

Composição florística e índice de diversidade como método de transição inicial para agrofloresta na Caatinga

O reconhecimento das espécies nativas remanescentes e as relações ecológicas entre elas na etapa inicial do manejo agroflorestal se torna indispensável, para fins de compreensão do papel de cada espécie, dos serviços ecossistêmicos destas e as possíveis relações com as espécies a serem introduzidas. Nesse sentido, o objetivo desta pesquisa foi reconhecer a composição florística natural e suas relações ecossistêmicas em área de Caatinga nativa como etapa essencial de implantação e sugestão de modelo de agrofloresta, considerando uma maior oferta de serviços ecossistêmicos. A metodologia utilizada se deu por meio do Levantamento florístico, fitossociológico e fitossanitário, onde para o levantamento florístico partiu da inventariação de dados florestais in loco. Para o levantamento fitossociológico foram calculados os referidos diâmetros a altura do peito (DAP), Número total de Indivíduos (NI), Densidade Relativa (DRe), Área Basal (AB), Frequência Relativa (FeR), Dominância Relativa (DoR), Valor de Importância (VI), Valor de Cobertura (VC), Índice de Diversidade de Shannon-Weaver (H') e equitabilidade de Pielou (J'). E o levantamento fitossanitário foi utilizado metodologia adaptada do índice de condição geral das árvores, coletando informações de fitossanidade, injúrias, necroses e infestações gerando por fim o índice baseado na média aritmética ponderada do número de indivíduos dentro de uma das classes de sanidade boa, satisfatória, ruim ou morta. Os resultados obtidos inferem que as espécies inventariadas apresentaram bom estado fitossanitário e fenotípico em boas condições ambientais, distribuídas em diferentes famílias botânicas de hábitos distintos. O referido índice demonstrou relevância na avaliação ambiental corroborando com dados florísticos e fitossociológicos coletados em campo, auxiliando na definição de SAF sucessional como melhor alternativa de transição.

Palavras-chave: Serviços ecossistêmicos; Sistema agroflorestal; Semiárido piauiense; Relações ecossistêmicas.

Floristic composition and diversity index like outset transition method for agroforestry in Caatinga biome

The recognition of remaining native species and ecological relationships between them at initial stages of agroforestry management is essential to understand the role of each species, their ecosystem services, and possible relationships with the species to be introduced. Therefore, the objective of this work was to identify the natural floristic composition and its ecosystem relationships in a native area in the Caatinga biome for its recognition as an essential stage for the proposal and implementation of an agroforestry model, considering its great promotion of ecosystem services. The methodology used was floristic, phytosociological, and phytosanitary survey. The floristic survey consisted of an in loco inventory of forest data. The phytosociological survey consisted of evaluations of tree diameters at breast height, total number of individuals, relative density, basal area, relative frequency, relative dominance, importance value, coverage value, Shannon-Weaver diversity index, and Pielou equitability. The phytosanitary survey was carried out using a methodology adapted from the general condition index of trees, through the collection of information on phytosanitary conditions, injuries, necrosis, and infestations, generating an index based on the weighted arithmetic mean of the number of individuals within each class: good, satisfactory healthy, poor, or dead. The results obtained infer that the inventoried species presented good phytosanitary and phenotypic status under good environmental conditions, and were distributed throughout different botanical families of different habits. The indexes showed to be relevant for environmental assessments, corroborating the floristic and phytosociological data collected in the field, assisting in defining successional agroforest systems as the best transition alternative.


Keywords: Ecosystem services; Agroforestry system; Piauí semiarid; Ecosystem relationships.


Topic: **Agroecologia**


Received: **02/10/2021**


Approved: **25/10/2021**


Reviewed anonymously in the process of blind peer.

Davi Leal dos Santos Barbosa 
Instituto Federal do Piauí, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/8908325770558452>
<http://orcid.org/0000-0001-5671-9733>
davileal000@outlook.com

Daniel de Moura Silva 
Universidade Estadual do Piauí, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/0785945211525291>
<http://orcid.org/0000-0003-1589-8346>
mouradsilva@hotmail.com

Eduardo Lima de Sousa Júnior 
Instituto Federal do Piauí, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/3419986124156784>
<http://orcid.org/0000-0002-1370-8441>
eduardolimajunior@outlook.com

Karoline de Sousa Almeida 
Instituto Federal do Piauí, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/4868199952833171>
<http://orcid.org/0000-0002-1912-5458>
karoline.almeida09@hotmail.com

Bruna de Freitas Iwata 
Instituto Federal do Piauí, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/3036032785449787>
<http://orcid.org/0000-0002-6465-9731>
iwata@ifpi.edu.br



DOI: 10.6008/CBPC2179-6858.2021.010.0007

Referencing this:

BARBOSA, D. L. S.; SILVA, D. M.; SOUSA JÚNIOR, E. L.; ALMEIDA, K. S.; IWATA, B. F.. Composição florística e índice de diversidade como método de transição inicial para agrofloresta na Caatinga. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, v.12, n.10, p.71-80, 2021.
DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2021.010.0007>

INTRODUÇÃO

Como bioma exclusivo do Brasil, a Caatinga é responsável por abrigar cerca de 2 mil espécies vegetais, sendo mais de 300 endêmicas desse ambiente sendo o principal bioma da região nordestina do Brasil. Sua fenologia é caracterizada por desenvolver-se em ambientes secos influenciados pela sazonalidade climática promovendo mudanças vegetais conforme suas variações (MICCOLIS et al., 2016; SOUZA, 2020).

A floresta de Caatinga por sua vez, estando inserida sob a região semiárida do Nordeste do Brasil, onde as taxas de evapotranspiração são elevadas chegando a serem superiores as precipitações, associa-se assim a uma distribuição irregular de precipitação variável espaço-temporalmente, permitindo a ocorrência de períodos prolongados de estiagens acentuando os déficits hídricos (SOBRAL, 2018; SOUZA, 2020).

Consideravelmente devastada por diversas intervenções incompatíveis com a manutenção do equilíbrio do ecossistema, a Caatinga vem sofrendo significativa degradação nos últimos 400 anos, devido ao uso desordenado e predatório, com aproximadamente quatro milhões de hectares degradados nos últimos 15 anos pela exploração do homem, estima-se que a cada ano mais 600 mil ha sejam devastados e que atualmente reste apenas de 30 a 40% da vegetação original (BEZERRA et al., 2014; GUT et al., 2020).

Iwata et al. (2012) destacam, dentre as formas de utilização inadequada do solo, sobretudo pela adoção de sistemas convencionais, que tem ocasionado degradação de suas propriedades físicas, químicas e biológicas dos solos das regiões semiáridas, que ainda são marcadas pela fragilidade quanto ao uso e manejo, historicamente intensivos e baseados no uso do fogo que contribui na depleção de carbono e perda de nutrientes do solo (IWATA et al., 2020; IWATA et al., 2021).

Para tanto o manejo sustentável da Caatinga contribui na melhoria e manutenção das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo e equilíbrio dos demais componentes do bioma (GONÇALO FILHO et al., 2018; ARAUJO et al., 2018; PADOVAN et al., 2017; IWATA et al., 2021; BARRETO-GARCIA et al., 2021). Tais manejos são essenciais, uma vez que a restauração natural da Caatinga é mais lenta e mais complexa em relação a outros biomas brasileiros, considerado urgente na preservação aliada ao manejo sustentável dos recursos florestais como agente de minimização ao dano ambiental (SOUZA, 2020).

Os Sistemas Agroflorestais (SAFs) vem se mostrando como modelo estratégico para intervenção e recuperação de áreas de proteção, reservas legais, além de melhorar interações ecológicas equilibrando ecossistemas (LAUDARES et al., 2017). Assim o manejo agroflorestal pode ser considerado como excelente alternativa para um uso conservacionista da Caatinga, visto que permite o aumento dos estoques de carbono em suas culturas, com a mitigação das emissões de carbono para a atmosfera e até manutenção da biodiversidade, dado a maior diversidade de espécies vegetais e consequentemente maior produção de serapilheira, promovendo um ambiente favorável para o desenvolvimento e manutenção do ecossistema, aumentando o índice de decompositores e promovendo inter-relações de antibiose e simbiose, tornando o ecossistema mais rico (SHI et al., 2018; NASCIMENTO, 2016; ARAUJO et al., 2018).

É evidente, portanto, a importância da etapa inicial do manejo agroflorestal, o reconhecimento das espécies nativas remanescentes e as relações ecológicas entre elas, para fins de compreensão do papel de

cada espécie, dos serviços ecossistêmicos destas e as possíveis relações com as espécies a serem introduzidas. Desse modo, objetivou-se reconhecer a composição florística natural suas relações ecossistêmicas em área de Caatinga nativa como etapa essencial de implantação e sugestão de modelo de agrofloresta.

METODOLOGIA

Área de Estudo

Área de estudo da pesquisa se localiza no município de Valença do Piauí, município de pouco mais de 20 mil habitantes inserido em região semiárida, pertencente à microrregião homônima com classificação climática segundo Koppen do tipo “Aw” clima tropical com estação seca de inverno (MEDEIROS et al., 2020). As áreas de estudo foram divididas em duas áreas, área de cultivo convencional (ACC) e área de vegetação nativa (AVN) (50x50m) conforme Figura 1.

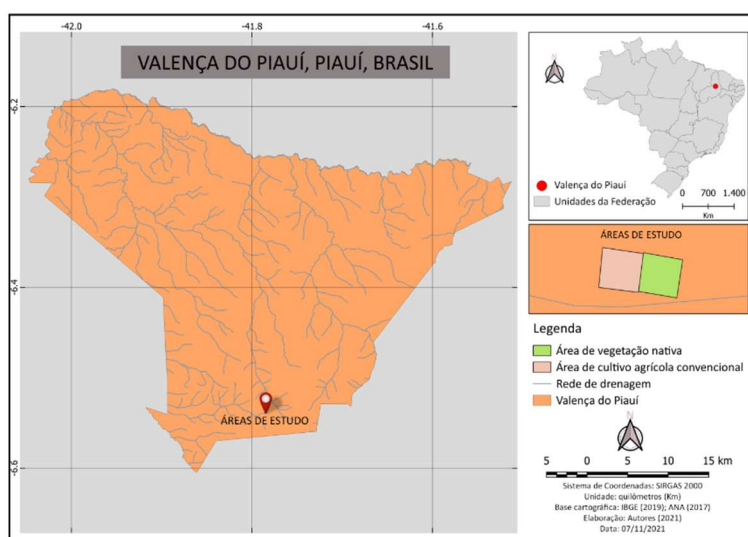


Figura 1: Mapa do município de Valença do Piauí: Áreas de estudo.

A geologia das áreas de estudo compreende-se sob Formação Cabeças, composta por arenitos, conglomerados e siltitos arenosos com domínios hidrogeológicos sedimentares, que se destacam em armazenamento de água subterrânea (AGUIAR et al., 2004). Ambas as áreas de estudo estão inseridas em Neossolos Quartzarênicos, acima assentadas vegetação de Caatinga (Savana-Estépica Arborizada) (IBGE, 2019).

Procedimentos metodológicos: Levantamento florístico, fitossociológico e fitossanitário

O levantamento florístico partiu da inventariação de dados florestais em campo tais como: circunferência a altura do peito (CAP) aferida com fita métrica a 1,30 m do solo, contabilizando-se os espécimes arbóreo e arbustivos vivos com circunferência ≥ 10 cm, altura total (Ht) e altura da copa, os indivíduos florestais foram identificados *in loco* a partir das fitofisionomias caulinar, foliar e floral, seguidas de identificação por nome vulgar por mateiro residente da região.

O levantamento fitossociológico foram calculados os referidos diâmetros a altura do peito (DAP),

Número total de Indivíduos (NI), Densidade Relativa (DRe), Área Basal (AB), Frequência Relativa (FeR), Dominância Relativa (DoR), Valor de Importância (VI), Valor de Cobertura (VC), Índice de Diversidade de Shannon-Weaver (H')(SHANNON et al., 1949) (Equação 1) e equitabilidade de Pielou (J') (ODUM, 1988) (Equação 2).

$$H' = \frac{[N \ln N - \sum_{i=1}^S ni \ln (ni)]}{N} \quad (1)$$

$$J' = \frac{H'}{H_{max}} \quad (2)$$

Onde:

N = número total de indivíduos amostrados;

ni = número de indivíduos inventariados para a i-ésima espécie;

S = número total de espécies amostradas;

ln = logaritmo na base neperiana;

Hmax = Shannon máximo de espécies amostradas.

Para levantamento fitossanitário foi utilizada metodologia adaptada de Silva et al. (2007) coletando *in loco* informações de fitossanidade, injúrias, necroses e infestações gerando por fim o índice de condição geral das árvores baseado na média aritmética ponderada do número de indivíduos dentro de uma das classes de sanidade boa, satisfatória, ruim ou morta.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O levantamento florístico apresentou um total de 105 indivíduos vegetais distribuídos em 20 espécies distintas, pertencentes a oito famílias botânicas. A espécie *Combretum glaucocarpum* Mart. se mostrou com maior valor de importância e cobertura (Tabela 01) enquanto *Combretum leprosum* Mart. mostraram-se com menores valores.

Tabela 1: Parâmetros fitossociológicos de espécies inventariadas em área de Caatinga nativa, município de Valença do Piauí, Piauí.

Nome Científico	DeR	DoR	FeR	VI(%)	VC(%)
<i>Combretum glaucocarpum</i> Mart.	14,29	34,57	14,29	21,05	24,43
<i>Aspidosperma multiflorum</i> A.DC.	17,14	7,11	17,14	13,80	12,13
<i>Cenostigma macrophyllum</i> Tul	6,67	17,89	6,67	10,41	12,28
<i>Annona leptopetala</i> R.E.Fr. H.Rainer	10,48	7,44	10,48	9,46	8,96
<i>Xylopia laevigata</i>	11,43	3,74	11,43	8,87	7,59
<i>Piptadenia stipulacea</i> (Benth.) Ducke	8,57	5,51	8,57	7,55	7,04
<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. Ex. DC) Mattos	7,62	5,39	7,62	6,87	6,50
<i>Dalbergia brasiliensis</i> Vogel	7,62	2,58	7,62	5,94	5,10
<i>Cesalpinia</i> ssp	2,86	3,67	2,86	3,13	3,26
<i>Astronium fraxinifolium</i> Schott	1,90	2,73	1,90	2,18	2,32
<i>Terminalia fagifolia</i> Mart	1,90	1,17	1,90	1,66	1,54
<i>Vatairea macrocarpa</i> (Benth.) Ducke	0,95	2,27	0,95	1,39	1,61
<i>Agonandra brasiliensis</i> Miers ex Benth. & Hook	1,90	0,30	1,90	1,37	1,10
(Indeterminada) <i>Costela</i> Danta	0,95	2,11	0,95	1,34	1,53
<i>Anacardium occidentale</i> L.	0,95	1,40	0,95	1,10	1,18
(Indeterminada) <i>Piquiá de Gomo</i>	0,95	1,04	0,95	0,98	1,00
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	0,95	0,74	0,95	0,88	0,85
<i>Magonia pubescens</i> A. St. -Hil.	0,95	0,20	0,95	0,70	0,58
<i>Mimosa tenuiflora</i> (Willd.) Poir	0,95	0,12	0,95	0,67	0,53
<i>Combretum leprosum</i> Mart.	0,95	0,03	0,95	0,65	0,49

Os espécimes identificados corresponderam a vegetações típicas de Caatinga e Cerrado, com condição fitossanitária e índice de condição geral das árvores conforme Silva et al. (2007) como boa-

satisfatória apresentando indivíduos vigorosos, bem distribuídos com valores próximos a nulos em injúrias, apresentando vestígios de fogo em fustes de árvores mais bem consolidadas próximas a limites em área de cultivo, os indivíduos de *C. glaucocarpum* mostraram-se como a segunda maior frequência relativa na amostra e maior valor de cobertura, dado as características de indigestibilidade e intoxicação por animais (HELAYEL et al., 2017) e características adaptativas.

Enquanto *C. leprosum* apresentou menor frequência e valor de importância e cobertura respectivamente, associado ao seu uso empírico em tratamento de hemorragias, com divergências na literatura (MELO et al., 2017) mostrando-se sua real eficiência com propriedades antiofídicas, fonte de néctar para abelhas e forrageadas por ovinos (FERNANDES et al., 2007; SILVA, 2009; BRASIL et al., 2018). Além da sua exploração antrópica que já o caracteriza como Menos Preocupante pelo Livro Vermelho da Flora Brasileira, junto com *A. fraxinifolium* e *M. pubescens* que também se inserem em tal classe (SILVA et al., 2020). A presença de tais indivíduos nestas áreas torna-se fator de grande relevância ambiental de manejo preservacionista, dado sua fitofisionomia e classe de ameaça pelo Livro Vermelho da Flora do Brasil (LVFB).

A *Handroanthus impetiginosus* (Mart. Ex. DC) Mattos representou a sexta maior espécie em valor de cobertura, com uma densidade relativa de 7,62 considerada uma espécie quase ameaçada de extinção pelo LVFB, para além de sua classificação de ameaça *H. impetiginosus* é uma espécie nativa da Caatinga usadas no processo de nidificação de abelhas nativas (SILVA et al., 2020; SANTOS et al., 2020). Assim como as espécies *A. occidentale* L. e *M. tenuiflora* (Willd.) Poir em que ambos também são fontes de néctar e pólen para abelhas e aquele, alimento para ovinos (BRASIL et al., 2018; MOURÃO, 2018).

Os serviços de polinização são desempenhados principalmente por insetos, especialmente abelhas pela sua morfologia, biologia e comportamento além de borboletas, mariposas, besouros, moscas vespas e formigas (FREITAS et al., 2015). Entretanto as variações que ocorrem em atributos ambientais em função de usos do solo acarretam alterações em comunidades biológicas como exemplo, as formigas (AMARAL et al., 2019). A Caatinga por sua vez depende dos serviços ecossistêmicos prestados por tal biodiversidade, tanto para manutenção de sua reprodução tendo como característica intrínseca os períodos de floração, distribuídas no início de estações chuvosas e em períodos de seca, quanto para fornecimento serviços de sustentação a outras comunidades biológicas animais não apenas em períodos de abundância alimentar como também em épocas de escassez (SOUZA, 2020).

Uma vez que a ausência de abelhas afeta cultivos alimentares humanos e forrageiras animais que dependem dos seus serviços. Os ecossistemas naturais são meios ricos em defensivos biológicos que auxiliam no controle de pragas, as vespas são um exemplo (PREZOTTO et al., 2019) entretanto alterações em habitats limitam desenvolvimento de espécies (ADAMS et al., 2021). Miller et al. (2015) destacam aumento no preço de carnes e laticínios em detrimento do prejuízo de atividades humanas em um dos serviços ecológicos da natureza, a polinização, prejuízos ocasionados pelo uso excessivo de pesticidas.

As classes diamétricas da AVN se distribuem majoritariamente em valores baixos a médios (Figura 2), esses valores respondem a comportamentos típicos de vegetação de Caatinga que concentra suas características vegetativas em hábito arbóreo-arbustiva associada a grande plasticidade fenotípica, que

mantém diâmetros mais baixos em resposta adaptativa da disponibilidade hídrica e condições particulares tanto do solo quanto do clima (SOUZA, 2020).

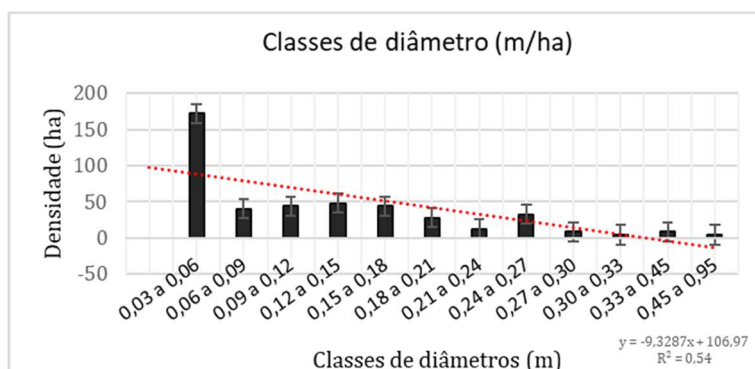


Figura 2: Classes de diâmetro (m/ha) da AVN e tendência linear em área de Caatinga nativa, no município de Valença do Piauí, Piauí.

O índice de diversidade de Shannon-Weaver (H') do presente estudo 2,53 e equabilidade de Pielou (J') de 0,84, mostrando-se superiores a áreas de Caatinga distribuídas no território brasileiro discutidas em trabalhos anteriores (Figura 3), que vão desde fragmentos de caatinga em regiões tipicamente semiáridas com bom estado de conservação (SANTOS et al., 2017; ALVES JÚNIOR et al., 2013; BEZERRA et al., 2017), fragmentos de caatinga antropizados (SABINO et al., 2016), fragmentos tipicamente lenhosos (SANTOS et al., 2017) fragmentos associados a criação semi extensiva de bovinos (BARBOSA et al., 2012) e até fragmentos situados em estações ecológicas (LUCENA et al., 2018).

As alterações em riqueza de espécies por sua vez alteram os índices de diversidade de Shannon (LUCENA et al., 2018) demonstrando a interação dos ecossistemas em responder às intervenções. Sendo representada na (Figura 3) os índices de diversidade de nove diferentes áreas de caatinga avaliadas a partir do índice H' .

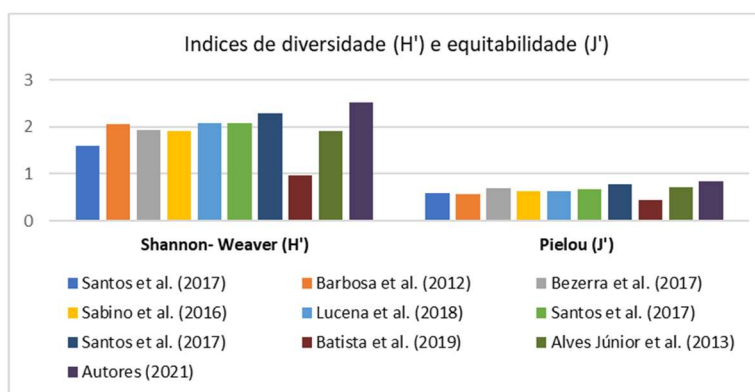


Figura 3: Índices de diversidade (H') e equabilidade (J') em área de Caatinga nativa, no município de Valença do Piauí, Piauí.

A diversidade de Shannon apresentou-se acima da média para áreas de Caatinga já observadas e estudadas, seus valores são justificáveis pelo estágio de conservação da área de avaliação em questão, com boa cobertura de serrapilheira, dada por altos teores de lignina e tanino que reduzem sua decomposição e seu bom desenvolvimento florístico-vegetativo tendo em vista que a sua alta heterogeneidade florística da Caatinga reflete as adaptações e condições particulares de solo e clima (SOUZA, 2020). O capital natural gerado a partir das inter-relações do ambiente semiárido de caatinga auxilia na condição e diversidade

florestal da Caatinga.

Metzger et al. (2019) destacam que o capital natural brasileiro proporciona condições necessárias para conservação e uso sustentável de seus ativos ambientais, por conseguinte o torna capaz de enfrentar mudanças climáticas promovendo inclusive prosperidade econômica. Uma variedade de serviços ambientais pode ser utilizada pelos seres humanos, uma vez que forneçam a segurança e a permanência de ecossistemas por meio do manejo consciente de componentes florestais, os sistemas agroflorestais possibilitam está conciliação com as demandas humanas (SILVA IRMÃO et al., 2021).

Os benefícios da biodiversidade em cultivos agrícolas são evidentes (MELO FILHO et al., 2018; BARBOSA et al., 2021) a preservação de espécies florísticas endêmicas da Caatinga e de hotspots como o Cerrado devem estar estimuladas. Para tanto é imprescindível práticas de manejo ambiental preservacionista que reduzam danos ambientais em ecossistemas semiáridos. Práticas que promovam menor redução de área basal, maior diversidade de espécies florísticas e menor alteração de serapilheira são encorajadas, sendo inclusive favoráveis na manutenção de microrganismos no solo (BARRETO-GARCIA et al., 2021).

Os SAFs por sua vez promovem tais práticas, como a proteção a biodiversidade, mitigação de mudanças climáticas, manutenção de recursos hídricos a partir de impactos positivos sobre propriedades hídricas do solo, ciclagem de nutrientes, aumento de fertilidade e controle da erosão, sendo fatores de extrema relevância ambiental em áreas de Caatinga, tendo em vista suas condicionantes ambientais que favorecem erosão, baixa fertilidade e escassez hídrica (MICCOLIS et al., 2016). Além de promover benefícios socioeconômicos na produção de alimentos, madeira, energia, forragem, segurança alimentar e potencialização de espaço e produção de mel por espécies apícolas endêmicas (MICCOLIS et al., 2016).

Portanto, torna-se proposto à ACC o estabelecimento de sistema agroflorestal sucessional, característico por garantir um ambiente agroflorestal mais misto e biodiverso levando em consideração à rica diversidade florística e composição fitossociológica, favorecendo restauração ecológica a área e permitindo expansão inclusive em áreas de vegetação nativa (AVN) com impactos reduzidos à componentes ambientais e promovendo benefícios sociais e econômicos

CONCLUSÕES

A compreensão das relações ecossistêmicas entre espécies promoveu um reconhecimento sistemático mais bem estruturado, favorecendo o entendimento de relações ecológicas e serviços ecossistêmicos que abrangem espécies endêmicas e cultivos agrícolas, tal contribuição torna proposto o sistema agroflorestal para área avaliada, levando em consideração as variáveis ambientais avaliadas e aqui discutidas.

As espécies inventariadas demonstraram-se com bom estado fitossanitário e fenotípico em boas condições ambientais, distribuídas em diferentes famílias botânicas de hábitos distintos. A AVN apresentou-se com maior índice de diversidade de Shannon dentre outras áreas de Caatinga avaliadas. O referido índice demonstrou relevância na avaliação ambiental corroborando com dados florísticos e fitossociológicos coletados em campo.

A partir da avaliação de dados florísticos, fitossociológicos, fitossanitários e relações ecossistêmicas foi possível inferir o modelo de SAF relevante ao ambiente em questão, sendo os sistemas agroflorestais sucessoriais adequados para área de cultivo e área de caatinga nativa estudada.

REFERÊNCIAS

- ADAMS, J. B.; RAJKARAN, A.. Changes in mangroves at their southernmost African distribution limit. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v.248, p.107158, 2021. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.ecss.2020.107158>
- AGUIAR, R. B.; GOMES, J. R. C.. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea, estado do Piauí**: diagnóstico do município de Valença do Piauí. Fortaleza: CPRM: Serviço Geológico do Brasil, 2004
- ALVES JUNIOR, F. T.; FERREIRA, R. L. C.; SILVA, J. A. A.; MARAGON, L. C.; CESPEDES, G. H. G.. Regeneração natural de uma área de caatinga no sertão Pernambucano, nordeste do Brasil. **CERNE**, Lavras, v.19, n.2, p.229-235, 2013. DOI: <http://doi.org/10.1590/S0104-77602013000200006>
- AMARAL, G. C.; VARGAS, A. B.; ALMEIDA, F. S.. Efeitos de atributos ambientais na biodiversidade de formigas sob diferentes usos do solo. **Ciênc. Florest**, Santa Maria, v.29, n.2, p.660-672, 2019. DOI: <http://doi.org/10.5902/1980509833811>
- ARAUJO, E. C. G.; SILVA, T. C.; LIMA, T. V.; SANTOS, N. A. T.; BORGES, C. H. A.. Macrofauna como bioindicadora de qualidade do solo para agricultura convencional e agroflorestal. **Agropecuária Científica no Semiárido**, Patos, v.14, n.2, p.108-116, 2018.
- BARBOSA, F. R. G. M.; NORONHA, M. O.; PIACENTI, C. A.. Valoração econômica do serviço de polinização na agricultura no Centro-Oeste brasileiro (2010-2018). **Geosul**, Florianópolis, v.36, n.78, p.310-325, 2021. DOI: <http://doi.org/10.5007/2177-5230.2021.e73373>
- BARBOSA, M. D.; MARAGON, L. C.; FELICIANO, A. L. P.; FREIRE, F. J.; DUARTE, G. M. T.. Florística e fitossociologia de espécies arbóreas e arbustivas em uma área de caatinga em Arcoverde, PE, Brasil. **Rev. Árvore**, Viçosa, v.36, n.5, p.851-858, 2012. DOI: <http://doi.org/10.1590/S0100-67622012000500007>
- BARRETO-GARCIA, P. A. B.; BATISTA, S. G. M.; GAMA-RODRIGUES, E. F.; PAULA, A.; BATISTA, W. C. A.. Short-term effects of forest management on soil microbial biomass and activity in caatinga dry forest, Brazil. **Forest Ecology and Management**, v.481, 118790, 2021. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.foreco.2020.118790>
- BEZERRA, C. S.; PEREIRA, J. G.. Diversidade da vegetação arbórea em uma área de Caatinga no município de Monteiro-PB. **Cad. Cult. Ciênc.**, Crato, v.16, n.1, 2017.
- BEZERRA, J. M.; MOURA, G. B. A.; SILVA, B. B.; LOPES, P. M. O.; SILVA, E. F. F.. Parâmetros biofísicos obtidos por sensoriamento remoto em região semiárida do estado do Rio Grande do Norte, Brasil. **R. Bras. Eng. Agric e Ambiental**, v.18, n.1, p.73-84, 2014. DOI: <http://doi.org/10.1590/S1415-43662014000100010>
- BRASIL, D. F.; GUIMARÃES-BRASIL, M. O.. Principais recursos florais para abelhas da Caatinga. **Sci. Agrar. Paranaensis**, v.17, n.2, p.149-156, 2018.
- FERNANDES, F. F. A.; EL-KIK, C.; FACUNDO, V. A.; MELO, P. A.. Evaluation Of Antiofidic Activity Of Combretum Leprosum Mart Fruit Extract. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FARMACOLOGIA E TERAPÊUTICA EXPERIMENTAL, 39. **Anais**. São Paulo: UNIFESP, 2007.
- FREITAS, B. M.; SILVA, C. I.. **O papel dos polinizadores na produção agrícola no Brasil**. São Paulo: Organização Brasileira De Estudos das Abelhas, Agricultura e polinizadores, 2015.
- GONÇALO FILHO, F.; NETO, F. M.; FERNANDES, C. S.; DIAS, N. D.; CUNHA, R. R.; MESQUITA, F. O.. Efeitos de manejo sustentável da Caatinga sob os atributos físicos do solo. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v.38, p.1-5, 2018. DOI: <http://doi.org/10.4336/2018.pfb.38e201801581>.
- GUT, G. A. P.; BAKKE, I. A.; VASCONCELOS, G. S.. Potencialidades para o uso de *Parkinsonia aculeata* L. em Sistemas Agroflorestais no Semiárido. **Agropecuária Científica no Semiárido**, Patos, v.16, n.1, p.1-4, 2020.
- HELAYEL, M. A.; RAMOS, A. T.; GOLONI, A. V.; VEIGA, A. P. M.; MORON, S. E.; VIANA, R. H. O.; CARVALHO JÚNIOR, C. P.. Intoxicação espontânea por *Combretum glaucocarpum* Mart. [sin.: *Thiloo glaucocarpa* (Mart.) Eichler] (*Combretaceae*) em bovinos. **Cienc. Anim. Bras.**, Goiânia, v.18, p.1-8, e-31906, 2017. DOI: <http://doi.org/10.1590/1089-6891v18e-31906>
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Macrocaracterização dos Recursos Naturais do Brasil**: Províncias estruturais, compartimentos de relevo, tipos de solos e regiões fitoecológicas. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. Rio de Janeiro: IBGE, 2019
- IWATA, B. F.; BRANDÃO, M. L. S. M.; BRAZ, R. S.; LEITE, L. F. C.; COSTA, M. C. G.. Total and particulate contents and vertical stratification of organic carbon in agroforestry system in Caatinga. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.34, n.2, p.443-451, 2021. DOI: <http://doi.org/10.1590/1983-21252021v34n220rc>
- IWATA, B. F.; COSTA, M. C. G.; LEITE, L. F. C.; NASCIMENTO, B. L. M.; ALMEIDA, K. S.; BARBOSA, D. L. S.; SOUSA JÚNIOR, E. L.; BRANDÃO, M. L. S. M.. Manejo de resíduos em argissolo sob agrofloresta no semiárido cearense. **Brazilian Journal of Development**, v.6, p.20702-20716, 2020. DOI: <http://doi.org/10.34117/bjdv6n4-300>
- IWATA, B. F.; LEITE, L. F. C.; ARAÚJO, A. S. F.; NUNES, L. A. P. L.; GEHRING, C.; CAMPOS, L. P.. Sistemas agroflorestais e seus efeitos sobre os atributos químicos em Argissolo

Vermelho-Amarelo do Cerrado piauiense. **R. Bras. Eng. Agríc e Ambiental**, v.16, n.7, p.730–738, 2012.

LAUDARES, S. S. A.; BORGES, L. A. C.; ÁVILA, P. A.; OLIVEIRA, A. L.; SILVA, K. G.; LAUDARES, D. C. A.. Agroforestry as a sustainable alternative for environmental regularization of rural consolidated occupations. **CERNE**, v.23 n.2, p.161-174, 2017. DOI: <http://doi.org/10.1590/01047760201723022240>

LUCENA, M. S.; ALVES, A. R.; BAKKE, I. A.. Composição florística, diversidade e estrutura da vegetação arbóreo-arbustiva de caatinga sob sistemas silviculturais. **Nativa**, Sinop, v.6, n.5, p.506-516, 2018. DOI: <http://doi.org/10.31413/nativa.v6i5.5971>

MEDEIROS, R. M.; CAVALCANTI, E. P.; DUARTE, J. F. M.. Classificação climática de köppen para o estado do Piauí – Brasil. **Revista Equador**, v.9, p.82–99, 2020.

MELO FILHO, J. S.; VÉRAS, M. L. M.; MELO, U. A.; ALVES, L. S.; COSTA, F. X.. Identificação de visitantes florais na cultura do Feijão Caupi em Pombal–PB. **Revista Terceiro Incluído**, v.8, p.85-93, 2018. DOI: <http://doi.org/10.5216/teri.v6i1.40154>

MELO, J. A.; MORAIS, J. O.; CANUTO, B. G. A.; MONTEIRO, S. A.; ALMEIDA, M. M. C.. Utilização do *Combretum Leprosum mart.* Como anti-hemorrágico e hemostático. **Journal of Medicine and Health Promotion**, Patos, v.2, n.3, p.856-860, 2017.

METZGER, J. P.; BUSTAMANTE, M. M. C.; FERREIRA, J.; FERNANDES, G. W.; LIBRÁN-EMBED, F.; PILLAR, V. D.; PRIST, P. R.; RODRIGUES, R. R.; VIEIRA, I. C. G.; OVERBECK, G. E.. Why Brazil needs its Legal Reserves. **Perspect Ecol Conserv**, v.17, n.3, p.91–103, 2019. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.pecon.2019.07.002>

MICCOLIS, A.; PENEIREIRO, F. M.; MARQUES, H. R.; VIEIRA, D. L. M.; ARCO-VERDE, M. F.; HOFFMANN, M. R.; REHDER, T.; PEREIRA, A. V. B.. **Restauração Ecológica com Sistemas Agroflorestais: como conciliar conservação com produção.** Opções para Cerrado e Caatinga. Brasília: Centro Internacional de Pesquisa Agroflorestal – ICRAF, 2016.

MILLER, G. T.; SPOOLMAN, E. S.. **Environmental Science**. 14 ed. São Paulo: Cengage Learning, 2015.

MOURÃO, E. B.. **Composição botânica e valor nutritivo da dieta selecionada por ovinos na caatinga em diferentes níveis de suplementação concentrada.** Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual Vale do Acaraú, Sobral, 2018.

NASCIMENTO, J. S.. **Estudos multidisciplinares em arranjos agroflorestais biodiversos na região Sudoeste de Mato Grosso do Sul.** Dissertação (Mestrado em Agronegócios) - Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2016.

ODUM, E. P.. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1988.

PADOVAN, M. P.; NASCIMENTO, J. S.; CARIAGA, J. A.; PEREIRA, Z. V.; AGOSTINHO, P. R.. Serviços ambientais prestados por sistemas agroflorestais biodiversos na recuperação de áreas degradadas e algumas possibilidades de compensações aos agricultores. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 11. **Anais**. 2017. Curitiba, 2017.

PREZOTTO, F.; MACIEL, T. T.; DETONI, M.; MAYORQUIN, A. Z.; BARBOSA, B. C.. Pest Control Potential of Social Wasps in Small Farms and Urban Gardens. **Insects**, Juiz de Fora, v.10, n.192, 2019. DOI: <http://doi.org/10.3390/insects10070192>

SABINO, F. G. S.; CUNHA, M. C. L.; SANTANA, J. M.. Estrutura da Vegetação em Dois Fragmentos de Caatinga Antropizada na Paraíba. **Floresta Ambient.**, Rio de Janeiro, v.23, n.4, p.487-496, 2016. DOI: <http://doi.org/10.1590/2179-8087.017315>

SANTOS, W. S.; HENRIQUES, I. G. N.; SANTOS, W. S.; RAMOS, G. G.; VASCONSELOS, G. S.; VASCONCELO, A. D. M.. Análise florística-fitosociológica e potencial madeireiro em área de caatinga submetida a manejo florestal. **Agropecuária Científica no Semiárido**, Patos, v.13, n.3, p.203-211, 2017.

SANTOS, W. S.; SOUZA, M. P.; NÓBREGA, G. F. Q.; MEDEIROS, F. S.; ALVES, A. R.; HOLANDA, A. C.. Caracterização florístico-fitosociológica do componente lenhoso em fragmento de caatinga no município de Upanema-RN. **Nativa**, Sinop, v.5, n.2, p.85-91, 2017.

SANTOS, W. S.; SOUZA, M. P.; SANTOS, W. S.; MEDEIROS, F. S.; ALVES, A. R.. Estudo fitossociológico em fragmento de caatinga em dois estágios de conservação, Patos, Paraíba. **Agropecuária Científica no Semiárido**, Patos, v.13, n.4, p.315-321, 2017.

SANTOS, W. M.; FARIA, L. R.; ROCHA, A. F. M.; VALE, L. S. R.; KRAN, C. S.. Sistema Agroflorestal na Agricultura Familiar. **Revista UFG**, v.20, n.26. 2020. DOI: <http://doi.org/10.5216/revufg.v20.63772>.

SHANNON, C. E.; WEAVER, W.. **The mathematical theory of communication**. Urbana: University of Illinois Press, 1949.

SHI, L.; FENG, W.; XU, W.; KUZYAKOV, Y.. Agroforestry systems: Metaanalysis of soil carbon stocks, sequestration processes, and future potentials. **Land Degradation & Development**, v.29, p.3886-3897, 2018. DOI: <http://doi.org/10.1002/ldr.3136>

SILVA IRMÃO, M.; SANTOS, K. L.. Efeito da composição vegetal nos serviços ambientais oferecidos por sistemas agroflorestais. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v.7, n.6, p.63362-63382, 2021. DOI: <http://doi.org/10.34117/bjdv7n6-626>

SILVA, A. G.; PAIVA, H. N.; GONÇALVES, W.. **Avaliando a arborização urbana**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2007.

SILVA, C. D.. **Combretum leprosum Mart. (Combretaceae):** Avaliação da atividade anti-inflamatória tópica em modelos de inflamação de pele agudo e crônico em camundongos. Dissertação (Mestrado em Farmacologia) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.

SILVA, C. P.; CÂNDIDO, J. B.; SANTOS, A. F.; SOUZA, P. B.. Espécies botânicas categorizadas sob alguma forma de risco de extinção nos parques estaduais do Tocantins. **Revista Desafios**, Palmas, v.7, n.2, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.20873/uftv7-4540>

SOBRAL, M. C.; ASSIS, J. M. O.; OLIVEIRA, C. R.; SILVA, G. M. N.; MORAIS, M.; CARVALHO, R. M. C.. Impacto das mudanças

climáticas nos recursos hídricos no submédio da bacia hidrográfica do Rio São Francisco- Brasil. **Revista Eletrônica do PRODEMA**, Fortaleza, v.12, n.3, p.95-106, 2018.

SILVA, N. L.; TONUCCI, R. G.; SILVA, P. S. L.; GUEDES, F. L.; POMPEU, R. C. F. F.. Sistemas integrados no bioma Caatinga.

In: SOUZA, H. A.; LEITE, L. F. C.; MEDEIROS, J. C.. **Solos sustentáveis para a agricultura no Nordeste**. Brasília: Embrapa, 2021. p.439-452.

SOUZA, D. D.. **Adaptações de plantas da caatinga**. São Paulo: Oficina de textos, 2020.

A CBPC – Companhia Brasileira de Produção Científica (CNPJ: 11.221.422/0001-03) detém os direitos materiais desta publicação. Os direitos referem-se à publicação do trabalho em qualquer parte do mundo, incluindo os direitos às renovações, expansões e disseminações da contribuição, bem como outros direitos subsidiários. Todos os trabalhos publicados eletronicamente poderão posteriormente ser publicados em coletâneas impressas sob coordenação da **Sustenere Publishing**, da Companhia Brasileira de Produção Científica e seus parceiros autorizados. Os (as) autores (as) preservam os direitos autorais, mas não têm permissão para a publicação da contribuição em outro meio, impresso ou digital, em português ou em tradução.