



Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgf>



Mudanças estruturais em fragmento de caatinga em processo de regeneração natural

Leovandes Soares da Silva¹, Natália Viveiros Salomão², Leonardo Máximo Silva³, Ariane da Silva Nogueira⁴, Luana Martins dos Santos⁵

¹Dr. em Ciência Florestal na Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri–Campus JK –Diamantina/MG -Brasil, Rodovia MGT 367, Km 583 nº 5000, Alto do Jacuba CEP 39100-000, (38) 998824087. leosoares.ef@gmail.com (autor correspondente), <https://orcid.org/0000-0002-1609-1010>; ²Dra. em Ciência Florestal na Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri –Campus JK –Diamantina/MG -Brasil, Rodovia MGT 367, Km 583 nº 5000, Alto do Jacuba CEP 39100-000, viveiros.natalia@yahoo.com.br, <https://orcid.org/0000-0003-4856-0413>. ³Doutorando em Produção Vegetal, Universidade Federal de Minas Gerais: Montes Claros, Minas Gerais, Brasil. E-mail: leomaxsylv4@hotmail.com. <https://orcid.org/0000-0002-5187-9911>; ⁴Mestranda em Produção vegetal, Universidade Federal de Minas Gerais: Montes Claros, Minas Gerais, Brasil. E-mail: ariane.silva.nogueira@hotmail.com. <https://orcid.org/0000-0002-7551-6429>; ⁵Mestra em Ciência Florestal na Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri–Campus JK –Diamantina/MG -Brasil, Rodovia MGT 367, Km 583 nº 5000, Alto do Jacuba CEP 39100-000, E-mail: luannamartins2010@hotmail.com. <https://orcid.org/0000-0002-9907-9059>.

Artigo recebido em 30/05/2023 e aceito em 20/01/2024

RESUMO

Os fragmentos florestais estão em processo constante de mudanças nos parâmetros estruturais. Monitorar essas mudanças é importante para entender o desenvolvimento de comunidades que sofreram algum tipo de impacto. Assim, nesse estudo objetivou investigar as mudanças florística e estrutural em um fragmento de caatinga, em processo de regeneração natural. Para avaliar essas mudanças, em 2016 foram alocadas 13 parcelas permanentes com dimensões de (20 × 20m), posteriormente foi reavaliado em 2019 e 2022, totalizando três períodos de avaliação em seis anos. No primeiro inventário em 2016 foram identificados e mensurados o diâmetro dos indivíduos vivos com circunferência na altura do peito CAP ≥ 6 cm. Nos anos posteriores foram usados os mesmos critérios, assim, foram avaliadas as mudanças por meio dos parâmetros florísticos e estruturais, taxas de recrutamento, mortalidade, estrutura diamétrica, índice de diversidade e equabilidade. Nos dois intervalos houve redução na densidade de indivíduos, o número de famílias e espécies permaneceu sem alterações. Por ser uma comunidade em processo de regeneração natural, com bastante rebrotas, ela vem perdendo indivíduos, o número de indivíduos mortos foi superior ao ingresso de novas árvores, os sobreviventes estão crescendo diametricamente. A maioria dos indivíduos mortos pertenciam as primeiras classes diamétricas. A comunidade se manteve instável sem mudanças no número de famílias e espécies, a diversidade e equabilidade tiveram baixas alterações. Palavras-chave: dinâmica florestal, recrutamento, área basal.

Structural changes in a fragment of caatinga in the process of natural regeneration

ABSTRACT

Forest fragments are in a constant process of changes in structural parameters. Monitoring these changes is important to understand the development of communities that have had some kind of impact. Thus, this study aimed to investigate the floristic and structural changes in a caatinga fragment, in a process of natural regeneration. To evaluate these changes, in 2016 13 permanent plots with dimensions of (20 × 20m) were ascertained, and was later reevaluated in 2019 and 2022, totaling three evaluation periods in six years. In the first inventory in 2016, the diameter of living individuals with circumference in cap breast height ≥ 6 cm were identified and measured. In later years, the same criteria were used, thus, changes were evaluated using floristic and structural parameters, recruitment rates, mortality, diametric structure, diversity index and equability. In both intervals there was a reduction in the density of individuals, the number of families and species remained unchanged. Being a community in the process of natural regeneration, with enough regrowth, it has been losing individuals, the número of individuals killed was higher than the entry of new trees, survivors are growing diametrically. The community remained unstable without changes in the number of families and species, diversity and equability had low changes.

Keywords: forest dynamic, recruitment, basal area.

Introdução

O bioma Caatinga é um tipo de vegetação decídua, caducifólia, xerófila e espinhosa encontrada na região semiárida do Nordeste

brasileiro (Paiva et al., 2021; Araújo et al., 2022; IBGE, 2023).

É um bioma exclusivamente brasileiro, possui elevada diversidade de espécies da flora e fauna, e uma vasta lista de espécies endêmicas, produtos energéticos, ornamentais, alimentícios e medicinais (Fernandes et al., 2020; Rebouças Filho et al., 2021; Medeiros et al., 2023).

Decisões políticas e econômicas erradas tem afetado a conservação do bioma Caatinga, que vêm sendo impactado pelos desmatamentos, exploração de lenha como fonte de energia e/ou produção de carvão (Fernandes et al., 2022; Sampaio et al., 2022).

As fitofisionomias da Caatinga são impactadas pelas condições climáticas extensos períodos secos, déficit hídrico, baixa umidade relativa do ar e pelas atividades antrópicas através dos desmatamentos, supressão da vegetação, inserção de culturas agrícolas, pastagens e incêndios (Melo et al., 2019; Vieira et al., 2021; Sampaio et al., 2022).

A vegetação que antes era contínua, atualmente encontra-se em forma de fragmentos ou manchas florestais isoladas, com alterações na composição de espécies, estrutura e funcionalidade (Silva et al., 2020).

A fragmentação dos ecossistemas é considerada uma ameaça global à biodiversidade (Fernandes et al., 2022). É um processo que provoca a redução de habitat, perda de espécies e torna vegetação contínua em porções menores descontínuas (Luther et al., 2020). Esses impactos, vem provocando a perda da diversidade (Silva et al., 2022). A flora da Caatinga apresenta ao menos 78 espécies de plantas nativas ameaçadas de extinção (Mendonça, 2022).

Diante disso, é importante estudos da vegetação nesses fragmentos, para avaliar as mudanças e o desenvolvimento das espécies ao longo do tempo e estratégias de restauração. Esse tipo de estudo é feito de forma contínua em parcelas permanentes, onde é possível avaliar as mudanças como o crescimento, mortalidade de indivíduos, aumento ou redução da área basal ao longo do tempo (Oliveira-Filho et al., 2007; Silva et al., 2020).

Avaliações temporais em comunidades vegetais que sofreram algum tipo de impacto é importante para entender seu funcionamento, principalmente em regiões semiáridas. Com isso, o objetivo deste estudo foi investigar as mudanças florística e estrutural em um fragmento de caatinga, em processo de regeneração natural. A hipótese é que o número de famílias, espécies botânicas e a estrutura variam ao longo tempo.

Material e métodos

Descrição da área de estudo

A área do estudo encontra-se localizado nas seguintes coordenadas (9°11'54.62"S; 44°26'24.29"O), na zona rural do município de Bom Jesus, estado do Piauí. O clima regional segundo a classificação de Köppen é tropical do tipo Aw, temperatura média 26,7°C e precipitação média anual 1002 mm (Alvares et al., 2013).

Segundo Alvares et al. (2013) essa região possui um período seco entre os meses de maio a outubro e um período chuvoso entre novembro e abril. O solo foi classificado como Latossolo Amarelo Distrófico (Santos et al., 2011).

Em 1993, toda a vegetação desse fragmento foi suprimida manualmente, para a formação de pastagem, e posteriormente essa área foi abandonada, isso permitiu a rebrota das cepas e o avanço da regeneração natural.

Com o intuito de avaliar o desenvolvimento florístico e estrutural desse fragmento, Silva et al. (2020) em 2016 instalou 13 parcelas permanentes para serem avaliadas ao longo do tempo.

O fragmento faz limite com áreas de pastagem, trilhas de trânsito de gado e duas linhas de transmissão que passa no seu interior, também foi observado corte seletivo de indivíduos das espécies *Cenostigma macrophyllum* Tul., *Pterodon abruptus* (Moric.) Benth. e *Diptychandra aurantiaca* Tul., na região indivíduos dessas espécies são bastante exploradas para uso de estacas para cercas de arame farpado.

Processo de amostragem

O componente arbustivo-arbóreo vem sendo monitorado em parcelas permanentes desde o ano 2016 (Silva et al., 2020). O fragmento foi amostrado através de 13 parcelas quadradas com dimensões 20 × 20 m (400m²), distribuídas de forma sistemática com distanciamento de 80 m entre parcelas.

Dentro das parcelas foram mensurados todos os indivíduos arbustivos-arbóreos vivos com circunferência a altura do peito (CAP) ≥ 6 cm à 1,30 m do solo (RMFC, 2007). O CAP foi mensurado com auxílio de uma fita métrica. Os indivíduos com múltiplos fustes foram mensurados quando a raiz da soma dos quadrados alcançou o critério mínimo de inclusão.

O segundo e o terceiro inventário foram realizados em 2019 e 2022, respectivamente. Foi usado os mesmos critérios de inclusão adotado no primeiro inventário, os indivíduos sobreviventes foram mensurados novamente, os mortos

contabilizados e os novos indivíduos (recrutas) que não atenderam o critério de inclusão no inventário anterior e atenderam nos inventários subsequentes. Os indivíduos mensurados nos três inventários receberam placa de alumínio numeradas para facilitar a sua localização e identificação dentro das parcelas (Silva et al., 2020).

As espécies foram identificadas taxonomicamente por especialistas e, suas amostras encontram-se depositadas no Herbário Dendrológico Jeanine Felfili (HDJF) da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM) (Silva et al., 2020). Na classificação botânica utilizou-se como referência o sistema APG IV (2016), a grafia dos nomes científicos e autores das espécies foram atualizadas no site re flora (Flora do Brasil, 2020).

Análise de dados

Para a análise e estimativa da diversidade de espécies durante os períodos avaliados foi utilizado o índice de diversidade de Shannon (H') e a uniformidade de Pielou (Magurran, 2007). Já a estrutura horizontal foi analisada através dos parâmetros fitossociológicos clássicos relativos: densidade relativa (DR), dominância relativa (DoR), frequência relativa (FR) e valor de importância (VI) (Mueller-Dombois & ElleMBERG, 1974).

Os parâmetros das mudanças florísticas e estruturais foram calculados por meio da demografia (contagem) dos indivíduos arbustivos-arbóreos e área basal determinado pelo modelo exponencial proposto por Sheil et al. (2000), taxas médias anuais dos indivíduos mortos (M), recrutas (R), perda (P) e ganho (G) de área basal (equações abaixo). Também foram observadas as mudanças do tamanho da população por espaço de tempo com proporção constante ao tamanho inicial da população (Silva et al., 2020).

Resultados e discussão

Ao longo dos seis anos de monitoramento da comunidade arbustiva-arbórea de caatinga, não ocorreu mudanças na composição de espécies, houve redução da densidade, no primeiro inventário foram mensurados (835), no segundo (789) e no terceiro (767) indivíduos (Tabela 1). Costa et al. (2022) encontrou redução dos indivíduos em uma área de caatinga.

A perda de densidade não provocou alterações no número de famílias (13) e espécies (33) que permaneceu os mesmos valores nos intervalos, em um fragmento de caatinga Costa et al. (2022), encontraram mudanças na composição e diversidade de espécies. Os valores do número de

$$M = \{1 - [(N_0 - m) / N_0]^{1/t} \times 100;$$

$$R = [1 - (1 - r / N_f)^{1/t} \times 100;$$

$$P = \{1 - [(AB_0 - AB_m - AB_d) / AB_0]^{1/t} \times 100$$

$$G = \{1 - [1 - (AB_r + AB_g) / AB_t]^{1/t} \times 100$$

N_0 e N_f = número de indivíduos do primeiro e do último inventário respectivamente; t = tempo entre os inventários; AB_0 e AB_f = áreas basais dos indivíduos dos inventários por período; AB_m e AB_r = área basal dos indivíduos mortos e recrutas, e AB_d - AB_g = decremento e incremento de área basal.

A mudança global foi avaliada com os dados das taxas de área basal (TAB) e rotatividade (turnover) em número de indivíduos (TN) calculadas através das médias das taxas dos indivíduos mortos, recrutas, perda e ganho de biomassa (Korning & Balslev, 1994; Oliveira-Filho et al., 1997).

$$TAB = (P + G) / 2$$

$$TN = (M + R) / 2;$$

P e G significam taxa de perda e ganho, M - significa taxa anual dos indivíduos mortos e R = taxa anual dos indivíduos recrutas.

As taxas de mudanças líquidas foram calculadas pelo número de árvores (Ch_N) e para área basal (Ch_{AB}) (Korning & Balslev, 1994).

$$Ch_N = [(N_f / N_0) 1 / t - 1] \times 100;$$

$$Ch_{AB} = [(AB_f / AB_0) 1 / t - 1] \times 100;$$

N_0 e N_f representam as contagens inicial e final das árvores. AB_0 e AB_f são as áreas basais inicial e final, t = significa o tempo entre os inventários.

A avaliação das mudanças dos indivíduos nas classes diamétricas foram feitas obedecendo os mesmos intervalos usados anteriormente por Silva et al. (2020). Os dados foram processados no programa R, versão 3.5. (R CORE TEAM, 2018).

espécies nesse estudo foram superiores aos encontrados por Queiroz et al. (2021); Andrade et al. (2022); Silva et al. (2022) em áreas de caatinga.

A família Fabaceae é dominante com 51,1% (17) das espécies amostradas, as espécies dessa família têm alto potencial de regeneração e possui alta capacidade de rebrota e de produção e dispersão de sementes (Melo et al., 2019), seguida por Combretaceae (3) e Euphorbiaceae (2) espécies.

Em dois fragmentos de caatinga antropizada, Fabaceae e Euphorbiaceae foram as famílias com os maiores números de espécies 55,7% e 23,8% do total de indivíduos amostrados (Sabino et al., 2016). Essas famílias se destacaram

em número de espécies em diversos estudos realizados no bioma Caatinga (Lima & Coelho, 2018; Queiroz et al., 2021; Sousa et al., 2021; Andrade; et al., 2022; Silva et al., 2022).

A maioria das famílias (72,7%) estão representadas por uma (1) espécie (Tabela 1), isso é comum em diversos estudos em vegetação de

caatinga (Lima & Coelho, 2018; Silva et al., 2020; Silva et al., 2022).

Os índices de diversidade e equabilidade se mantiveram os mesmos nesse intervalo (Tabela 1), sendo superior aos encontrados em outros estudos em áreas de caatinga (Silva et al., 2022; Reis et al., 2022).

Tabela 1 Lista de famílias organizadas em ordem alfabética, espécies botânicas e número de indivíduos amostrados em um fragmento de Caatinga no nordeste do Brasil.

Família	Espécies	Período de avaliação		
		2016	2019	2022
Apocynaceae	<i>Aspidosperma pyrifolium</i> Mart. & Zucc.	1	1	1
Boraginaceae	<i>Cordia rufescens</i> A.DC.	3	3	3
Celastraceae	<i>Monteverdia</i> sp.	5	4	1
Combretaceae	<i>Combretum glaucocarpum</i> Mart.	204	210	208
Combretaceae	<i>Combretum leprosum</i> Mart.	98	93	93
Combretaceae	<i>Combretum</i> sp.	4	6	7
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum laetevirens</i> O.E.Schulz	2	2	1
Euphorbiaceae	<i>Cnidoscolus vitifolius</i> (Mill.) Pohl	3	3	3
Euphorbiaceae	<i>Manihot glaziovii</i> Müll. Arg.	3	3	3
Fabaceae	<i>Bauhinia cheilantha</i> (Bong.) Steud.	28	22	19
Fabaceae	<i>Cenostigma macrophyllum</i> Tul.	81	82	78
Fabaceae	<i>Copaifera coriacea</i> Mart.	14	14	14
Fabaceae	<i>Dalbergia cearensis</i> Ducke	31	42	63
Fabaceae	<i>Diptychandra aurantiaca</i> Tul.	22	21	20
Fabaceae	<i>Ephedranthus pisocarpus</i> R.E.Fr.	10	9	8
Fabaceae	<i>Hymenaea eriogyne</i> Benth.	29	29	31
Fabaceae	<i>Luetzelburgia auriculata</i> (Allemão) Ducke	4	4	5
Fabaceae	<i>Mimosa acutistipula</i> (Mart.) Benth.	9	8	7
Fabaceae	<i>Peltogyne confertiflora</i> (Mart. ex Hayne) Benth.	1	1	1
Fabaceae	<i>Pityrocarpa moniliformis</i> (Benth.) Luckow & R.W.Jobson	110	66	43
Fabaceae	<i>Platypodium elegans</i> Vogel	42	43	43
Fabaceae	<i>Pterocarpus</i> sp.	9	9	12
Fabaceae	<i>Pterodon abruptus</i> (Moric.) Benth.	21	20	17
Fabaceae	<i>Senegalia piauiensis</i> (Benth.) Seigler	38	34	31
Fabaceae	<i>Senegalia polyphylla</i> (DC.) Britton & Rose	2	2	1
Fabaceae	<i>Swartzia flaemingii</i> Raddi	10	11	14
Malvaceae	<i>Luehea paniculata</i> Mart. & Zucc.	4	4	4
Moraceae	<i>Brosimum gaudichaudii</i> Trécul	3	1	1
Opiliaceae	<i>Agonandra brasiliensis</i> Miers ex Benth.	1	1	1
Rubiaceae	<i>Cordia</i> sp.	8	8	5
Simaroubaceae	<i>Simarouba amara</i> Aubl.	1	1	1
Ximeniaceae	<i>Ximenia americana</i> L.	16	15	11
	Indet. 1	18	17	17
Total		835	789	767

	Período de avaliação		
	2016	2019	2022
Número de espécies	33	33	33
Diversidade de Shannon (H')	2,65	2,65	2,62
Equabilidade de Pielou (J)	0,76	0,76	0,75

Fonte: Autores/as (2023)

Os parâmetros fitossociológicos apresentados na Tabela 1, mostram que no primeiro inventário *P. moniliformis* foi a espécie com o segundo maior número de indivíduos, dominância relativa e maior valor de importância, seguida por *C. glaucocarpum*, *C. leprosum*, *C. macrophyllum* e *P. elegans*.

A espécie *C. glaucocarpum* teve o maior número de indivíduos e densidade relativa ficando abaixo de *P. moniliformis* em valor de importância no primeiro inventário, seguida por *C. macrophyllum*, *C. leprosum* e *P. elegans* (Tabela 1). *C. leprosum*, *Pityrocarpa moniliformis*, *Combretum glaucocarpum* também estão entre as mais encontradas em estudos na Caatinga (Lima & Coelho, 2018; Macedo et al., 2019; Souza et al., 2020).

No segundo inventário, *C. glaucocarpum* foi a espécie com o maior número de indivíduos, seguida por *C. leprosum*, *C. macrophyllum*, *P. moniliformis* e *P. elegans*. Em frequência relativa *C. glaucocarpum* foi seguida por *P. moniliformis*, *P. elegans*, *C. leprosum*, *C. macrophyllum* e *P.*

abruptus. Em forma decrescente de densidade relativa *C. glaucocarpum*, *C. leprosum* e *P. moniliformis*. Para dominância relativa *P. moniliformis*, *C. glaucocarpum* e *C. macrophyllum*. A espécie *C. glaucocarpum* se destacou com o maior valor de importância seguida por *P. moniliformis*, *C. macrophyllum*, *C. leprosum* e *P. elegans* (Tabela 1).

No terceiro inventário a espécie *C. glaucocarpum* se destacou em todos os parâmetros analisados, porém, houve alternância entre as demais espécies *P. moniliformis*, *C. leprosum*, *C. macrophyllum* e *P. elegans* (Tabela 1).

Conforme a tabela 2, nove espécies não perderam indivíduos, mesmo com baixa população elas conseguiram se manter durante o período de monitoramento. A perda de indivíduos das espécies de baixas densidades, significa a saída delas da área amostrada, o que diminui a diversidade, por isso é importante manter esse ambiente protegido, para garantir que a diversidade se mantenha ao longo do tempo.

Tabela 2 Parâmetros fitossociológicos em fragmento de Caatinga, nordeste brasileiro, período de análise 6 anos.

Espécies	2016					2019					2022				
	Ni	FR	DR	DoR	VI	Ni	FR	DR	DoR	VI	Ni	FR	DR	DoR	VI
<i>P. moniliformis</i>	110	7,56	13,17	30,53	17,09	66	7,14	8,37	20,35	11,95	43	6,71	5,61	13,60	8,64
<i>C. glaucocarpum</i>	204	7,56	24,43	14,28	15,42	210	7,74	26,62	18,12	17,49	208	7,93	27,12	21,12	18,72
<i>C. leprosum</i>	98	6,40	11,74	8,68	8,94	93	6,55	11,79	9,60	9,31	93	6,71	12,13	9,48	9,44
<i>C. macrophyllum</i>	81	6,98	9,70	9,83	8,84	82	6,55	10,39	12,15	9,70	78	6,71	10,17	13,75	10,21
<i>P. elegans</i>	42	6,98	5,03	8,21	6,74	43	7,14	5,45	9,08	7,22	43	7,32	5,61	9,71	7,55
<i>P. abruptus</i>	21	6,40	2,52	4,68	4,53	20	6,55	2,53	5,13	4,74	17	5,49	2,22	4,44	4,05
<i>S. piauiensis</i>	38	5,81	4,55	2,39	4,25	34	5,95	4,31	2,71	4,32	31	6,10	4,04	2,89	4,34
<i>D. cearensis</i>	31	5,81	3,71	1,72	3,75	42	6,55	5,32	2,61	4,83	63	7,32	8,21	4,42	6,65
<i>B. cheilantha</i>	28	4,65	3,35	1,01	3,01	22	5,36	2,79	0,84	3,00	19	5,49	2,48	0,77	2,91
<i>H. eriogyne</i>	29	3,49	3,47	1,88	2,95	29	3,57	3,68	2,23	3,16	31	3,66	4,04	2,74	3,48
<i>C. coriacea</i>	14	5,23	1,68	0,78	2,56	14	5,36	1,77	1,00	2,71	14	5,49	1,83	1,19	2,83
<i>D. aurantiaca</i>	22	1,74	2,63	2,93	2,43	21	1,79	2,66	3,42	2,62	20	1,83	2,61	3,58	2,67
Indet. 1	18	4,07	2,16	1,03	2,42	17	3,57	2,15	1,33	2,35	17	3,66	2,22	1,60	2,49
<i>M. acutistipula</i>	9	4,07	1,08	1,38	2,18	8	3,57	1,01	0,94	1,84	7	3,05	0,91	1,08	1,68
<i>X. americana</i>	16	1,74	1,92	1,40	1,69	15	1,79	1,90	1,54	1,74	11	1,22	1,43	1,12	1,26
<i>S. flaemingii</i>	10	2,91	1,20	0,62	1,58	11	2,98	1,39	0,92	1,76	14	3,05	1,83	1,32	2,07
<i>B. gaudichaudii</i>	3	1,16	0,36	2,87	1,46	1	0,60	0,13	1,97	0,90	1	0,61	0,13	2,11	0,95

Espécies	2016					2019					2022				
	Ni	FR	DR	DoR	VI	Ni	FR	DR	DoR	VI	Ni	FR	DR	DoR	VI
<i>E. pisocarpus</i>	10	1,74	1,20	0,90	1,28	9	1,79	1,14	0,66	1,20	8	1,83	1,04	0,51	1,13
<i>Pterocarpus</i> sp.	9	1,74	1,08	0,95	1,26	9	1,79	1,14	1,28	1,40	12	1,83	1,56	1,60	1,67
<i>Cordia</i> sp.	8	1,74	0,96	0,59	1,10	8	1,19	1,01	0,64	0,95	5	1,22	0,65	0,37	0,75
<i>L. auriculata</i>	4	2,33	0,48	0,32	1,04	4	2,38	0,51	0,44	1,11	5	2,44	0,65	0,56	1,22
<i>Monteverdia</i> sp.	5	0,58	0,60	1,44	0,87	4	0,60	0,51	1,01	0,70	1	0,61	0,13	0,03	0,26
<i>L. paniculata</i>	4	1,74	0,48	0,17	0,80	4	1,79	0,51	0,20	0,83	4	1,83	0,52	0,19	0,85
<i>M. glaziovii</i>	3	1,16	0,36	0,39	0,64	3	1,19	0,38	0,50	0,69	3	1,22	0,39	0,59	0,73
<i>C. vitifolius</i>	3	1,16	0,36	0,18	0,57	3	1,19	0,38	0,17	0,58	3	1,22	0,39	0,14	0,58
<i>C. rufescens</i>	3	1,16	0,36	0,08	0,54	3	1,19	0,38	0,10	0,56	3	1,22	0,39	0,10	0,57
<i>Combretum</i> sp.	4	0,58	0,48	0,28	0,45	6	0,60	0,76	0,49	0,61	7	0,61	0,91	0,60	0,71
<i>E. laetevirens</i>	2	0,58	0,24	0,25	0,36	2	0,60	0,25	0,27	0,37	1	0,61	0,13	0,06	0,27
<i>S. polyphylla</i>	2	0,58	0,24	0,09	0,30	2	0,60	0,25	0,11	0,32	1	0,61	0,13	0,04	0,26
<i>S. amara</i>	1	0,58	0,12	0,04	0,25	1	0,60	0,13	0,05	0,26	1	0,61	0,13	0,09	0,28
<i>P. confertiflora</i>	1	0,58	0,12	0,03	0,24	1	0,60	0,13	0,04	0,25	1	0,61	0,13	0,05	0,26
<i>A. pyrifolium</i>	1	0,58	0,12	0,03	0,24	1	0,60	0,13	0,03	0,25	1	0,61	0,13	0,04	0,26
<i>A. brasiliensis</i>	1	0,58	0,12	0,03	0,24	1	0,60	0,13	0,05	0,26	1	0,61	0,13	0,09	0,28
Total	835	100	100	100	100	789	100	100	100	100	767	100	100	100	100

Fonte: Autores/as (2023)

Em que Ni = número de indivíduos, FR = Frequência Relativa (%), DR = Densidade Relativa (%), DoR = Dominância Relativa (%) e VI = Valor de Importância (%).

Entre o primeiro e o terceiro período de monitoramento a espécie *D. cearenses* perdeu dois indivíduos pela mortalidade, no entanto, ela apresentou uma alta taxa de recrutamento (regeneração) em relação às demais espécies, ela teve o dobro de indivíduos considerando o primeiro e o terceiro inventário.

A densidade diminuiu nos dois últimos inventários, devido ao fato de que a densidade de algumas espécies por exemplo *Pityrocarpa moniliformis* reduziu em mais de 55%, passou de primeiro lugar no primeiro inventário para terceiro lugar em valor de importância no terceiro inventário. Como observado por Silva et al. (2020) essa espécie possui alta taxa de rebrota. Com o aumento da competição entre as rebrotas à medida que uns indivíduos crescem outros acabam morrendo ao longo do tempo, havendo assim uma diminuição no número de fustes, dominância e área basal.

A espécie *P. moniliformis* apresentou baixa taxa de recrutamento, e sua população diminuiu ao longo do tempo, essa espécie possui alta densidade

de indivíduos nas bordas do fragmento, característica típica de espécie colonizadora. Ela é pioneira, indicada para recuperação de áreas degradadas e possui crescimento rápido (Correia et al., 2017).

Houve aumento do número de indivíduos mortos de (86) no segundo para (99) indivíduos no terceiro inventário, isso refletiu no número de indivíduos final, porém essa diferença não foi maior devido a inclusão de novos indivíduos recrutados (77), sendo superior ao segundo inventário (38), as taxas de mortalidade e mudança formam maiores no primeiro período (Tabela 3).

A tabela 3, mostra que a taxa de mortalidade foi maior no segundo e taxa de recrutamento no terceiro inventário, com isso as taxas de mudanças e de perdas foram maiores no segundo inventário. As alterações observadas na estrutura, provavelmente ainda seja resultado dos impactos antrópicos do passado, ainda causa mudanças como observadas nas taxas de mortalidade.

Tabela 3 – Análise florística e estrutural dos três inventários (2016, 2019, 2022), em um fragmento de Caatinga, no nordeste brasileiro.

Parâmetros	Período de avaliação		
	2016	2019	2022
Número de indivíduos	835	789	767
Indivíduos mortos	--	86	99
Recrutas	--	38	77
Sobreviventes	--	749	690
Taxa Mortalidade (% ano ⁻¹)	--	5,3	4,4
Taxa Recrutamento (% ano ⁻¹)	--	2,4	3,4
Taxa Rotatividade (% ano ⁻¹)	--	3,9	3,9
Taxa Mudança (% ano ⁻¹)	--	-2,9	-0,9
Área Basal (m ² /ha)	3,567	3,294	3,539
Mortas (m ² /ha)	--	0,482	0,526
Recrutas (m ² /ha)	--	0,041	0,649
Crescimento Sobrevivência (m ² /ha)	--	0,468	0,678
Decremento das sobreviventes (m ² /ha)	--	-0,258	-0,186
Mudança líquida (%)	--	-3,34	0,633
Taxa de perdas (% ano ⁻¹)	--	11,12	7,80
Taxa de ganho (% ano ⁻¹)	--	8,05	15,79

Fonte: Autores/as (2023)

A área basal dos recrutas foram, portanto, menores do que área basal dos indivíduos mortos em 2019 e maiores em 2022. A perda de área basal pelos indivíduos mortos foi superior ao ganho de área basal pelo recrutamento, em ambientes com histórico de degradação, há uma tendência na redução dos indivíduos com o tempo (Melo et al., 2019; Silva et al., 2020). O espaço deixado com a saída dos indivíduos mortos, possivelmente contribuiu para que os sobreviventes crescessem diametricamente, isso refletiu na área basal do terceiro inventário que foi superior ao segundo (Tabela 3).

Os parâmetros de mudança líquida de densidade e área basal mostram que a comunidade foi mais dinâmica no primeiro intervalo. O valor de decremento maior em 2019 em relação a 2022 é atribuído a alta taxa de rebrotas, diversos fustes por indivíduo, ocorreu a morte de fustes sem haver a morte do indivíduo, isso influenciou no valor da área basal final (Tabela 3).

As mudanças foram mais aceleradas nas primeiras classes diamétricas, seja pela saída dos indivíduos pela mortalidade ou pela emigração (crescimento diamétrico) para as classes posteriores, resultado semelhante foi encontrado por Silva et al. (2020). Na primeira classe diamétrica, o número de indivíduos ficou abaixo do esperado nos dois intervalos analisados (Tabela 4).

Nos três inventários a primeira classe diamétrica foi a que agrupou a maioria dos indivíduos, esse mesmo tipo de distribuição foi observado por Costa et al. (2022) em área de caatinga.

Ocorreu redução dos indivíduos nas classes diamétricas ao longo do tempo, seja pela mortalidade, ou pelo crescimento diamétrico dos sobreviventes para as classes posteriores, outro fator a ser considerado nessa classe é que a mortalidade foi superior ao recrutamento. Isso indica que a floresta está em processo de recuperação pós-distúrbio, já em florestas em estágio avançado de sucessão a mortalidade ocorre independente da classe de diâmetro (Swaine et al., 1987).

Na segunda classe houve aumento da concentração de indivíduos do primeiro para o segundo e se manteve no terceiro inventário, significa que os indivíduos estão crescendo diametricamente. Como a comunidade está em processo de regeneração, as maiores classes diamétricas possuem poucos indivíduos. O equilíbrio entre mortalidade e recrutamento de indivíduos é comum em florestas heterogêneas (Silva et al., 2022).

Tabela 4: Dinâmica das classes diamétricas em um fragmento caatinga no nordeste brasileiro, período de análise ano 2016, 2019, 2022.

Classes diamétrica	Nº de árvores			Mortalidade			Emig.	Rec.	Imig.	Cont. Poisson	
	2017	2019	Esp.	Nº	Esp.	%ano ⁻¹	Nº.	Nº.	Nº.	Z	p
2 a 7	593	546	560	51	61,1	3,2	40	38	8	3,8	0,001
7,1 a 12	177	187	167	26	18,2	4,9	16	0	41	0,1	ns
12,1 a 17	45	46	42	7	4,6	5,4	10	0	18	0,2	ns
17,1 a 22	15	4	14	2	1,5	20,6	7	0	1	2,5	0,02
>22,1	5	6	4	0	0,5	0,0	1	0	2	0,6	ns
Total	835	789		86			74	38	70		

*segundo intervalo (2019 – 2022).

Classes diamétrica	Nº de árvores			Mortalidade			Emig.	Rec.	Imig.	Cont. Poisson	
	2019	2022	Esp.	Nº	Esp.	%ano ⁻¹	N.	Nº	Nº	Z	p
2 a 7	546	525	530,7	62	59,1	3,94	9	76	10	1,20	ns
7,1 a 12	187	187	181,7	24	20,8	4,48	1	1	7	2,96	0,002
12,1 a 17	46	44	44,7	9	5,01	7,00	0	0	0	3,00	0,002
17,1 a 22	4	7	5,8	2	0,65	12,64	0	0	0	1,41	ns
>22,1	6	4	3,8	2	0,44	20,63	0	0	0	1,41	ns
Total	789	767		99			10	77	17		

Fonte: Autores/as (2023)

Esp. = Frequências esperadas para o número de indivíduos do inventário posterior; Nº = número de indivíduos mortos por classe de diâmetro, baseando-se na distribuição do número de indivíduos por classe de DAP, do primeiro inventário; Emig. = Taxas de mortalidade anual e os números de emigrantes; Rec = recrutas; Imig. = imigrantes, comparações de Poisson entre saídas (mortos + emigrantes) e entradas (recrutas + imigrantes).

Pela contagem de Poisson, no primeiro período entre 2016 a 2019 as mudanças dos indivíduos entre as classes diamétricas mostraram que, no primeiro e quarto intervalo de classe, as mudanças foram significativas e não significativas na segunda, terceira e quinta classe. No segundo intervalo 2019 a 2022 as mudanças foram significativas na segunda e terceira classe, e não

significativa na primeira, quarta e quinta classe diamétrica. Como observado no primeiro intervalo, essa comunidade mostra indícios de estabilização, pois não houve perdas de espécies, já os indivíduos mortos naturalmente estão sendo substituídos pelos (recrutas) e os sobreviventes estão crescendo diametricamente.

Conclusões

A comunidade se manteve instável, rejeitou-se a hipótese, para o número de famílias e espécies não tiveram mudanças. A diversidade e equabilidade tiveram baixas alterações.

Estruturalmente a hipótese foi aceita, houve mudanças da estrutura da comunidade. A variação nos parâmetros de dinâmica, indica que a comunidade está instável, em processo de estruturação, a morte de indivíduos devido a grande quantidade de rebrotas, como mostra a primeira

classe diamétrica em ambos os intervalos, bem como o aumento das proporções de ganho em relação a perda de área basal dos sobreviventes. As diferenças entre as taxas de mortalidade e recrutamento diminuíram no último inventário.

Referências

Alvares, C. A., Stape, J. L., Sentelhas, P. C., Gonçalves, J. D. M., Sparovek, G., 2013. Köppen's climate classification map for Brazil. Meteorologische zeitschrift, Stuttgart, 22(6),

- 711-728. <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>
- Alves, L. L. B., Alves, A. R., Barreto, F. R. S., Holanda, A. C., 2017. Análise florística e estrutural de uma área de Caatinga preservada no município de Mossoró/RN. *Revista Conexão Ciência e Tecnologia*, Fortaleza, 11(1) 8-15. <https://doi.org/10.21439/conexoes.v11i1.1066>.
- Andrade, R. L., Rolim, E. C. A., Tavares, J. L., Nascimento, J. W. F., Sousa, R. S., Silva, G. P., Medeiros, L. F. S., Sales, F. C. V., 2022. Floristic and phytosociological of an area of caatinga in municipality of Jardim de Piranhas-RN, Brazil. *Brazilian Journal of Development*, Curitiba, 8(9) 61159-61172. <https://doi.org/10.34117/bjdv8n9-052>.
- APG IV., 2016. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *Botanical Journal of the Linnean Society*, Londres, 181(1), 1-20. <https://doi.org/10.1111/boj.12385>.
- Araújo, H. F. P., Guarda, A., Silva, W. A. G., Nascimento, L., Mariano, E., Silva, J. M. C., 2022. The Caatinga region is a system and not an aggregate. *Journal of Arid Environments*, Oxford, 203. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2022.104778>.
- Correia, L. A. S., Medeiros, J. A. D., Silva, A. B., Ferrari, C. S., Pacheco, M. V., 2017. Qualidade fisiológica de sementes de catanduba sob infestação de *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae). *Revista Agropecuária Técnica*, Areia, 38(2), 65-70. <https://doi.org/10.25066/agrotec.v38i2.29838>.
- Costa, E. J. P., Holanda, A. C., Costa, M. P., Câmara, Y. M., Lopes-Nunes, A. L. S., 2022. *Floresta e Ambiente* 29(4): e20210001 <https://doi.org/10.1590/2179-8087-FLORAM-2021-0001>
- Fernandes, M. F., Cardoso, D., Queiroz, L. P., 2020. An updated plant checklist of the Brazilian Caatinga seasonally dry forests and woodlands reveals high species richness and endemism. *Journal of Arid Environments*, Londres, 174, 104079-104086. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2019.10407>.
- Fernandes, M. M., Lima, A. H. S., Wanderley, L. L., Fernandes, M. R. M., Araujo Filho, R. N., 2022. Fragmentação florestal na Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco, Brasil. *Ciência Florestal*, Santa Maria, 32(3), 1227-1246. <https://doi.org/10.5902/1980509845253>.
- Flora do Brasil, 2020. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: < <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/> >. Acesso em: setembro, 2022.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2023 Banco de informações ambientais. Disponível em: <<https://bdiaweb.ibge.gov.br/#/consulta/vegetacao>>. Acesso em: 12 de janeiro 2024.
- Korning, J., Balslev, H., 1994. Growth and mortality of trees in Amazonian tropical rain forest in Ecuador. *Journal of Vegetation science*, 5(1), 77-86. <https://doi.org/10.2307/3235641>.
- Lima, B. G., Coelho, M. F. B., 2018. Phytosociology and structure of a forest fragment caatinga, Ceará state, Brazil. *Ciência Florestal*, Santa Maria, 28(2). 809-819. <https://doi.org/10.5902/1980509832095>.
- Luther, D. A., Cooper, W. J., Wolfe, J. D., Bierregaard, R. O., Gonzalez, A., Lovejoy, T. E., 2020. Tropical forest fragmentation and isolation: Is community decay a random process?. *Global Ecology and Conservation*, Amsterdã, 23, e01168. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2020.e01168>
- Macedo, W. S., Silva, L. S., Alves, A. R., Martins, A. R., 2019. Análise do componente arbóreo em uma área de ecótono Cerrado-Caatinga no sul do Piauí, Brasil. *Sci Plena*. 15(1), 1-11. <https://doi.org/10.14808/sci.plena.2019.010201>
- Magurran, A. E., 2012. *Medindo a diversidade biológica*. 2. ed. Curitiba: Editora da UFPR.
- Medeiros, A. V. S., Guedes, R. S., Souza, P. F., Zanella, F. C. V., 2023. Phytosociology of an open arboreal caatinga with high basal area in the Seridó desertification region, Brazil. *Rev. Caatinga*, Mossoró, 36(3), 601-611. <http://dx.doi.org/10.1590/1983-21252023v36n313rc>
- Melo, C. L. S. M. S., Ferreira, R. L. C., Silva, J. A. A., Machuca, M. A. H., Cespedes, G. H. G., 2019. Dynamics of dry tropical forest after three decades of vegetation suppression. *Floresta e Ambiente*, Rio de Janeiro, 26(3). <https://doi.org/10.1590/2179-8087.116317>
- Mendonça, J. D. L., 2022. Flora ameaçada de extinção do bioma caatinga: análise e perspectivas. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa - Paraíba, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/26380> . Acesso em: 10 jan. 2024.
- Mueller, D., Ellenberg, H., 1974. *Aims and methods of vegetation ecology*. New York: John Wiley & Sons.

- Oliveira-Filho, A. T., Mello, J. M., Scolforo, J. R. S., 1997. Effects of past disturbance and edges on tree community structure and dynamics within a fragment of tropical semideciduous forest in south-eastern Brazil over a five year period (1987-1992). *Plant Ecology*, Berlim, 131(1), 45-66. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/20050489>. Acesso em: 6 mar. 2023.
- Oliveira-Filho, A. T., Carvalho, W. A. C., Machado, E. L. M., Higuchi, P., Appolinário, V., Castro, G., Silva, A. C., Santos, R. M., Borges, L. F., Corrêa, B. S., Alves, J. M. 2007. Dinâmica da comunidade e populações arbóreas da borda e interior de um remanescente florestal na Serra da Mantiqueira, Minas Gerais, em um intervalo de cinco anos (1999-2004). *Revista Brasileira de Botânica* 30(1): 149-161. <https://www.scielo.br/j/rbb/a/m68xDKTXFB5YZLXkhhd7ZPN/?format=pdf>
- Paiva, C. D. G., Moro, M. F., Sousa, L. O. F., Baldauf, C., 2021. Fitossociologia da caatinga na Floresta Nacional de Açu, Estado do Rio Grande do Norte, Brasil e entorno: diversidade e biogeografia do componente lenhoso. *Hoehnea*, São Paulo, 48, e222020. <https://doi.org/10.1590/2236-8906-22/2020>.
- Queiroz, M. G., Silva, T. G. F., Souza, C. A. A., Jardim, A. M. R. F., Araújo Júnior, G. N., Souza, L. S. B., Moura, M. S. B., 2021. Composition of Caatinga Species Under Anthropic Disturbance and Its Correlation With Rainfall Partitioning. *Floresta e Ambiente*, Rio de Janeiro, 28(1), e20190044. <https://doi.org/10.1590/2179-8087-FLORAM-2019-0044>
- R CORE TEAM. R.: 2018. A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em: <http://www.r-project.org> Acesso em: 8 de agosto de 2023. <http://www.r-project.org>
- Rebouças Filho, J. V., Pinheiro, H. B., Bonilla, O. H., Lucena, E. M. P., Nascimento, S. F., Farias, I. B. M., 2021. Fitossociologia de Dois Bosques de Caatinga Utilizados para Extração Foliar da *Copernicia prunifera* (Mill.)H.E.Moore e Infestados por *Cryptostegia madagascariensis* Bojer. *Revista Brasileira de Geografia Física* 14, 02, 784-800. <https://doi.org/10.26848/rbgf.v14.2.p784-800>
- Reis, D. O., Mendonça, D. A., Fabricante, J. R., 2022. Floristic and phytosociological survey of the shrub-tree stratum of a Caatinga area in Pernambuco, Brazil. *Journal of Environmental Analysis and Progress* 07(01): 041-051. 10.24221/jeap.7.01.2022.4540.041-051.
- RMFC., 2005. Rede de manejo florestal da Caatinga Protocolo de Medições e Manejo Florestal da Caatinga, Medições por Parcela Permanente. Recife, Associação plantas do nordeste, 30. Disponível em: http://old.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000095&pid=S0100-6762201200030000600009&lng=pt
- Sabino, F. G. S., Cunha, M. C. L., Santana, G. M., 2016. Estrutura da Vegetação em Dois Fragmentos de Caatinga Antropizada na Paraíba. *Floresta e Ambiente*, Rio de Janeiro, 23, 487-497. <https://doi.org/10.1590/2179-8087.017315>.
- Sampaio, E. V. S. B., Sampaio, Y. S. B., Menezes, R. S. C.; Freitas, A. D. S., 2022. Uso e ocupação das terras semiáridas. *Agricultura de baixa emissão de carbono em regiões semiáridas*, 9. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/doc/1150080/1/AGRICULTURA-BAIXA-EMISSAO-CARBONO-ed01-2022.pdf>
- Santos, H. G., Carvalho Junior, W., Dart, R. O., Aglio, M. L. D., Sousa, J. S., Pares, J. G., Fontana, A., Martins, A. L. S., Oliveira, A. P., 2011. O novo mapa de solos do Brasil: legenda atualizada, Rio de Janeiro, Embrapa Solos, 130, 67. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/920267/o-novo-mapa-de-solos-do-brasil-legenda-atualizada>. Acesso em: 15 mar. 2023.
- Sousa, J. F. O., Oliveira, A. A., Campos, N. B., Almeida-Bezerra, J. W., Silva V. B., Nascimento, M. P., Fernandes, P. A. S., Santos, A. F., 2021. Composição florística de duas áreas de Caatinga da Chapada do Araripe. *Research, Society and Development*, v. 10(13) e506101321398- e506101321398. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i13.21398>
- Sheil, D., Jennings, S., Savill, P., 2000. Long-term permanent plot observations of vegetation dynamics in Budongo, a Ugandan rain forest. *Journal of Tropical Ecology*, Cambridge, 16, 765-800. <https://doi.org/10.1017/S0266467400001723>
- Silva, L. S., Martins, A. R., Garcia, T. A. S., Teixeira, R. S., Salomão, N. V., 2022. Fragmentos de Caatinga são florística e estruturalmente similares?. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 15(06), 3202-3211. <https://doi.org/10.26848/rbgf.v15.6.p3202-3211>

- Silva, L. S., Teixeira, R. S., Macedo, W. S., 2022. Floristic diversity among fragments of Caatinga, Piauí, Brazil. *Diversitas Journal*. Arapiraca, 7(2) 555 – 566. <https://doi.org/10.48017/dj.v7i2.1865>
- Silva, L. S., Costa, T. R., Salomão, N. V., Alves, A. R., Santos, T. R., Machado, E. L. M., 2020. Temporal changes in the vegetation structure of a Caatinga fragment, southern Piauí. *Scientia Plena*, São Cristóvão, 16(02), 020203. <https://doi.org/10.14808/sci.plena.2020.020203>
- Souza, M. R., Ferreira, M. B., Sousa, G. G., Alves, A. R., Holanda, A. C., 2020. Caracterização florística e fitossociológica do componente lenhoso de um fragmento florestal de Caatinga em Serra do Mel, Rio Grande do Norte, Brasil. *Nativa*, Sinop, 8(3), 329- 335. <http://dx.doi.org/10.31413/nativa.v8i3.9136>.
- Swaine, M. D., Lieberman, D., Putz, F. E., 1987. The dynamics of tree populations in tropical forest: A review. *Journal of tropical Ecology*, Cambridge, 3(4) 359-366. <https://doi.org/10.1017/S0266467400002339>
- Vieira, R. M. D. S. P., Tomasella, J., Barbosa, A. A., Martins, M., Rodriguez, D. A., Rezende, F. S., Carriello, F., Santana, M., 2021. Desertification risk assessment in Northeast Brazil: Current trends and future scenarios. *Land Degradation & Development*, 32: 224-240. 10.1002/ldr.3681