância (266), reunindo 46,66% dos indivíduos amostrados. A segunda classe (10-20 cm) totalizou 233 indivíduos (40,87%), enquanto as últimas duas classes reuniram (juntas) pouco mais de 70 indivíduos. Também foram estabelecidas quatro classes de altura dos indivíduos, estando a maioria desses (n = 400, correspondente à 70,17% do total) reunidos na 2ª classe, entre 2 m a 4 m (Fig. 2 B).

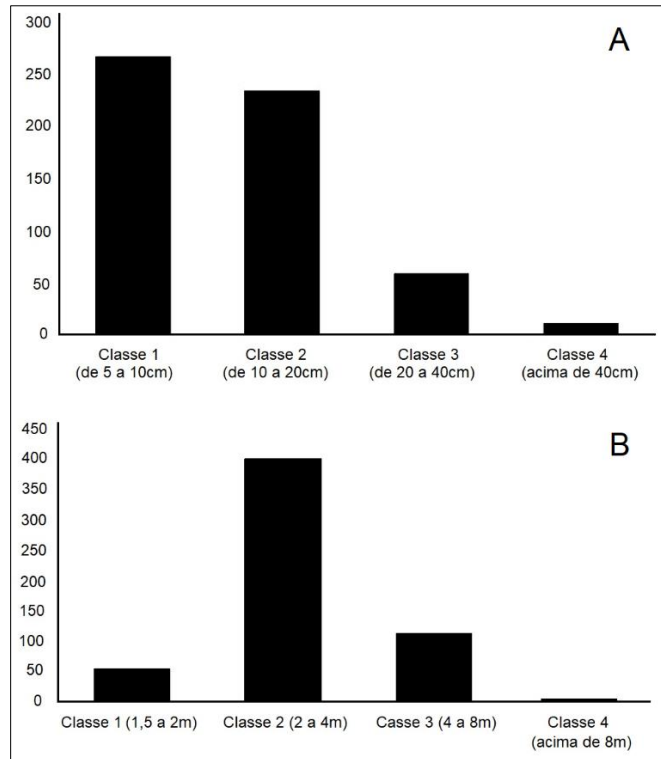


Figura 2. Distribuição em categorias de altura (A) e diâmetro (B) da abundância de árvores e arbustos em uma reserva legal da Caatinga, Petrolina/PE, Brasil.

A PCA indicou três eixos explicativos para os dados edáficos (Tab. 2). O percentual de variabilidade dos dados da matriz abiótica nos três eixos explicativos da PCA foram 33,63, 17,63 e 14,23, respectivamente. As variáveis edáficas que apresentaram os maiores valores de *Eigenvector* para cada eixo explicativo da PCA foram: SB (eixo 1); teor de Areia (eixo 2); CE (eixo 3) (Tab. 3).

As parcelas amostrais apresentaram solo com elevado percentual de teor de Areia ( $x = 80,20\% \pm 2,06$ ), baixa CE ( $x = 0,07 \text{ dS/m} \pm 0,05$ ) e elevados valores de SB ( $3,30 \text{ cmolc/dm}^3 \pm 0,85$ ). A RDA computada indicou relação entre as matrizes de dados bióticos e abióticos ( $p < 0,05$ ). Os dois primeiros eixos da RDA explicaram 11,9% e 9,4% dessa relação, respectivamente. A abundância de *M. tenuiflora* ou *A. pyriformium* correlacionaram-se diretamente com SB e CE, enquanto que a abundância de *C. leptophloeos* e *P. simplicifolium* correlacionaram-se inversamente com as mesmas variáveis edáficas (Fig. 3). A

abundância de *C. quercifolius* ou *J. mutabilis* correlacionaram-se negativamente com a variável teor de Areia (Fig. 3).

Tabela 2. *Eigenvalues* dos eixos ortogonais da ACP após 1000 randomizações da matriz de informações edáficas obtidas a partir de amostras coletadas em uma área de reserva legal da Caatinga.

Eixos	<i>Eigenvalues</i> (dado real)	<i>Eigenvalues</i> pelas randomizações			
		Mínimo	Média	Máximo	<i>p</i>
1	4,71	1,98	2,55	3,79	0,001*
2	2,47	1,69	2,09	2,65	0,014*
3	1,99	1,43	1,78	2,31	0,042*
4	1,66	1,18	1,52	1,89	0,095
5	1,13	1,01	1,29	1,62	0,958
6	0,67	0,78	1,091	1,33	1
7	0,61	0,66	0,92	1,15	1
8	0,39	0,51	0,76	1,00	1
9	0,24	0,35	0,61	0,83	1
10	0,14	0,25	0,49	0,72	1
11	5,18E-03	0,19	0,37	0,57	1
12	1,20E-05	0,12	0,27	0,46	1
13	2,30E-06	6,36E-02	0,17	0,38	1

(\*) valor de *p* que indica eixo explicativo para o conjunto de dados reunidos.

Tabela 3. *Eigenvector* das 13 variáveis da ACP com informações obtidas em uma área de reserva legal da Caatinga. Valores em negrito indicam a variável que apresentou maior gradiente ambiental para cada eixo explicativo.

Variáveis	Eixos da PCA		
	1	2	3
CE	0,01	0,19	0,61
pH	-0,26	-0,09	-0,26
Na <sup>+</sup>	-0,27	-0,17	-0,34
K	-0,29	-0,27	0,27
Al <sup>3+</sup>	0,28	0,00	-0,43
Ca <sup>2+</sup>	-0,29	0,37	-0,04
Mg <sup>2+</sup>	-0,21	0,23	-0,08
P	-0,18	-0,23	-0,08
Areia	0,16	0,51	-0,07
Argila	-0,04	-0,50	0,00
Silte	-0,18	-0,14	0,10
SB	-0,42	0,18	-0,13
CTC	-0,40	0,20	-0,21

Condutividade Elétrica - CE (medido em dS/m), potencial hidrogeniônico pH, Sódio - Na<sup>+</sup> (cmol/dm<sup>3</sup>), Potássio - K (cmol/dm<sup>3</sup>), Alumínio - Al<sup>3+</sup> (cmol/dm<sup>3</sup>), Cálcio - Ca<sup>2+</sup> (cmol/dm<sup>3</sup>), Magnésio - Mg<sup>2+</sup>

(cmol/dm<sup>3</sup>), Fósforo - P (mg/dm<sup>3</sup>), Soma de Bases - SB = K<sup>+</sup> + Na<sup>+</sup> + Ca<sup>2+</sup> + Mg<sup>2+</sup> (cmolc/dm<sup>3</sup>), Capacidade de Troca Catiônica - CTC total = SB + H<sup>+</sup> + Al<sup>3+</sup> (cmolc/dm<sup>3</sup>), teor de Areia (%), Argila (%) e Silte (%).

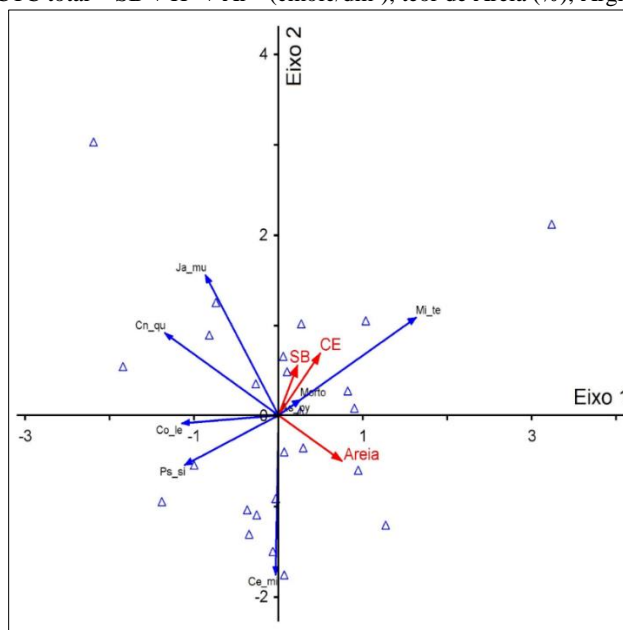


Figura 3. Correlações estabelecidas através de Análise de Redundância (RDA) entre a abundância de espécies arbóreas/arbustivas (setas azuis) e variáveis edáficas (setas vermelhas) de parcelas amostrais (triângulos azuis) inseridas em uma área de reserva legal da Caatinga, Petrolina, PE, Brasil. Legenda: (As\_py) *Aspidosperma pyrifolium* Mart.; (Ce\_mi) *Cenostigma microphyllum* (Mart. ex G.Don) Gagnon & G.P.Lewis; (Cn\_qn) *Cnidocolus quercifolius* Pohl.; (Co\_le) *Commiphora leptophloeos* (Mart.) J.B. Gillett.; (Ja\_mu) *Jatropha mutabilis* (Pohl) Baill.; (Mi\_te) *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir.; (Ps\_si) *Pseudobombax simplicifolium* A. Robyns; (Areia) Teor de Areia; (SB) Soma de Bases; e (CE) Condutividade Elétrica.

## DISCUSSÃO

As famílias e gêneros com maior número de espécies na área estudada são representativos na riqueza de espécies arbórea-arbustivas do DFC<sup>(5,6)</sup>. Diversos trabalhos revelaram a representatividade das famílias Fabaceae e Euphorbiaceae na riqueza de comunidades arbustivas-arbóreas em áreas de Depressão Sertaneja Meridional ou Setentrional da Caatinga<sup>(8,18-20)</sup>, assim como registrado na área do presente estudo.

A riqueza de espécies do componente arbustivo-arbóreo da área de estudo foi considerada baixa quando comparada a registrada em áreas antropizadas ou

conservadas de Depressão Sertaneja Meridional da região do submédio rio São Francisco. Dias et al. <sup>(8)</sup>, por exemplo, encontraram 27 espécies arbóreas/arbustivas em um remanescente conservado de Depressão Sertaneja Meridional do município de Petrolina, aplicando o mesmo esforço amostral do presente estudo (1 ha). Fabricante et al.<sup>(18)</sup>, estudando a comunidade arbustiva/arbórea de uma área antropizada e outra conservada de Caatinga no Município de Petrolina (0,4 há cada área) registrou 26 e 27 espécies, respectivamente. O valor do índice de Shannon ( $H'$ ) registrado para a comunidade investigada no presente estudo também foi baixo quando comparado ao registrado por Dias et al.<sup>(8)</sup> para a comunidade arbustiva-arbórea de um remanescente conservado de Depressão Sertaneja Meridional do município de Petrolina ( $H'=2,04$ ).

O baixo valor de equabilidade de Pielou ( $J'$ ) da comunidade arbustivo-arbórea da área investigada do presente estudo evidenciou que houve predominância de poucas espécies na comunidade investigada. Essa constatação pode ser sustentada pelos elevados valores de DoA e DoR para *C. microphyllum* e *M. tenuiflora* na área do presente estudo. Tais resultados revelam que ocorreu predominância de *C. microphyllum* e *M. tenuiflora* tanto em número de indivíduos quanto em área ocupada. Estudos desenvolvidos em áreas pouco antropizadas ou conservadas de Depressão Sertaneja Meridional ou Setentrional da Caatinga também registraram predominância de poucas espécies na abundância do componente arbustivo-arbóreo, geralmente associados a um sub-dossel formado por ervas e subarbustos esparsados, além de cactáceas colunares<sup>(8,18-20)</sup>.

O elevado valor de importância de *C. microphyllum* e *M. tenuiflora* na comunidade arbustiva-arbórea investigada no presente estudo era um resultado esperado. Outras populações adensadas e amplamente distribuídas destas espécies já haviam sido registradas em diferentes áreas antropizadas de remanescentes de Depressão Sertaneja Meridional ou Setentrional da Caatinga<sup>(21,22)</sup>. Características como porte avantajado, alta sobrevivência e resiliência à herbivoria (devido a produção de fenóis) e/ou elevada taxa de crescimento foliar em condições de

pouca umidade do solo dos indivíduos de *M. tenuiflora*<sup>(23)</sup> e *C. microphyllum*<sup>(24)</sup> podem explicar a representatividade dessas espécies frente aos parâmetros fitosociológicos avaliados em estudos com comunidades arbóreas da Caatinga. Por isso, *M. tenuiflora*<sup>(23)</sup> tem sido apontada como espécies com alto potencial para uso em programas de recuperação de áreas degradadas Caatinga. Esse é exatamente o contexto ecológico da área que estudamos. Entretanto, como informado na descrição da área do presente estudo, esta vem sofrendo forte especulação imobiliária devido a um grande projeto de irrigação local, que pode comprometer o processo de sucessão ecológica do remanescente estudado.

O elevado valor de abundância das árvores categorizadas como mortas na comunidade arbustiva-arbórea investigada no presente estudo poderia refletir um estágio avançado de sucessão dessa comunidade. Entretanto, os baixos valores de riqueza, diversidade e equabilidade, a dominância de *C. microphyllum* e *M. tenuiflora* na comunidade arbustiva-arbórea investigada no presente estudo, nos permite inferir que o número de indivíduos mortos esteja associado à elevada taxa de mortalidade na comunidade estudada, provavelmente devido ao histórico de uso dessa área. A ausência de cactáceas colunares na amostragem, como por exemplo *Cereus jamacaru* DC (Mandacarú) ou *Pilosocereus gounellei* (F.A.C. Weber) Byles & G.D. Rowley (Xique-Xique), também pode estar associada ao uso do solo para pastejo ou uso comercial dessas espécies para alimentação humana e de animais, comumente aplicada nas épocas de estiagem severa nessa região da Caatinga<sup>(25)</sup>.

As espécies consideradas como intermediárias quanto ao valor de importância dentro da comunidade investigada no presente estudo (ex. *J. mutabilis*, *C. leptophloeos*, *A. pyrifolium* e *C. quercifolius*) foram registradas como abundantes em áreas de diferentes ecorregiões do DFC, principalmente naquelas inseridas na Depressão Sertaneja<sup>(8,18-20)</sup>. Algumas dessas espécies tem aplicações comerciais, como por exemplo a amburana-de-cambão (*C. leptophloeos*), amplamente utilizada como madeira para artesanato e mourão de cerca<sup>(8)</sup>.

A predominância de indivíduos inseridos nas menores classes de diâmetro de comunidades arbustiva-arbóreas é um padrão já registrado para outras áreas de Depressão Sertaneja Meridional da Caatinga, principalmente em remanescentes onde o efeito da antropização é evidente<sup>(20-22)</sup>, assim como registrado no presente estudo. O mesmo pode-se afirmar para os dados de distribuição das classes de altura dos indivíduos avaliados na área do presente estudo. As comunidades arbustiva-arbóreas de áreas antropizadas de Depressão Sertaneja Meridional da Caatinga<sup>(21,22)</sup>, sobretudo em áreas da região do submédio São Francisco<sup>(18)</sup>, são formadas majoritariamente por indivíduos de baixa estatura (1,71 m de altura média) e poucos indivíduos ultrapassamos 2.5 m de altura.

As relações indicadas pela análise de RDA entre o tamanho das populações avaliadas e as variáveis edáficas (pH, saturação de bases e teor de areia) da área de estudo são sustentadas na literatura. A condutividade elétrica é uma medida indireta de salinidade do solo, estando relacionada aos constituintes iônicos totais no meio<sup>(26)</sup>. Portanto, a relação direta do tamanho da população de *M. tenuiflora* com a condutividade elétrica do solo da área de estudo está associada a soma de cátions ou ânions no meio. Estudos mostram que o crescimento de *M. tenuiflora* não foi afetado pela concentração de sais no solo de uma área antropizada do perímetro irrigado de São Gonçalo-PB<sup>(27)</sup>, o que corrobora com os resultados da RDA.

Em estudos pedológicos, a soma de bases é uma variável utilizada para calcular a saturação de bases (proporção de cátions básicos trocáveis em relação à capacidade de troca), a qual está associada à fertilidade do solo e tem relação direta com o pH<sup>(26)</sup>. De acordo com Maia<sup>(28)</sup>, populações de *M. tenuiflora* crescem vigorosamente em manchas de Caatinga com solos profundos, alcalinos e de alta fertilidade, frequentemente antropizados. Portanto, a relação direta entre o tamanho das populações de *M. tenuiflora* na área do presente estudo com as variáveis edáficas soma de bases e pH, indicadas pela análise de RDA, corrobora com o encontrado na literatura. Todas as inferências acerca da relação do tamanho da população de *M. tenuiflora* com as características edáficas da área do presente



estudo reforçam o potencial desta espécie para programas de recuperação de áreas antropizadas e/ou degradadas da Caatinga.

A relação inversa da abundância de *J. mutabilis* com o teor de Areia no solo da área do presente estudo, conforme apresentado na RDA, corrobora com os achados de Silva<sup>(29)</sup>. Segundo este autor, que estudou a distribuição de espécies arbóreas-arbustiva em remanescentes de Caatinga inseridos na Depressão Sertaneja Meridional da região do baixo rio São Francisco, as populações de *J. mutabilis* foram registradas apenas nos remanescentes com solos do tipo “Bruno não Cálxico”. Segundo Monteiro-Filho et al.<sup>(30)</sup>, esse tipo de solo caracteriza-pela sequência de horizontes A, B e E, tendo uma textura arenosa média no horizonte A (situado entre 30 e 90cm) e alto teor de Argila no horizonte Bt. Ainda que o horizonte A do solo da área do presente estudo tenha apresentado alto teor de Areia (~80%, vide seção resultados), *J. mutabilis* apresentou um maior número de indivíduos nas parcelas com textura menos arenosa. Segundo Silva<sup>(29)</sup>, *C. quercifolius* apresentou populações em remanescentes de Caatinga com solos variados quanto ao teor de Areia (Areia Quartizosas Distrófica, Litólico Distrófico, Planossolo Solódico, Regossolo Eutrófico e Bruno não Cálxico<sup>(30)</sup>, em uma área de Depressão Sertaneja Meridional da região do baixo rio São Francisco. Por isso, o sentido da relação entre o tamanho da população de *C. quercifolius* teor de Areia registrado na RDA pode não representar um ajuste ecofisiológico da espécie a essa variável edáfica. Não ficou evidente através da análise dos dois primeiros eixos da RDA, o tamanho e o sentido das relações entre a população de *C. microphyllum* com as variáveis edáficas avaliadas.

## CONCLUSÕES

Em síntese, a área do presente estudo apresentou baixa riqueza, diversidade e equabilidade de espécies arbóreas-arbustivas, quando comparada a outras áreas conservadas ou pouco antropizadas de Depressão Sertaneja Meridional da Caatinga. O elevado no número de indivíduos de *C. microphyllum* e *M. tenuiflora* na comunidade arbustiva-arbórea investigada no presente estudo e

a elevada frequência dessas espécies nas parcelas estudadas, explicam a representatividade dessas nos parâmetros fitossociológicos avaliados. É provável que o porte avantajado, a alta sobrevivência e resiliência à herbivoria, além da elevada taxa de crescimento foliar em condições de pouca umidade do solo explique os resultados supracitados, associados à *C. microphyllum* e *M. tenuiflora*.

O elevado número de indivíduos categorizados como mortos na área de estudo chama atenção, pois só é inferior ao tamanho das populações das duas espécies com maiores VI (*C. microphyllum*, *M. tenuiflora*). A predominância de indivíduos inseridos nas menores classes de diâmetro e nas classes intermediárias de altura para a comunidade estudada é um padrão que já foi registrado para outras áreas antropizadas da Caatinga.

As análises dos dados do presente estudo apontaram também que a abundância de *M. tenuiflora* na área investigada correlacionou-se diretamente com a condutividade elétrica e a soma de base no solo, variáveis associadas à alta salinidade e fertilidade do solo, respectivamente. Tais características são comuns em solos antropizados da Depressão Sertaneja Meridional da Caatinga. Diante do exposto, é possível inferir que a mortalidade de árvores-arbustos na área estudada é alta e esteja afetando a riqueza, diversidade e equabilidade dessa comunidade, como também nos parâmetros fitossociológicos das espécies (ex. frequência e dominância), principalmente daquelas não ajustadas às mudanças ambientais causadas pelo histórico de usos da área de estudo.

Este cenário de mudança ambiental pode ser potencializado com a instalação das novas áreas irrigadas do projeto Pontal, influenciando na manutenção de populações viáveis de espécies de plantas nativas de Caatinga, não ajustadas as alterações causadas pelo uso do solo. Acreditamos que os achados do presente estudo poderão contribuir em estratégias de conservação ou uso sustentável de recursos da flora lenhosa na região estudada. Além disso, é possível que os resultados do presente estudo sirvam como ponto de partida para o entendimento da relação antropização x comunidades arbustivo-arbóreas em

extensas áreas de Caatinga transformadas pelo homem, em especial na região de Depressão Sertaneja Meridional do vale do São Francisco.

## REFERÊNCIAS

(1) Queiroz, LP; Cardoso, D; Fernandes, MF; Moro, MF. Diversity and evolution of flowering plants of the Caatinga domain. In: Silva, JMC et al. (eds). Caatinga. Cham: Springer, 2017, 23-63 pp.

(2) Leal, IR; Tabarelli, M. Ecologia e Conservação da Caatinga. 2ª ed. Recife: Editora Universitária UFPE, 2003, 822 p.

(3) Giuliatti, AM; Bocage Neta, AL; Castro, AAJF; Gamarra-Rojas, CFL; Sampaio, EVSB; Virgínio, JF; Harley, RM. Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação. Brasília: Ministério do Meio Ambiente/Universidade Federal de Pernambuco, 2003.

(4) Velloso, AL; Sampaio, EVSB; Pareyn, FGC. Ecorregiões: propostas para o bioma Caatinga. 1ª ed. Recife: Associação Plantas do Nordeste/Instituto de Conservação Ambiental, 2002.

(5) Moro, MFA; Lughadha, EN; Filer, DL; Araújo, FS; Martins, FR. 2014. Catalogue of the vascular plants of the Caatinga phytogeographical domain: a synthesis of floristic and phytosociological surveys. Phytotaxa. 160(1): 1-118. DOI: 10.11646/phytotaxa.160.1.1.

(6) Fernandes, MF; Cardoso, D; Queiroz, LP. 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):1-8. DOI: 10.1016/j.jaridenv.2019.104079.

(7) Albuquerque, UP; Lima-Araújo, E; El-Deir, ACA.; Lima, ALA; Souto, A.; Bezerra, BM; ... Severi, W. 2012. Caatinga revisited: ecology and conservation of an important seasonal dry forest. Scientific World Journal. 205182: 1-18. DOI: 10.1100/2012/205182.

(8) Dias, UNS; Alves, LC; Sá Braga, MFN; Souza, MC; Silva, LFF; Souza, W; Carvalho, FA; Pifano, DS. 2018. O componente arbustivo-arbóreo em área de Depressão Sertaneja Meridional em Petrolina, PE. Pesquisa Florestal Brasileira. 38(e201701502): 1-11. DOI: 10.4336/2018.pfb.38e201701502.

(9) Pereira, GE 2013. Os vinhos tropicais em desenvolvimento no Nordeste do Brasil. Revista Eletrônica de Jornalismo Científico.149: 1-5.

- (10) Brito, C. 2017. FBC comemora investimento de R\$ 100 mi no projeto Pontal de Irrigação. Disponível em: <https://www.folhape.com.br/colunistas/blogdafolha/2419-FBC-COMEMORA-INVESTIMENTO-100-PROJETO-PONTAL-IRRIGACAO/4939/>. Acesso em: 14 dez 2021.
- (11) BFG - The Brazil Flora Group 2018. Brazilian Flora 2020 - Innovation and collaboration to meet Target 1 of the Global Strategy for Plant Conservation (GSPC). *Rodriguésia*. 69(4): 1513-1527. DOI: 10.1590/2175-7860201869402.
- (12) APG IV. 2016. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *Botanical Journal of the Linnean Society*. 181(1): 1-20. DOI: 10.1111/boj.12385.
- (13) Mueller-Dombois, D; Ellenberg, H. *Aim and Methods of Vegetation Ecology*. New York: John Wiley & Sons, 1974.
- (14) Sambuichi, RHR. 2002. Fitossociologia e diversidade de espécies arbóreas em cabruca (mata atlântica raleada sobre plantação de cacau) na Região Sul da Bahia, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*. 16(1): 89-101. DOI: 10.1590/S0102-33062002000100011.
- (15) Teixeira, PC; Donagemma, GK; Fontana, A; Teixeira, WG. *Manual de métodos de análise de solo*. 3ª ed. Brasília: EMBRAPA Solos, 2017.
- (16) Colwell, RK. 2013. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. v. 9. Disponível em: <https://www.robertkcolwell.org/pages/estimates>. Acesso em: 10 dez 2022.
- (17) Mccune, B; Mefford, MJ. *PC-ORD - Multivariate Analysis of Ecological Data, Version 6.0*. Oregon: MjM Software, 2011.
- (18) Fabricante, JR; Andrade, LA; Dias-Terceiro, RG. 2012. Divergências na composição e na estrutura do componente arbustivo-arbóreo entre duas áreas de Caatinga na região do Submédio São Francisco (Petrolina, PE/Juazeiro, BA). *Biotemas*. 25(3): 97-109. DOI: 10.5007/2175-7925.2012v25n3p97.
- (19) Ferraz, JSF; Ferreira, RLC; Silva, JAAD; Meunier, IMJ; Santos, MVFD. 2014. Estrutura do componente arbustivo-arbóreo da vegetação em duas áreas de Caatinga, no município de Floresta, Pernambuco. *Revista Árvore*. 38(6): 1055-1064. DOI: 10.1590/S0100-67622014000600010.
- (20) Reis, DO; Mendonça, DA; Fabricante, JR. 2022 Levantamento florístico e fitossociológico do estrato arbustivo-arbóreo de uma área de Caatinga em

Pernambuco, Brasil. *Journal of Environmental Analysis and Progress*. 7(1): 1041-051. DOI: 0.24221/jeap.7.01.2022.4540.041-051.

(21) Sabino, FGDS; Cunha, MDCL; Santana, GM. 2016. Estrutura da vegetação em dois fragmentos de caatinga antropizada na Paraíba. *Floresta e Ambiente*. 23(4): 487-497. DOI: 10.1590/2179-8087.017315.

(22) Santana, JAS; Silva-Zaccharias, AF; Silva, AB; Freire, ADSM; Zaccharias, EG. 2021. Florística, Fitossociologia e Índices de Diversidade da Caatinga em Assentamento Rural no Rio Grande do Norte, Brasil. *Biodiversidade Brasileira*. 11(1): 1-13. DOI: 10.1590/S0102-33062002000100011.

(23) Ferreira, TS. 2018. Efeito da biodiversidade de plantas na sobrevivência e herbivoria foliar de *Mimosa tenuiflora* em um experimento de restauração de Caatinga. Natal: Tese de Doutorado em Ecologia - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 23p.

(24) Barros, V; Oliveira, MT; Santos, MG. 2021. Low foliar construction cost and strong investment in root biomass in *Calotropis procera*, an invasive species under drought and recovery. *Flora*. 280(E151848): 1-9. DOI: 10.1016/j.flora.2021.151848.

(25) Lucena, CM et al. 2015. Conhecimento botânico tradicional sobre cactáceas no semiárido do Brasil. *Gaia scientia*. 9(2): 77-90.

(26) Prezotti, LC; Guarçoni, AM. Guia de interpretações de análise de solo e foliar. Vitória: Incaper, 2013.

(27) Albuquerque, RS. 2018. Atributos indicadores de qualidade de solos afetados por sais no perímetro irrigado de São Gonçalo-PB. Pombal: Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal de Campina Grande, 39p.

(28) Maia, GN. Caatinga - árvores e arbustos e suas utilidades. São Paulo: D&Z Computação Gráfica e Editora, 2004.

(29) Silva, RAD. Riqueza e diversidade de espécies vegetais lenhosas da caatinga na região de Xingó, Alagoas. Recife: Dissertação de mestrado em Biologia Vegetal - Universidade Federal de Pernambuco, 2002.

(30) Monteiro-Filho, CJ; Souza, CG; Macedo, ELDR; Silva, RDC; Silva, GB; Rios, AJW; Lima, ED. Manuais técnicos em geociências. Divulga os procedimentos metodológicos utilizados nos estudos e pesquisas de geociências. 2ª ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2007.