





ARTIGO ORIGINAL

Estrutura da vegetação como indicador de distúrbio e resiliência em unidade de conservação na Mata Atlântica

Vegetation structure as an indicator of disturbance and resilience in a conservation unit in the Atlantic Forest

Vanessa Pulcheria Pinheiro Costa¹ , Alan Cauê Holanda² , Malcon do Prado Costa¹ , Ana Luiza da Silva Lopes-Nunes¹ 

¹Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN, Macaíba, RN, Brasil

²Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, Mossoró, RN, Brasil

Como citar: Costa, V. P. P., Holanda, A. C., Costa, M. P., & Lopes-Nunes, A. L. S. (2022). Estrutura da vegetação como indicador de distúrbio e resiliência em Unidade de Conservação na Mata Atlântica. *Scientia Forestalis*, 50, e3815. <https://doi.org/10.18671/scifor.v50.14>

Resumo

Considerando as alterações do bioma Mata Atlântica, este estudo objetivou investigar possíveis variações na estrutura e composição das comunidades arbustivo-arbóreas em três setores de um fragmento de Mata Atlântica situado no município de Arez/RN. Foram alocadas 25 unidades amostrais de 20 m x 20 m, dividindo o remanescente em três setores (SA, SB e SC) em função dos diferentes graus de conservação observados. Foram inventariados 784 indivíduos pertencentes a 24 famílias e 53 espécies. O SA apresentou o menor índice de diversidade, cujo estado de conservação atribuído foi de baixa a moderada, associada à perturbação por incêndio recente. O SB, embora tenha a maior riqueza e diversidade, foi considerado com menor grau de conservação, devido a facilidade de acesso à comunidade, maior número de trilhas e ocorrência de clareiras; já enquanto o SC obteve maior equabilidade, com elevado estado de maturidade. A análise de agrupamento (presença e ausência, abundância e dominância) mostrou nítida separação entre os setores SA e SC e o compartilhamento de espécies com SB. Apenas os setores SA e SC apresentam espécies indicadoras e, independente dos distúrbios relatados, observou-se a capacidade de resiliência pela introdução e colonização de espécies pioneiras e o consequente aumento na riqueza e diversidade.

Palavras-chave: Floresta estacional; Fitossociologia; Florística; Fragmentação.

Abstract

Considering the changes in the Atlantic Forest biome, this study aimed to investigate possible variations in the structure and composition of shrub-tree communities in three sectors of an Atlantic Forest fragment located in the municipality of Arez/RN, Brazil. Twenty-five 20 m x 20 m sampling units were allocated, dividing the remainder into three sectors (SA, SB, and SC) according to the different degrees of conservation observed. A total of 784 individuals belonging to 24 families and 53 species were inventoried. Sector SA presented the lowest diversity index, whose conservation status was considered from low to moderate, and was associated with disturbance by a recent fire. Sector SB, despite having the greatest richness and diversity, was considered to have a lower degree of conservation, due to the ease of access by the community, greater number of trails, and occurrence of gaps. The SC sector had greater equability, with a high state of maturity. The cluster analysis (presence and absence, abundance, and dominance) showed a clear separation between the SA and SC sectors and the sharing of species with SB. Only the SA and SC sectors presented indicator species and, regardless of the reported

Fonte de financiamento: Nenhuma.

Conflito de interesse: Nada a declarar.

Autor correspondente: analuzaslps@gmail.com

Recebido: 10 dezembro 2021.

Aceito: 10 maio 2022.

Editor: Mauro Valdir Schumacher.



Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o artigo científico seja corretamente citado.

disturbances, resilience was observed through the introduction and colonization of pioneer species and the consequent increase in richness and diversity.

Keywords: Seasonal forest; Phytosociology; Floristics; Fragmentation.

1. INTRODUÇÃO

A Mata Atlântica ocupa o litoral leste brasileiro em 17 estados e ocupa aproximadamente 15% de todo território, sendo o terceiro maior bioma do Brasil e constituindo uma área de elevada importância para a conservação (Gadelha et al., 2019). Contém a maior diversidade de espécies arbóreas do mundo por hectare (454), ultrapassando a Amazônia; com cerca de 20.000 espécies vegetais, equivalente a aproximadamente 33% a 36% da flora brasileira (Campanili & Schäffer, 2010).

Todavia, em razão dos desmatamentos indiscriminados que perduram desde a época do Brasil Colônia, os remanescentes florestais do Bioma correspondem a apenas 13% de sua composição original, com taxa anual de desmatamento, no período de 2019 a 2020, de 13.053 hectares (Fundação SOS Mata Atlântica & INPE, 2021). Diante deste cenário, estudos florísticos e fitossociológicos tornam-se instrumentos fundamentais no subsídio de propostas e planos de recuperação de áreas degradadas, ações de gestão ambiental, bem como na implantação e controle de Unidades de Conservação (UC's).

As UC's têm, dentre tantas outras, a função de assegurar a representatividade de amostras significativas e ecologicamente viáveis em concomitância com a preservação do patrimônio biológico. Tendo como exemplo o Rio Grande do Norte, estima-se que dos mais de cinco milhões de hectares de território, apenas 2,16% integram Unidades de Conservação no Estado (Teixeira & Venticinquê, 2014), sendo 0,38% de áreas com ocorrência do Bioma Mata Atlântica (Serviço Florestal Brasileiro, 2018). Contudo, a conservação destas áreas ainda é incipiente, considerando sua exposição frequente às ações antrópicas. Nessas regiões, as perturbações permeiam entre invasão/introdução de espécies exóticas, caça, especulação imobiliária, desmatamento, além de plantações de cana-de-açúcar, responsáveis por parte dos efeitos negativos mais expressivos da fragmentação na Mata Atlântica (Teixeira & Venticinquê, 2014).

Dentre as diferentes fontes de perturbação na Mata Atlântica, destaca-se a extração indiscriminada dos recursos madeireiros e não madeireiros, em razão da vulnerabilidade social acometida às comunidades circunvizinhas aos fragmentos florestais. Specht et al. (2015) descrevem que, em paisagens onde se concentram povoados carentes, a extração de lenha é o motor para a degradação e fragmentação florestal da Mata Atlântica no Nordeste brasileiro.

Considerando tais aspectos, este estudo buscou realizar um inventário florestal para diagnosticar a estrutura da vegetação lenhosa em diferentes setores de uma UC municipal, denominada "Mata do Sapê". Tendo em vista que a unidade não dispõe de um plano de manejo com zoneamento e considerando as características observadas em cada setor (distância da comunidade, número de trilhas e matriz circundante), questiona-se a existência de diferenças na composição e estrutura da vegetação em razão de atividades antrópicas.

Dessa maneira, o objetivo do estudo foi investigar possíveis variações estruturais e florísticas das comunidades arbustivo-arbóreas em três setores de um fragmento de Mata Atlântica adjacente a uma comunidade no município de Arez/RN, com históricos distintos de perturbação.

1.1. MATERIAL E MÉTODOS

1.2. Área de estudo

O estudo foi conduzido no Parque Natural Municipal José Mulato, regulamentado pelo Decreto Municipal nº 541/2017 (Arez, 2017). Trata-se de um remanescente de Mata Atlântica com fisionomia de Floresta Estacional Semidecidual, cuja área abrange cerca de 82,5 hectares na comunidade Sapê, município de Arez/RN, entre as coordenadas 6°10'22,45"S e 35°10'39,38"O. O clima, segundo a classificação de Köppen, é do tipo As, tropical com estação seca (Dubreuil et al., 2018), com temperatura média anual de 26,3 °C, máxima e mínima variando de 30 °C a 21 °C e precipitação média anual de 740,8 mm (Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte, 2008). Os tipos de solos predominantes na região são Neossolo Quartzarênico e Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico (Jacomine et al., 1971).

Em razão dos diferentes graus de conservação observados no parque, o remanescente foi dividido em três setores (Figura 1), considerando o número de trilhas existentes, variações de distância até a comunidade e o histórico de uso do solo. Com isso, o setor A (SA) abrange as trilhas das Bromélias e das Mangubas; o setor B (SB) compreende as trilhas: Amesclas, Imbiribas e uma estrada, denominada “Trilha Principal” que secciona o Parque; enquanto no setor C (SC) se encontra a Trilha do Cauaçu.

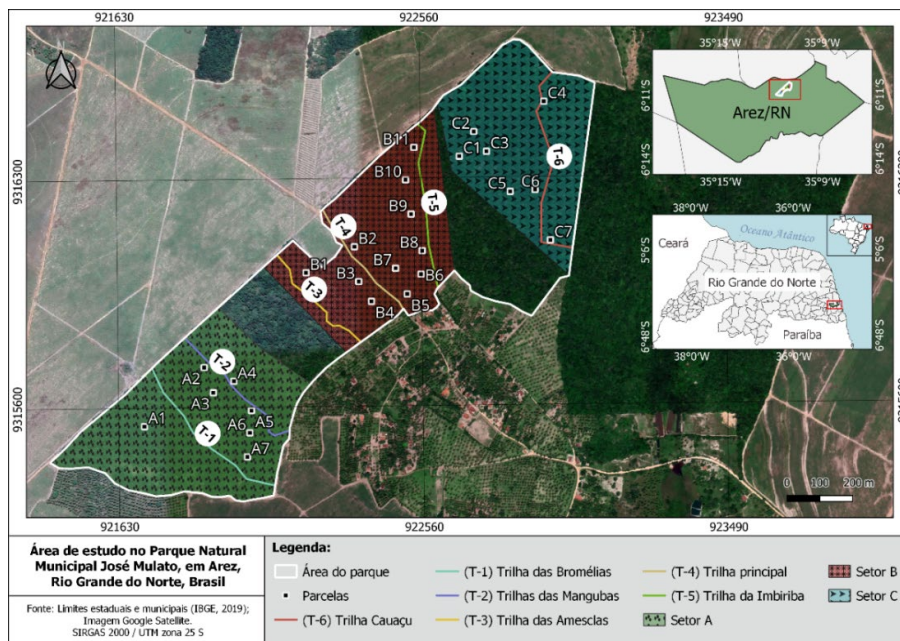


Figura 1. Mapa de localização da área de estudo e zoneamento das trilhas e setores, no Parque Natural Municipal José Mulato, em Arez/RN, Brasil.

1.3. Coleta dos dados

Ao longo das trilhas existentes, foram alocadas 25 unidades amostrais de 20 m x 20 m (400 m²), distribuídas de forma aleatória, totalizando 10.000 m² de área amostrada. Tanto no SA, quanto no SC, foram lançadas sete parcelas. Enquanto no SB, em virtude do maior número de clareiras/trilhas, foram alocadas 11 parcelas.

Como critério de inclusão dos indivíduos vivos foi adotado um diâmetro à altura do peito (DAP) maior ou igual a 5,0 cm, mensurados com fita métrica. A altura total das árvores foi estimada por meio de uma vara graduada em metros.

O reconhecimento das espécies em campo foi realizado com base na experiência dendrológica da equipe e com auxílio do conhecimento empírico dos nativos da região. Quando não reconhecidas em campo, o material botânico foi coletado e herborizado para análise e comparação com espécies em herbários. O sistema de classificação das espécies utilizado foi o Angiosperm Phylogeny Group – APG IV (The Angiosperm Phylogeny Group, 2016).

1.4. Análises de dados

Para caracterização da estrutura horizontal, foram adotados parâmetros fitossociológicos propostos por Mueller-Dombois & Ellenberg (1974), sendo eles: densidade absoluta (DA), dominância absoluta (DoA), valor de cobertura (VC) e valor de importância (VI). Já a análise da diversidade foi realizada com base nos índices de Shannon (H') e equabilidade de Pielou (J') (Magurran & McGill, 2011).

Para análise da estrutura diamétrica, os indivíduos foram distribuídos em classes de diâmetro com amplitude de classe de 5 cm, conforme a distribuição de frequências de Sturges (1926).

Aplicou-se a análise de agrupamento qualitativa e quantitativa entre as parcelas dos diferentes setores a partir da formação de matrizes de presença e ausência, abundância e área basal. Os cálculos das distâncias de dissimilaridades de cada conjunto de dados foram

analisados pelos índices de Sorensen, Kulczynski e Canberra, respectivamente. A formação do agrupamento ocorreu pelo método ward's (minimum variance method) de ligação das parcelas em função das matrizes de dissimilaridade (Romesburg, 1984).

Realizou-se a análise de espécies indicadoras (ISA) (Dufrêne & Legendre, 1997) a 5% de nível de significância a partir das simulações do teste de Monte Carlo (Legendre & Legendre, 2012).

Os dados foram processados no software R por meio do pacote VEGAN - Community Ecology Package (Oksanen et al., 2010).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram inventariados 788 indivíduos pertencentes a 24 famílias e 53 espécies, sendo 38 identificadas a nível de espécie, duas a nível de gênero, três a nível de família e 10 indeterminadas (Tabela 1).

Tabela 1. Lista de espécies lenhosas reconhecidas até o nível de gênero, no Parque Natural Municipal José Mulato, em Arez/RN, Brasil.

Família	Nome científico	Hábito
ANACARDIACEAE	<i>Anacardium occidentale</i> L.	Árv.
	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	Árv.
ARALIACEAE	<i>Didymopanax morototoni</i> (Aubl.) Decne. & Planch.	Árv.
BIGNONIACEAE	<i>Handroanthus serratifolius</i> (Vahl) S.Grose	Árv.
	<i>Tabebuia roseoalba</i> (Ridl.) Sandwith	Árv.
BORAGINACEAE	<i>Cordia superba</i> Cham.	Arb./Árv.
BURSERACEAE	<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	Arb./Árv.
CELASTRACEAE	<i>Monteverdia erythroxyla</i> (Reissek) Biral	Arb./Árv.
CHRYSOBALANACEAE	<i>Leptobalanus octandrus</i> (Hoffmanns. ex Roem. & Schult.) Sothers & Prance	Árv.
CHRYSOBALANACEAE	<i>Moquilea tomentosa</i> Benth.	Árv.
COMBRETACEAE	<i>Terminalia tetraphylla</i> (Aubl.) Gere & Boatwr.	Árv.
ERYTHROXYLACEAE	<i>Erythroxylum passerinum</i> Mart.	Arb./Árv.
	<i>Andira nitida</i> Mart. ex Benth.	Arb./Árv.
	<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J.F.Macbr.	Arb./Árv.
	<i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth	Arb./Árv.
FABACEAE	<i>Calliandra</i> sp.	Arb./Árv.
	<i>Chamaecrista ensiformis</i> (Vell.) H.S.Irwin & Barneby	Arb./Árv.
	<i>Paubrasilia echinata</i> (Lam.) Gagnon, H.C.Lima & G.P.Lewis	Árv.
HUMIRIACEAE	<i>Sacoglottis mattogrossensis</i> Malme	Árv.
LAURACEAE	<i>Ocotea fasciculata</i> (Nees) Mez	Arb./Árv.
LECYTHIDACEAE	<i>Eschweilera ovata</i> (Cambess.) Mart. ex Miers	Árv.
	<i>Lecythis</i> sp.	Árv.
MALPIGHIACEAE	<i>Byrsonima gardneriana</i> A.Juss.	Arb./Árv.
MALVACEAE	<i>Luehea ochrophylla</i> Mart.	Árv.
MORACEAE	<i>Brosimum gaudichaudii</i> Trécul	Arb./Árv.
	<i>Campomanesia dichotoma</i> (O.Berg) Mattos	Árv.
MYRTACEAE	<i>Eugenia pipensis</i> A.R.Lourenço & B.S.Amorim	Arb.
	<i>Eugenia sonderiana</i> O.Berg	Arb./Árv.
	<i>Myrcia sylvatica</i> (G.Mey.) DC.	Árv.
NYCTAGINACEAE	<i>Guapira hirsuta</i> (Choisy) Lundell	Arb./Árv.
PERACEAE	<i>Pogonophora schomburgkiana</i> Miers ex Benth.	Arb./Árv.
POLYGONACEAE	<i>Coccoloba alnifolia</i> Casar.	Arb./Árv.
	<i>Coccoloba ramosissima</i> Wedd.	Arb./Árv.
	<i>Cordia myrcifolia</i> (K.Schum.) C.H.Perss. & Delprete	Arb.
RUBIACEAE	<i>Tocoyena formosa</i> (Cham. & Schltdl.) K.Schum.	Arb.
	<i>Tocoyena sellowiana</i> (Cham. & Schltdl.) K.Schum.	Arb./Árv.
	<i>Allophylus edulis</i> (A.St.-Hil. et al.) Hieron. ex Niederl.	Arb./Árv.
SAPINDACEAE	<i>Cupania oblongifolia</i> Mart.	Árv.
SIMAROUBACEAE	<i>Homalolepis bahiensis</i> (Moric.) Devecchi & Pirani	Árv.
URTICACEAE	<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	Árv.

No SA foram observados 235 indivíduos distribuídos em 22 famílias e 37 espécies; no SB, 293 indivíduos, distribuídos em 23 famílias e 41 espécies; e no SC, 260 indivíduos, distribuídos em 19 famílias e 28 espécies. As famílias Anacardiaceae (59) e Burseraceae (53) obtiveram maior representatividade em número de indivíduos para o SA e SB, reflexo das elevadas frequências de *Tapirira guianensis* e *Protium heptaphyllum* em toda a área do parque, seguidas por Sapindaceae (18) e Nyctaginaceae (29). No SC, a maior representatividade foi atribuída à Burseraceae (49), Peraceae (23) e Anacardiaceae (19).

Na demografia dos setores, destacaram-se em densidade as espécies: *T. guianensis*, *P. heptaphyllum*, *Allophylus edulis*, *Coccoloba ramosissima* e *Terminalia tetraphylla* no SA; *T. guianensis*, *P. heptaphyllum*, *Guapira hirsuta*, *A. edulis* e Sp. 1 no SB; e *P. heptaphyllum*, Sp. 1., *Pogonophora schomburgkiana*, *T. guianensis* e *Apuleia leiocarpa* no SC.

Apesar de apresentar uma riqueza florística menor, quando comparado aos demais setores, o SC demonstrou maior uniformidade na distribuição dos indivíduos entre as espécies, com índice de equabilidade próximo a 1 (Tabela 2). Em contrapartida, embora SA e SB apresentem riqueza e diversidade alta, houve dominância das espécies *T. guianensis* e *P. heptaphyllum*, ou seja, menor uniformidade na distribuição dos indivíduos por espécie.

Tabela 2. Parâmetros fitossociológicos e de diversidade para cada setor analisado (SA, SB e SC) no Parque Natural Municipal José Mulato, em Arez/RN, Brasil. Em que: DA – densidade absoluta (n/ha); DoA – dominância absoluta (m²/ha); VC – valor de cobertura (%); e VI – valor de importância (%).

Espécie	Setor A				Setor B				Setor C			
	DA	DoA	VC	VI	DA	DoA	VC	VI	DA	DoA	VC	VI
<i>Protium heptaphyllum</i>	125	2,36	15,08	12,56	120	3,00	16,03	13,38	175	2,52	15,90	12,80
<i>Tapirira guianensis</i>	204	4,00	25,06	19,22	134	7,48	27,50	21,03	71	4,08	14,33	11,75
<i>Coccoloba alnifolia</i>	4	0,05	0,36	0,60	18	0,88	3,42	3,51	46	3,63	11,83	10,09
<i>Terminalia tetraphylla</i>	36	2,56	10,40	8,72	20	2,48	7,33	6,35	25	3,91	11,41	8,86
<i>Pogonophora schomburgkiana</i>	-	-	-	-	7	0,05	0,63	1,15	86	1,14	7,54	7,23
Sp1	11	0,10	0,98	1,37	34	0,26	3,17	4,08	100	0,43	6,49	5,90
<i>Didymopanax morototoni</i>	7	0,26	1,27	1,21	23	0,51	2,89	2,90	46	0,93	4,89	5,14
<i>Guapira hirsuta</i>	32	0,94	4,97	4,39	66	1,15	7,64	7,79	50	0,79	4,73	5,04
<i>Chamaecrista ensiformis</i>	25	0,19	2,12	3,20	11	0,06	0,98	1,88	43	0,35	3,21	4,34
<i>Apuleia leiocarpa</i>	7	0,02	0,50	1,05	23	0,15	2,06	2,36	50	0,38	3,67	4,02
<i>Lecythis sp.</i>	29	0,34	2,79	3,29	25	1,38	5,09	5,35	36	0,24	2,55	3,58
<i>Leptobalanus octandrus</i>	11	0,07	0,86	1,65	2	0,06	0,30	0,45	39	0,27	2,80	3,44
<i>Ocotea fasciculata</i>	-	-	-	-	5	0,03	0,40	0,51	32	0,08	1,94	2,87
<i>Eschweilera ovata</i>	7	0,04	0,55	1,08	-	-	-	-	21	0,10	1,42	2,52
<i>Calliandra sp.</i>	-	-	-	-	2	0,01	0,19	0,37	29	0,10	1,79	2,45
<i>Cordia superba</i>	18	0,04	1,20	2,24	18	0,08	1,56	2,26	14	0,04	0,88	1,84
<i>Cupania oblongifolia</i>	21	0,09	1,56	1,76	11	0,06	1,00	1,89	14	0,08	0,99	1,60
<i>Handroanthus serratifolius</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	7	0,09	0,63	1,05
<i>Bowdichia virgilioides</i>	4	0,02	0,27	0,54	2	0,30	0,88	0,83	7	0,03	0,47	0,94
<i>Allophylus edulis</i>	75	0,30	5,45	5,78	36	0,11	2,99	3,47	7	0,02	0,43	0,92
<i>Sacoglottis mattogrossensis</i>	36	2,54	10,3	8,67	7	0,46	1,59	1,80	7	0,08	0,60	0,71
<i>Tocoyena sellowiana</i>	4	0,01	0,24	0,52	5	0,07	0,51	0,83	4	0,09	0,42	0,59
Sp6	-	-	-	-	-	-	-	-	4	0,01	0,23	0,47
<i>Myrcia sylvatica</i>	-	-	-	-	7	0,02	0,56	1,11	4	0,01	0,23	0,47
<i>Brosimum gaudichaudii</i>	4	0,01	0,23	0,51	-	-	-	-	4	0,01	0,23	0,47
<i>Monteverdia erythroxyla</i>	-	-	-	-	11	0,04	0,94	1,61	4	0,01	0,22	0,46
<i>Tocoyena formosa</i>	4	0,01	0,24	0,52	2	0,01	0,19	0,37	4	0,01	0,21	0,46
<i>Coccoloba ramosissima</i>	50	0,30	3,94	4,06	2	0,00	0,18	0,37	-	-	-	-
<i>Moquilea tomentosa</i>	14	0,46	2,32	2,98	9	1,68	4,59	4,04	-	-	-	-
<i>Paubrasilia echinata</i>	32	0,12	2,30	2,25	-	-	-	-	-	-	-	-
Sp2	14	0,03	0,95	1,71	2	0,01	0,19	0,37	-	-	-	-
<i>Byrsonima gardneriana</i>	11	0,03	0,73	1,56	2	0,02	0,21	0,39	-	-	-	-
<i>Anacardium occidentale</i>	7	0,25	1,22	1,53	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Luehea ochrophylla</i>	7	0,09	0,73	1,20	5	0,21	0,83	1,04	-	-	-	-
<i>Eugenia pipensis</i>	11	0,02	0,72	1,20	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 2. Continuação...

Espécie	Setor A				Setor B				Setor C			
	DA	DoA	VC	VI	DA	DoA	VC	VI	DA	DoA	VC	VI
<i>Cecropia pachystachya</i>	4	0,09	0,51	0,70	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Campomanesia dichotoma</i>	7	0,02	0,48	0,68	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tabebuia roseoalba</i>	4	0,07	0,44	0,65	2	0,02	0,21	0,39	-	-	-	-
Fabaceae Sp1	4	0,01	0,26	0,53	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Homalolepis bahiensis</i>	4	0,01	0,25	0,53	7	0,10	0,75	0,99	-	-	-	-
<i>Cordia myrciifolia</i>	4	0,01	0,24	0,52	2	0,01	0,18	0,37	-	-	-	-
Sp3	4	0,01	0,24	0,52	2	0,10	0,41	0,52	-	-	-	-
<i>Eugenia sonderiana</i>	4	0,01	0,23	0,51	7	0,02	0,56	0,87	-	-	-	-
Sp9	-	-	-	-	7	0,07	0,67	0,94	-	-	-	-
Sp4	-	-	-	-	2	0,29	0,84	0,80	-	-	-	-
Sp7	-	-	-	-	7	0,02	0,56	0,62	-	-	-	-
Sp10	-	-	-	-	2	0,17	0,56	0,62	-	-	-	-
Sp8	-	-	-	-	5	0,02	0,38	0,50	-	-	-	-
Myrtaceae Sp2	-	-	-	-	2	0,02	0,22	0,39	-	-	-	-
Sp5	-	-	-	-	2	0,02	0,21	0,39	-	-	-	-
<i>Andira nitida</i>	-	-	-	-	2	0,02	0,21	0,39	-	-	-	-
Myrtaceae Sp1	-	-	-	-	2	0,01	0,19	0,37	-	-	-	-
<i>Erythroxylum passerinum</i>	-	-	-	-	2	0,01	0,18	0,37	-	-	-	-
Total	832	17,50	100	100	664	20,33	100	100	925	18,70	100	100
S - Riqueza de espécies		37				41				28		
H' - Diversidade Shannon		2,80				2,90				2,82		
J' - Equabilidade Pielou		0,78				0,78				0,84		

Considerando um somatório igual ou superior a 50% no valor de importância, as espécies consideradas de maior relevância à estrutura da floresta, foram: *T. guianensis* (19,22%), *P. heptaphyllum* (12,56%), *T. tetraphylla* (8,72%), *Sacoglottis mattogrossensis* (8,67%) e *A. edulis* (5,78%) no SA, com desvio padrão (S) de 5,2; *T. guianensis* (21,03%), *P. heptaphyllum* (13,38%), *G. hirsuta* (7,79%), *T. tetraphylla* (6,35%) e *Lecythis* sp. (5,35%) no SB, com S = 6,5; e *P. heptaphyllum* (12,8%), *T. guianensis* (11,75%), *Coccoloba alnifolia* (10,09%), *T. tetraphylla* (8,86%) e *P. schomburgkiana* (7,23%) no SC, com S = 2,2. Ao comparar o desvio padrão destes dados, verifica-se consonância aos respectivos dados de equabilidade, sugerindo uma prevalência do SC em relação a SA e SB quanto à uniformidade de ocupação das espécies no território.

Observando-se a diferença estrutural de cada setor na Figura 2, destacam-se as elevadas dominâncias de indivíduos do SB e SC no centro de classe 32,5 cm; sendo para o SB, antecedido por baixa área basal nas classes iniciais e seguido de declínio acentuado nas classes superiores de DAP (Figura 2). Esta indicação gráfica é confirmada ao comparar as proporções de indivíduos nas classes diamétricas, onde o SB apresentou menor porcentagem de área basal a partir de 25 cm (28,26%), enquanto SA e SC obtiveram 53,28% e 47,14%, respectivamente; e maior estoque nas classes intermediária (25 a 50 cm) e superior (> 50 cm), com 50,36% e 21,38%, nesta ordem. Por outro lado, o SA se distinguiu dos demais setores por apresentar maior dominância nas classes iniciais (< 25 cm), com 53,28%. Quanto à distribuição diamétrica dos indivíduos, os três setores exibiram o padrão de "J-invertido", comum em áreas de florestas tropicais multiâneas, indicando a capacidade regenerativa do remanescente (Lima & Leão, 2013; Felker et al., 2017).

Acerca dos aspectos ambientais dos setores, segundo relatos locais, no ano de 2015 foi registrado um incêndio na área de floresta que ocupa o SA, ao sudoeste do parque, o que provocou a formação de uma expressiva clareira no local, interferindo no estado de conservação local. Em função disso, atribui-se ao setor um grau de conservação de baixo a moderado.

Na parte central do parque, onde se situa o SB, a estrada principal que atravessa o parque gera maior facilidade de acesso à comunidade, localizada a 70 metros de distância. Além disso, conforme relato dos moradores e gestores do parque, em meados de 1982, parte deste setor (cerca de 12.000 m²) foi desmatado e convertido de forma permanente em um plantio de cana-de-açúcar. Tais ocorrências favorecem a atribuição de um baixo nível de conservação neste setor.

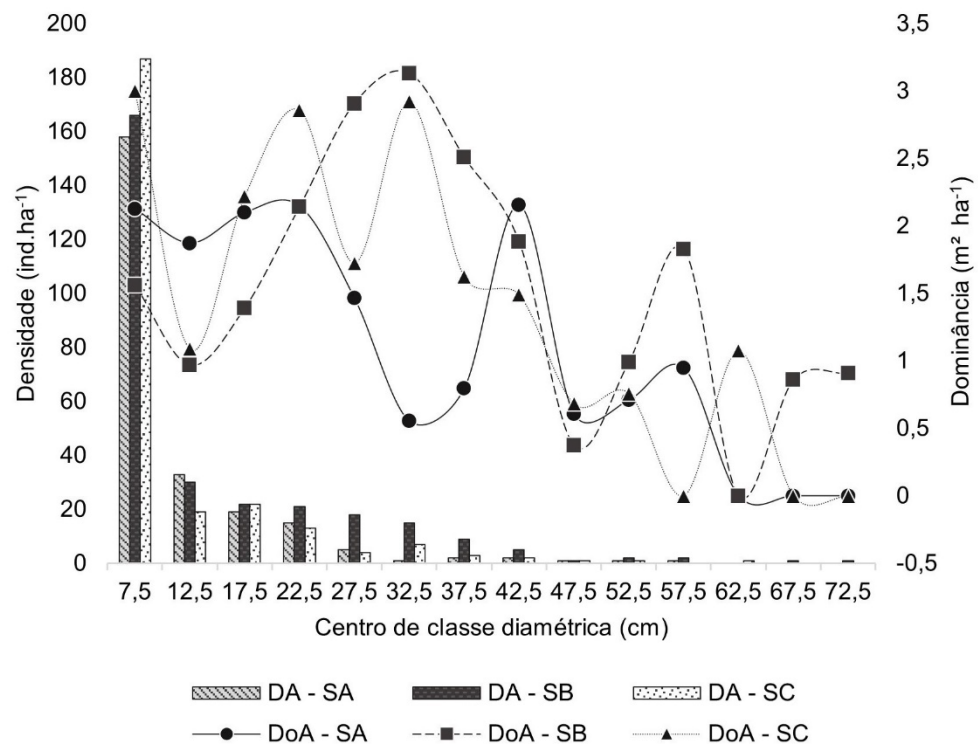


Figura 2. Gráfico dos dados estruturais de densidade – DA (ind. ha⁻¹) e dominância – DoA (m² ha⁻¹), por classes de diâmetro (cm), para os setores analisados (SA, SB e SC).

Nota-se a correlação entre a baixa porcentagem de área basal nas classes iniciais de DAP do SB e seu baixo estado de conservação. Em função de sua proximidade à comunidade e maior número de trilhas (3), incluindo a existência da estrada que atravessa este setor, diferentes impactos podem ser gerados, como o pisoteio regular que pode resultar na degradação das comunidades vegetais, perda de solo, além de exposição e impacto sobre as raízes (Matulewski et al., 2021).

Em contrapartida, o setor de maior nível de conservação, com elevado estado de maturidade florestal, é o SC. O acesso a esta porção do parque é restrito, havendo apenas uma trilha em seu interior. Situa-se a nordeste do remanescente, distante cerca de 380 metros da comunidade e se limita, na face leste, com a reserva legal da Usina Estivas.

Em relação às análises de agrupamento para a composição florística e estrutura (abundância e dominância), verifica-se, nas Figuras 3A e 3B, a formação de dois grupos, onde, para composição, o SB compartilha espécies com SA e SC, exibindo maior similaridade com SA e, para abundância, o SB assemelha-se, proporcionalmente, ao SA, que corresponde à área com baixo nível de conservação.

Já para a dominância absoluta (Figura 3C), verifica-se a formação de três grupos, demonstrando uma menor similaridade entre SA e SC. A formação do primeiro grupo corresponde ao setor com maior grau de maturidade (SC), compartilhando uma pequena semelhança com duas parcelas do SB (B7 e B11). Na formação dos outros dois grupos, em razão do número de parcelas que compõe cada grupo, percebe-se a semelhança que há entre SA e SB. Desse modo, vê-se uma nítida distância entre SA e SC, aliado ao compartilhamento de espécies com o SB.

Tratando-se da análise de espécies indicadoras, verifica-se na Tabela 3, que apenas SA e SC apresentam certas especificidades. No SA, as espécies indicadoras foram: *C. ramosissima*, *S. mattogrossensis* e *Myrtaceae* Sp1. Enquanto no SC, foram: *P. schomburgkiana*, *Ocotea fasciculata*, *C. alnifolia*, *Didymopanax morototoni*, *Calliandra* sp., e *Leptobalanus octandrus*. O SB não apresentou espécies indicadoras, embora tenha demonstrado a ocorrência exclusiva de dez espécies.

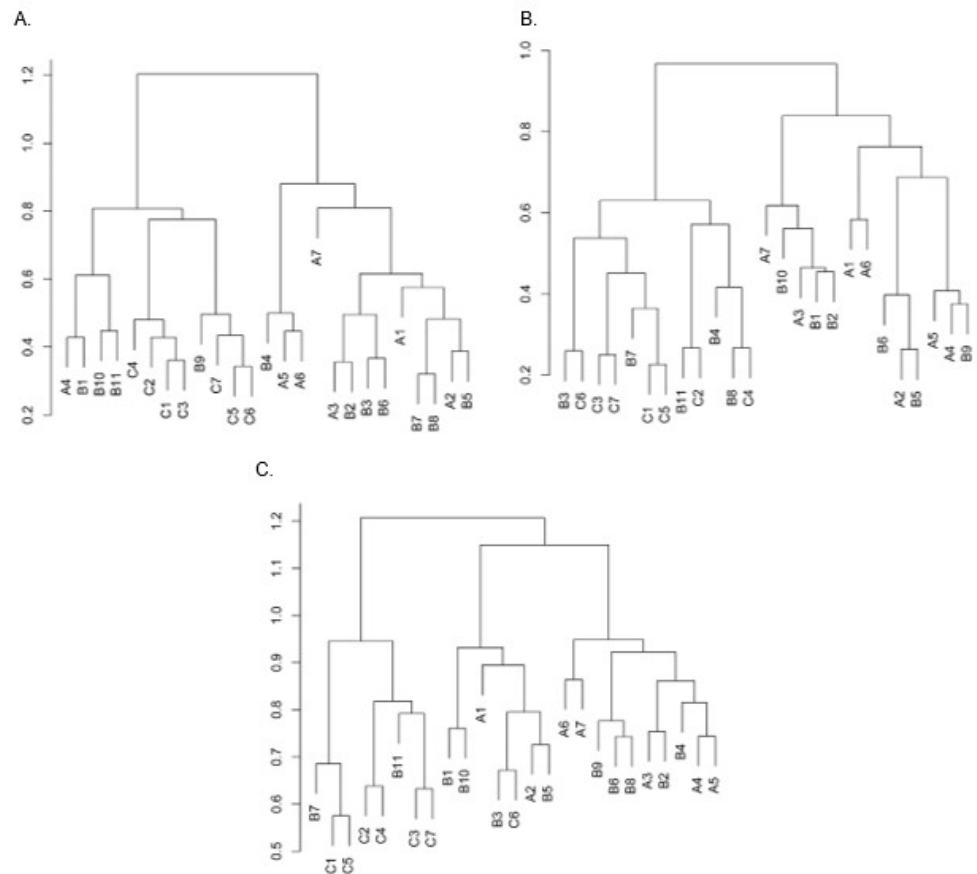


Figura 3. Dendrogramas das variáveis estruturais e os respectivos índices de distância do Parque Natural Municipal José Mulato. A. Dendrograma da abundância – Kulczynski; B. de composição florística (presença e ausência) – Sorensen; e C. da dominância (m²) – Canberra.

Tabela 3. Espécies indicadoras do Parque Natural Municipal José Mulato, baseado nas densidades e frequência das espécies.

Espécies indicadoras	Setor	Valor de indicação	P-value
<i>Coccoloba ramosissima</i>	A	0,52047	0,010
<i>Sacoglottis mattogrossensis</i>	A	0,51354	0,023
Myrtaceae Sp1	A	0,36975	0,041
<i>Pogonophora schomburgkiana</i>	C	0,91007	0,001
<i>Ocotea fasciculata</i>	C	0,62579	0,003
<i>Coccoloba alnifolia</i>	C	0,61682	0,007
<i>Didymopanax morototoni</i>	C	0,53061	0,030
<i>Calliandra</i> sp.	C	0,49300	0,011
<i>Leptobalanus octandrus</i>	C	0,46769	0,040

Análise a 5% de significância estatística ($P \leq 0,05$).

As espécies indicadoras são capazes de demonstrar associações entre espécies e com determinados sítios; e, na ausência de interferência antrópica nas relações intra e interespecíficas, estas espécies evoluiriam naturalmente no ambiente. Para avaliação desses processos dinâmicos, alguns parâmetros como crescimento, produção, mortalidade e ingresso, podem servir de indicadores do desenvolvimento e das mudanças em sua composição e estrutura (Santos et al., 2018).

As espécies *P. heptaphyllum* e *T. guianensis* foram observadas em todas as parcelas do fragmento, pertencendo à *P. heptaphyllum* o maior número de indivíduos. Para ambas as espécies, uma possível justificativa à elevada frequência na área está relacionada à síndrome

de dispersão do tipo ornitocórica e mirmecórica (Carvalho, 2006). Lima et al. (2017) e Stavis et al. (2020) também relataram a relevante frequência de *P. heptaphyllum* em seus estudos, em áreas de floresta ombrófila densa e floresta estacional semidecidual, respectivamente.

As espécies *A. leiocarpa*, *Bowdichia virgilioides*, *Eschweilera ovata* e *P. schomburgkiana*, destacaram-se pelo maior número de indivíduos no SC. A densidade de *A. leiocarpa* e *B. virgilioides* reforça a necessidade de conservação deste fragmento florestal, tendo em vista a classificação quanto ao risco de extinção destas espécies, como “Vulnerável” e “Quase Ameaçada”, respectivamente (Martineli & Moraes, 2013).

A elevada riqueza nos setores SA e SB pode ser atribuída à Teoria de Nichos, responsável por postular que espécies distintas toleram diferentes condições bióticas e abióticas, formando um espaço multidimensional chamado “nicho”, buscando o estabelecimento no sítio, e que poderia explicar a alta diversidade nestes setores (Ricklefs & Schluter, 1993). Outra possibilidade é a Teoria dos Distúrbios Intermediários, onde se pressupõe que ecossistemas florestais sujeitos a regimes intermediários de distúrbios tendem a apresentar elevada diversidade (Connell, 1978). Tal mecanismo seria resultado de processos que provocam a heterogeneidade ambiental, como a abertura de clareiras e a consequente colonização por espécies pioneiras. Nesse sentido, a perturbação induz o aumento da diversidade beta – capaz de mensurar a variação na composição de espécies entre unidades amostrais –, provocando a colonização estocástica ou regimes de extinção que podem gerar deriva ecológica (Whittaker, 1960, Myers et al., 2015, Catano et al., 2017).

De acordo com a teoria dos distúrbios intermediários, são os pequenos e médios distúrbios que promovem a diversidade das florestas tropicais. Contudo, processos antropogênicos têm mudado a frequência e intensidade dos distúrbios naturais, promovendo a dispersão através da fragmentação de habitats e introdução de espécies invasoras, estimulando a abertura de novos nichos (Catano et al., 2017). Por isto, a importância de se observar os dados de estrutura demográfica e distribuição diamétrica, bem como as características ecológicas das espécies presentes nos setores.

A baixa dominância absoluta do SA pode ser resultado tanto do recente incêndio, em decorrência do pouco tempo para a regeneração das espécies, quanto da excessiva retirada de recursos. Do mesmo modo, a baixa densidade de indivíduos no SB é um indicativo de maior antropização, mesmo tendo a maior dominância e riqueza de espécies em relação aos demais setores, o que demonstra a capacidade de recuperação em função dos processos antrópicos submetidos. Esse processo de recuperação pode estar associado a diferentes fatores, como a ocorrência de espécies com alta capacidade de rebrota, solo pouco compactado e baixa influência de espécies invasoras.

O SC, descrito como o mais conservado, possui a maior quantidade de espécies indicadoras (6). Isto supõe, a princípio, que as condições ambientais deste setor são favoráveis ao estabelecimento das espécies, já que este é o mais próximo do rio, ou seja, possivelmente a umidade e as condições do solo estão relacionadas ao estabelecimento das espécies na área.

CONCLUSÃO

Há distinções estruturais e de composição florística entre os setores do fragmento florestal, associadas principalmente à espacialidade e ao histórico de perturbação.

O setor SB funciona como uma conexão entre SA e SC. Embora apresente um baixo grau de conservação, resultado do maior número de trilhas e abertura de clareiras, possui a maior diversidade e riqueza de espécies.

O setor SA, semelhante ao SB, possui elevada riqueza e histórico de incêndio florestal, refletindo a capacidade de resiliência desses setores, com a introdução e colonização de espécies pioneiras e o consequente aumento na riqueza e diversidade. Já o SC apresentou um status de conservação mais alto, com elevada maturidade florestal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arez. (2017). Decreto Municipal nº 541/2017. Cria o Parque Natural Municipal José Mulato e dá outras providências. *Diário Oficial*, Arez, RN, Brasil. Recuperado em 10 de dezembro de 2021, de <https://arez.rn.gov.br/transparente/index/2021/07/05/decreto-n-541-2017-republicado-por-incorrecao-fica-criado-o-parque-natural-municipal-jose-mulato-com-area-de-825-08512m%c2%b2-oitocentos-e-vinte-e-cinco-mil-oitenta-e-cinco-metros-quadrad/>
- Campanili, M., & Schäffer, W. B. (Eds.) (2010). *Mata Atlântica: Manual de adequação ambiental* (2. ed., Vol. 35, 96 p. Biodiversidade). Brasília, DF: MMA/SFB.
- Carvalho, P. E. R. (2006). Almecegueira: *Protium heptaphyllum*. In P. E. R. Carvalho (Ed.), *Espécies arbóreas brasileiras* (2. ed., pp. 79-87). Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo, PR: Embrapa Florestas.
- Catano, C. P., Dickson, T. L., & Myers, J. A. (2017). Dispersal and neutral sampling mediate contingent effects of disturbance on plant beta-diversity: a meta-analysis. *Ecology Letters*, 20, 347-356. <http://dx.doi.org/10.1111/ele.12733>.
- Connel, J. H. (1978). Diversity in tropical rain forest and coral reefs. *Science*, 199(4335), 1302-1310.
- Dubreuil, V., Fante, K. P., Planchon, O., & Sant'anna Neto, J. L. (2018). Os tipos de climas anuais no Brasil: uma aplicação da classificação de Köppen de 1961 a 2015. *Confins*, 37. <https://doi.org/10.4000/confins.15738>.
- Dufrêne, M., & Legendre, P. (1997). Species assemblages and indicator species: the need for flexible asymmetrical approach. *Ecological Monographs*, 67(3), 345-366.
- Felker, R. M., Rovedder, A. P. M., Stefanello, M. M., Hummel, R. B., Piaia, B. B., Peccatti, A., Piazza, E. M., Toso, L. D., & Camargo, B. (2017). Padrão de distribuição e estrutura populacional de *Escallonia bifida* Link & Otto em área em vias de restauração no RS. *Caderno de Pesquisa*, 29(2), 16-24. <http://dx.doi.org/10.17058/cp.v29i2.9064>.
- Fundação SOS Mata Atlântica & INPE. (2021). *Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica: período 2019/2020. Relatório Técnico*. São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica.
- Gadelha, J. P. N., Aguiar, A. O., & Marino, C. E. C. (2019). Fragmentação e o planejamento municipal da Mata Atlântica para elaboração do corredor ecológico no Estado de Santa Catarina Município de Itapoá. *Revista Brasileira de Gerenciamento de Cidades*, 7(52), 105-116. <http://dx.doi.org/10.17271/2318847275220192164>.
- Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte – IDEMA. (2008). *Perfil do Seu Município: Arez* (Vol. 10, pp. 1-21). Natal: RN/SEMARH/IDEMA. Recuperado em 10 de dezembro de 2021, de <http://adcon.rn.gov.br/ACERVO/idema/DOC/DOC000000000016657.PDF>
- Jacomine, P. K. T., Silva, F. B. R. E., Formiga, R. A., Almeida, J. C., Beltrão, V. A., Pessoa, S. C. P., & Ferreira, R. C. (Eds.) (1971). *Levantamento Exploratório: Reconhecimento de Solos do Estado do Rio Grande do Norte*. Recife: Embrapa Solos, MA/EMBRAPA/SUDENE.
- Legendre, P., & Legendre, L. (Eds.). (2012). *Numerical ecology* (3rd ed., 990 p.). Elsevier.
- Lima, J. P. C., & Leão, J. R. A. (2013). Dinâmica de crescimento e distribuição diamétrica de fragmentos de florestas nativa e plantada na Amazônia sul ocidental. *Revista Floresta e Ambiente*, 20(1), 70-79. <http://dx.doi.org/10.4322/loram.2012.065>.
- Lima, R. B. A., Silva, R. K. S., Paula, M. D., Guimarães, E. T. R., & Braga, E. C. B. (2017). Estrutura fitossociológica e diamétrica de um fragmento de Mata Atlântica, Pernambuco, Brasil. *Revista Desafios*, 4(4), 143-153. <http://dx.doi.org/10.20873/ufu.2359-3652.2017v4n4p143>.
- Magurran, A. E., & McGill, B. J. (Eds.). (2011). *Biological diversity: frontiers in measurement and assessment*. Oxford and New York: Oxford University Press.
- Martineli, G., & Moraes, M. A. (Eds.). (2013). *Livro Vermelho da Flora do Brasil*. Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro.
- Matulewski, P., Buchwal, A., Zielonka, A., Wronska-Walach, D., Cufar, K., & Gartner, H. (2021). Trampling as a major ecological factor affecting the radial growth and wood anatomy of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) roots on a hiking trail. *Ecological Indicators*, 121, 107095. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.107095>.
- Mueller-Dombois, D., & Ellenberg, H. (1974). *Aims and methods of vegetation ecology*. New York: John Wiley and Sons Inc.
- Myers, J. A., Chase, J. M., Crandall, R. M., & Jiménez, I. (2015). Disturbance alters beta-diversity but not the relative importance of community assembly mechanisms. *Journal of Ecology*, 103, 1291-1299. <http://dx.doi.org/10.1111/1365-2745.12436>.

- Oksanen, J. F., Blanchet, G., Friendly, M., Kindt, R., Legendre, P., Mcglinn, D., Minchin, P. R., O'hara, R. B., Simpson, G. L., Solymos, P., Stevens, M. H. H., Szoecs, E., & Wagner, E. (2010). *Vegan: community ecology package. R package version.* CRAN.
- Ricklefs, R. E., & Schluter, D. (Eds.) (1993). *Species diversity in ecological communities: historical and geographical perspectives.* Chicago and London: University of Chicago Press.
- Romesburg, C. H. (Ed.) (1984). *Cluster analysis for researchers.* Belmont: Lifetime Learning Publications.
- Santos, M. F., Costa, D. L., Melo, L. O., & Gama, J. R. V. (2018). Estrutura, distribuição espacial e dinâmica florestal de duas espécies nativas após extração manejada de madeira na Flona do Tapajós. *Advances in Forestry Science*, 5(2), 351-356. Recuperado em 10 de dezembro de 2021, de <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/afor/article/view/5921>
- Serviço Florestal Brasileiro – SFB. (2018). *Inventário Florestal Nacional: principais resultados: Rio Grande do Norte.* (Série Relatórios Técnicos – IFN, 64 p.). Brasília, DF: MMA.
- Specht, M. J., Pinto, S. R. R., Albuquerque, U. P., Tabarelli, M., & Melo, F. P. L. (2015). Burning biodiversity: fuelwood harvesting causes forest degradation in human-dominated tropical landscapes. *Global Ecology and Conservation*, 3, 200-209. <http://dx.doi.org/10.1016/j.gecco.2014.12.002>.
- Stavis, V. K., Machado, P. J. R., & Fina, B. G. (2020). Estrutura de fragmento de floresta estacional em área de ecótono, Mato Grosso do Sul. *Brazilian Journal of Development*, 6(8), 59197-59213. <http://dx.doi.org/10.34117/bjdv6n8-366>.
- Sturges, H. A. (1926). The choice of a class interval. *Journal of the American Statistical Association*, 21(153), 65-66. <http://dx.doi.org/10.1080/01621459.1926.10502161>.
- Teixeira, M. G., & Venticinquê, E. M. (2014). Fortalezas e fragilidades do Sistema de Unidades de Conservação Potiguar. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, 29(1), 113-126. <http://dx.doi.org/10.5380/dma.v29i0.32843>.
- The Angiosperm Phylogeny Group, Chase, M. W., Christenhusz, M. J. M., Fay, M. F., Byng, J. W., Judd, W. S., Soltis, D. E., Mabberley, D. J., Sennikov, A. N., Soltis, P. S., & Stevens, P. F. (2016). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 181(1), 1-20. <http://dx.doi.org/10.1111/boj.12385>.
- Whittaker, R. H. (1960). Vegetation of the Siskiyou Mountains, Oregon and California. *Ecological Monographs*, 30(3), 279-338. <http://dx.doi.org/10.2307/1943563>.

Contribuição dos autores: VPPC: Investigação, Metodologia, Escrita – Primeira Redação. ACH: Administração do Projeto, Supervisão, Validação, Escrita – Revisão e Edição. MPC: Conceituação, Investigação, Metodologia, Supervisão, Validação, Escrita – Revisão e Edição. ALSLN: Investigação, Escrita – Primeira Redação, Escrita – Revisão e Edição.