



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E
CONSERVAÇÃO

DIVERSIDADE E COMPOSIÇÃO DA VEGETAÇÃO AO LONGO
DE UM GRADIENTE SUCESSIONAL NA CAATINGA

Autor: Giselle Gomes Conceição

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Ana Paula do NascimentoPrata

Co-orientador: Prof^º. Dr^º. Leandro de Sousa Souto

SÃO CRISTÓVÃO

2014

GISELLE GOMES CONCEIÇÃO

**DIVERSIDADE E COMPOSIÇÃO DA VEGETAÇÃO AO LONGO
DE UM GRADIENTE SUCESSIONAL NA CAATINGA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação da Universidade Federal de Sergipe, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ecologia e Conservação.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Ana Paula do Nascimento Prata

Co-orientador: Prof^º. Dr^º. Leandro de Sousa Souto

SÃO CRISTÓVÃO

2014

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE

C744d Conceição, Giselle Gomes
Diversidade e composição da vegetação ao longo de um gradiente sucessional na caatinga / Giselle Gomes Conceição ; orientadora Ana Paula do Nascimento Prata. – São Cristóvão, 2014.
81 f. : il.

Dissertação (mestrado em Ecologia e Conservação) – Universidade Federal de Sergipe, 2014.

1. Diversidade biológica. 2. Sucessão ecológica. 3. Semi-árido. 4. Participação aditiva. 5. Grotta do Angico, SE. I. Prata, Ana Paula do Nascimento, orient. II. Título

CDU: 574.1(813.7)

TERMO DE APROVAÇÃO

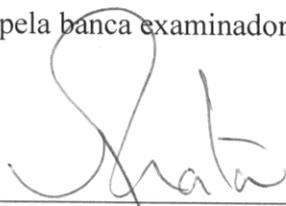
DIVERSIDADE E COMPOSIÇÃO DA VEGETAÇÃO AO LONGO DE UM GRADIENTE SUCESSIONAL NA CAATINGA

por

GISELLE GOMES CONCEIÇÃO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação da Universidade Federal de Sergipe, como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do título de Mestre em Ecologia e Conservação.

APROVADA pela banca examinadora composta por



DR^a ANA PAULA CIRINO DO NASCIMENTO
Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação da
Universidade Federal de Sergipe



DR^a LUCI FERREIRA RIBEIRO
Universidade Federal do Oeste Bahiano



DR. EVERARDO VALADARES DE SÁ BARRETTO SAMPAIO
Universidade Federal de Pernambuco

São Cristóvão/SE, 30 de julho de 2014

*Dedico este trabalho à minha mãe, Gileide,
e minha irmã, Renata.*

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus por costurar todos os caminhos que me levaram até aqui, me segurando e protegendo para que no fim desse tudo certo e também pelas pessoas que colocou perto de mim e foram essenciais na minha vida.

À minha mãe, Gileide, pela força incessante em buscar sempre o melhor para nossa família e pelo carinho e respeito que dispensou a este trabalho, mesmo que por algumas vezes não conseguisse entender sobre o que eu estava falando, mas sempre se interessando e me incentivando. Ao meu pai, José Renato, que mesmo não estando presente fisicamente, construiu a estrada que me trouxe até aqui. À minha irmã Renata pelo amor constante e por sempre reclamar por estar ocupada elaborando esta dissertação.

À todos os familiares que torcem pela minha felicidade e sucesso profissional, em especial tia Simone e primas Anne, Ana Paula e Alana.

Às amigas queridas, Elisa, Camilla, Lizziê e Ellen, que, mesmo distante, estão sempre dispostas a ajudar e onde encontro palavras de incentivo e alegria!

À todos da família LSV/ASE, pelos momentos que rimos e sofremos juntos, e pela alegria de encontrar amigas para trocar experiências e que entendem como as coisas não são nada fáceis. Em especial agradeço a Gilmara, Larissa Rocha, Larissa Melo, Leuciane, Gilda, Dani, Rainan e Christopher.

À professora Dr. Ana Paula Prata, pela orientação durante estes 5 anos e ao longo do mestrado e pela confiança dispensada a mim durante a elaboração deste trabalho.

Ao professor Dr. Leandro de Sousa Souto pela orientação e disponibilidade oferecida a mim no processo de desenvolvimento desta dissertação e pela ajuda e ensinamentos desde a escolha do tema às análises dos dados.

À Ana Cecília e Diogo Gallo primeiramente pela confiança depositada e pela generosidade de compartilhar seus dados para uso neste trabalho, e também pela simplicidade em se mostrarem sempre dispostos a ajudar nas horas de dúvida.

Aos professores que participarão das bancas de qualificação e defesa pelas correções e valiosas sugestões.

Aos amigos de mestrado pelos momentos de alegrias e sofrimento coletivo, pela troca de informações e ideias que ajudaram a melhorar esse trabalho e por compartilhar angustias, desabafos, experiências e bons momentos. Em especial à Nara (“marida”), Carol e Rafael.

À Júnior pelo companheirismo ao longo deste projeto, por agüentar minhas reclamações, por me lembrar que sempre pode existir coisa pior e por me fazer esquecer de todas as coisas ruins. Por agüentar o calor da Caatinga comigo enquanto mediamos árvore e me ajudar em tudo que podia e até mais durante este tempo. Enfim por todo carinho, amor e atenção divididos durante este tempo.

À todos os professores e funcionários do programa de pós-graduação em Ecologia e Conservação que auxiliaram todos os mestrandos ao longo destes 2 anos.

À SEMARH e ao gestor do MONA Grota do Angico Thiago, assim como os seguranças da unidade de conservação pela atenção. Ao motorista da UFS Silvino por nos transportar sempre em segurança.

À CAPES pela concessão da bolsa de estudos.

RESUMO GERAL

A composição de espécies da vegetação de Caatinga em três estágios sucessionais foi caracterizada amostrando-se 20 parcelas, com 20x20m (400m²), em cada estágio. O estágio inicial corresponde a áreas abandonadas há cerca de 3 anos, no município de Poço Redondo; o estágio intermediário localiza-se no Monumento Natural Grota do Angico situado entre os municípios de Canindé do São Francisco e Poço Redondo, este local está em regeneração florestal a pouco mais de 20 anos; o estágio tardio pertence ao fragmento de Caatinga encontrado na fazenda São Pedro, Porto da Folha, que não sofre ação antrópica há mais de 60 anos. Todos os indivíduos do estrato arbustivo – arbóreo com CAP (Circunferência à altura do peito a 1,30m) \geq 6 cm tiveram sua circunferência e altura aferidas. O modelo de partição aditiva utilizado corresponde a seguinte fórmula: $\gamma = \alpha + \beta_1 + \beta_2$, onde γ é a diversidade total, α a diversidade média dentro das parcelas, β_1 é a diversidade entre as parcelas da mesma área, β_2 é a diversidade entre as três áreas. Na área inicial foram identificadas 15 espécies pertencentes a 8 famílias e 15 gêneros. A densidade e dominância total encontradas nesta área foram equivalentes a 818,75 ind/ha e 0,89 m²/ha, respectivamente. A espécie com maior valor de importância foi *Poincianella pyramidalis*. O índice de diversidade de Shannon-Wiener (H') e o índice de equabilidade de Pielou (J') foram, respectivamente, 0,72 e 0,61. A área intermediária apresentou 15 famílias, 25 gêneros e 25 espécies. A densidade total foi 1611,3 ind/ha e a dominância total foi de 3,31 m²/ha. *P. pyramidalis* foi a espécie que apresentou os maiores valores de densidade relativa, frequência, dominância e VI. O índice de diversidade foi 0,74 e o de equabilidade foi 0,53. Já na área tardia foram identificadas 22 famílias, 40 gêneros e 46 espécies. A densidade total foi 2741,3 ind/ha e a dominância total 13,02 m²/ha. *Bauhinia cheilantha* apresentou o maior VI. Os índices H' e J' foram 1,07 e 0,64, respectivamente. Os resultados do GLM do modelo ANOVA confirmaram que as três áreas diferem entre si. Os gráficos obtidos a partir do NMDS mostraram a partir do ordenamento dos pontos que as áreas são diferentes em riqueza de espécies. A análise da partição aditiva da diversidade mostrou que o componente α foi o que menos contribuiu para a diversidade γ , porém o valor observado para tal componente foi superior ao esperado pelo modelo nulo. Já o componente β_1 observado foi inferior ao esperado pelo modelo, o que ilustra o agrupamento de espécies gerado pelo limite de dispersão das mesmas, o que dificulta a migração entre os remanescentes de Caatinga. O componente que melhor contribuiu para a diversidade γ foi β_2 , evidenciando a importância da substituição das espécies ao longo do processo de sucessão.

Palavras-chave: Semi-árido, Sucessão ecológica, riqueza, Partição aditiva, diversidade β .

GENERAL ABSTRACT

The species composition of the vegetation of Caatinga in three successional stages was characterized by sampling 20 installments, with 20x20m (400m²), in each stage. The initial stage corresponds to areas abandoned for nearly three years, the city of Poço Redondo; intermediate stage is located in the Monumento Natural Grota do Angico situated between the cities of Canindé do São Francisco and Poço Redondo, this site is in forest regeneration just over 20 years; and the late stage belongs to the Caatinga fragment found in the Fazenda São Pedro, Porto da Folha, which does not suffer human action for over 60 years. All subjects were considered from shrub - woody stratum with CAP (circumference at breast height 1.30 m) > 6 cm, had measured its circumference and height. The additive partitioning model used corresponds to the following formula: $\gamma = \alpha + \beta_1 + \beta_2$, where γ is the total diversity, α is the mean diversity within plots, β_1 is the diversity between plots of the same area, β_2 is the diversity between the three areas. In the initial area 15 species belonging to 8 families and 15 genera were identified. The density and total dominance found in this area were equivalents 818,75 ind./ha and 0.89 m²/ha, respectively. The species with the highest importance value was *Poincianella pyramidalis*. The diversity index of Shannon-Wiener (H') and equability index of Pielou (J') for this area were, respectively, 0.72 and 0.61. The intermediate area showed 15 families, 25 genera and 25 species. The total density was 1611.3 ind/ha, and total dominance was 3.31 m²/ha. *P. pyramidalis* was the species that showed the highest values of relative density, frequency, dominance and VI. The diversity index was 0.74 and the equability was 0.53. In the area in late stage 22 families, 40 genera and 46 species were identified. The total density was 2741.3 ind/ha and total dominance equal to 13.02 m²/ha. *Bauhinia cheilantha* had the highest VI. The H' and J' indices were 1.07 and 0.64, respectively. The results of the GLM from model ANOVA confirmed that the three areas differ from each other. The graphs obtained from NMDS showed from the ordering of the points that the areas are different in species richness. The analysis of additive partitioning of diversity showed that the α component was the least contributed to the diversity γ , but the observed value for this component was higher than expected by the null model. The component β_1 observed was lower than expected by the model, which illustrates the grouping of species generated by the limit of dispersion the same, which hampers migration among the remaining Caatinga. The component that best contributed to the diversity γ was β_2 , highlighting the importance of replacement of species along the successional process.

Keywords: Semi-arid, Ecological succession, wealth, Additive Partition, β diversity.

SUMÁRIO

RESUMO GERAL.....	i
GENERAL ABSTRACT	ii
LISTA DE FIGURAS	v
LISTA DE TABELAS	vii
INTRODUÇÃO GERAL	1
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	3
CAPÍTULO 1 - MUDANÇAS NA ESTRUTURA E DIVERSIDADE DO COMPONENTE ARBUSTIVO-ARBÓREO EM ÁREAS DE CAATINGA EM DIFERENTES ESTÁGIOS DE SUCESSÃO	5
RESUMO.....	6
ABSTRACT.....	7
INTRODUÇÃO	8
MATERIAL E MÉTODOS	12
ÁREA DE ESTUDO	12
AMOSTRAGEM DA VEGETAÇÃO.....	15
COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA.....	15
ESTRUTURA DA COMUNIDADE.....	16
RESULTADOS	19
DISCUSSÃO	30
CONCLUSÃO	37
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39

CAPÍTULO 2 - DIVERSIDADE β AO LONGO DE GRADIENTE SUCESSIONAL EM ÁREAS DE CAATINGA	44
RESUMO.....	45
ABSTRACT.....	46
INTRODUÇÃO	47
MATERIAL E MÉTODOS	50
ÁREA DE ESTUDO	50
AMOSTRAGEM DA VEGETAÇÃO.....	53
DIVERSIDADE β (BETA).....	54
RESULTADOS	56
DISCUSSÃO	57
CONCLUSÃO	60
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	62
CONCLUSÕES GERAIS	65

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1 - MUDANÇAS NA ESTRUTURA E DIVERSIDADE DO COMPONENTE ARBUSTIVO-ARBÓREO EM ÁREAS DE CAATINGA EM DIFERENTES ESTÁGIOS DE SUCESSÃO

Figura 1. Mapa do estado de Sergipe, destacando os municípios de Canindé do São Francisco, Poço Redondo e Porto da Folha, onde estão localizadas as áreas de estudo. Fonte: C) Silva (2011); D) Oliveira (2012a) 12

Figura 2. Área inicial no período seco (A) e no período chuvoso (B); Área intermediária (C, D); Área tardia (E, F). Fotos: Conceição, G. G. (2013); Gomes, L. A. (2011); Oliveira, D. G. (2011) e Santos Jr, J. F. G (2012) 14

Figura 3. Distribuição da abundância das famílias botânicas mais dominantes em três áreas de Caatinga em diferentes estágios de sucessão. Onde: Ini = estágio inicial; Int = estágio intermediário; Tar = estágio tardio. 20

Figura 4. Distribuição da abundância de indivíduos entre as classes de diâmetro em três áreas de Caatinga em diferentes estágios de sucessão. 24

Figura 5. Distribuição da abundância de indivíduos entre as classes de tamanhos em três áreas de Caatinga em diferentes estágios de sucessão. 24

Figura 6. Riqueza média e erro padrão em três áreas de Caatinga em diferentes estágios de sucessão. 28

Figura 7. NMDS dos dados de riqueza, utilizando o coeficiente de Jaccard, para três áreas de Caatinga em diferentes estágios de sucessão. ● = Área inicial; ◆ = Área intermediária; △ = Área tardia. 29

CAPÍTULO 2 - DIVERSIDADE β AO LONGO DE GRADIENTE SUCESSIONAL EM ÁREAS DE CAATINGA

Figura 1. Mapa do estado de Sergipe, destacando os municípios de Canindé do São Francisco, Poço Redondo e Porto da Folha, onde estão localizadas as áreas de estudo. Fonte: C) Silva (2011); D) Oliveira (2012a) 50

Figura 2. Área inicial no período seco (A) e no período chuvoso (B); Área intermediária (C, D); Área tardia (E, F). Fotos: Conceição, G. G. (2013); Gomes , L. A. (2011); Oliveira, D. G. (2011) e Santos Jr, J. F. G (2012) 52

Figura 3. Partição aditiva da diversidade total de áreas em diferentes estágios sucessionais, comparando o observado ao esperado pelo modelo nulo em três níveis. * representa a diferença significativa entre a partição observada e a esperada..... 56

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1 - MUDANÇAS NA ESTRUTURA E DIVERSIDADE DO COMPONENTE ARBUSTIVO-ARBÓREO EM ÁREAS DE CAATINGA EM DIFERENTES ESTÁGIOS DE SUCESSÃO

Tabela 1. Lista de quantidade de espécies, gêneros, famílias e indivíduos em três áreas de Caatinga em diferentes estágios de sucessão	19
Tabela 2. Lista das famílias e espécies botânicas encontradas em três áreas de Caatinga em diferentes estágios de sucessão (I = área inicial, II= área intermediária e III = área tardia), onde (-) ausente e (X) presente.	21
Tabela 3. Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas na Caatinga em estágio inicial de sucessão, ordenados decrescentemente de Valor de Importância. DA - densidade absoluta (ind/ha); DR - densidade relativa (%); FA - frequência absoluta (%); FR - frequência relativa (%); DoA – dominância absoluta (m ² /ha); DoR – dominância relativa (%); VI - valor de importância.	25
Tabela 4. Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas na Caatinga em estágio intermediário de sucessão, ordenados decrescentemente de Valor de Importância. DA - densidade absoluta (ind/ha); DR - densidade relativa (%); FA - frequência absoluta (%); FR - frequência relativa (%); DoA – dominância absoluta (m ² /ha); DoR – dominância relativa (%); VI - valor de importância.	26
Tabela 5. Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas na Caatinga em estágio tardio de sucessão, ordenados decrescentemente de Valor de Importância. DA - densidade absoluta (ind/ha); DR - densidade relativa (%); FA - frequência absoluta (%); FR - frequência relativa (%); DoA – dominância absoluta (m ² /ha); DoR – dominância relativa (%); VI - valor de importância.	27
Tabela 6. Valores encontrados para os índices de diversidade de Shannon-Wiener e o índice de equabilidade de Pielou para os três diferentes estágios de sucessão na Caatinga.	28
Tabela 7. Resultados do ANOSIM, utilizando o coeficiente de Jaccard, para os dados de riqueza de espécies vegetais em áreas de Caatinga três estágios sucessionais diferentes.	29

CAPÍTULO 2 - DIVERSIDADE β AO LONGO DE GRADIENTE SUCESSIONAL EM ÁREAS DE CAATINGA

Tabela 1. Partição aditiva da diversidade total entre áreas em diferentes estágios sucessionais na Caatinga. $S(\text{obs})$ é a riqueza observada; $S(\text{esp})$ é a riqueza esperada pelo modelo nulo p é a proporção dos valores gerados diferentes dos esperados 57

INTRODUÇÃO GERAL

Após a perturbação da vegetação ocorrem mudanças nas comunidades ecológicas que irão reconstruir-se lentamente. A sequência de alterações iniciadas pela perturbação é chamada sucessão secundária (RICKLEFS 2010). A sucessão parte de ecossistemas mais simples para mais complexos, com uma maior diversidade de espécies e formas de vida (MARGALEF 1963). Processos sucessionais e suas dinâmicas são pouco estudadas em ambientes semiáridos, especialmente na Caatinga.

Pela predominância de um estrato arbóreo ou arbustivo-arbóreo e características morfofuncionais das plantas, a vegetação da Caatinga pode ser conceituada como um tipo de floresta de porte baixo, com dossel geralmente descontínuo, folhagem decídua na estação seca e árvores com ramificação profusa, comumente armadas com espinhos ou acúleos (QUEIROZ 2009).

Com a alta perturbação dos ambientes naturais, matas nativas de Caatinga tem sido alteradas por meio da ação antrópica, formando remanescentes de vegetação em recuperação em diferentes estágios de sucessão. Segundo Santos & Tabarelli (2002), a vegetação da Caatinga tem um longo histórico de corte para produção de carvão e lenha. Na região ainda ocorre a criação de bovinos e caprinos, além do plantio de palma como planta forrageira para o gado (SILVA *et al.* 2003). Segundo o Ministério do Meio Ambiente (2002), as áreas com extrema antropização correspondem a 35,3% da Caatinga.

Para Quesada *et al.* (2009) as florestas tropicais secas devem ser mais susceptíveis a distúrbios humanos, porque a taxa de crescimento e de regeneração das plantas é lenta, a reprodução é altamente sazonal e a maioria das plantas se reproduz sexuadamente e por isso são altamente dependentes da polinização por animais.

Dentre as metodologias aplicadas aos estudos sobre a estrutura e a funcionalidade da vegetação em áreas de Caatinga em sucessão secundária, destaca-se a escassez de pesquisas que envolvam análises mais aprofundadas sobre a composição de espécies ao longo do gradiente sucessional e, principalmente, sobre o papel da heterogeneidade ambiental influenciando a diversidade florística desses ambientes semiáridos.

Em ecossistemas tropicais, boa parte da atenção sobre diversidade foi direcionada às florestas tropicais úmidas, como a floresta amazônica e o complexo Mata Atlântica (GORDON *et al.* 2006; PENNINGTON *et al.* 2000), em virtude de sua alta

diversidade local, ou alpha diversidade. Nesse sentido, as florestas tropicais secas eram comparativamente mais pobres, com uma alpha (α) diversidade entre 39 a 71 espécies/ha, bem abaixo das florestas úmidas (> 100 espécies ha) (FELFILI *et al.* 2007). Mais recentemente tem sido dada maior importância as análises que envolvam o estudo da similaridade entre áreas e à significância biológica da substituição (“turnover”) de espécies nas comunidades, a chamada diversidade beta (β).

A diversidade β descreve a heterogeneidade ambiental e seu termo foi descrito por Whittaker (1960) definindo três níveis para a diversidade biológica: (1) diversidade local, ou alpha – riqueza de espécies em um determinado local ou comunidade; (2) diversidade beta (β) – a extensão da mudança na composição de espécies entre duas comunidades e; (3) diversidade gama (γ), a diversidade regional ou total. Para Lande (1996), a diversidade gama (γ) em um conjunto de comunidades pode ser particionada em componentes aditivos dentro (α) e entre (β) as comunidades, dessa forma a diversidade total e seus componentes possuem a mesma unidade e podem ser comparados diretamente.

Segundo Pennington *et al.* (2009) as florestas tropicais sazonais secas (FTSS) tem poucas espécies de plantas lenhosas de grande propagação e alta diversidade β entre áreas distintas. Os padrões de diversidade, endemismo e filogenia, indicam que FTSS é um sistema estável de dispersão limitada. Os autores ressaltaram que além da diversidade β ser elevada, a similaridade florística entre os núcleos de FTSS é baixa.

Em virtude da lacuna envolvendo estudos sobre diversidade β de áreas em sucessão secundária na Caatinga, o presente trabalho objetiva avaliar a composição florísticas em diferentes estágios sucessionais para determinar os componentes da diversidade (α e β) que melhor contribuem para a diversidade total (γ).

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

FELFILI, J.M.; NASCIMENTO, A.R.T.; FAGG, C.W.; MEIRELLES, E.M. **Floristic composition and community structure of a seasonally deciduous forest on limestone outcrops in Central Brazil.** *Revista Brasil. Bot.*, V.30, n.4, p.611-621, out.-dez. 2007.

GORDON, J.E.; BOWEN-JONES, E.; GONZÁLES, M.A. What determines dry forest conservation in Mesoamerica? In: Pennington RT, Ratter JA, Lewis GP (eds) **Neotropical savannas and dry forests: plant diversity, biogeography and conservation.** Taylor and Francis Group, Boca, pp 343-358. 2006.

LANDE, R. **Statistics and partitioning of species diversity, and similarity among multiple communities.** Blackwell Publishing and Nordic Society Oikos, Vol. 76, Nº. 1, May, pp. 5-13. 1996.

Lista de Espécies da Flora do Brasil 2014 *in* <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>. Acesso em 07/06/2014, às 14:00hs.

MARGALEF, R. **On certain unifying principles in Ecology.** *The American Naturalist.* Vol. 97, N. 897. (Nov. – Dec.), pp. 357-374. 1963.

MMA. **Biodiversidade brasileira: Avaliação e identificação de áreas e ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade nos biomas brasileiros.** Ministério do Meio Ambiente. Brasília – DF. 2002.

PENNINGTON, R.T.; LAVIN, M.; OLIVEIRA-FILHO, A. **Woody plant diversity, evolution, and ecology in the tropics: perspectives from seasonally dry tropical forests.** *Annual Review Ecology, Evolution, and Systematics* 40:437–57. 2009.

QUEIROZ, L.P. **Leguminosas da Caatinga.** Universidade Estadual de Feira de Santana. pp. 443 pp. 2009.

QUESADA, M. SANCHEZ-AZOFEIFA, A. ALVAREZ-AÑORVE, M. STONER, K. E. AVILA-CABADILLA, L. CALVO-ALVARADO, J. CASTILLO, A. ESPIRITO-SANTO, M. FAGUNDES, M. FERNANDES, G. W. GAMON, J. LOPEZARAIZA-MIKEL, M. LAWRENCE, D. MORELLATO, L. P. C. POWERS, J. S. NEVES, F. S. ROSAS-GUERRERO, V. SAYAGO, R. SANCHEZ-MONTOYA, G. **Succession and management of tropical dry forests in the Americas: Review and new perspectives.** *Forest Ecology and Management* 258. 1014–1024. 2009.

RICKLEFS, R.E. **A economia da Natureza.** 6ª ed. Editora Guanabara Koogan, Rio de Janeiro. 2010.

SANTOS, A. M.; TABARELLI, M. **Distance from roads and cities as a predictor of habitat loss and fragmentation in the Caatinga vegetation of Brazil.** *Brazilian Journal of Biology* 62: 897-905. 2002.

SILVA, R. A.; SANTOS, A. M. M.; TABARELLI, M. Riqueza e diversidade de plantas lenhosas em cinco unidades de paisagem da Caatinga in: LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. **Ecologia e Conservação da Caatinga**. Recife: Ed. Universitária da UFPE, p. 337-366. 2003.

Capítulo 1

Mudanças na estrutura e diversidade do componente arbustivo-arbóreo em áreas de Caatinga em diferentes estágios de sucessão

MUDANÇAS NA ESTRUTURA E DIVERSIDADE DO COMPONENTE ARBUSTIVO-ARBÓREO EM ÁREAS DE CAATINGA EM DIFERENTES ESTÁGIOS DE SUCESSÃO ¹

Giselle Gomes Conceição², Ana Paula do Nascimento Prata², Leandro de Sousa Souto²

1. Parte da dissertação da primeira autora.
2. Núcleo de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação, Universidade Federal de Sergipe, Sergipe, Brasil.

RESUMO

Compreender o processo de sucessão secundária em áreas de Caatinga é imprescindível uma vez que grande parte da sua extensão sofre com altos índices de degradação. Neste estudo três áreas de Caatinga em diferentes estágios de sucessão foram analisadas buscando caracterizar a modificação na estrutura e composição das espécies vegetais ao longo do processo de sucessão ecológica. As áreas foram classificadas em três estágios: inicial, intermediário e tardio; segundo o tempo sem perturbação antrópica nesses locais. A área inicial corresponde à fazendas abandonadas há cerca de 3 anos; a área intermediário encontra-se em regeneração florestal a pouco mais de 20 anos; e a área tardio não sofre ação antrópica há mais de 60 anos. A amostragem da vegetação foi feita a partir de 20 parcelas, em cada estágio, totalizando 60 parcelas, com 20x20m (400m²). Foram considerados todos os indivíduos do estrato arbustivo – arbóreo com CAP (Circunferência à altura do peito a 1,30m) \geq 6 cm. Diferenças na riqueza entre as áreas foram testadas por meio de ANOVA, enquanto diferenças na composição das espécies foram comparados por meio de Escalonamento Multidimensional não Métrico (NMDS) seguido de análise de similaridade (ANOSIM). Os resultados evidenciaram diferenças marcantes entre os estágios, sendo que houve aumentos na riqueza, densidade e outros atributos ecológicos do estágio inicial ao tardio. Em termos gerais, na área inicial foram identificadas 15 espécies pertencentes a 8 famílias e 15 gêneros, onde 5 espécies foram de ocorrência exclusiva. A densidade e dominância total encontradas nesta área foram equivalentes a 818,75 ind./ha e 0,89 m²/ha, respectivamente. A espécie com maior valor de importância foi *P. pyramidalis*. O índice de diversidade de Shannon-Wiener (H') e o índice de equabilidade de Pielou (J') para esta área foram, respectivamente, de 0,72 e 0,61. A área intermediária apresentou 15 famílias, 25 gêneros e 25 espécies, sete destas ocorreram somente neste estágio. A densidade total foi igual a 1611,3 ind/ha, e a dominância total foi de a 3,31 m²/ha. *P. pyramidalis* foi à espécie que apresentou os maiores valores de densidade relativa, frequência, dominância e VI. O índice de diversidade foi de 0,74 e o de equabilidade foi igual a 0,53. Já na área tardia foram identificadas 22 famílias, 40 gêneros e 46 espécies, das quais 28 tiveram presença única neste estágio. A densidade total foi de 2741,3 ind/ha e a dominância total igual a 13,02 m²/ha. *B. cheilantha* apresentou o maior VI. Os índices H' e J' foram iguais a 1,07 e 0,64, respectivamente. O resultado do GLMe os gráficos obtidos a partir do NMDS mostraram que as três áreas diferem entre si em relação à riqueza de espécies.

Palavras-chave: Semi-árido, Sucessão ecológica, riqueza.

CHANGES IN STRUCTURE AND DIVERSITY OF SHRUBBY-ARBOREAL COMPONENT IN AREAS IN DIFFERENT STAGES SUCCESSION IN CAATINGA¹

Giselle Gomes Conceição², Ana Paula do Nascimento Prata², Leandro de Sousa Souto²

1. Part of the dissertation of the first author.
2. Postgraduate Center for Ecology and Conservation, Federal University of Sergipe, Sergipe, Brazil.

ABSTRACT

Understanding the process of secondary succession in areas of Caatinga is essential since much of its length suffers from high rates of degradation. In this study three areas of Caatinga in different stages of succession were analyzed to characterize the change in the structure and composition of plant species along the process of ecological succession. Areas were classified into three stages: early, intermediate and late; according time without human disturbance at these sites. The initial area corresponds to the abandoned farms for about 3 years; the intermediate area is in forest regeneration just over 20 years; and the late area does not suffer human action for over 60 years. The vegetation sampling was taken from 20 plots at each stage, totaling 60 installments, 20x20m (400m²). All subjects were considered from shrub - woody stratum with CAP (circumference at breast height 1.30 m) > 6 cm. Differences in wealth between areas were tested by ANOVA, while differences in species composition were compared using non-metric Multidimensional Scaling (NMDS) followed by analysis of similarity (ANOSIM). The results showed significant differences between stages, and there were increases in richness, density and other ecological attributes of early stage to late. In general, the initial area 15 species belonging to 8 families and 15 genera, 5 species which were exclusive occurrence were identified. The density and total dominance in this area were equivalent 818.75 ind/ha and 0.89 m²/ha, respectively. The species with the highest importance value was *P. pyramidalis*. The diversity index of Shannon-Wiener (H') and the index of equability Pielou (J') for this area were, respectively, 0.72 and 0.61. The intermediate area showed 15 families, 25 genera and 25 species, seven of these occurred only at this stage. The total density was equal to 1611.3 ind/ha, and total dominance was a 3.31 m² / ha. *P. pyramidalis* was the species that showed the highest values of relative density, frequency, dominance and VI. The diversity index was 0.74 and the equability was equal to 0.53. Area in late stage 22 families, 40 genera and 46 species, of which 28 had been identified only at this stage. The total density was 2741.3 ind/ha and total dominance equal to 13.02 m²/ha. *B. cheilantha* had the highest VI. The H' and J' indexes are equal to 1.07 and 0.64, respectively. The results of the GLM and graphics obtained from NMDS showed that the three areas differ in relation to species richness.

Keywords: Semi-arid, Ecological succession, wealth.

INTRODUÇÃO

A Caatinga contém uma grande variedade de tipos vegetacionais, com elevado número de espécies e também remanescentes de vegetação ainda bem preservada, que incluem um número expressivo de táxons raros e endêmicos (GIULIETTI *et al.* 2003). Essas áreas podem ser caracterizadas como florestas arbóreas ou arbustivas, compreendendo principalmente árvores e arbustos baixos, muitos dos quais apresentam espinhos e microfilia (PRADO 2003). Sua cobertura vegetal é representada por formações xerófilas e caducifólias muito diversificadas por razões climáticas, edáficas, topográficas e antrópicas (ALVES 2007). Na Lista das Espécies da Flora do Brasil (2014) constam 1124 gêneros e 4418 espécies distribuídas em 160 famílias ocorrentes neste bioma.

Mesmo exibindo uma flora rica e uma parte importante da biodiversidade do planeta, a Caatinga sofre há décadas com a degradação de sua vegetação. Casteletti *et al.* (2004) analisando os níveis de degradação da Caatinga, informaram que este é o terceiro bioma brasileiro mais modificado pelo homem. O Ministério do Meio Ambiente (2002) confirmou que 69% da área da Caatinga estavam antropizadas em algum grau.

Entretanto, se além do nível de alteração considerarmos que somente cerca de 1% do bioma é protegido legalmente por unidades de conservação integral, a Caatinga assume a posição do bioma brasileiro menos protegido (CASTRO *et al.* 2003). Segundo Rodal (1992), a elevada degradação que a vegetação de Caatinga vem sofrendo e os reduzidos número e dimensões de suas unidades de conservação são condições preocupantes quando se sabe tratar-se de uma vegetação bastante heterogênea do ponto de vista florístico e estrutural.

Os estudos envolvendo a descrição da sucessão secundária, incluindo a estrutura e funcionalidade da vegetação dessas áreas, estendem-se por vários países ao longo dos anos. O trabalho de Guariguata & Ostertag (2001) reúne as informações referentes as pesquisas sobre sucessão secundária nas florestas Neotropicais, com enfoque nas áreas úmidas e chuvosas do Neotrópico, pois, segundo os próprios autores, são as regiões onde a concentração de pesquisas é maior.

No Brasil os estudos sobre sucessão secundária nas florestas iniciaram-se na década de quarenta (MATTHES 1992). Trabalhos recentes sobre sucessão secundária

tiveram seu foco voltado para a estrutura dessa vegetação, baseado na frequência, dominância, valor de importância e densidade das espécies, assim como em variados índices. Alguns desses trabalhos unem análise estrutural a outros métodos. Por exemplo, Pinto *et al.* (2007), no estudo na Reserva Florestal Mata do Paraíso, no município de Viçosa (Minas Gerais), acrescentou a avaliação de amostras de solo dos dois tipos de áreas trabalhadas. Já Brandão *et al.* (2009), adicionaram ao seu estudo fitossociológico a classificação das espécies em grupos sucessionais.

Em Sergipe, o bioma Caatinga é encontrado na porção noroeste do estado, abrangendo 42 dos 75 municípios e totalizando de 10.899 km². Dentre esses 42 municípios 13 possuem todo o seu território inserido na região semi-árida e a vegetação caracterizada como Caatinga (FRANCO 1995). De acordo com Fonseca (1991), os solos presentes nas áreas de Caatinga de Sergipe estão associados à caatinga hiperxerófila arbórea, que, por vezes apresenta faces mais densas ou esparsas pela predominância de um desses tipos de solos. Até o momento poucos estudos sobre a vegetação da Caatinga foram realizados em Sergipe, sendo representado apenas por Souza (1983), Fonseca (1991), Dória Neto (2009), Ferraz (2013), Santos *et al.* (2011), Nogueira-Júnior *et al.* (2011), Silva (2011), Santos *et al.* (2012), Oliveira (2012a), Machado *et al.* (2012), Ferreira *et al.* (2013) e Oliveira (2013a/b).

De acordo com Oliveira (2013b), no estado de Sergipe há deficiência de informações acerca da diversidade da flora da Caatinga. Somado a essa deficiência está o alto índice de degradação da vegetação do semi-árido sergipano, variando de 93,99% a 87,21% do território dos municípios. Em Sergipe, na região de Caatinga, quase 40% dos municípios tem mais pastagem plantada que vegetação nativa (SILVA 2003).

Para agravar o cenário, a Caatinga em Sergipe também sofre com o reduzido número de unidades de conservação de proteção integral. No território do Alto Sertão Sergipano, onde é encontrada a vegetação de Caatinga, há duas Unidades de Conservação: uma municipal, o Parque Natural de Lagoa do Frio, em Canindé do São Francisco, e outra estadual, o Monumento Natural Grota do Angico, entre os municípios de Canindé do São Francisco e Poço Redondo. (SERGIPE 2008).

Quando a vegetação natural dessas áreas é alterada pela ação antrópica, o ambiente inicia um processo de regeneração espontâneo em resposta a perturbação, conhecido como sucessão ecológica secundária. Segundo Miranda *et al.* (2004), em

ecossistemas semi-áridos a sucessão secundária é lenta, pois o recrutamento é dependente principalmente da ocorrência das chuvas, que são imprevisíveis, e a escassez da água afeta mais intensamente as plântulas do que outras fases da vida.

Nas regiões de clima semiárido em outros países, pode-se destacar os trabalhos desenvolvidos no semiárido da Espanha, como a análise elaborada por Miranda *et al.* (2004), que descrevem a situação de parte do sudeste do país, que se encontrava em processo de sucessão secundária após o abandono de terra, onde as atividades humanas anteriores moldaram a vegetação através de práticas de manejo com diferentes níveis de impacto, desde a completa remoção da vegetação natural até a remoção seletiva de árvores e arbustos, para fins agrícolas.

Miranda *et al.* (2004) ressaltaram a dificuldade das sementes de espécies dominantes germinarem na região semiárida, onde as condições essenciais para a sua germinação e estabelecimento são precárias. Ainda apontam algumas espécies que mesmo após 40 anos de abandono não voltaram a se desenvolver nas áreas antropizadas e a formação de ilhas de vegetação com espécies que correspondem a diferentes estágios de sucessão.

Nas regiões semi-áridas do Brasil, caracterizadas pela vegetação de Caatinga, os trabalhos referentes a sucessão secundária, utilizam dos parâmetros fitossociológicos mais populares, como: frequência, densidade, dominância, valor de importância; alguns ainda incluindo classes de diâmetro e de tamanho. Ainda há o uso constante de índices como o de diversidade de Shannon-Wiener e de equabilidade de Pielou. Contudo cada estudo acrescenta algo a sua pesquisa de acordo com o objetivo (PEREIRA *et al.* 2001, ANDRADE *et al.* 2005, ANDRADE *et al.* 2007, SANTOS *et al.* 2009, JÚNIOR *et al.* 2011, CARVALHO *et al.* 2012).

Em Sergipe, o único estudo que faz referência à vegetação secundária da Caatinga é o de Silva(2011), na Unidade de Conservação Estadual Monumento Natural Grota do Angico, localizado entre os municípios de Canindé do São Francisco e Poço Redondo. A autora avaliou os parâmetros fitossociológicos e índices tradicionais, assim como classificou as espécies em três grupos ecológicos (pioneiras, secundárias iniciais e secundárias tardias), e concluiu que pelo fato de o maior número de indivíduos, assim como as espécies com maior valor de importância, estarem concentrados na fase inicial, a área de estudo estaria na fase inicial de sucessão secundária.

Conhecendo a deficiência de informações sobre a flora de Sergipe, e a necessidade de compreender a estrutura de áreas em processo de sucessão, este trabalho foi realizado com a finalidade de avaliar três diferentes estágios de sucessão, a partir da análise da modificação na abundância, riqueza e estrutura da vegetação ao longo dos estágios sucessionais na Caatinga.

MATERIAL E MÉTODOS

Áreas de estudo

O estudo foi realizado em três fragmentos de Caatinga no oeste do estado de Sergipe, cada uma representando um nível de sucessão ecológica, de acordo com o tempo de conservação da vegetação local (Figura 1 e 2).

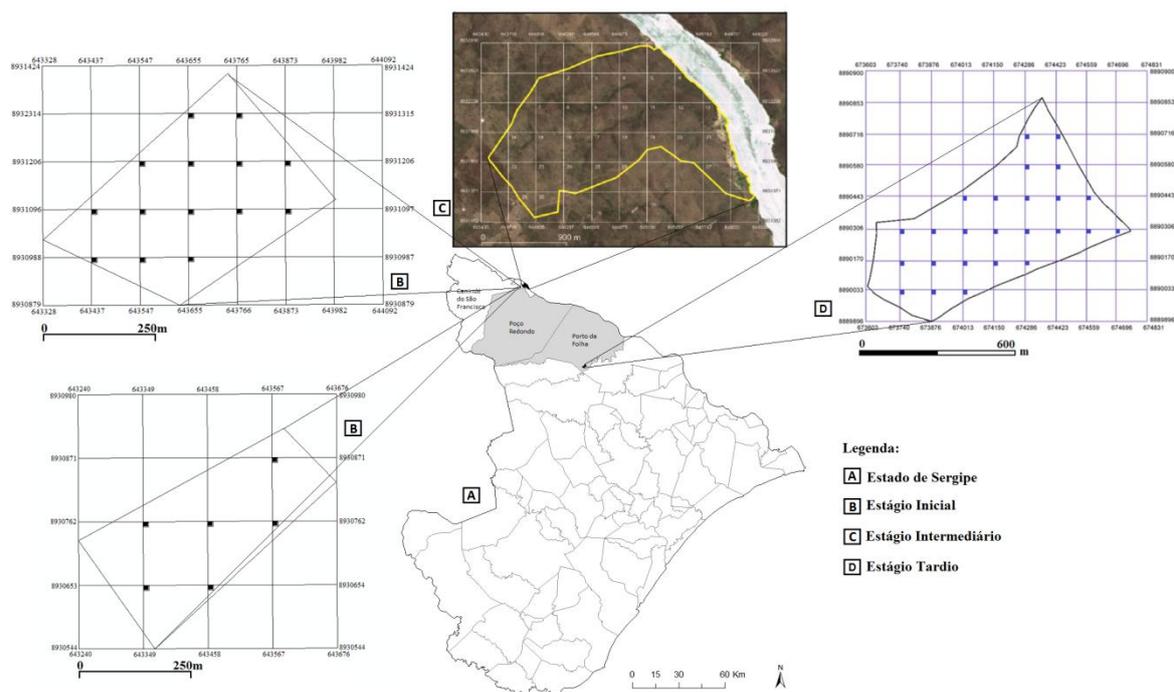


Figura 1. Mapa do estado de Sergipe, destacando os municípios de Canindé do São Francisco, Poço Redondo e Porto da Folha, onde estão localizadas as áreas de estudo. Fonte: C) Silva (2011); D) Oliveira (2012a).

A primeira área foi escolhida para representar a fase de sucessão inicial no estudo. Corresponde a um conjunto de fazendas localizadas no município de Poço Redondo ($S09^{\circ}40'00.5''W037^{\circ}41'16.2''$), próximo à sede do Monumento Natural Grotta do Angico. São áreas de pastagem, abandonadas há cerca de três anos pelos proprietários, que não fazem uso dessas terras para o pastoreio bovino ou caprino que era empregado. O município de Poço Redondo está localizado na região noroeste do Estado de Sergipe, incluindo no polígono das secas, com um clima do tipo megatérmico, temperatura média anual de $25,2^{\circ}C$, precipitação pluviométrica anual de 605,2mm e período chuvoso de março a julho.

A segunda área corresponde à fase intermediária da sucessão para o estudo. É um remanescente de Caatinga localizado no Monumento Natural, (MONA), Grotta do Angico, unidade de conservação estadual situada no Alto Sertão Sergipano entre os municípios de Poço Redondo e Canindé de São Francisco, às margens do Rio São Francisco, com uma área total de aproximadamente 2.183 hectares (SERGIPE 2007). Esta área não sofre perturbações antrópicas há cerca de 20 anos.

A região do Monumento Natural Grotta do Angico apresenta um índice de pluviosidade entre 300 e 700 mm/ano, determinado por um período seco de aproximadamente oito meses e um período chuvoso concentrado entre abril e agosto. A temperatura média anual é de 26° C, com variações não significativas no decorrer dos meses. Os tipos climáticos desta região vão de Megatérmico Semiárido ao Megatérmico árido (BOMFIM *et al.* 2002a).

De acordo com Dantas & Ribeiro (2007), a vegetação da região do MONA é representada pela segmentação das formações vegetais em duas fisionomias: primárias e secundárias. A parte primária apresenta uma Caatinga hipoxerófila caducifólia (conservada) de 5 a 12 metros de altura e matas associadas a riachos intermitentes. A vegetação secundária é aberta em estágio de regeneração, composta por arbustos, herbáceas e pouca vegetação arbórea, e está inserida em áreas de pastagens e áreas com solos salinizados. Nessa localidade predominam duas ordens de solo, luvisolos e neossolos litólicos. Os luvisolos são encontrados nas áreas mais elevadas e menos declivosas e os neossolos litólicos predominam nos trechos de maior declividade (SEMARH 2010).

A terceira área, representando a fase tardia de sucessão, é um fragmento de Caatinga arbórea localizada na fazenda São Pedro, Povoado de Lagoa Grande, no município de Porto da Folha. O fragmento que se localiza entre as coordenadas geográficas 10°01'45.57" e 10°02'18.69" S (latitude) e 37°24'57.71" e 37°24'19.03" W (longitude), possui área total de 50 ha e uma altitude média de 168 m (OLIVEIRA 2013b). De acordo com a população local, está há pelo menos 60 anos sem sofrer nenhum tipo de impacto antrópico.

O município de Porto da Folha está localizado no extremo noroeste de Sergipe. Apresenta um relevo que varia desde plano suave a forte ondulado (CINTRA *et al.* 1990); caracterizado pelas unidades geomorfológicas Superfície Pediplanada e Pediplano Sertanejo. A região possui um clima megatérmico semi-árido, com temperatura média anual de 26,2°C, precipitação média anual de 548,9mm e período chuvoso de março a julho. (BONFIM *et al.* 2002b).



Figura 2. Área inicial no período seco (A) e no período chuvoso (B); Área intermediária no período seco (C) e no período chuvoso (D); Área tardia (E, F). Fotos: Conceição, G. G. (2013); Gomes, L. A. (2011); Oliveira, D. G. (2011); e Santos Jr, J. F. G. (2012).

Segundo o sistema de classificação de Veloso *et al.* (1991), a vegetação da região possui uma flora endêmica própria de climas semi áridos a áridos, com plantas espinhosas decíduais. A vegetação natural é a Caatinga hiperxerófitas, apresentando-se densa e bem conservada nos relevos fortes ondulados na zona de entalhe do Rio São Francisco. Porém, tem ocorrido acentuada redução das áreas de Caatinga devido ao avanço das áreas de pastagens e pequenas propriedades rurais (CINTRA *et al.* 1990). Os solos mais representativos do município são os Regossolos e os Bruno-não-cálcicos (CINTRA *et al.* 1990).

Oliveira (2012b), avaliando amostras de solo nos três estágios sucessionais, das três áreas citadas acima, pode observar que os solos nos estágios sucessionais não diferem em relação a matéria orgânica e pH. Os estágios inicial e tardio não apresentaram diferença estatística significativa em relação à análise dos nutrientes do solo (CA, Mg, CTC, K, P e Na), e o estágio intermediário apresentou valores superiores aos demais.

Amostragem da vegetação

Composição florística

Para a análise florística foram coletados exemplares férteis nas unidades amostrais, de acordo com as normas sugeridas por Mori *et al.* (1989). As coletas foram realizadas de setembro de 2013 a janeiro de 2014 na área de sucessão inicial. Na área de sucessão intermediária foram utilizados os dados provenientes do trabalho de Silva *et al.* (2013), com o material de 20 das parcelas estabelecidas pelas autoras. Já na área de sucessão tardia, as informações foram obtidas do estudo de Oliveira *et al.* (2013b), utilizando o material encontrado em 20 das parcelas demarcadas pelos autores.

A identificação das espécies coletadas ocorreu a partir de chaves taxonômicas, literatura especializada e comparação com outras exsicatas. O material coletado foi depositado no Herbário da Universidade Federal de Sergipe (ASE) e suas duplicatas enviadas para os principais herbários nordestinos.

As espécies foram classificadas de acordo com o Sistema Angiosperm Phylogeny Group III (APGIII 2009) e a confirmação da grafia e da autoria foram obtidas a partir de consulta ao banco de dados da lista da flora do Brasil (<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2014/>).

Estrutura da comunidade

Foram demarcadas 20 parcelas de área fixa, utilizando o processo de amostragem sistemática, nos três fragmentos de Caatinga anteriormente citados (Fazendas abandonadas em Poço Redondo, Monumento Natural Grota do Angico e Fazenda São Pedro), totalizando 60 parcelas, com 20x20m (400m²) e 2,4 ha de área total amostrada. O método de amostragem sistemática adotado estabelece a aleatoriedade para a primeira unidade amostral, sendo as demais distribuídas com base no intervalo de amostragem K. Na área de sucessão inicial (área 1), a distância entre duas parcelas consecutivas foi 109m, na área de sucessão intermediária (área 2) foi 286m e na área de sucessão tardia (área 3) a distância foi 141m.

Seguindo as normas estabelecidas pela Rede de Manejo Florestal da Caatinga (CTC/RMFC 2005), a demarcação das parcelas e mensurações da vegetação foram realizadas em campo, assim como a posição geográfica das parcelas foram marcadas com auxílio do GPS.

Para a análise fitossociológica da vegetação foram considerados os indivíduos do estrato arbustivo – arbóreo, dentro das parcelas, com CAP (Circunferência à altura do peito – 1,30m) \geq 6 cm, incluindo os indivíduos mortos em pé, que atendam ao requisito anterior.

Os espécimes aferidos foram classificados de acordo com o CAP em sete classes de diâmetro em intervalos de 14cm: classe I – indivíduos com CAP entre 6cm a 20cm; classe II – indivíduos com CAP entre 20,1cm a 34cm; classe III – indivíduos com CAP variando entre 34,1cm a 48cm; classe IV – indivíduos com CAP entre 48,1cm a 62cm; classe V – indivíduos com CAP entre 62,1cm a 76cm; classe VI – indivíduos com CAP entre 76,1cm a 90cm; e classe VII - indivíduos com CAP variando maior que 90cm.

Os indivíduos foram classificados segundo a sua altura em quatro classes de tamanho classe I – indivíduos com altura entre 1,3m a 3,29m; classe II – indivíduos com altura variando entre 3,3m a 5,29m; classe III – indivíduos com altura entre 5,3m a 7,29m; e classe IV – indivíduos de altura superior a 7,3m. Para examinar a estrutura horizontal da vegetação nos dois fragmentos, foram calculados os seguintes parâmetros fitossociológicos: densidade absoluta, relativa e total; frequência absoluta, relativa e total; dominância absoluta, relativa e total e valor de importância. Ainda foram

calculados os índices de Shannon-Wiener (H') e o de Equabilidade de Pielou (J) para as áreas de estudo, ambos utilizando o software Dives versão 2.0 (2007).

O índice de Shannon-Wiener (H') foi derivado da teoria de informação, e combina a riqueza ou número de espécies com equitabilidade, ou a regularidade com que os indivíduos são distribuídos entre as espécies (PEET 1975). O índice de Shannon-Wiener é um dos mais utilizados para medir a diversidade de espécies. Esse índice é calculado a partir da seguinte equação:

$$H' = - \sum p_i \ln p_i$$

Onde o valor de p_i significa a proporção de indivíduos na i -ésima espécie (MAGURRAN 2004). O uso do índice de Shannon-Wiener possui várias vantagens como: se utiliza de dois importantes parâmetros das comunidades que são o número e a abundância de espécies; pode ser usado como medida de diversidade em diferentes níveis de ecossistemas e para objetos distintos; possui propriedades que permitem testes estatísticos, como a comparação de valores em momentos diversos, em uma mesma população ou comunidade (DANIEL 1998).

O índice de Equabilidade de Pielou (J) expressa a relação entre a diversidade real (H') e a diversidade máxima pertencendo ao intervalo [0,1], onde 1 representa a máxima equabilidade, ou seja, todas as espécies são igualmente abundantes. O índice é calculado pela seguinte fórmula:

$$J = \frac{H'}{\ln(S)}$$

Onde H' corresponde ao índice de Shannon-Wiener, e S o número total de espécies (OLIVEIRA 2012a).

Para avaliar se as áreas diferem entre si quanto aos dados de riqueza, foi realizada uma análise de variância (ANOVA) seguida do uso do modelo linear generalizado (GLM). Estas análises foram realizadas no software R versão 3.0 (R Development Core Team 2007).

Para avaliar graficamente a variação na riqueza das áreas foi feita um escalonamento multidimensional não-métrico (NMDS), empregando o coeficiente de similaridade de Jaccard (para dados de riqueza) e 999 permutações foram geradas para a

medida, seguida da análise de similaridade (ANOSIM). Estas análises foram feitas com auxílio do software Past (2001).

RESULTADOS

Foram aferidos 4137 indivíduos nas três áreas, distribuídos em 59 espécies, 49 gêneros pertencentes a 22 famílias botânicas (Tabela 2). Os resultados encontrados mostraram que a riqueza e abundância de indivíduos aumenta ao longo dos estágios do processo de sucessão ecológica (Tabela 1).

Tabela 1. Lista de quantidade de espécies, gêneros, famílias e indivíduos em três áreas de Caatinga em diferentes estágios de sucessão.

Área	Nº de espécies	Nº de gêneros	Nº de famílias	Nº de indivíduos
Inicial	15	15	8	655
Intermediária	25	25	15	1289
Tardia	46	40	22	2193
Total	59	49	22	4137

As famílias mais ricas foram Fabaceae (14 espécies), Euphorbiaceae (7 espécies) e Anacardiaceae (5 espécies). Já as famílias mais abundantes foram Fabaceae, Euphorbiaceae e Apocynaceae, sendo esta última representada apenas por uma espécie (*Aspidosperma pyrifolium* Mart.) (Figura 3).

Na área inicial foram identificados 655 indivíduos, distribuídos em 8 famílias, 15 gêneros e 15 espécies. As famílias mais ricas foram Fabaceae (com 6 espécies), Euphorbiaceae e Malvaceae (com 2 espécies cada). As demais famílias estão representadas por apenas uma espécie. Só Fabaceae contribuiu com pouco mais de 75% do número total indivíduos. As espécies mais abundantes foram *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L.P. Queiroz (247 indivíduos), *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir. (147 indivíduos) e *Aspidosperma pyrifolium* Mart. (90 indivíduos). A altura média dos espécimes aferidos nessa área é 3,3m e o CAP médio é 9,9cm.

A flora da área intermediária foi representada por 1289 indivíduos, 15 famílias, 25 gêneros e 25 espécies. As famílias mais ricas foram Fabaceae (6 espécies) seguida por Anacardiaceae e Euphorbiaceae (3 espécies cada) e Rubiaceae (2 espécies), as demais apresentaram apenas uma espécie. A família Fabaceae representa o equivalente a 70% do total de plantas do local. Nessa área, as espécies que se destacaram pela abundância foram *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L.P. Queiroz (748 indivíduos), *Bauhinia cheilantha* (Bong.) Steud. (109 indivíduos) e *Commiphora leptophloeos* (Mart.) J.B. Gillett (108 indivíduos). Neste estágio a altura média e a circunferência média é de 4,4m e 13,7cm, respectivamente.

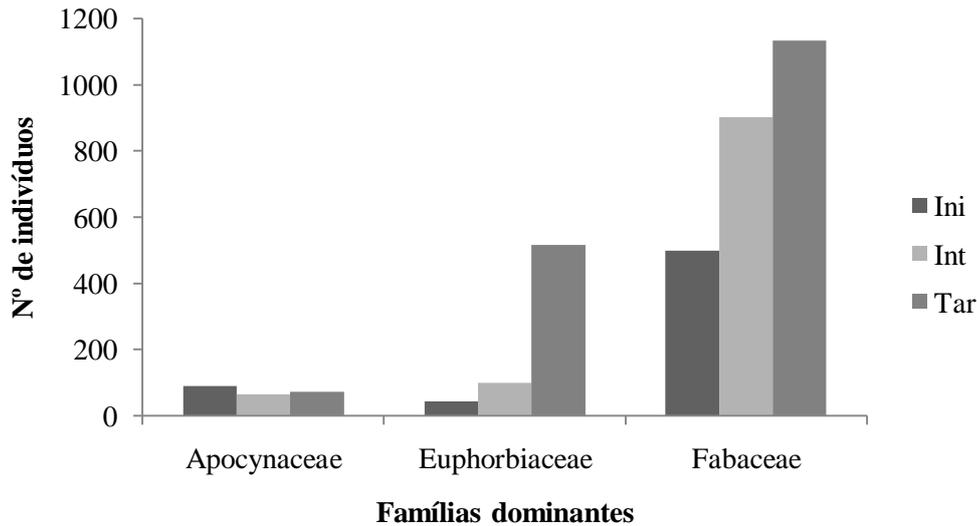


Figura 3. Distribuição da abundância de indivíduos nas famílias botânicas mais dominantes em três áreas de Caatinga em diferentes estágios de sucessão. Onde: Ini = estágio inicial; Int = estágio intermediário; Tar = estágio tardio.

O componente arbustivo-arbóreo na área tardia correspondeu a 2193 indivíduos, 22 famílias, 40 gêneros e 46 espécies. As famílias mais ricas foram Fabaceae (com 9 espécies), Euphorbiaceae (6 espécies) e Anacardiaceae (5 espécies). Juntas, estas famílias contribuíram com cerca de 78,9% do total de indivíduos. Os gêneros mais ricos foram *Spondias* (3 espécies) e *Capparis*, *Capsicum*, *Croton* e *Piptadenia* (2 espécies cada). *Bauhinia cheilantha* (Bong.) Steud. foi a espécie mais abundante nesta área (795 indivíduos), seguida por *Croton sonderianus* Müll. Arg. (278 indivíduos) e *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L.P. Queiroz (178 indivíduos). A altura média dos indivíduos é de 5,9m e o CAP médio é 17,9cm.

Aspidosperma pyrifolium Mart., *Bauhinia cheilantha* (Bong.) Steud., *Commiphora leptophloeos* (Mart.) J.B. Gillett, *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill., *Maytenus rigida* Mart., *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L.P. Queiroz, *Pseudobombax marginatum* (A. St.-Hil., Juss. & Cambess.) A. Robyns e *Sideroxylon obtusifolium* (Humb. ex Roem. & Schult.) T.D. Penn. ocorreram nos três ambientes estudados. Na área inicial, cinco espécies foram de ocorrência exclusiva, com destaque para *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir. que foi uma das espécies mais abundantes neste estágio. Já na área II, sete espécies tiveram sua presença limitada apenas a este local e, na área III, 28 espécies foram de ocorrência exclusiva.

Tabela 2. Lista das famílias e espécies botânicas encontradas em três áreas de Caatinga em diferentes estágios de sucessão (I = área inicial, II= área intermediária e III = área tardia), onde (-) ausente e (X) presente (Continua).

Família	Espécie	Área		
		I	II	III
Anacardiaceae	<i>Myracrodruon urundeuva</i> Allemão	-	X	X
	<i>Schinopsis brasiliensis</i> Engl.	-	X	X
	<i>Spondias mombin</i> L.	-	-	X
	<i>Spondias</i> sp.	-	-	X
	<i>Spondias tuberosa</i> Arruda	-	X	X
Apocynaceae	<i>Aspidosperma pyrifolium</i> Mart.	X	X	X
Bignoniaceae	<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	-	-	X
	<i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) Benth. & Hook. f. ex S. Moore	-	-	X
	<i>Cordia cf. insignis</i> Cham.	-	-	X
Boraginaceae	<i>Varronia globosa</i> Jacq.	-	X	-
	<i>Commiphora leptophloeos</i> (Mart.) J.B. Gillett	X	X	X
Capparaceae	<i>Capparis flexuosa</i> (L.) L.	-	-	X
	<i>Capparis jacobinae</i> Moric. ex Eichler	-	-	X
Celastraceae	<i>Maytenus rigida</i> Mart.	X	X	X
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum</i> sp.	X	-	X
Euphorbiaceae	<i>Croton adenocalyx</i> Baill.	-	-	X
	<i>Croton heliotropiifolius</i> Kunth	X	-	-
	<i>Croton sonderianus</i> Müll. Arg.	-	-	X
	<i>Jatropha mollissima</i> (Pohl) Baill.	X	X	X
	<i>Mabea</i> sp.	-	-	X
	<i>Manihot dichotoma</i> Ule	-	X	X
	<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong	-	X	X
Fabaceae	<i>Amburana cearensis</i> (Allemão) A.C. Sm.	-	-	X
	<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	-	X	X

Tabela 2. Lista das famílias e espécies botânicas encontradas em três áreas de Caatinga em diferentes estágios de sucessão (I = área inicial, II= área intermediária e III = área tardia), onde (-) ausente e (X) presente (Continua).

Família	Espécie	Área			
		I	II	III	
Fabaceae	<i>Bauhinia cheilantha</i> (Bong.) Steud.	X	X	X	
	<i>Chloroleucon foliolosum</i> (Benth.) G.P. Lewis	-	-	X	
	<i>Erythrina velutina</i> Willd.	-	-	X	
	<i>Libidibia ferrea</i> (Mart.) L.P. Queiroz	X	-	-	
	<i>Mimosa pigra</i> L.	-	X	-	
	<i>Mimosa tenuiflora</i> (Willd.) Poir.	X	-	-	
	<i>Parapiptadenia zehntneri</i> (Harms) M. P. M. de Lima & H. C. de Lima (Willd.) Poir.	-	-	X	
	<i>Pithecellobium diversifolium</i> Benth.	X	X	-	
	<i>Piptadenia stipulacea</i> (Benth.) Ducke	-	X	X	
	<i>Piptadenia viridiflora</i> (Kunth) Benth.	-	-	X	
	<i>Poincianella pyramidalis</i> (Tul.) L.P. Queiroz	X	X	X	
	<i>Senegalia bahiensis</i> (Benth.) Seigler & Ebinger	X	-	-	
	Malpighiaceae	<i>Ptilochaeta bahiensis</i> Turcz.	-	X	X
	Malvaceae	<i>Ceiba glaziovii</i> (Kuntze) K. Schum.	-	-	X
<i>Helicteres</i> sp.		-	-	X	
<i>Melochia tomentosa</i> L.		X	-	-	
<i>Pseudobombax marginatum</i> (A. St.-Hil., Juss. & Cambess.) A. Robyns		X	X	X	
Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i> L.	-	-	X	
Myrtaceae	<i>Myrcia</i> sp.	-	-	X	
	<i>Psidium</i> sp.	-	-	X	
Nyctaginaceae	<i>Guapira noxia</i> (Netto) Lundell	-	X	-	
	<i>Pisonia tomentosa</i> Casar.	-	-	X	
Rhamnaceae	<i>Ziziphus joazeiro</i> Mart.	-	X	X	

Tabela 2. Lista das famílias e espécies botânicas encontradas em três áreas de Caatinga em diferentes estágios de sucessão (I = área inicial, II= área intermediária e III = área tardia), onde (-) ausente e (X) presente (Conclusão).

Família	Espécie	Área		
		I	II	III
Rubiaceae	<i>Cordia</i> sp.	-	-	X
	<i>Guettarda sericea</i> Müll. Arg.	-	-	X
Rubiaceae	<i>Machaonia brasiliensis</i> (Hoffmanns. ex Humb.) Cham. & Schltdl.	-	X	-
	<i>Tocoyena formosa</i> (Cham. & Schltdl.) K. Schum.	-	X	-
	<i>Prockia crucis</i> P. Browne ex L.	-	-	X
Sapindaceae	<i>Allophylus quercifolius</i> Radlk.	-	-	X
	<i>Averrhoidium gardnerianum</i> Baill.	-	X	-
Sapotaceae	<i>Sideroxylon obtusifolium</i> (Humb. ex Roem. & Schult.) T.D. Penn.	X	X	X
Solanaceae	<i>Capsicum caatingae</i> Barboza & Agra	-	X	-
	<i>Capsicum parvifolium</i> Sendtn.	-	-	X
	<i>Capsicum</i> sp.	-	-	X
Indeterminada 1		-	-	X

Nos três estágios estudados a maioria dos espécimes possuíam CAP entre 6cm a 20cm. Porém no estágio tardio pode-se observar a ocorrência de plantas com valor de CAP mais elevado (Figura 4). Na área I, cerca de 89 % dos indivíduos possuía altura inferior a 5,3m, ou seja, pertenciam as classes I e II. Na área II, a maior parte das plantas possui altura entre 3,3m a 5,29m além de apresentar um número significativo de indivíduos pertencentes à classe I e classe III. Já na área III a maioria dos indivíduos variam a altura entre 3,3m a 7,29m. Neste estágio também foi encontrado o maior número de indivíduos com altura superior a 7,3m (Figura 5).

A densidade total na área inicial foi 818,75 indivíduos por hectare e a dominância total foi 0,89 m²/ha. As espécies que apresentaram a maior densidade relativa foram *Poincianella pyramidalis*, *Mimosa tenuiflora* e *Aspidosperma pyrifolium*.

Estas espécies somaram cerca de 80% de todos os indivíduos, o que implica em alta dominância nesse ambiente (0,38 m²/ha, 0,26m² /ha e 0,12m² /ha, respectivamente). As espécies que se destacaram no índice de frequência foram *Poincianella pyramidalis*, *Aspidosperma pyriforme*, *Senegalia bahiensis*, *Croton heliotropiifolius* e *Mimosa tenuiflora*, todas com valores acima de 10%. A espécie com o maior valor de importância foi *Poincianella pyramidalis*, sendo a única espécie com valor acima de 100. Logo depois seguem *Mimosa tenuiflora*, *Aspidosperma pyriforme*, *Senegalia bahiensis*, *Croton heliotropiifolius* e *Jatropha mollissima* (Tabela 3).

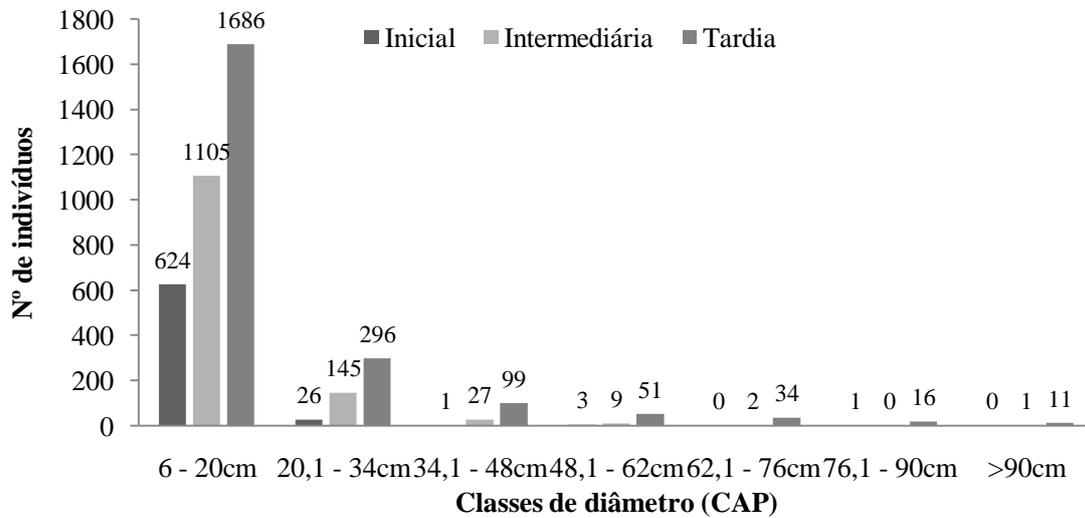


Figura 4. Distribuição da abundância de indivíduos entre as classes de diâmetro em três áreas de Caatinga em diferentes estágios de sucessão.

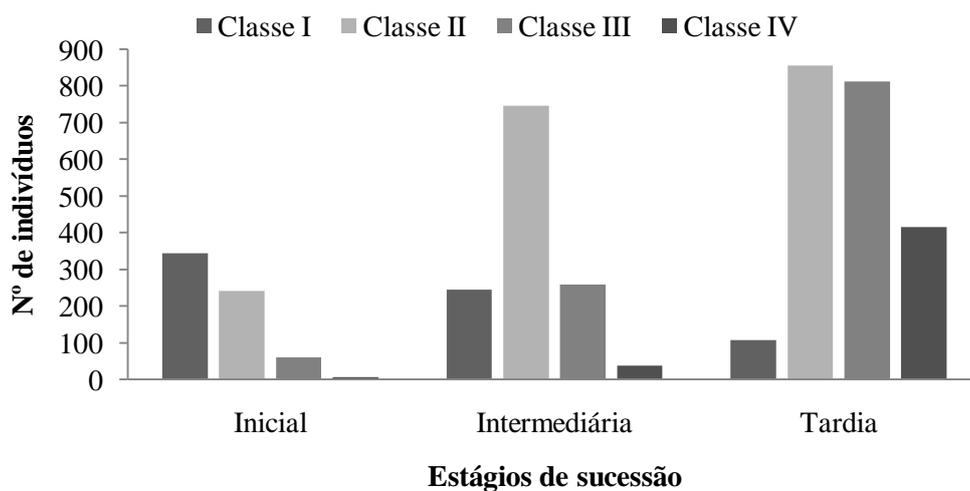


Figura 5. Distribuição da abundância de indivíduos entre as classes de tamanhos em três áreas de Caatinga em diferentes estágios de sucessão.

Tabela 3. Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas na Caatinga em estágio inicial de sucessão, ordenados decrescentemente de Valor de Importância. DA - densidade absoluta (ind/ha); DR - densidade relativa (%); FA - frequência absoluta (%); FR - frequência relativa (%); DoA – dominância absoluta (m²/ha); DoR – dominância relativa (%); VI - valor de importância.

Espécies	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VI
<i>Poincianella pyramidalis</i>	371,3	44,6	65	17,6	0,38	42,84	105,0
<i>Mimosa tenuiflora</i>	183,8	22,1	40	10,8	0,26	28,56	61,4
<i>Aspidosperma pyrifolium</i>	112,5	13,5	55	14,9	0,12	13,54	41,9
<i>Senegalia bahiensis</i>	56,3	6,8	45	12,2	0,06	6,22	25,1
<i>Croton heliotropiifolius</i>	22,5	2,7	40	10,8	0,01	0,78	14,3
<i>Jatropha mollissima</i>	32,5	3,9	20	5,4	0,03	2,79	12,1
<i>Sideroxylon obtusifolium</i>	8,8	1,1	20	5,4	0,02	2,03	8,5
<i>Maytenus rigida</i>	13,8	1,7	20	5,4	0,01	1,04	8,1
<i>Melochia tomentosa</i>	6,3	0,8	25	6,8	0,00	0,22	7,7
<i>Erythroxylum sp.</i>	8,8	1,1	10	2,7	0,01	0,98	4,7
<i>Bauhinia cheilantha</i>	8,8	1,1	10	2,7	0,00	0,34	4,1
<i>Pithecellobium diversifolium</i>	3,8	0,5	5	1,4	0,00	0,37	2,2
<i>Libidibia ferrea</i>	1,3	0,2	5	1,4	0,00	0,21	1,7
<i>Pseudobombax marginatum</i>	1,3	0,2	5	1,4	0,00	0,05	1,5
<i>Commiphora leptophloeos</i>	1,3	0,2	5	1,4	0,00	0,04	1,5
Total	818,8	100,0	370	100,0	0,89	100,8	297,9

Na área intermediária, a densidade total foi 1611,3 ind/ha, e a dominância total foi equivalente a 3,31 m²/ha. *Poincianellapyramidalis* apresentou os maiores valores para os índices de densidade relativa (somando mais de 55% do total de indivíduos), frequência, dominância e valor de importância. Além desta espécie, *Commiphora leptophloeos*, *Jatropha mollissima* e *Aspidosperma pyrifolium* apresentaram números significativos de frequência (Tabela 4). Para o índice de dominância outras duas espécies sobressairam, *Anadenantheracolubrina* e *Machaonia brasiliensis*, sendo esta última de ocorrência exclusiva na área intermediária. As espécies com maior valor de importância ecológica foram *Poincianellapyramidalis*, *Commiphora leptophloeos*, *Jatropha mollissima*, *Bauhinia cheilantha*, *Aspidosperma pyrifolium*, *Anadenantheracolubrinae* *Machaonia brasiliensis*.

A densidade total da área tardia foi 2741,3 ind/ha e a dominância total igual a 13,02 m²/ha. *Bauhinia cheilantha* e *Croton sonderianus* somaram quase metade do total de indivíduos nesta área (36,3% e 12,7%, respectivamente). O mais elevado índice de dominância pertence a *Poincianella pyramidalis*, seguida de *Bauhinia cheilantha* que

esteve presente em todas as unidades amostrais, totalizando uma frequência de 100% nesta área. Além da espécie referida *Poincianella pyramidalis*, *Croton sonderianus*, *Anadenanthera colubrina*, *Myracrodruon urundeuva* e *Manihot dichotoma* também se destacaram por estarem presentes em média de 85% das unidades amostrais. As seis espécies com maior valor de importância foram, em ordem decrescente, *Bauhinia cheilantha*, *Poincianella pyramidalis*, *Croton sonderianus*, *Anadenanthera colubrinae*, *Myracrodruon urundeuva* (Tabela 5).

Tabela 4. Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas na Caatinga em estágio intermediário de sucessão, ordenados decrescentemente de Valor de Importância. DA - densidade absoluta (ind/ha); DR - densidade relativa (%); FA - frequência absoluta (%); FR - frequência relativa (%); DoA – dominância absoluta (m²/ha); DoR – dominância relativa (%); VI - valor de importância.

Espécies	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VI
<i>Poincianella pyramidalis</i>	897,5	55,7	95	15,3	1,60	48,28	119,3
<i>Commiphora leptophloeos</i>	135,0	8,4	75	12,1	0,77	23,15	43,6
<i>Jatropha mollissima</i>	115,0	7,1	75	12,1	0,11	3,19	22,4
<i>Bauhinia cheilantha</i>	136,3	8,5	45	7,3	0,10	3,06	18,8
<i>Aspidosperma pyriforme</i>	82,5	5,1	65	10,5	0,10	3,17	18,8
<i>Anadenanthera colubrina</i>	32,5	2,0	45	7,3	0,19	5,86	15,1
<i>Machaonia brasiliensis</i>	77,5	4,8	10	1,6	0,17	5,03	11,5
<i>Piptadenia stipulacea</i>	52,5	3,3	30	4,8	0,07	2,01	10,1
<i>Sideroxylon obtusifolium</i>	17,5	1,1	30	4,8	0,02	0,50	6,4
<i>Ziziphus joazeiro</i>	6,3	0,4	20	3,2	0,04	1,24	4,9
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	12,5	0,8	15	2,4	0,05	1,55	4,7
<i>Schinopsis brasiliensis</i>	3,8	0,2	15	2,4	0,04	1,23	3,9
<i>Maytenus rigida</i>	5,0	0,3	20	3,2	0,01	0,29	3,8
<i>Pseudobombax marginatum</i>	3,8	0,2	15	2,4	0,01	0,26	2,9
<i>Manihot dichotoma</i>	2,5	0,2	10	1,6	0,00	0,10	1,9
<i>Varronia globosa</i>	2,5	0,2	10	1,6	0,00	0,04	1,8
<i>Sapium glandulosum</i>	7,5	0,5	5	0,8	0,01	0,36	1,6
<i>Mimosa pigra</i>	7,5	0,5	5	0,8	0,01	0,23	1,5
<i>Tocoyena formosa</i>	5,0	0,3	5	0,8	0,01	0,27	1,4
<i>Averrhoidium gardnerianum</i>	2,5	0,2	5	0,8	0,00	0,03	1,0
<i>Ptilochaeta bahiensis</i>	1,3	0,1	5	0,8	0,00	0,06	0,9
<i>Pithecellobium diversifolium</i>	1,3	0,1	5	0,8	0,00	0,03	0,9
<i>Guapira noxia</i>	1,3	0,1	5	0,8	0,00	0,02	0,9
<i>Capsicum caatingae</i>	1,3	0,1	5	0,8	0,00	0,02	0,9
<i>Spondias tuberosa</i>	1,3	0,1	5	0,8	0,00	0,01	0,9
Total	1611,3	100,0	620	100,0	3,31	100,00	300,0

Tabela 5. Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas na Caatinga em estágio tardio de sucessão, ordenados decrescentemente de Valor de Importância. DA - densidade absoluta (ind/ha); DR - densidade relativa (%); FA - frequência absoluta (%); FR - frequência relativa (%); DoA – dominância absoluta (m²/ha); DoR – dominância relativa (%); VI - valor de importância (Continua).

Espécies	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VI
<i>Bauhinia cheilantha</i>	993,8	36,3	100	7,0	3,22	24,73	68,0
<i>Poincianella pyramidalis</i>	222,5	8,1	95	6,7	3,44	26,40	41,2
<i>Croton sonderianus</i>	347,5	12,7	85	6,0	0,40	3,09	21,7
<i>Anadenanthera colubrina</i>	128,8	4,7	85	6,0	1,08	8,33	19,0
<i>Manihot dichotoma</i>	191,3	7,0	75	5,3	0,56	4,30	16,5
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	76,3	2,8	85	6,0	0,77	5,94	14,7
<i>Aspidosperma pyriformium</i>	91,3	3,3	60	4,2	0,42	3,25	10,8
<i>Maytenus rigida</i>	127,5	4,7	35	2,5	0,21	1,64	8,7
<i>Pisonia tomentosa</i>	31,3	1,1	65	4,6	0,08	0,64	6,3
<i>Allophylus quercifolius</i>	38,8	1,4	65	4,6	0,03	0,22	6,2
<i>Parapiptadenia zehntneri</i>	53,8	2,0	25	1,8	0,30	2,30	6,0
<i>Mabea sp.</i>	73,8	2,7	35	2,5	0,10	0,81	6,0
<i>Commiphora leptophloeos</i>	30,0	1,1	40	2,8	0,26	2,03	5,9
<i>Pseudobombax marginatum</i>	31,3	1,1	50	3,5	0,13	0,97	5,6
<i>Capparis flexuosa</i>	70,0	2,6	30	2,1	0,11	0,88	5,5
<i>Jatropha molissima</i>	20,0	0,7	65	4,6	0,03	0,23	5,5
<i>Ceiba glaziovii</i>	8,8	0,3	30	2,1	0,30	2,32	4,7
<i>Cedrela odorata</i>	7,5	0,3	25	1,8	0,34	2,63	4,7
<i>Ziziphus joazeiro</i>	32,5	1,2	30	2,1	0,12	0,90	4,2
<i>Schinopsis brasiliensis</i>	12,5	0,5	20	1,4	0,24	1,86	3,7
<i>Sideroxylon obtusifolium</i>	12,5	0,5	30	2,1	0,13	1,03	3,6
<i>Spondias mombin</i>	6,3	0,2	15	1,1	0,25	1,90	3,2
<i>Guettarda sericea</i>	22,5	0,8	25	1,8	0,01	0,11	2,7
<i>Helicteres sp.</i>	22,5	0,8	25	1,8	0,01	0,09	2,7
<i>Cordia sp.</i>	11,3	0,4	25	1,8	0,02	0,13	2,3
<i>Croton adenocalix</i>	11,3	0,4	25	1,8	0,01	0,04	2,2
<i>Tabebuia aurea</i>	6,3	0,2	5	0,4	0,19	1,45	2,0
<i>Chloroleucon foliolosum</i>	7,5	0,3	20	1,4	0,02	0,16	1,8
<i>Myrcia sp.</i>	7,5	0,3	15	1,1	0,03	0,26	1,6
<i>Piptadenia viridiflora</i>	3,8	0,1	15	1,1	0,05	0,38	1,6
<i>Sapium glandulosum</i>	3,8	0,1	15	1,1	0,01	0,11	1,3
<i>Amburana cearensis</i>	5,0	0,2	10	0,7	0,01	0,04	0,9
<i>Erythroxylum sp.</i>	5,0	0,2	10	0,7	0,00	0,02	0,9
<i>Ptilochaeta bahiensis</i>	3,8	0,1	10	0,7	0,01	0,05	0,9
<i>Capparis jacobinae</i>	3,8	0,1	10	0,7	0,00	0,03	0,9
<i>Piptadenia stipulacea</i>	2,5	0,1	10	0,7	0,01	0,04	0,8
<i>Prockia crucis</i>	2,5	0,1	10	0,7	0,00	0,02	0,8
<i>Capsicum sp.</i>	2,5	0,1	10	0,7	0,00	0,02	0,8
<i>Spondias tuberosa</i>	1,3	0,0	5	0,4	0,05	0,40	0,8
<i>Erythrina velutina</i>	1,3	0,0	5	0,4	0,02	0,17	0,6

Tabela 5. Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas na Caatinga em estágio tardio de sucessão, ordenados decrescentemente de Valor de Importância. DA - densidade absoluta (ind/ha); DR - densidade relativa (%); FA - frequência absoluta (%); FR - frequência relativa (%); DoA – dominância absoluta (m²/ha); DoR – dominância relativa (%); VI - valor de importância (Conclusão).

<i>Psidium sp.</i>	3,8	0,1	5	0,4	0,00	0,02	0,5
<i>Handroanthus impetiginosus</i>	1,3	0,0	5	0,4	0,00	0,03	0,4
<i>Spondias sp.</i>	1,3	0,0	5	0,4	0,00	0,02	0,4
<i>Indeterminada 1</i>	1,3	0,0	5	0,4	0,00	0,01	0,4
<i>Cordia cf. insignis</i>	1,3	0,0	5	0,4	0,00	0,01	0,4
<i>Capsicum parvifolium</i>	1,3	0,0	5	0,4	0,00	0,00	0,4
Total	2741,3	100,0	1425	100,0	13,01	100,0	300,0

Os índices de diversidade de Shannon-Wiener (H') e de equabilidade de Pielou (J') encontrado para as áreas foram maior para o estágio tardio do que para os demais estágios (Tabela 6).

Os dados obtidos indicam que a abundância e riqueza da flora local vão aumentando à medida que o processo de sucessão avança. Porém cada área apresenta sua riqueza específica inerente ao estágio de sucessão em que o local se encontra (Figura 6). A análise de variância (ANOVA) e o teste GLM a partir dos dados de riqueza confirmaram que as áreas diferem entre si ($F = 64,103, p < 0,001$).

Tabela 6. Valores encontrados para os índices de diversidade de Shannon-Wiener e o índice de equabilidade de Pielou para os três diferentes estágios de sucessão na Caatinga.

Índices	Estágio Inicial	Estágio Intermediário	Estágio Tardio
Shannon-Wiener	0,72	0,74	1,07
Pielou	0,61	0,53	0,64

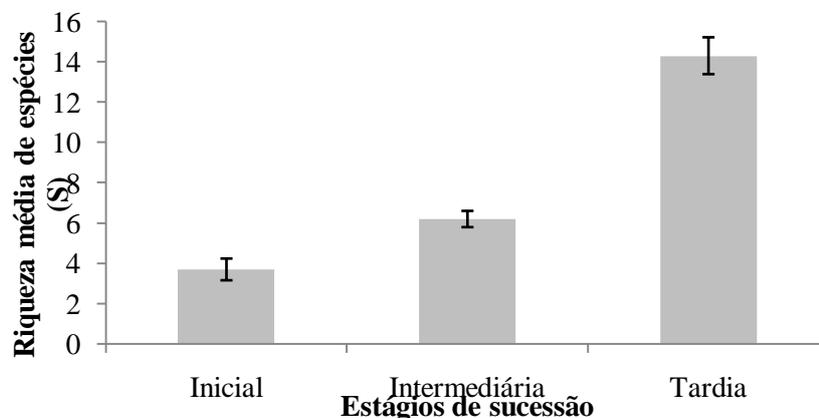


Figura 6. Riqueza média e erro padrão em três áreas de Caatinga em diferentes estágios de sucessão.

Utilizando o coeficiente de similaridade de Jaccard, que leva em consideração os dados de riqueza, os valores foram ordenados em um NMDS (Figura 6). No gráfico obtido está visível o agrupamento montado a partir do número de indivíduos das espécies em todas as unidades amostrais nos três estágios de sucessão. O teste de permutação ANOSIM (one way) revelou uma diferença significativa entre os estágios de sucessão ($R = 0,609$, $p = 0,0001$) (Tabela 7).

Figura 7. NMDS dos dados de riqueza, utilizando o coeficiente de Jaccard, para três áreas de Caatinga em diferentes estágios de sucessão. ● = Área inicial; ◆ = Área intermediária; △ = Área tardia.

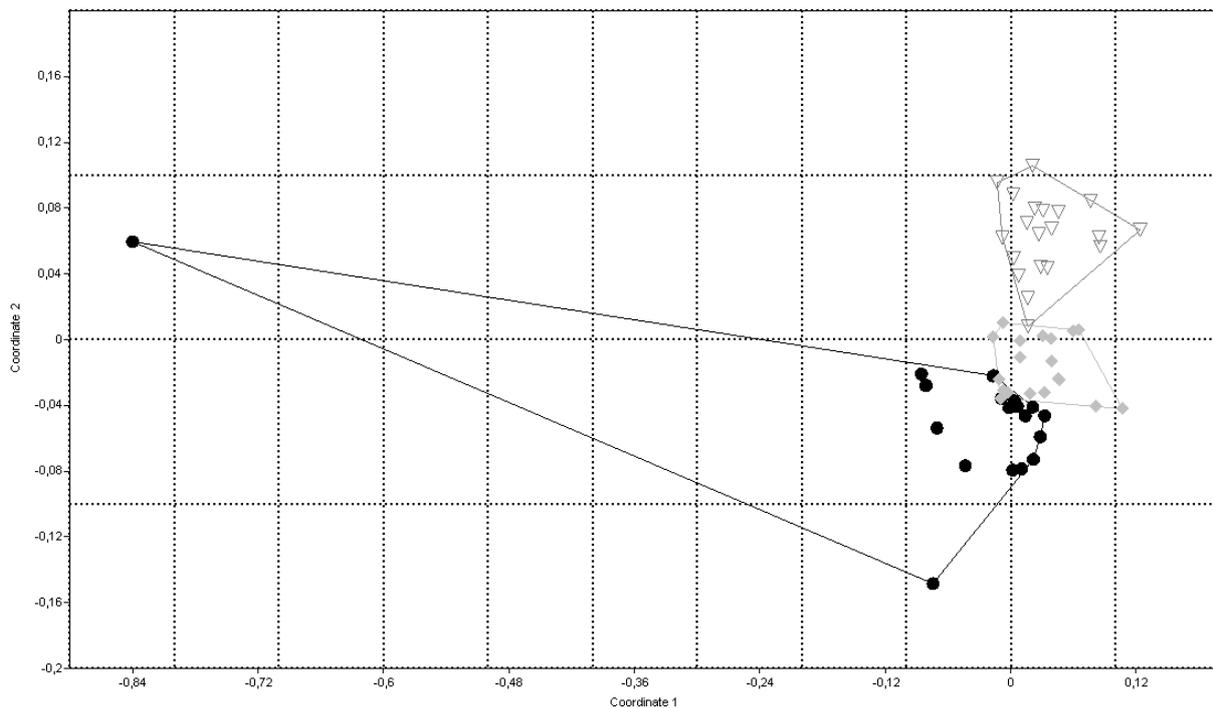


Tabela 7. Resultados do ANOSIM, utilizando o coeficiente de Jaccard, para os dados de riqueza de espécies vegetais, em áreas de Caatinga três estágios sucessionais diferentes.

Parâmetros	Estágios	R	p
Riqueza de espécies (Jaccard)	Inicial x Intermediário	0,4716	0,0003
	Inicial x Tardio	0,736	0,0003
	Intermediário x Tardio	0,6528	0,0003

DISCUSSÃO

A abundância total encontrados no presente estudo foram maiores do que os encontrados para a maioria de trabalhos desenvolvidos sobre condições e com objetivos semelhantes (ex. JÚNIOR & DRUMMOND 2011, CARVALHO *et al.* 2007, ANDRADE *et al.* 2005, PEREIRA *et al.* 2001, CARVALHO *et al.* 2012, ÁLVAREZ-YÉPIZ *et al.* 2008, TÁLAMO *et al.* 2012). A quantidade de famílias, gêneros e espécies botânicas totais também superaram a maior parte das pesquisas, com exceção dos números obtidos por Santos *et al.* (2009), que identificaram 67 espécies distribuídas em 28 famílias. A diferença dos resultados encontrados com os demais trabalhos era esperada, considerando a singularidade de cada ambiente estudado e das metodologias empregadas com particularidades inerentes a cada autor

Dentre as famílias mais ricas, Fabaceae e Euphorbiaceae destacaram-se pelo número que predominante em número de espécies em relação às demais famílias nos levantamentos do estrato arbustivo-arbóreo realizados para áreas em diferentes estágios de sucessão na Caatinga.

Já entre as famílias mais abundantes nas três áreas, vale ressaltar a presença de Apocynaceae que, apesar de só estar representada por uma espécie (*Aspidosperma pyriformium*), ocorreu nos três estágios e em número considerável, colocando-a entre as espécies com maiores densidade, frequência e valor de importância, principalmente no estágio inicial de sucessão onde obteve o maior número de espécimes (90 indivíduos). Segundo Andrade *et al.* (2005) *Aspidosperma pyriformium* sobressai, em relação às demais, nas áreas de caatinga degradada, fato corroborado pelo presente trabalho.

Outros inventários em áreas de Caatinga em diferentes níveis de regeneração apontam a presença de outras famílias que não foram registradas em nenhuma das três áreas de estudos no corrente trabalho, como, por exemplo, as famílias Combretaceae, Arecaceae, Vitaceae (ex. CARVALHO *et al.* 2007, PEREIRA *et al.* 2001).

A abundância e riqueza de espécies e famílias em áreas em estágio de inicial de regeneração de outros trabalhos desenvolvidos na Caatinga são em geral superiores aos encontrados na área inicial deste trabalho (ex. CARVALHO *et al.* 2007, PEREIRA *et al.* 2001, CARVALHO *et al.* 2012, SANTOS *et al.* 2009), com exceção do estudo de

ANDRADE *et al.* (2005), que registrou apenas 35 indivíduos, distribuídos em 4 famílias, 6 gêneros e 6 espécies.

Em outras áreas em fase inicial de regeneração as famílias mais ricas e abundantes são similares as encontradas na área inicial deste estudo, principalmente Fabaceae e Euphorbiaceae. No Agreste paraibano, Pereira *et al.* (2001) concluíram que 56% do total de espécies pertenciam a estas duas famílias, número aproximado ao deste trabalho, 53,3%, confirmando a importância das espécies destas famílias para a diversidade local nesses ambientes. Já em uma área de Caatinga em São João do Cariri na Paraíba, Andrade *et al.* (2005) identificaram Euphorbiaceae como a família mais rica e abundante no local mais degradado, somando 60,9% do total de espécimes, valor inferior ao encontrado para Fabaceae, família mais abundante nesta área.

Poincianella pyramidalis também foi citada em trabalhos em áreas iniciais (ex. CARVALHO *et al.* 2007, PEREIRA *et al.* 2001, CARVALHO *et al.* 2012, SANTOS *et al.* 2009), assim como *Aspidosperma pyriforme* apresentou altos valores de abundância. Já *Mimosatenuiflora* tem sido a mais relatada em áreas intermediária e tardia, inclusive sendo apontada como exclusiva de área intermediária por Pereira *et al.* (2001), fato contrário ao que ocorre na presente área de estudo, onde tal espécie só esteve presente na área inicial, com alta densidade, a segunda maior neste estágio. De acordo com Maia (2004) é muito comum que no início da sucessão esta espécie forme matas quase puras, indicando o estágio primário de sucessão. Este fato pode ser visualizado em uma das unidades amostrais da área inicial onde só houve espécimes de *Mimosatenuiflora*.

No componente arbustivo-arbóreo da área intermediária, a riqueza de espécies foi inferior à encontrada por Santos *et al.* (2009), na Caatinga de Pernambuco, porém foi superior ao encontrado por Pereira *et al.* (2009) no Agreste paraibano. Fabaceae mais uma vez teve destaque nessa área como a mais rica e abundante. No estudo realizado por Pereira *et al.* (2009), Fabaceae e Euphorbiaceae foram as mais ricas e contribuíram com 44% do total de espécies na área, valor superior ao da presente área de estudo (36%). Entretanto, os números absolutos de espécies de cada família foram inferior ao registrado neste trabalho (6 espécies de Fabaceae e 3 espécies de Euphorbiaceae no corrente trabalho contra 5 espécies de Fabaceae e 2 espécies de Euphorbiaceae no Agreste paraibano).

As espécies mais abundantes, *Poincianella pyramidalis* e *Commiphora leptophloeos*, foram citadas em outras áreas intermediárias, a primeira com altos valores de densidade em Santos *et al.* (2009). Já *Bauhinia cheilantha*, também com alta densidade no presente estudo, não foi citada em nenhum dos trabalhos discutidos anteriormente. Como já foi mencionado, Pereira *et al.* (2009) indicaram *Mimosatenuiflora* como espécie exclusiva da área intermediária, porém no corrente estudo esta espécie não foi registrada em nenhuma das unidades amostrais deste estágio de sucessão. Contudo, o levantamento realizado por Silva *et al.* (2013) no MONA Grota do Angico, local referente ao estágio intermediário deste trabalho, conseguiu inventariar um espécime de *Mimosatenuiflora* para este local, o que indica que, em geral, esta espécie também pode ocorrer no estágio intermediário do processo de sucessão.

A flora registrada na área tardia supera em abundância e riqueza a maior parte das descritas em outros estudos realizados com o mesmo foco na Caatinga (ex. JÚNIOR & DRUMOND 2011, CARVALHO *et al.* 2007, PEREIRA *et al.* 2001, CARVALHO *et al.* 2012), com exceção de Santos *et al.* (2009) que identificaram 50 espécies em uma área de Caatinga conservada. Mais uma vez as famílias que possuem a maior riqueza foram Fabaceae e Euphorbiaceae, coincidindo com os trabalhos acima referidos. Segundo Júnior & Drumond (2011), estas famílias aparecem com destaque dentre as mais representativas, na grande maioria dos estudos florísticos em Caatinga e abrangem a maior parte das espécies lenhosas do bioma.

Bauhinia cheilantha, a espécie mais abundante na área tardia deste estudo, foi citada para outros locais de Caatinga no mesmo estágio de conservação, porém com valores inferiores ao encontrados na área deste estudo. *Croton sonderianus* e *Poincianella pyramidalis* são encontradas na maioria dos estudos já mencionados e são registradas em altas densidades (ANDRADE *et al.* 2005). Contudo, Carvalho *et al.* (2007) apontaram justamente o contrário, ao identificar estas espécies para áreas degradadas com altos índices de densidade, indicando ainda que as espécies são características de estágios iniciais de sucessão.

Poincianella pyramidalis destacou-se em todos os estágios de sucessão, não só neste estudo como nos demais realizados para Caatinga, seja como a mais abundante ou pelos altos valores de densidade, frequência e dominância. A abundância populacional de *Poincianella pyramidalis* é variável de acordo com a fitofisionomia e o grau de conservação do ambiente (FABRICANTE *et al.* 2009). Segundo Queiroz (2009) esta é

uma das espécies que mais contribuem para a fisionomia característica da Caatinga. É uma planta de crescimento rápido e com boa capacidade de rebrota, às vezes comportando-se como uma espécie colonizadora em áreas de recém cortadas. Galindo *et al.* (2008) verificaram, a partir de análises da relação solo-vegetação, que a densidade deste táxon aumenta conforme o nível de degradação é elevado, fenômeno que também pôde ser observado neste trabalho.

Os três estágios apresentaram oito espécies em comum, variando em abundância e frequência. Dentre elas *Aspidosperma pyrifolium*, *Commiphora leptophloeos*, *Jatropha mollissima* e *Poincianella pyramidalis* também foram registradas como espécies compartilhadas entre diferentes estágios de sucessão em outros trabalhos na Caatinga. Além destas, Carvalho *et al.* (2012) indicaram a presença de *Pseudobombax sp.* e *Bauhinia cheilantha* nas duas áreas analisadas em sua pesquisa. No mesmo artigo, os autores apresentam uma lista com mais de 10 espécies partilhadas entre os estágios, semelhante ao encontrado por Pereira *et al.* (2001).

Das cinco espécies registradas exclusivamente para a área inicial neste trabalho, apenas duas não foram citadas em outras pesquisas (ex. JÚNIOR & DRUMMOND 2011, PEREIRA *et al.* 2001, ANDRADE *et al.* 2005, CARVALHO *et al.* 2007, SANTOS *et al.* 2009, CARVALHO *et al.* 2012). *Croton heliotropiifolius* e *Melochia tomentosa* foram identificadas em outros estágios de sucessão por Santos *et al.* (2009).

As espécies que ocorreram exclusivamente na área intermediária não foram encontradas em outros inventários em diferentes estágios de sucessão na Caatinga, evidenciando a importância do MONA Grota do Angico na preservação destas espécies visando evitar a perda dessa flora única para o bioma. Comparando os resultados de espécies exclusivas da área tardia neste estudo, apenas duas, das 28, também ocorreram apenas no mesmo estágio sucessional de outros trabalhos, são elas: *Amburana cearensis* e *Erythrina velutina*. Outras espécies encontradas somente nesta área foram citadas para outros estágio, como em Andrade *et al.* (2005), que registrou *Capparis flexuosa* também para área inicial e Pereira *et al.* (2001), que encontrou *Pisonia tomentosa* para áreas de sucessão inicial e tardia. Entretanto, vale ressaltar que 19 espécies encontradas na área tardia não foram citadas para nenhum dos trabalhos já mencionados, comprovando a alta diversidade e diferente composição de espécies em áreas conservadas.

Mesmo concentrando o maior número de indivíduos na classe de diâmetro com CAP entre 6cm a 20cm, o estágio tardio, como era esperado, apresentou um número

significativo de espécimes em classe de diâmetro mais elevado, com plantas com CAP chegando a 142cm. Os estágios inicial e intermediário incluíram poucos indivíduos com CAP superior a 20cm, apresentando casos pontuais de plantas com circunferência superior a 62cm. Nas áreas em fase inicial de regeneração as plantas com CAP mais elevado são das plantas mantidas para a função de fornecer sombra para os animais mantidos no pasto.

A distribuição dos indivíduos nas classes de tamanho ao longo do processo sucessional mostrou que o porte da vegetação aumenta em paralelo ao tempo de regeneração da área. Na área inicial predomina os indivíduos com altura inferior a 3,3m. Na área intermediária percebe-se que a maioria dos espécimes possuem altura entre 3,3m a 5,29m, ilustrando uma vegetação de porte intermediário. E na área tardia observa-se um maior número de plantas de altura superior a 3,3m, além de possuir uma quantidade significativa de indivíduos com altura superior a 7,3m, incluindo um indivíduo com 17m de altura.

A densidade total e dominância total aumentaram ao longo do processo de sucessão, isto porque a abundância total na área em estágio avançado de sucessão foi muito maior do que as encontradas na área inicial, resultado semelhante ao encontrado por Carvalho *et al.* (2012). Outros estudos desenvolvidos na Caatinga apontam maior densidade total em áreas iniciais. As densidades encontradas para área inicial estão abaixo das estimadas por outras pesquisas, assim como para a área intermediária (PEREIRA *et al.* 2001, ANDRADE *et al.* 2005, CARVALHO *et al.* 2012). Já área tardia teve densidade total maior do que as encontradas por Andrade *et al.* (2005) e Júnior & Drummond (2011). As diferenças de valores estimados podem ser explicadas pelas diferentes fisionomias dos remanescentes de Caatinga e variedade climática de cada ambiente, assim como pelo histórico de exploração vegetal que cada área sofreu.

Os índices de dominância total encontrados nos três estágios do presente trabalho foram inferiores aos encontrados em outras áreas de Caatinga (Andrade *et al.* 2005), porém Júnior & Drummond (2011) relataram valor inferior, de dominância total, ao estimado para a área tardia deste estudo.

Já era esperado que as espécies de maior densidade relativa e dominância na área inicial fossem *Poincianellapyramidalis*, *Mimosa tenuiflora* e *Aspidosperma pyrifolium*,

devido a observações prévias da vegetação da área e pelo que já foi registrados por outros pesquisadores em áreas iniciais de sucessão.

Na área intermediária, *Poecyanella pyramidalis* também apresentou alto valor de densidade e dominância relativa, evidenciando a permanência desta espécie em áreas mais preservadas. Contudo, as demais espécies com altos índices de densidade e dominância foram diferentes das registradas na área inicial, revelando a substituição de espécies de uma área para outra. Este fato também aconteceu na área tardia, com a mudança nas espécies de maior densidade que passaram a ser *Bauhinia cheilantha* e *Croton sonderianus*. Contudo *Poecyanella pyramidalis* ainda foi a espécie de maior dominância na área tardia, por causa de uma pequena diferença entre as áreas basais (2,57 m² para *Bauhinia cheilantha* e 2,75 m² para *Poecyanella pyramidalis*). Em geral, as espécies de maior densidade e dominância observadas nas três áreas deste estudo são semelhantes a encontradas nos demais estudos realizados na Caatinga. Apenas o artigo de Pereira *et al.* (2001) difere na composição dessas espécies, com destaque para *Croton sonderianus*, que apesar de só estar presente na área tardia deste estudo, foi identificada com a maior densidade no Agreste paraibano.

Ao longo dos estágios de sucessão pode-se observar a mudança das espécies de maior frequência em cada local. A área tardia apresentou um maior número de espécies com alta frequência (5 espécies presentes em cerca de 85% das unidades amostrais), mostrando o sucesso de dispersão destas espécies dentro desta área. As espécies de maior frequência nas três áreas, em geral, são similares as encontradas em áreas no mesmo estágio de sucessão (ANDRADE *et al.* 2005). Porém Pereira *et al.* (2001), apresentaram espécies de maior frequência diferentes das observadas neste estudo, com destaque para *Croton sonderianus* que foi a mais freqüente nos estágios inicial e intermediário.

Tanto na área inicial como na intermediária a espécie de maior valor de importância ecológica foi *Poecyanella pyramidalis*, o que já era esperado devida a alta densidade, frequência e dominância observadas para esta espécie nas duas áreas. As demais espécies para a área inicial também já eram esperadas pelo fato das mesmas espécies acumularem um grande número de indivíduos neste estágio, conferindo-as altos valores nos parâmetros fitossociológicos calculados. A mudança das espécies de maior VI entre as áreas não foi diferente do previsto, observando os valores dos índices

estimados para cada área. Júnior & Drummond (2011) observaram a dominância de *Mimosa tenuiflora* em uma área de Caatinga abandonada há 30 anos. Esta espécie também obteve altos índices de densidade, frequência e, conseqüentemente, de VI.

Os índices de diversidade de Shannon-Wiener, nos três estágios, indicaram que a diversidade é diretamente proporcional ao tempo de regeneração do local. Os valores de H' obtidos para as áreas inicial, intermediária e tardia foram menores do que os encontrados por outros autores (ex. PEREIRA *et al.* 2001, ANDRADE *et al.* 2005, CARVALHO *et al.* 2012, JÚNIOR & DRUMMOND 2011). Já os índices de equabilidade de Pielou mostraram que as três áreas têm uma relativa uniformidade na distribuição de indivíduos por espécie, embora, a área intermediária apareça como a menos uniforme das três. O único estudo que faz referência ao índice de Pielou é o elaborado por Júnior & Drummond (2011), que encontraram uma equabilidade de 0,50, em uma área abandonada há 30 anos, um valor inferior aos das três áreas deste estudo.

Como já foi colocado, tanto a abundância quanto a riqueza média são proporcionais ao tempo de regeneração da área. A diferença maior entre a abundância e riqueza ficou entre as áreas inicial e tardia, fato que já era esperado devido a diferença discrepante do número total de indivíduos de uma área para outra (655 indivíduos na área inicial e 2193 indivíduos na área tardia).

O gráfico obtido através do Escalonamento Multidimensional Não-métrico (NMDS) confirmou a diferença que há entre os três estágios de sucessão. Analisando o ordenamento dos pontos percebe-se o agrupamento definido de cada área, levando em consideração a riqueza do local. No gráfico apresentado pode-se notar o afastamento de um dos pontos na ordenação da área inicial. Tal fato ocorreu devido à ausência de indivíduos, e conseqüentemente de espécies, em uma das unidades amostrais desta área.

CONCLUSÃO

Em geral, os estudos sobre comunidades de plantas da floresta tropical seca, com base em diferentes estágios sucessionais, encontraram um aumento progressivo da riqueza e da diversidade de espécies de árvores a partir do início até estágios finais de regeneração (Quesada *et al.* 2009). Os resultados encontrados neste estudo corroboram tal afirmação, tendo em vista o aumento da diversidade e abundância da área inicial até a área tardia.

A família Fabaceae destacou-se nas três áreas como a mais abundante e mais rica, principalmente pela contribuição de *Poincianella pyramidalis*, *Bauhinia cheilantha* e *Mimosa tenuiflora*. A primeira ocorreu nas três áreas em grande quantidade, sendo a espécie com maior densidade relativa e dominância nos dois primeiros estágios de sucessão. *Bauhinia cheilantha* foi à espécie dominante na área tardia, acumulando uma grande quantidade de indivíduos neste local. Outra espécie que se sobressaiu neste estudo foi *Aspidosperma pyriforme* estando presente nos três estágios e em quantidade significativa, colocando Apocynaceae no ranking das três famílias dominantes, mesmo sendo a única representante desta família. Ainda segundo os resultados encontrados neste estudo, pôde-se verificar a importância ecológica da espécie *Mimosa tenuiflora* para áreas em estágio inicial, como já havia sido relatado por outros pesquisadores.

As espécies de ocorrência exclusiva encontradas nas três áreas raramente foram encontradas em outras pesquisas, seja no mesmo estágio de sucessão, ou na listagem completa. Isto prova que mesmo uma área em estágio inicial pode conter espécies de ocorrência limitada que necessitam ser resguardadas para que a diversidade local seja mantida até os estágios mais avançados de sucessão.

As abundâncias e riquezas em cada área foram, em geral, superior à de outras áreas de Caatinga com tempo semelhante de regeneração. Porém os valores de densidade e dominância total foram inferior a maioria de outros estudos. Ao longo do processo de sucessão pode-se observar a mudança das espécies com maiores valores de densidade, dominância, frequência e valor de importância ecológica. Na área inicial, as espécies que apresentaram esses índices elevados foram *Poincianella pyramidalis*, *Mimosa tenuiflora* e *Aspidosperma pyriforme*. Na área intermediária, as espécies com os maiores parâmetros foram *Poincianella pyramidalis*, *Commiphora leptophloeos*,

Jatropha mollissima, *Bauhinia cheilantha* e *Aspidosperma pyrifolium*. Na área tardia as espécies que se sobressairam foram *Bauhinia cheilantha*, *Poincianella pyramidalis*, *Croton sonderianuse* *Anadenanthera colubrina*.

A diversidade, segundo o índice de Shannon-Wiener, aumentou ao passo que os estágios de sucessão avançaram, principalmente por causa do aumento do número de espécies da área inicial para a área tardia. Já o índice de Equabilidade de Pielou indicou que as áreas apresentam certa uniformidade.

A partir das análises de variância (ANOVA) e do modelo linear generalizado (GLM), pôde-se confirmar, estatisticamente, que os três estágios diferem entre si em termos de riqueza de espécies. A ordenação obtida pelo NMDS, para os dados de riqueza, corroboraram com o que foi encontrado pela ANOVA, já que na análise do agrupamento observou-se que em cada estágio os pontos estavam agregados entre si, delimitando cada área de sucessão de acordo com a sua riqueza, ilustrando, assim, a diferença na composição das espécies o que ressalta a singularidade de cada estágio de sucessão ecológica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ÁLVAREZ-YÉPIZ, J. C., MARTÍNEZ-YRÍZAR, A., BÚRQUEZ, A., LINDQUIST, C. **Variation in vegetation structure and soil properties related to land use history of old-growth and secondary tropical dry forests in northwestern Mexico.** *Forest Ecology and Management* 256. pp.355–366. 2008.

ALVES, J. J. A. **Geocologia da Caatinga no semi-árido do nordeste brasileiro.** *Climatologia e Estudos da Paisagem*. Rio Claro – Vol.2 – janeiro/junho, p.58. 2007.

ANDRADE, L. A.; OLIVEIRA, F. X.; NEVES, C. M.; FELIX, L. P. **Análise da vegetação sucessional em campos abandonados no agreste paraibano.** *Revista Brasileira de Ciências Agrárias* v.2, n.2, p.135-142, abr.-jun. Recife, PE, UFRPE. 2007.

ANDRADE, L. A.; PEREIRA, I. M.; LEITE, U. T.; BARBOSA, M. R. V. **Análise da cobertura de duas fitofisionomias de Caatinga, com diferentes históricos de uso, no município de São João do Cariri, estado da Paraíba.** *Cerne*, Lavras, v. 11, n. 3, p. 253-262, jul./set. 2005.

APG III – ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP III. **An update of the Angiosperm Phylogeny Group Classification for the orders and families of flowering plants: APG III.** *Botanical Journal of the Linnean Society*, v. 161, n. 105-121. 2009.

BOMFIM, L. F. C.; COSTA, I. V. G.; BENVENUTI, M. P. **Projeto Cadastro da Infra-estrutura Hídrica do Nordeste: Estado de Sergipe. Diagnóstico do Município de Poço Redondo.** Aracaju. CPRM. 23p. 2002a.

BOMFIM, L. F. C.; COSTA, I. V. G.; BENVENUTI, M. P. **Projeto Cadastro da Infra-estrutura Hídrica do Nordeste: Estado de Sergipe. Diagnóstico do Município de Porto da Folha.** Aracaju. CPRM. 23p. 2002b.

BRANDÃO, C. F. L. S.; MARANGON, L. C.; FERREIRA, R. L. C.; LINS E SILVA, A. C. B. **Estrutura fitossociológica e classificação sucessional do componente arbóreo em um fragmento de floresta atlântica em Igarassu.** *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, vol. 4, núm. 1, jan.-mar, pp. 55-61. Recife, PE, UFRPE. 2009.

CARVALHO, E. C. D.; SOUZA, B. C.; TROVÃO, D. M. B. M. **Ecological succession in two remnants of the Caatinga in the semi-arid tropics of Brazil.** *Revista brasileira de Biociências*. Porto Alegre, v. 10, n. 1, p. 13-19, jan./mar. 2012.

CARVALHO, E. C. D.; SOUZA, B. C.; TROVÃO, D. M. B. M., SOUZA, B. C., FREIRE, A. M., OLIVEIRA, P. T. B., FERREIRA, L. M. R. **Fitossociologia e análise comparativa do componente arbustivo-arbóreo de duas áreas de Caatinga em diferentes estágios de sucessão.** *Anais de VIII Congresso de Ecologia do Brasil*. Sociedade de Ecologia do Brasil. 2007.

CASTELETTI, C.H.M.; SILVA, J.M.C.; TABARELLI, M.; SANTOS, A.M.M. **Quanto ainda resta da Caatinga? Uma estimativa preliminar.** In: SILVA, J.M.C.; TABARELLI, M.; FONSECA, M.T.; LINS, L.V. (Orgs.). **Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação.** Ministério do Meio Ambiente/Universidade Federal de Pernambuco, Brasília, p. 91-100. 2004.

CASTRO, R.; REED, P.; SALDANHA, M.; OLSEN, A. **Caatinga um bioma brasileiro desprotegido**. In: X Congresso de Ecologia do Brasil, 2003. Anais. Fortaleza: UFC, 2003.

CINTRA, F. L. D.; SOUZA FILHO, G. P.; ANDRADE, H. F.; ROCHA, J. M.; MELO, J. N. S.; BARRETO, M. A. B.; SANTOS, M. L. O. **Diagnóstico municipal: Relatório de Porto da Folha**. Aracaju, EMBRAPA – CNPCo. 41p. (EMBRAPA-CNPCo. Documentos, 11). 1990.

CTR/RMFC – COMITÊ TÉCNICO CIENTÍFICO DA REDE DE MANEJO FLORESTAL DA CAATINGA. **Rede de manejo florestal da Caatinga: protocolo de medições de parcelas permanentes**. Recife: Associação plantas do Nordeste, 21 p. 2005.

DANIEL, O. **Subsidios al uso del índice de diversidad de Shannon**. In: Anais do I Congreso Latinoamericano IUFRO, 1, Valdivia-Chile, CD-ROM. 1998.

DANTAS, T. V. P.; RIBEIRO, A. S. Capítulo III: Diagnóstico da Biota - Levantamento Botânico. In: Ribeiro, A. S. (Coord.). **Estudos para criação do Monumento Natural Grota do Angico**. Sergipe: Governo de Sergipe, Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos, 51 p, 2007.

DÓRIA NETO, A. L. **Florística e fitossociologia de uma área de Caatinga em Porto da Folha**. Monografia para obtenção do título de Engenheiro Florestal. Núcleo de Engenharia Florestal. Universidade Federal de Sergipe. 2009.

DivEs – Diversidade de Espécies. Entomologistas do Brasil. 9p. 2007. Disponível em: <<http://www.ebras.bio.br/dives/>>.

FABRICANTE, J. R., FEITOSA, S. S., BEZERRA, F. T. C., FEITOSA, R. C., XAVIER, K. R. F. **Análise populacional de *Caesalpinia pyramidalis* Tul. (Fabaceae Lindl.) na caatinga da região do Seridó nordestino**. Revista Brasileira de Biociências, Porto Alegre. V. 7, n. 3, p. 285-290, jul./set. 2009.

FERRAZ, R.C., MELLO, A.A., FERREIRA, R.A., PRATA, A. P. N. **Florística e fitossociologia em áreas de Caatinga no Monumento Natural Grota do Angico, Sergipe Brasil**. Revista Caatinga. V. 6, p. 89-98, 2013.

FERREIRA, E. V. R., PRATA, A. P. N., MELO, A. A. **Floristic list from a Caatinga remnant in Poço Verde, Sergipe, Brazil**. Check List 9(6):1354 – 1360. (São Paulo. Online), 2013.

FONSECA, M. R. **Análise da vegetação arbustivo-arbórea da caatinga hiperxerófila do nordeste do estado de Sergipe**. Tese de doutorado em Ciências. Pós-graduação em Biologia Vegetal. Instituto de Biologia da Universidade Estadual de Campinas, São Paulo. 1991.

FRANCO, E. **As formações vegetais do globo terrestre**. Biocenologia. V. 2. 3ª ed. Aracaju: Universidade Federal de Sergipe, 247p. 1995.

GALINDO, I. C. L., RIBEIRO, M. R., SANTOS, M. F. A. V., LIMA, J. F. W. F., FERREIRA, R. F. A. L. **Relações solo-vegetação em áreas sob processo de desertificação no município de Jataúba, PE**. Rev. Bras. Ciênc. Solo, 32(3): 1283-1296. 2008.

GIULIETTI, A. M.; NETA, A. L. B.; CASTRO, A. A. J. F.; GAMARRA-ROJAS, C. F. L.; SAMPAIO, E. V. S. B.; VIRGÍNIO, J. F.; QUEIROZ, L. P.; FIGUEIREDO, M. A.; RODAL, M. J. N.; BARBOSA, M. R. V.; HARLEY, R. M. Diagnóstico da vegetação nativa do bioma Caatinga in: SILVA, J. M. C.; TABARELLI, M.; FONSECA, M. T.; LINS, L. V. **Biodiversidade da caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente: Universidade Federal de Pernambuco, 382 p. 2003.

GUARIGUATA, M. R.; OSTERTAG, R. **Neotropical secondary forest sucesion: changes in structural and functional characteristics**. Forest Ecology and Management 148. 185 – 206. 2001.

HAMER, Ø., HARPER, D. A. T., RYAN, P. D. **PAST: Paleontological software package for education and data analyses**. Paleontologia Eletrônica. 4 (1): 9pp. 2001. Disponível em: <http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm>

JUNIOR, J. T. C.; DRUMOND, M. A. **Estrutura fitossociológica de um fragmento de Caatinga sensu stricto 30 anos após corte raso, Petrolina-PE, Brasil**. Revista Caatinga, Mossoró, v. 24, n. 2, p. 67-74, abr.-jun. 2011.

Lista de Espécies da Flora do Brasil 2014 in <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>. Acesso em 06/06/2014, às 14:00hs.

MACHADO, W. J.; PRATA, A. P. N.; MELLO, A. A. **Floristic composition in areas of Caatinga and Brejo de Altitude in Sergipe state, Brazil**. Check list: Journal of species lists and distribution. 8(6):1089-1101. 2012.

MAGURRAN, A. E. **Measuring biological diversity**. Oxford: Blackwell Science Ltd. 256 p. 2004.

MAIA, G. N. **Caatinga - árvores e arbustos e suas utilidades**. 1. ed. São Paulo: D&Z Computação Gráfica e Editora, 413 p. 2004.

MATTHES, L. A. F. **Dinâmica da sucessão secundária em mata, após a ocorrência de fogo – Santa Genebra – Campinas, São Paulo**. Tese de doutorado. Doutorado em Ciências. Campinas. São Paulo. 1992.

MIRANDA, J. D.; PADILLA, F. M.; PUGNAIRE, F. I. **Sucesión y restauración en ambientes semiáridos**. Ecosistemas, vol. XIII, num. 1, enero-abril, p.55-58, Asociación Española de Ecología Terrestre. 2004.

MMA. **Biodiversidade brasileira: Avaliação e identificação de áreas e ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade nos biomas brasileiros**. Ministério do Meio Ambiente. Brasília – DF. 2002.

MORI, S.; SILVA, L.; LISBOA, G.; CORADIN, L. **Manual de manejo do herbário fanerogâmico**. Ilhéus: CEPLSC. 140p. 1989.

NOGUEIRA-JÚNIOR, F. C.; LISI, C. S. RIBEIRO, F. C. **Estudo dendroecológico de *Pseudobombax marginatum* (A. St – Hil, Jull & Cambess.) A. Robins (Malvaceae) em Mata Ripária na Caatinga sergipana**. Sociedade de Ecologia do Brasil. X Congresso de Ecologia so Brasil, São Lourenço – MG. 2011.

OLIVEIRA, A. C. F. **Formigas epigéicas em resposta a um gradiente sucessional em fragmentos de Caatinga no alto sertão sergipano.** Dissertação em Mestrado em Ecologia e Conservação. Núcleo de Pós-Graduação Ecologia e Conservação. Universidade Federal de Sergipe. São Cristovão. 2012b.

OLIVEIRA, D. G. **Análise da vegetação em um fragmento de caatinga no município de Porto da Folha, Sergipe, Brasil.** Dissertação de Mestrado em Ecologia e Conservação. Núcleo de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação. Universidade Federal de Sergipe. São Cristovão. 2012a.

OLIVEIRA, D. G. **A família Euphorbiaceae Juss. em um fragmento de Caatinga em Sergipe.** Scientia Plena. Vol. 9, Num. 04. 2013a.

OLIVEIRA, D. G. PRATA, A. P. N. SOUTO, L. S. FERREIRA, R. A. **Does the edge effect influence plant community structure in a tropical dry forest?** Revista *Árvore*, v.37, n.2, Viçosa . Mar./Apr. p.311-320, 2013b.

PEET, R. K. **Relative diversity índices.** Ecology. Vol. 56: pp. 496-498, No.2. 1975.

PEREIRA, I. M.; ANDRADE, L. A.; COSTA, J. R. M.; DIAS, J. M. **Regeneração natural em um remanescente de Caatinga sob diferentes níveis de perturbação, no agreste paraibano.** Acta bot. bras. 15(3): 413-426. 2001.

PINTO, S. I. C.; MARTINS, S. V.; SILVA, A. G.; BARROS, N. F.; DIAS, H. C. T.; SCOSS, L. M. **Estrutura do componente arbustivo-arbóreo de dois estádios sucessionais de Floresta Estacional Semidecidual na Reserva Florestal Mata do Paraíso, Viçosa, MG, Brasil.** Revista *Árvore*, Viçosa, v.31, n.5, p.823-833. 2007.

PRADO, D. E. As Caatingas da América do Sul: LEAL, I. R. TABARELLI, M. SILVA, J. M. C. **Ecologia e conservação da Caatinga.** Recife: Ed. Universitária da UFPE, 822 p. 2003.

QUEIROZ, L.P. **Leguminosas da Caatinga.** Universidade Estadual de Feira de Santana. pp. 913. 2009.

QUESADA, M. SANCHEZ-AZOFEIFA, A. ALVAREZ-AÑORVE, M. STONER, K. E. AVILA-CABADILLA, L. CALVO-ALVARADO, J. CASTILLO, A. ESPIRITO-SANTO, M. FAGUNDES, M. FERNANDES, G. W. GAMON, J. LOPEZARAIZA-MIKEL, M. LAWRENCE, D. MORELLATO, L. P. C. POWERS, J. S. NEVES, F. S. ROSAS-GUERRERO, V. SAYAGO, R. SANCHEZ-MONTOYA, G. **Succession and management of tropical dry forests in the Americas: Review and new perspectives.** Forest Ecology and Management 258. 1014–1024. 2009.

R Development Core Team. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2007.

RODAL, M.J.W. **Fitossociologia da vegetação arbustivo-arbórea em quatro áreas de caatinga em Pernambuco.** Tese de doutorado. Universidade de Campinas, Campinas, SP. 1992.

SANTOS, J. C.; SANTOS, F. R. **Leguminosas arbustivas-arbóreas em sistema silvipastoril no semi-árido sergipano para alimentação de bovinos.** Agropecuária Científica no Semiárido, V. 7, n. 3. P. 25-30. 2011.

- SANTOS, M. F. A. V.; GUERRA, T. N. F.; SOTERO, M. C.; SANTOS, J. I. N. **Diversidade e densidade de espécies vegetais da caatinga com diferentes graus de degradação no município de Floresta, Pernambuco, Brasil.** Rodriguésia 60 (2): 389-402. 2009.
- SANTOS, T. C.; JÚNIOR, J. E. N.; PRATA, A. P. N. **Frutos da Caatinga de Sergipe utilizados na alimentação humana.** Scientia Plena. Vol. 8, Num. 4. p. 1-7. 2012.
- SEMARH. **Plano de Manejo do Monumento Natural Grota do Angico.** Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Sergipe. 2010
- SERGIPE. Decreto n. 24.922, de 21 de dezembro de 2007. Cria o Monumento Natural Grota do Angico, nos municípios de Poço Redondo e Canindé do São Francisco, Estado de Sergipe, e dá outras providências. Governo de Sergipe. 2007.
- SERGIPE. **Plano de desenvolvimento de território do Alto Sertão Sergipano.** Secretaria do Estado do Planejamento. Sergipe. 2008.
- SILVA, A. C. C. **Monumento Natural Grota do Angico: florística, estrutura da comunidade, aspectos autoecológicos e conservação.** Dissertação de Mestrado em Ecologia e Conservação. Núcleo de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação. Universidade Federal de Sergipe. São Cristovão. 2011.
- SILVA, A. C. C. PRATA, A. P. N. MELLO, A. A. **Flowering plants of the Grota do Angico Natural Monument, Caatinga of Sergipe, Brazil.** Check List: Journal of species lists and distribution. 9(4): 733–739, 2013.
- SILVA, J. M. C.; TABARELLI, M.; FONSECA, M. T.; LINS, L. V. (Orgs.) **Biodiversidade da caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação.** Ministério do Meio Ambiente/Universidade Federal de Pernambuco, Brasília, 2003.
- SILVA, R. A.; SANTOS, A. M. M.; TABARELLI, M. Riqueza e diversidade de plantas lenhosas em cinco unidades de paisagem da Caatinga in: LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. **Ecologia e Conservação da Caatinga.** Recife: Ed. Universitária da UFPE, 822 p. 2003.
- SOUZA, G.V. **Estrutura da vegetação da Caatinga hipoxerófila do Estado de Sergipe.** 95f. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. 1983.
- TÁLAMO, A.; CASENAVE, J. L.; CAZIANI, S. M. **Components of woody plant diversity in semi-arid Chaco forests with heterogeneous land use and disturbance histories.** Journal of Arid Environments. October.V. 85. p. 79–85. 2012.
- VELOSO H.P.; RANGEL-FILHO A.L.R.; LIMA J.C.A. **Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal.** Rio de Janeiro: IBGE, 123p. 1991.

Capítulo 2

Diversidade β ao longo de gradiente sucessional em áreas de Caatinga

DIVERSIDADE β AO LONGO DE GRADIENTE SUCESSIONAL EM ÁREAS DE CAATINGA¹

Giselle Gomes Conceição², Ana Paula do Nascimento Prata², Leandro de Sousa Souto²

1. Parte da dissertação da primeira autora.
2. Núcleo de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação, Universidade Federal de Sergipe, Sergipe, Brasil.

RESUMO

A conservação dos remanescentes de Caatinga é essencial para a manutenção de sua flora singular, e entender os processos que determinam a composição florística dessas comunidades é de extrema relevância para a elaboração de projetos de proteção. O estudo dos componentes aditivos da diversidade é uma das ferramentas utilizadas para compreender a distribuição espacial de espécies vegetais e a heterogeneidade dos ambientes. O conceito de partição aditiva da diversidade foi empregado neste estudo visando entender quais componentes melhor contribuem para a diversidade total ao longo dos estágios de sucessão ecológica. Esta pesquisa foi realizada em áreas representando três estágios sucessionais, classificadas de acordo com o tempo de abandono. O estágio inicial corresponde a um conjunto de fazendas abandonadas há cerca de três anos; o estágio intermediário encontra-se em regeneração florestal a pouco mais de 20 anos; e o estágio tardio não sofre ação antrópica há mais de 60 anos. A amostragem da vegetação foi feita em 20 parcelas de 20x20m (400m²), em cada estágio, considerando todos os indivíduos do estrato arbustivo – arbóreo com CAP (circunferência à altura do peito a 1,30m) ≥ 6 cm. O modelo de partição aditiva empregado corresponde a seguinte fórmula: $\gamma = \alpha + \beta_1 + \beta_2$, onde γ é a diversidade total (gama), α é a diversidade média dentro das parcelas, β_1 é a diversidade entre as parcelas em mesmo estágio e β_2 é a diversidade entre os estágios. No estágio inicial foram identificados 655 indivíduos, distribuídos em 15 espécies, 15 gêneros e oito famílias; no estágio intermediário foram aferidos 1289 espécimes pertencentes a 15 famílias, 25 gêneros e 25 espécies; e o estágio tardio apresentou 2193 indivíduos incluídos em 22 famílias, 40 gêneros e 46 espécies. Tanto a abundância quanto a riqueza aumentaram ao longo dos estágios. A diversidade α foi a que menos contribuiu para a diversidade total e a diversidade entre os estágios (β_2) foi a que melhor contribuiu. O componente β_1 observado foi inferior ao esperado pelo modelo, ilustrando o agrupamento de espécies gerado pelos seus limites de dispersão das mesmas, dificultando, possivelmente, a migração entre os remanescentes de Caatinga. O alto valor de β_2 evidencia a importância da substituição das espécies ao longo do processo de sucessão, além de indicar a importância da escala espacial para a diversidade total em ambientes de Caatinga.

Palavras-chave: Semi-árido, Sucessão secundária, Partição aditiva, Diversidade β .

β DIVERSITY ALONG SUCCESSIONAL GRADIENT IN AREAS CAATINGA

Giselle Gomes Conceição², Ana Paula do Nascimento Prata², Leandro de Sousa Souto²

1. Part of the dissertation of the first author.
2. Postgraduate Center for Ecology and Conservation, Federal University of Sergipe, Sergipe, Brazil.

ABSTRACT

The conservation of the remaining Caatinga is essential to maintaining its unique flora, and understand the processes that determine the composition of the local is very important for the development of projects of protection. The study of the additive components of diversity is one of the tools used to understand the spatial distribution of plant species and the heterogeneity of environments. The concept of additive partitioning of diversity was used in this study to better understand which components contribute to the total diversity over the stages of ecological succession. This research was conducted in areas representing three successional stages, classified according to the time of abandonment. The initial stage corresponds to the abandoned farms for about 3 years; the intermediate stage is in forest regeneration just over 20 years; and the late stage does not suffer human action for over 60 years. The vegetation sampling was taken from 20 plots of 20x20m (400m²), at each stage, considering all the individuals from shrub - woody stratum with CAP (circumference at breast height 1.30 m) > 6 cm. The additive partitioning model used corresponds to the following formula: $\gamma = \alpha + \beta_1 + \beta_2$, where γ is the total diversity, α is the mean diversity within plots, β_1 is the diversity between plots in the same stage, β_2 is the diversity between the three stages. In the initial stage 655 individuals belonging to 15 species, 15 genera and eight families were identified; intermediate stage in 1289 specimens belonging to 15 families, 25 genera and 25 species were measured; and the late stage included 2193 individuals in 22 families, 40 genera and 46 species. Both abundance as wealth increased over the stages. The α diversity has contributed the least to the total diversity and the diversity between stages (β_2) was the best contributed. The component β_1 observed was lower than expected by the model, illustrating the grouping of species generated by their limits dispersion of the same, possibly, making it difficult migration between the remaining Caatinga. The high value of β_2 highlights the importance of substitution of species along the successional process, and indicate the importance of spatial scale for full diversity of Caatinga environments.

Keywords: Semi-arid, Secondary Succession, Partition additive, Diversity β .

INTRODUÇÃO

Diversidade β como termo ecológico foi introduzido originalmente por Whittaker (1956) para descrever mudanças na composição e abundância de espécies em um ambiente constante tal como em gradientes de elevação e umidade (VEECH *et al.* 2002).

Whittaker (1956) definiu diversidade alfa (α) como a diversidade dentro de uma comunidade (VEECH *et al.* 2002) e diversidade β seria a mudança no número de espécies de um lugar para o outro ao longo de um gradiente (WHITTAKER 1960). Posteriormente, a diversidade β foi definida como a mudança na composição de espécies de uma comunidade para outra (WHITTAKER 1972). Ainda segundo Whittaker (1960, 1972) a diversidade total de espécies em um grupo de comunidades é denominada de diversidade gama (γ) (LANDE 1996).

McArthur *et al.* (1966) propuseram que a diversidade entre duas amostras era igual a diversidade combinada entre as duas amostras menos a diversidade média dentro da amostra, ou seja, $\beta = \gamma - \alpha$, ou $\gamma = \alpha + \beta$, embora não tenham se referido a esta fórmula como uma partição aditiva da diversidade (VEECH *et al.* 2002). Lande (1996), aplicou os termos de Whittaker para a partição aditiva da riqueza ou diversidade total de espécies (γ) em componentes aditivos (α e β) (CRIST *et al.* 2003). Segundo Crist *et al.* (2003), a partição da diversidade possui várias vantagens sobre técnicas quantitativas. Isso porque β é expresso em unidades de riqueza de espécie, as contribuições de α e β para a riqueza de espécies total pode ser comparada através de uma escala espacial ou temporal de amostragem.

Alguns trabalhos sobre partição da diversidade em componentes aditivos, tem sido elaborados ao redor do mundo com diferentes objetivos, como por exemplo, investigar o efeito de diferentes habitats sobre a riqueza e composição de espécies ou estudar como a estrutura da paisagem afeta os componentes da diversidade (Legendre *et al.* 2009; Janišová *et al.* 2013).

Outras pesquisas foram desenvolvidas no campo de agroecossistemas, com o intuito de avaliar a relação entre a complexidade de campos agrícolas, métodos de plantio, diversidade de habitats e a diversidade de plantas em diversos locais do mundo,

como Suíça, Alemanha, Canadá e Argentina (Wagner *et al.* 2000; Gabriel *et al.* 2006; Newmaster *et al.* 2007; Poggio *et al.* 2010; 2013).

No Brasil, a partição aditiva da diversidade foi utilizada para caracterizar a vegetação arbustivo-arbórea de fragmentos de Mata Atlântica em São Paulo (AGUIRRE 2008). O autor calculou a partição aditiva para a riqueza de espécies e para o índice de diversidade de Shannon, concluindo que cada fragmento estudado apresentava uma composição de espécies diferentes, ou seja, uma baixa similaridade de espécies, mas o conjunto tinha uma alta diversidade β , confirmando a importância da sua conservação daquela área.

Em outro estudo recente desenvolvido no Chaco semi-árido da Argentina foram avaliados os componentes da diversidade de espécies lenhosas em uma área com uso de solo e histórico de perturbação (TÁLAMO *et al.* 2012). A partir da análise da diversidade usando o conceito da partição aditiva, foi possível concluir que a diversidade alfa contribuiu mais que a diversidade beta para a composição da diversidade da paisagem.

Além disso, os autores também propuseram estimar o número mínimo de locais necessários para atingir a diversidade gama, ou seja, a diversidade total para as 16 áreas descritas no trabalho. Ao fim afirmam que o mínimo de seis locais é necessário para alcançar a diversidade gama, que seria de 37 espécies, para as regiões em estudo.

Nas florestas tropicais sazonais secas (FTSS), que incluem a Caatinga, os estudos envolvendo a partição aditiva da diversidade são escassos. Apesar desses estudos terem sido realizados com metodologias variadas, Pennington *et al.* (2009) concluíram que há uma alta diversidade beta em florestas tropicais sazonais secas, e esta é atribuída à limitada dispersão entre as florestas remanescentes, devido ao pequeno tamanho de manchas de florestas e a persistência evolucionária de espécies de FTSS.

O trabalho de Apgaua *et al.* (2014) foi desenvolvido entre o norte de Minas Gerais e sudoeste da Bahia, em 6 localidades dentro do domínio biogeográfico da Caatinga. Com base nos dados de presença e ausência das espécies, os autores avaliaram três medidas de diversidade β entre os pares de localidades estudados e as comunidades florísticas, sendo elas: (i) similaridade de espécies, (ii) diferença entre a riqueza de espécies, e (iii) ganho e perda de espécies. A partir dos resultados os autores

confirmaram a alta diversidade beta para as florestas tropicais sazonais secas, assim como o *turnover* das espécies entre localidades e entre as comunidades florísticas.

Neste trabalho, seguindo os conceitos da partição aditiva, procura-se compreender os componentes da diversidade que melhor contribuem para a riqueza total de áreas de Caatinga estudadas, visando entender processos de distribuição espacial da composição das espécies vegetais para este bioma ao longo do processo de sucessão, para auxiliar os planos de manejo de áreas em regeneração.

MATERIAS E MÉTODOS

Área de estudo

O estudo foi realizado em três fragmentos de Caatinga no oeste do estado de Sergipe, cada uma representando um nível de sucessão ecológica, de acordo com o tempo de conservação da vegetação local (Figura 1 e 2).

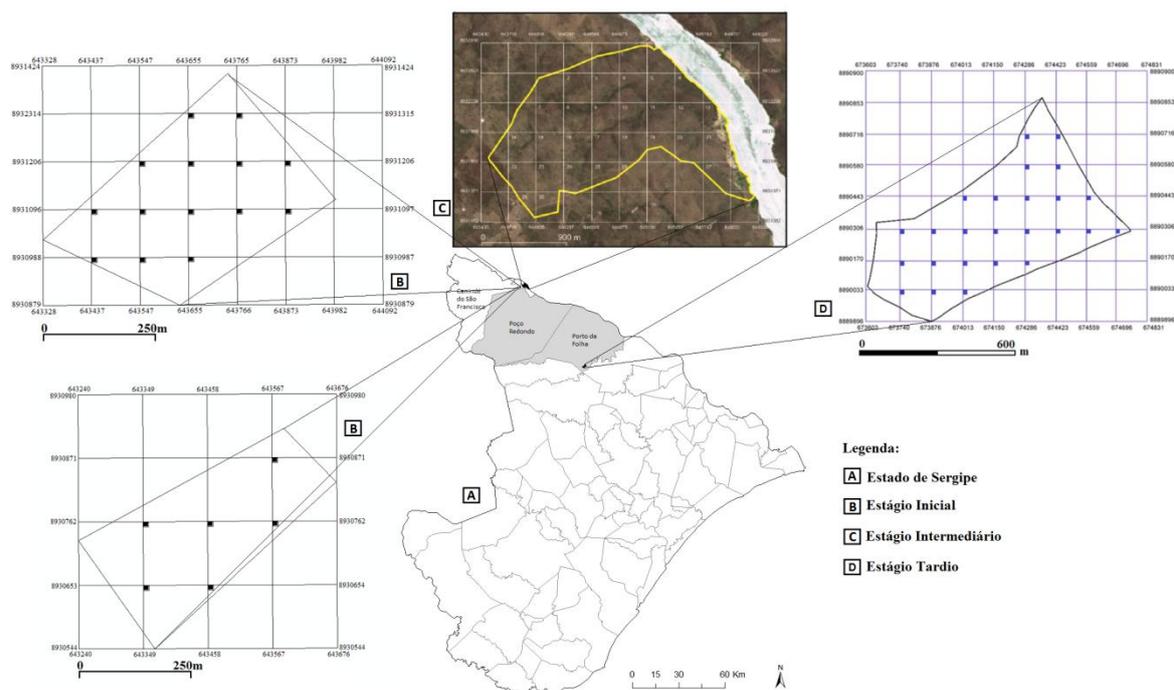


Figura 1. Mapa do estado de Sergipe, destacando os municípios de Canindé do São Francisco, Poço Redondo e Porto da Folha, onde estão localizadas as áreas de estudo. Fonte: C) Silva (2011); D) Oliveira (2012a).

A primeira área foi escolhida para representar a fase de sucessão inicial no estudo. Corresponde a um conjunto de fazendas localizadas no município de Poço Redondo ($S09^{\circ}40'00.5''W037^{\circ}41'16.2''$), próximo à sede do Monumento Natural Grotta do Angico. São áreas de pastagem, abandonadas há cerca de três anos pelos proprietários, que não fazem uso dessas terras para o pastoreio bovino ou caprino que era empregado. O município de Poço Redondo está localizado na região noroeste do Estado de Sergipe, incluindo no polígono das secas, com um clima do tipo megatérmico, temperatura média anual de $25,2^{\circ}C$, precipitação pluviométrica anual de $605,2mm$ e período chuvoso de março a julho.

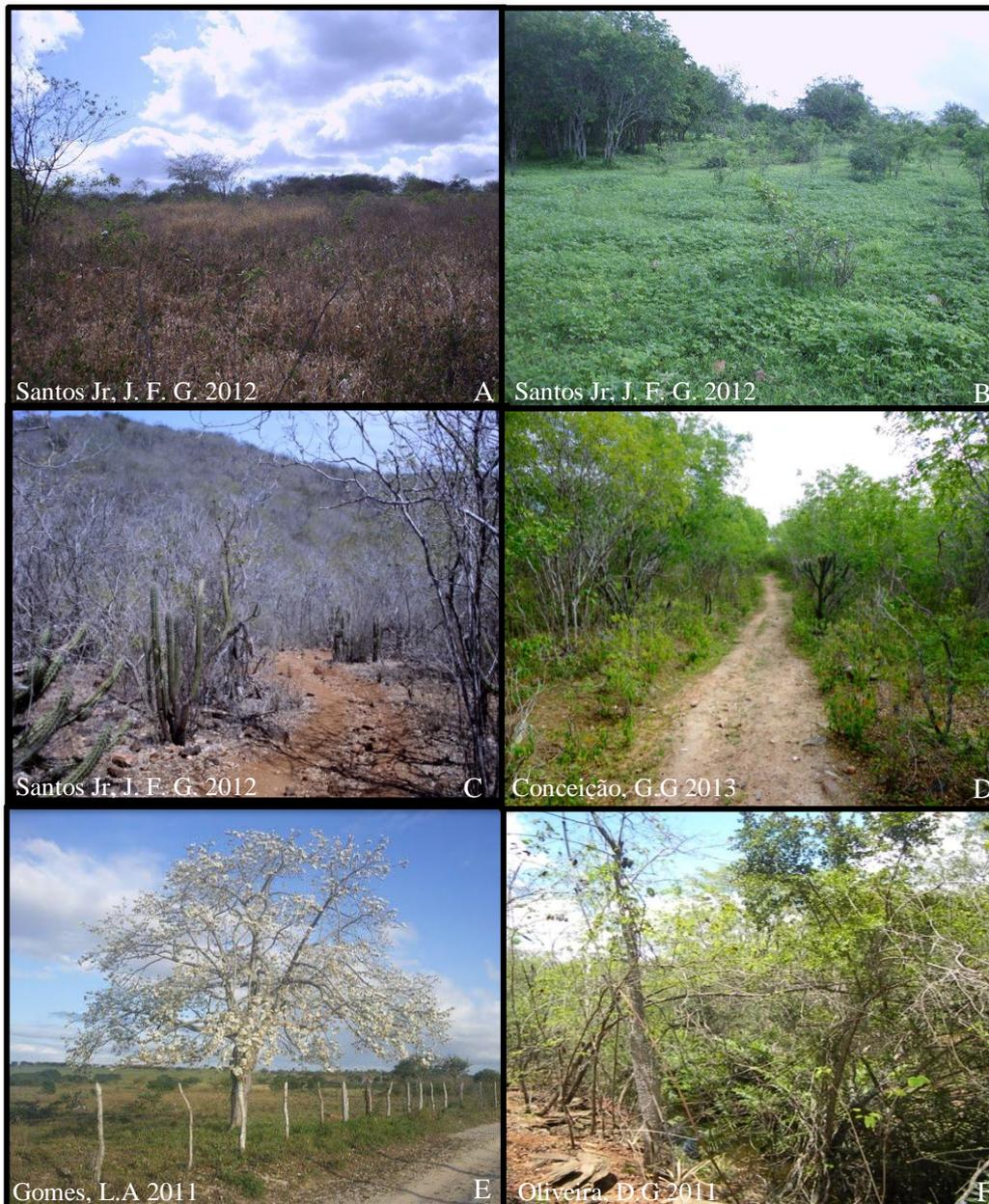
A segunda área corresponde à fase intermediária da sucessão para o estudo. É um remanescente de Caatinga localizado no Monumento Natural, (MONA), Grotta do Angico, unidade de conservação estadual situada no Alto Sertão Sergipano entre os municípios de Poço Redondo e Canindé de São Francisco, às margens do Rio São Francisco, com uma área total de aproximadamente 2.183 hectares (SERGIPE 2007). Esta área não sofre perturbações antrópicas há cerca de 20 anos.

A região do Monumento Natural Grotta do Angico apresenta um índice de pluviosidade entre 300 e 700 mm/ano, determinado por um período seco de aproximadamente oito meses e um período chuvoso concentrado entre abril e agosto. A temperatura média anual é de 26° C, com variações não significativas no decorrer dos meses. Os tipos climáticos desta região vão de Megatérmico Semiárido ao Megatérmico árido (BOMFIM *et al.* 2002a).

De acordo com Dantas & Ribeiro (2007), a vegetação da região do MONA é representada pela segmentação das formações vegetais em duas fisionomias: primárias e secundárias. A parte primária apresenta uma Caatinga hipoxerófila caducifólia (conservada) de 5 a 12 metros de altura e matas associadas a riachos intermitentes. A vegetação secundária é aberta em estágio de regeneração, composta por arbustos, herbáceas e pouca vegetação arbórea, e está inserida em áreas de pastagens e áreas com solos salinizados. Nessa localidade predominam duas ordens de solo, luvisolos e neossolos litólicos. Os luvisolos são encontrados nas áreas mais elevadas e menos declivosas e os neossolos litólicos predominam nos trechos de maior declividade (SEMARH 2010).

A terceira área, representando a fase tardia de sucessão, é um fragmento de Caatinga arbórea localizada na fazenda São Pedro, Povoado de Lagoa Grande, no município de Porto da Folha. O fragmento que se localiza entre as coordenadas geográficas 10°01'45.57" e 10°02'18.69" S (latitude) e 37°24'57.71" e 37°24'19.03" W (longitude), possui área total de 50 ha e uma altitude média de 168 m (OLIVEIRA 2013b). De acordo com a população local, está há pelo menos 60 anos sem sofrer nenhum tipo de impacto antrópico.

O município de Porto da Folha está localizado no extremo noroeste de Sergipe. Apresenta um relevo que varia desde plano suave a forte ondulado (CINTRA *et al.* 1990); caracterizado pelas unidades geomorfológicas Superfície Pediplanada e Pediplano Sertanejo. A região possui um clima megatérmico semi-árido, com temperatura média anual de 26,2°C, precipitação média anual de 548,9mm e período chuvoso de março a julho. (BONFIM *et al.* 2002b).



Segundo o sistema de classificação de Veloso *et al.* (1991), a vegetação da região possui uma flora endêmica própria de climas semi áridos a áridos, com plantas espinhosas decíduais. A vegetação natural é a Caatinga hiperxerófitas, apresentando-se densa e bem conservada nos relevos fortes ondulados na zona de entalhe do Rio São Francisco. Porém, tem ocorrido acentuada redução das áreas de Caatinga devido ao avanço das áreas de pastagens e pequenas propriedades rurais (CINTRA *et al.* 1990). Os solos mais representativos do município são os Regossolos e os Bruno-não-cálcicos (CINTRA *et al.* 1990).

Oliveira (2012b), avaliando amostras de solo nos três estágios sucessionais, das três áreas citadas acima, pode observar que os solos nos estágios sucessionais não diferem em relação a matéria orgânica e pH. Os estágios inicial e tardio não apresentaram diferença estatística significativa em relação à análise dos nutrientes do solo (CA, Mg, CTC, K, P e Na), e o estágio intermediário apresentou valores superiores aos demais.

Amostragem da vegetação

Foram demarcadas 20 parcelas de área fixa, utilizando o processo de amostragem sistemática, nos três fragmentos de Caatinga anteriormente citados (áreas inicial, intermediária e tardia), totalizando 60 parcelas, com 20x20m (400m²) e 2,4 ha de área total amostrada.

Seguindo as normas estabelecidas pela Rede de Manejo Florestal da Caatinga (CTC/RMFC 2005) a demarcação das parcelas foi realizada em campo, assim como a posição geográfica das parcelas foram marcadas com auxílio do GPS, e este também servindo como ferramenta de localização das mesmas.

Foram considerados os indivíduos do estrato arbustivo – arbóreo, dentro das parcelas, com CAP (Circunferência à altura do peito – 1,30m) \geq 6 cm, incluindo os indivíduos mortos em pé, que atendam ao requisito anterior.

A identificação das espécies coletadas ocorreu a partir de chaves taxonômicas, literatura especializada, comparação com outras exsicatas e consulta a especialistas. O material coletado foi depositado no Herbário da Universidade Federal de Sergipe (ASE) e suas duplicatas enviadas para os principais herbários nordestinos.

As espécies foram classificadas de acordo com o Sistema Angiosperm Phylogeny Group III (APGIII 2009) e a confirmação da grafia e da autoria foram obtidas a partir de consulta ao banco de dados da lista da flora do Brasil (<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2014/>).

Na área intermediária os dados foram obtidos a partir do trabalho realizado por Silva *et al.* (2013), no Monumento Natural Grota do Angico e na área tardia os dados foram obtidos a partir do estudo desenvolvido por Oliveira *et al.* (2013b) no município de Porto da Folhas. As metodologias empregadas em campo nos dois trabalhos são iguais ao utilizados para coleta de dados na área inicial.

Diversidade β (beta)

Para a análise da diversidade β foram utilizadas as 20 unidades amostrais (parcelas) de cada uma das áreas de sucessão secundária em estudo. Foi utilizado um modelo de partição aditiva da diversidade, onde a diversidade total pode ser particionada entre as médias da diversidade dentro (α - alfa) e entre (β - beta) as unidades amostrais. A partir desse modelo pode-se analisar a contribuição da diversidade em cada nível na diversidade total. Esse modelo pode ser descrito pela seguinte fórmula:

$$\gamma = \alpha + \beta_1 + \beta_2,$$

Onde γ é a diversidade total (gama), α é a diversidade no menor nível (dentro da parcela), β_1 é a diversidade entre as parcelas da mesma área, β_2 é a diversidade entre as áreas em diferentes estágios sucessionais.

Foi calculada a diversidade dentro do local como a riqueza de espécies (S) por unidade amostral, e a diversidade gama como o número acumulado de espécies em todas as 60 unidades amostrais.

A partir dos dados referentes a diversidade dentro de cada parcela, foi obtido um α médio em cada nível sucessional, ou seja, um α médio para a fase inicial (20 parcelas), um α médio para a fase intermediária (20 parcelas) e um α médio para a fase tardia (20 parcelas).

O componente β_1 foi calculado a partir da substituição das espécies entre as parcelas no mesmo estágio sucessional. Já o componente β_2 foi encontrado a partir da diferença na substituição de espécies entre os diferentes estágios sucessionais.

As análises da partição aditiva foram realizadas no software R, utilizando o pacote *vegan*, versão 3.0 (R Development Core Team 2007), onde foi confeccionado o gráfico comparando os valores esperados e os observados, a partir dos dados coletados em campo. A significância de cada componente da diversidade (γ , α , β) observado foi testada comparando-se com um modelo nulo a partir de 1000 aleatorizações baseadas nas parcelas (Crist *et al.* 2003).

RESULTADOS

Foram coletados 4137 indivíduos distribuídos em 59 espécies pertencentes a 49 gêneros e 22 famílias botânicas. Dentre estas, a família que apresentou maior riqueza foi Fabaceae (14 espécies), seguida por Euphorbiaceae (7 espécies), Anacardiaceae (5 espécies). No estágio inicial foram identificados 655 indivíduos, distribuídos em 8 famílias, 15 gêneros e 15 espécies. A flora do estágio intermediário foi representada por 1289 indivíduos, 15 famílias, 25 gêneros e 25 espécies. No estágio tardio foram aferidos 2193 indivíduos, 22 famílias, 40 gêneros e 46 espécies.

A partir da análise da partição aditiva da diversidade total (γ) pode-se verificar que α (a riqueza média de espécies nas parcelas) contribuiu com 13,5% (8,08 espécies), β_1 (diferença de riqueza de espécies entre as parcelas de uma mesma área) contribuiu com 34,8% (20,58 espécies) e β_2 (diferença de riqueza de espécies entre as áreas) contribuiu com 51,7% (cerca de 30,54 espécies) para γ (diversidade total).

Os resultados observados diferiram significativamente dos esperados pelo modelo nulo elaborado (Figura 3). Os valores observados para α e β_2 foram maiores do que o esperado, enquanto o valor observado de β_1 foi menor do que o esperado.

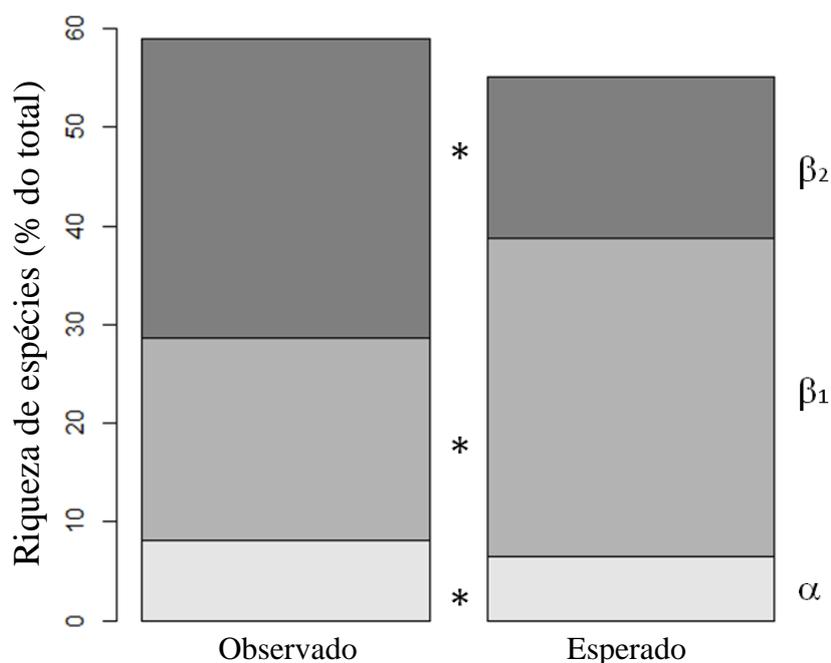


Figura 3. Partição aditiva da diversidade total de áreas em diferentes estágios sucessionais, comparando o observado ao esperado pelo modelo nulo em três níveis. * representa a diferença significativa entre a partição observada e a esperada.

DISCUSSÃO

Os resultados encontrados a partir da partição aditiva da diversidade total mostraram que os valores observados dos componentes α , β_1 e β_2 foram significativamente diferentes dos esperados pelo modelo nulo, no qual as espécies seriam distribuídas aleatoriamente (Tabela 1).

Tabela 1. Partição aditiva da diversidade total entre áreas em diferentes estágios sucessionais na Caatinga. $S(\text{obs})$ é a riqueza observada; $S(\text{esp})$ é a riqueza esperada pelo modelo nulo p é a proporção dos valores gerados diferentes dos esperados.

Componente da diversidade	Nível	$S(\text{obs})$	$S(\text{esp})$	p
α	Dentro das parcelas	8,08	6,50	<0,001
β_1	Entre parcelas da mesma área	20,58	32,22	<0,001
β_2	Entre as áreas	30,34	16,34	<0,001
γ	Total	59		

O valor da diversidade α (o valor médio de riqueza dentro das parcelas) observado foi maior do que o esperado pelo modelo nulo. Este fenômeno pode ser explicado pela riqueza nas parcelas integrantes da área do estágio tardio de sucessão que, em contraste com as parcelas da área inicial de sucessão, possui uma alta riqueza de espécie, elevando, assim, o valor médio das unidades amostrais, ou seja, o valor de α . Contudo, apesar do valor observado para α ser maior que o valor esperado, a contribuição deste componente para a diversidade total foi menor do que a dos demais componentes (Figura 3).

O resultado encontrado para componente β_1 observado foi menor do que o esperado, embora sua contribuição para a diversidade total tenha sido maior do que a diversidade α . Já o componente β_2 apresentou um valor observado maior do que o esperado, como também foi o componente que mais contribuiu para a diversidade total (Tabela 1).

Estes resultados diferem dos encontrados por Tálamo *et al.* (2012), que na sua pesquisa, realizada no Chaco semi-árido da Argentina, a partir da partição aditiva da diversidade, identificou valores observados menores para α e maiores para β do que os esperados. Apesar disso, a contribuição do componente α foi maior que os outros componentes, levando os autores a concluir que a vegetação lenhosa da região em

questão é bastante tolerante a modos tradicionais de uso da terra (TÁLAMO *et al.* 2012).

Na Caatinga de Sergipe a diversidade α é a que menos contribui para a diversidade total, evidenciando a fragilidade da diversidade de áreas antropizadas, como unidades amostrais isoladas. Mesmo com a alta substituição de espécies dentro das áreas (inicial, intermediária e tardia - β_1) a diversidade total depende prioritariamente da substituição das espécies que ocorre ao longo dos processos sucessionais (β_2), ou seja, entre estágios. Este fato não sugere que essas áreas necessitem sofrer ações antrópicas para iniciar o processo de sucessão, pois, como se sabe, a sucessão secundária não esta inteiramente ligada à degradação antrópica, mas também a fenômenos naturais, como a abertura de uma clareira devido a queda de uma árvore ou incêndios naturais.

Como já foi mencionado, β_1 apresentou valores menores de que os esperados pelo modelo nulo. Este modelo considera que as espécies estão distribuídas de forma aleatória, ou seja, todas as espécies possuem a mesma probabilidade de estarem em qualquer uma das unidades amostrais, não demonstrando nenhuma tendência de dispersão. Contudo, o limite de dispersão de espécies nas FTSS, que foi observado por outros autores como Pennington *et al.* (2009), condiciona o agrupamento de espécies em um mesmo núcleo ou mancha de FTSS, o que dificulta a migração de espécies de um local a outro. Segundo Penninton *et al.* (2009) isto acaba gerando um padrão visto em espécies que são globalmente raras, mas localmente comum.

O resultado encontrado neste estudo para β_1 é explicado pela distribuição agrupada das espécies que ocorrem nas manchas de FTSS. O componente β_1 foi calculado a partir da substituição de espécies entre parcelas de uma mesma área. Conhecendo a limitação na dispersão destas espécies, a substituição das mesmas dentro de um mesmo estágio não seria alta. Ou seja, a diferença da composição de espécies entre as unidades amostrais dentro do mesmo estágio de sucessão não apresentaria um valor significativamente elevado.

O valor observado para o componente β_1 também indica que os três estágios são uniformes em si, uma vez que a riqueza e composição de espécies não tiveram uma alteração significativa, ou seja, a uniformidade entre as unidades amostrais de cada estágio não permitiu que este componente contribuísse mais para a diversidade total.

Segundo Pennington *et al.* (2009), as espécies amplamente distribuídas em FTSS neotropicais são uma exceção, como *Anadenanthera colubrina*, como demonstrou Prado & Gibbs (1993). Este fato também é corroborado pelo presente estudo, sendo que esta espécie ocorreu tanto na área intermediária quanto na tardia.

A diferença entre os valores observados e esperados para β_2 (Tabela 1) pode ser explicada pela limitação da dispersão das espécies dentro de FTSS. De acordo com Apgaua *et al.* (2014) a grande diversidade β é comum em todo o bioma das FTSS, especialmente em sua porção da Caatinga.

Sendo β_2 a substituição de espécies entre as áreas, a mudança na riqueza de espécies de uma área para outra já era esperada, devido a influência da distância entre os locais. Os núcleos de Caatinga formados devido ao limite na dispersão de espécies fazem com que as mesmas não se propaguem para outros núcleos, ficando confinadas aquela área. A separação geográfica desses núcleos conduziu a diferenciação na composição da diversidade de espécies. Assim a diversidade β entre diferentes localidades em FTSS será alta, como já foi comprovado em outros trabalhos (ex.: PENNINGTON *et al.* 2009, PÉREZ-GARCÍA *et al.* 2009, SANTOS *et al.* 2012, APGAUA *et al.* 2014).

Ao longo dos estágios sucessionais percebe-se um aumento na complexidade do ambiente, no qual os valores de riqueza e abundância aumentaram à medida que a área possuía mais tempo em regeneração, além de observar-se a ocorrência de espécies de presença exclusiva em cada estágio. Tais fatos também influenciaram os altos valores de β_2 .

CONCLUSÃO

A diversidade da flora encontrada nos três estágios de sucessão confirma que a sua composição aumenta à medida que o processo de sucessão avança. Tanto os valores de abundância quanto de riqueza observados nestes locais evidenciam a singularidade da vegetação de cada área. É importante destacar a ocorrência, nessas três áreas, de espécies que não foram encontradas em outros levantamentos em áreas em diferentes estágios de sucessão na Caatinga brasileira, ilustrando a importância da preservação destes ambientes mesmo estando em diferente estágio de sucessão.

A partir da análise da partição da diversidade em componentes aditivos, pôde-se observar que a diferença na composição de espécies entre os estágios (β_2) foi a que mais contribuiu para diversidade total (γ), o que já era esperado devido a diferença na riqueza e composição de espécies identificadas em cada estágio. Além disso, o valor do componente β_2 observado foi maior do que o esperado pelo modelo nulo, fato este que não surpreendeu devido à formação dos núcleos isolados de remanescentes de Caatinga, que acabam limitando a dispersão das espécies para outros núcleos. O estabelecimento desses núcleos pode ser exemplificado pela presença de espécies exclusivas em cada estágio, como o registrado neste estudo: 5 espécies exclusivas para área inicial, 7 espécies na área intermediária e 28 espécies na área tardia.

A ocorrência destas “manchas” de Caatinga, porém, causam a diminuição da substituição de espécies entre unidades amostrais em um mesmo remanescente, como o identificado para este trabalho. O valor do componente aditivo β_1 observado foi menor que o esperado pelo modelo nulo elaborado. A limitação da dispersão das espécies nos núcleos de Caatinga causa a distribuição agrupada destas espécies dificultando a migração das mesmas e gerando uma uniformidade dentro dos estágios.

O componente α (riqueza média das unidades amostrais nas três áreas) foi o que menos contribuiu para a diversidade γ . Esse baixo valor pode ter sido influenciado pela alta dominância de algumas espécies, que concentraram um grande número de indivíduos, principalmente nas áreas inicial e intermediária. Apesar da pouca contribuição para a diversidade γ , o componente α apresentou um valor observado maior do que o esperado pelo modelo nulo proposto. Isto ocorreu devido aos altos

valores de riqueza na área tardia, elevando o valor médio total entre as unidades amostrais.

Os dados obtidos neste estudo confirmam a modificação na riqueza de espécies ao longo do processo de sucessão ecológica em ambiente de Caatinga, confirmando a importância da análise da diversidade β como componente da diversidade total. Vale ressaltar a riqueza botânica de cada remanescente deste bioma evidenciada pela substituição de espécies entre os estágios, e esses microambientes de tem que serem levados em consideração durante o planejamento das estratégias de conservação do bioma, não apenas protegendo áreas que já estão em estágio tardio, como também as áreas em estágio inicial de regeneração.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIRRE, G. H. **Caracterização da vegetação arbustivo-arbórea de fragmentos de Floresta Ombrófila Densa Montana**. Dissertação de Mestrado em Ecologia. Instituto de Biologia, Universidade Federal de Campinas, Campinas, São Paulo. 2008.

APG III – ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP III. **An update of the Angiosperm Phylogeny Group Classification for the Orders and Families of Flowering Plants: APG III**. Botanical Journal of the Linnean Society, v. 161, n. 105-121. 2009.

APGAUA, D. M. G.; SANTOS, R. M.; PEREIRA, D. G. S.; MENINO, G. C. O.; PIRE, G. G.; FONTES, M. A. L.; TNG, D. Y. P. **Beta-diversity in seasonally dry tropical forests (SDTF) in the Caatinga Biogeographic Domain, Brazil, and its implications for conservation**. Biodivers Conserv 23:217–232. 2014.

BOMFIM, L. F. C.; COSTA, I. V. G.; BENVENUTI, M. P. **Projeto Cadastro da Infra-estrutura Hídrica do Nordeste: Estado de Sergipe. Diagnóstico do Município de Poço Redondo**. Aracaju. CPRM. 23p. 2002a.

BOMFIM, L. F. C.; COSTA, I. V. G.; BENVENUTI, M. P. **Projeto Cadastro da Infra-estrutura Hídrica do Nordeste: Estado de Sergipe. Diagnóstico do Município de Porto da Folha**. Aracaju. CPRM. 23p. 2002b.

CINTRA, F. L. D.; SOUZA FILHO, G. P.; ANDRADE, H. F.; ROCHA, J. M.; MELO, J. N. S.; BARRETO, M. A. B.; SANTOS, M. L. O. **Diagnóstico municipal: Relatório de Porto da Folha**. Aracaju, EMBRAPA – CNPCo. 41p. (EMBRAPA-CNPCo. Documentos, 11). 1990.

CRIST, T. O.; VEECH, J. A.; GERING, J. C.; SUMMERVILLE, K. S. **Partitioning species diversity across landscapes and regions: A hierarchical analysis of α , β , and γ diversity**. The American Naturalist. Vol. 162, no. 6. Pp.734-743. December. 2003.

CTR/RMFC – COMITÊ TÉCNICO CIENTÍFICO DA REDE DE MANEJO FLORESTAL DA CAATINGA. **Rede de manejo florestal da Caatinga: protocolo de medições de parcelas permanentes**. Recife: Associação plantas do Nordeste, 21 p. 2005.

DANTAS, T. V. P.; RIBEIRO, A. S. Capítulo III: Diagnóstico da Biota - Levantamento Botânico. In: Ribeiro, A. S. (Coord.). **Estudos para criação do Monumento Natural Grota do Angico**. Sergipe: Governo de Sergipe, Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos, 51 p, 2007.

EMBRAPA. Centro de Pesquisas Pedológicas (Rio de Janeiro, RJ). **Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do Estado de Sergipe**. EMBRAPA-CPP. Boletim Técnico, 36; SUDENE. Série Recursos de Solos, 6. Recife, 506p.1975.

GABRIEL, D.; ROSCHEWITZ, I.; TSCHARNTKE, T.; THIES, C. **Beta diversity at different spatial scales: plant communities in organic and conventional agriculture**. Ecological Applications Volume 16, Issue 5. October. pp.2011-2021. 2006.

JANISOVÁ, M.; MICHALCOVÁ, D.; BACAROC, G.; GHISLAD, A. **Landscape effects on diversity of semi-natural grasslands**. Agriculture, Ecosystems and Environment. 2013. <<http://dx.doi.org/10.1016/j.agee.2013.05.022>>

LANDE, R. **Statistics and partitioning of species diversity, and similarity among multiple communities.** Blackwell Publishing and Nordic Society Oikos, Vol. 76, Nº. 1, May, pp. 5-13. 1996.

LEGENDRE, P.; MI, X.; REN, H.; MA, K.; YU, M.; SUN, I-FANG.; HE, F. **Partitioning beta diversity in a subtropical broad-leaved forest of China.** Ecology 90:663–674. 2009. Disponível em <<http://www.esajournals.org/doi/abs/10.1890/07-1880.1>>. Acesso em 08/06/2013, as 10:34hs.

Lista de Espécies da Flora do Brasil 2014 in <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>. Acesso em 06/06/2013, às 14:00hs.

MACARTHUR, R.; RECHER, H.; CODY, M. **On the relation between habitat selection and species diversity.** Am. Nat. 100: 319–332. 1966. Disponível em <<http://www.jstor.org/discover/10.2307/2458999?uid=2129&uid=2&uid=70&uid=4&sid=21102515476167>>. Acesso em 13/04/2013, as 15:09hs.

NEWMASER, S. G.; PARKER, W. C.; BELL, F. W.; PATERSON, J. M. **Effects of forest floor disturbances by mechanical site preparation on floristic diversity in a central Ontario clearcut.** Forest Ecology and Management. July, pp. 196–207. 2007.

OLIVEIRA, D. G. **Análise da vegetação em um fragmento de caatinga no município de Porto da Folha, Sergipe, Brasil.** Dissertação de Mestrado em Ecologia e Conservação. Núcleo de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação. Universidade Federal de Sergipe. São Cristóvão. 2012.

OLIVEIRA, D. G. PRATA, A. P. N. SOUTO, L. S. FERREIRA, R. A. **Does the edge effect influence plant community structure in a tropical dry forest?** Revista Árvore, Viçosa -MG, v.37, n.2, p.311-320, 2013b.

PENNINGTON, R.T.; LAVIN, M.; OLIVEIRA-FILHO, A. **Woody plant diversity, evolution, and ecology in the tropics: perspectives from seasonally dry tropical forests.** Annu Rev Ecol Evol Syst 40:37–57. 2009.

PÉREZ-GARRCÍA, E. A.; SEVILHA, A. C.; MEAVE, J. A.; SCARIOT, A. **Floristic differentiation in limestone outcrops of southern Mexico and central Brazil: a beta diversity approach.** Bol.Soc.Bot.Méx.84:45-58. 2009.

POGGIO, S. L.; CHANETON, E. J.; GHERSA, C. M. **Landscape complexity differentially affects alpha, beta, and gamma diversities of plants occurring in fencerows and crop fields.** Biological Conservation. November, pp. 2477–2486. 2010.

POGGIO, S. L.; CHANETON, E. J.; GHERSA, C. M. **The arable plant diversity of intensively managed farmland: Effects of field position and crop type at local and landscape scales.** Biological Conservation. Volume 166, Issue 15, February, pp. 55–64. 2013.

PRADO, D. E. GIBBS, P. E. **Patterns of species distributions in the dry seasonal forest of South America.** Annals of the Missouri Botanical Garden. Vol. 80. n. 4. pp. 902 – 927. 1993.

R Development Core Team. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2007.

SANTOS, R. M.; OLIVEIRA – FILHO, A. T.; EISENLOHR, P. V.; QUEIROZ, L. P. CARDOSO, D. B. O. S.; RODAL, M. J. **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 Feb . 2(2). pp. 409–428.2012.

SEMARH. **Plano de Manejo do Monumento Natural Grota do Angico.** Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Sergipe. 2010.

SERGIPE. Decreto n. 24.922, de 21 de dezembro de 2007. Cria o Monumento Natural Grota do Angico, nos municípios de Poço Redondo e Canindé do São Francisco, Estado de Sergipe, e dá outras providências. Governo de Sergipe. 2007.

SILVA, A. C. C. **Monumento Natural Grota do Angico: florística, estrutura da comunidade, aspectos autoecológicos e conservação.** Dissertação de Mestrado em Ecologia e Conservação. Núcleo de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação. Universidade Federal de Sergipe. São Cristovão. 2011.

SILVA, A. C. C. PRATA, A. P. N. MELLO, A. A. **Flowering plants of the Grota do Angico Natural Monument, Caatinga of Sergipe, Brazil.** Check List: Journal of species lists and distribution. 9(4): 733–739, 2013.

TÁLAMO, A.; CASENAVE, J. L.; CAZIANI, S. M. **Components of woody plant diversity in semi-arid Chaco forests with heterogeneous land use and disturbance histories.**Journal of Arid Environments. October.V. 85. p. 79–85. 2012.

VEECH. J. A.; SUMMERVILLE, K. S.; CRIST, T. O.; GERING, J. C. **The additive partitioning of species diversity: recent revival of an old idea.**OIKOS 99. pp. 3–9. 2002.

VELOSO, H. P.; RANGEL-FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal.**Rio de Janeiro: IBGE. 1991.

WAGNER, H. H.; WILDI, O.; EWALD, K. C. **Additive partitioning of plant species diversity in an agricultural mosaic landscape.** Landscape Ecology15: 219–227.2000.

WHITTAKER, R. H. **Vegetation of the Great Smoky Mountains.** Ecol. Monogr. 26: 1–80. 1956.

WHITTAKER, R. H. **Vegetation of the Siskiyou Mountains, Oregon and California.** Ecol. Monogr. 30: 279–338. 1960.

WHITTAKER, R. H. **Evolution and measurement of species diversity.**Taxon 21: 213–251. 1972. Disponível em <<http://www.jstor.org/discover/10.2307/1218190?uid=2129&uid=2&uid=70&uid=4&sid=21102518869577>>. Acesso em 08/02/2013 as 09:47hs.

CONCLUSÕES GERAIS

Considerando os dados obtidos no presente estudo para a riqueza e abundância, pode-se afirmar que a diversidade de um ambiente é inversamente proporcional ao grau de degradação da área. Ao longo do processo de sucessão a composição de espécies se modificou, caracterizando cada estágio de sucessão (estágios inicial, intermediário e tardio) com uma flora singular, e estruturalmente diferente entre si.

Entre os três estágios de sucessão estudados a família botânica que mais obteve destaque foi Fabaceae, que concentrou o maior número de indivíduos e espécies. Das espécies que compõem esta família, *Poincianella pyramidalis* e *Bauhinia cheilantha* se destacaram por apresentarem altos valores de abundância, e índices como densidade, frequência, dominância e valor de importância ecológica. *Poincianella pyramidalis* foi a espécie com maior densidade, dominância e valor de importância nos dois primeiros estágios de sucessão. Já *Bauhinia cheilantha* além de possuir os maiores valores para os parâmetros estimados na área tardia, esteve presente em todas as unidades amostrais nesta área, gerando uma frequência de 100% para esta espécie.

Aspidosperma pyriforme foi registrada nos três estágios de sucessão em números significativos de abundância, valores esses que levaram a família botânica a qual pertence, Apocynaceae, a ser uma das mais abundantes entre as áreas, mesmo sendo a única espécie representante da família. Além desta espécie, pode-se também ressaltar *Mimosa tenuiflora* que ocorreu apenas no estágio inicial e foi a segunda espécie com maior dominância e valor de importância nesta área, ao contrário do que foi encontrado por outros pesquisadores para áreas em diferentes estágios de sucessão na Caatinga.

O número de ocorrência de espécies exclusivas também aumentou ao longo dos estágios (5 para área inicial; 7 para área intermediária; e 28 para área tardia). Além disso, a maioria destas espécies não foi citada nas listagens feitas em outras pesquisas, evidenciando a importância da preservação das áreas, inclusive aquelas em estágio inicial. A distribuição das classes de tamanho mostrou que, em geral, os espécimes presente nas três áreas possuem uma altura variando entre 3,3m a 5,3m. Entretanto na área inicial observa-se a predominância de plantas de porte mais baixo com altura inferior a 3,3m e no estágio tardio pode-se evidenciar a ocorrência de indivíduos com alturas mais elevadas alcançando o máximo de 17m, indicando uma mudança gradual na estrutura vertical indica ao decorrer dos estágios de sucessão.

Além de serem diferentes em relação ao tamanho, as três áreas também se diferenciam pela as espécies de maior densidade, dominância, frequência e valor de importância. Os valores de densidade e dominância total encontrados para os estágios foram inferior ao estimados em outros trabalhos. Na área inicial as espécies que acumularam os maiores índices foram *Poincianella pyramidalis*, *Mimosa tenuiflora* e *Aspidosperma pyrifolium*, na área intermediária as espécies foram *Poincianella pyramidalis*, *Commiphora leptophloeos*, *Jatropha mollissima*, *Bauhinia cheilantha* e *Aspidosperma pyrifolium*, e na área tardia as espécies foram *Bauhinia cheilantha*, *Poincianella pyramidalis*, *Croton sonderianuse* *Anadenanthera colubrina*.

O índice de diversidade de Shannon-Wiener (H') comprovou que a diversidade local aumenta proporcionalmente ao nível de preservação da área. Já o índice de equabilidade de Pielou (J') mostrou que as áreas apresentam uma uniformidade considerável. Já o modelo GLM para a análise de variância (ANOVA) comprovou que as áreas são diferentes entre si. Outro resultado que confirmou a diferença entre as áreas foi o gráfico obtido a partir do escalonamento multidimensional não-métrico (NMDS) para os dados de riqueza, onde foi possível observar a distribuição agrupada dos pontos em cada estágio específico.

A análise da partição aditiva da diversidade indicou que o componente β_2 (substituição de espécies entre estágios) contribuiu mais para a composição da diversidade total que os outros componentes, assim como o valor observado para tal componente foi maior que o esperado pelo modelo nulo. O resultado encontrado para o componente β_1 (valor observado menor que o esperado) mostrou que a substituição de espécies entre as unidades amostrais em cada estágio é menor que a substituição entre estágios. Mesmo assim β_1 contribuiu mais para a diversidade total que a diversidade α .

O componente α (riqueza média das unidades amostrais nas três áreas) contribuiu menos para a diversidade γ , valor que não surpreendeu considerando que a diversidade entre os estágios seria muito maior que dentro de cada unidade amostral, além disso, a diversidade α observada foi maior que a esperada pelo modelo nulo, gerado pela alta riqueza registrada para a área tardia que elevou o valor médio deste componente.

Os resultados identificados neste estudo confirmam que os três estágios de sucessão – inicial, intermediário e tardio – podem ser caracterizados de acordo com a sua estrutura, abundância e riqueza, e possuem uma diversidade e uniformidade singular. Além disso, a mudança na composição de espécies ao longo do processo de sucessão na Caatinga também pode ser observada, considerando principalmente grandes escalas espaciais para alcançar a diversidade total neste bioma.

A substituição de espécies entre os estágios confirma a importância da preservação dos remanescentes de Caatinga e indica a diversidade β como uma ferramenta para ajudar na elaboração de estratégias de proteção, que devem considerar as diferentes fisionomias e microambientes presentes nos núcleos deste bioma que ainda existem e conservam uma flora rica e singular.