

Estrutura e diversidade da regeneração arbórea em uma área recuperada na região metropolitana de Maceió-Alagoas, Brasil

Nivandilmo Luiz da Silva¹* Anderson Arthur Lima dos Santos¹ Lucas Galdino da Silva¹ Carolina Rafaela da Silva¹ Carlos Frederico Lins e Silva Brandão¹ Régis Villanova Longhi¹

¹ Universidade Federal de Alagoas (UFAL), Av. Lourival Melo Mota, S/N, Cep: 57072-970, Tabuleiro do Martins, Maceió - AL, Brasil

Original Article

*Corresponding author:
nivandilmo.silva@ceca.ufal.br

Palavras-chave:

Sucessão florestal

Componente regenerante

Mata atlântica

Keywords:

Forest succession

Regenerating component

Atlantic forest

Received in

2021/03/04

Accepted on

2022/03/28

Published in

2022/03/31



DOI: <http://dx.doi.org/10.34062/afs.v9i1.11948>



RESUMO: O monitoramento da regeneração natural em áreas implantadas permite prever o comportamento e desenvolvimento futuro da floresta. Essa previsão pode nortear estratégias a serem adotadas para aceleração dos processos sucessionais, principalmente em áreas sujeitas a pressões antrópicas. O objetivo desse trabalho é caracterizar a riqueza florística, diversidade, estrutura sucessional e quantificar a regeneração natural após 17 anos da implantação florestal em uma área urbana em Maceió - AL. Foram alocadas aleatoriamente 24 unidades amostrais (20m x 20m cada) em uma área de 4,2 hectares, onde os indivíduos com altura superior a 0,5 metros e dap inferior a 5 cm foram amostrados em três classes de tamanho de planta (CL). Foi quantificada a florística, a diversidade das espécies e os índices de regeneração natural por classe de tamanho de planta (RNC) e total (RNT). Foram encontradas 100 espécies, pertencentes a 37 famílias. Fabaceae foi a família destaque, com 27 espécies. O estimador de riqueza Bootstrap indicou que 86,7% das espécies possíveis de ocorrer na área foram amostradas. A área possui densidade estimada de 6.922 ind.ha⁻¹, diversidade de Shannon (H') de 3,04 nats.ind⁻¹ e Equabilidade de Pielou (J) de 0,66. Espécies com maiores RNT foram: *Vismia guianensis* (11,3%), *Xylopia frutescens* (9,5%) e *Miconia Albicans* (6,0%). As distribuições das espécies em grupos sucessionais foram: Pioneiras (24%), Secundárias Iniciais (34%), Secundárias Tardias (19%), Clímax (5%) e Não Classificada (18%). Tais aspectos indicam que o componente florestal, mesmo submetido à constantes pressões antrópicas, está em processo natural de sucessão ecológica com parâmetros semelhantes aos encontrados em Florestas Ombrófilas.

Structure and diversity of tree regeneration in a reclaimed area in the metropolitan region of Maceió-Alagoas, Brazil

ABSTRACT: The monitoring of natural regeneration in implanted areas makes it possible to predict the behavior and future development of the forest. This forecast can guide strategies to be adopted to accelerate successional processes, especially in areas subject to anthropic pressures. The objective of this work is to characterize the floristic richness, diversity, successional structure and quantify the natural regeneration after 17 years of forest implantation in an urban area in Maceió - AL. 24 sampling units (20m x 20m each) were randomly allocated in an area of 4.2 hectares, where individuals with height greater than 0.5 meters and dbh less than 5 cm were sampled in three classes of plant size (CL). Floristic, species diversity and natural regeneration rates were quantified by plant (RNC) and total (RNT) size class. We found 100 species, belonging to 37 families. Fabaceae was the highlighted family, with 27 species. The Bootstrap richness estimator indicated that 86.7% of the species possible to occur in the area were sampled. The area has an estimated density of 6,922 ind.ha⁻¹, Shannon diversity (H') of 3.04 nats.ind⁻¹ and Pielou Equability (J) of 0.66. Species with the highest RNT were: *Vismia guianensis* (11.3%), *Xylopia frutescens* (9.5%) and *Miconia Albicans* (6.0%). The distributions of species in successional groups were: Pioneer (24%), Early Secondary (34%), Late Secondary (19%), Climax (5%) and Unclassified (18%). Such aspects indicate that the forest component, even submitted to constant anthropic pressures, is in a natural process of ecological succession with parameters similar to those found in Ombrophilous Forests.

Introdução

Os remanescentes florestais originários dos distúrbios naturais ou de ações antrópicas no perímetro urbano apresentam estrutura secundária em decorrência dos impedimentos da sucessão florestal, gerando a homogeneização da biodiversidade (Mckinney 2006). Nessa premissa, as áreas de recuperadas (florestadas e reflorestadas) nesse meio estão sujeitas aos processos de degradação. Assim, os levantamentos florísticos e fitossociológicos são importantes para o monitoramento das espécies do componente arbóreo bem como os regenerantes.

A avaliação e o monitoramento de áreas que estão em processo de recuperação e de restauração são importantes para verificar estado de conservação do componente arbóreo, seu desenvolvimento, identificação de perturbações e a consequente necessidade de interferência por meio de manejo ou mesmo conduzir a regeneração natural, presando os processos ecológicos (Silva et al. 2016).

A regeneração natural é considerada um indicador da composição e estrutura da comunidade florestal no futuro, por ser um processo de autoperpetuação das espécies, estando dependente apenas do surgimento de condições favoráveis para o seu desenvolvimento. Tudo que ocorre dentro da floresta depende em grande parte do regime luminoso, o qual é responsável pela existência de diferentes ambientes, em que para alguns grupos de espécies a sua disponibilidade é um fator limitante para sobrevivência e crescimento (Gandolfi 2000).

A regeneração natural é iniciada pela dispersão de propágulos (Lima 2017). Assim, estudos para caracterização dos indivíduos regenerantes possibilitará conhecer o banco de sementes/plântulas da área, bem como a distribuição da comunidade vegetal, e as informações obtidas subsidiará inferências a respeito do comportamento e desenvolvimento da floresta no futuro (Garcia et al. 2011). Tal análise é possível pois o conjunto de indivíduos jovens estão aptos a serem recrutados para os estádios posteriores (Silva et al. 2007).

Diante do exposto, o objetivo do estudo foi caracterizar a riqueza florística, estágio sucessional e quantificar as classes de regeneração natural na área do *Arboretum* de Alagoas após 17 anos da implantação florestal, com a finalidade de verificar se a comunidade formada apresenta banco de indivíduos regenerantes suficiente para compor o estrato arbóreo futuro e, se necessário, propor estratégias para melhoria do processo de recuperação de áreas com alta diversidade de espécies florestais.

Material e Métodos

A presente pesquisa foi desenvolvida no *Arboretum* de Alagoas, localizado no Campus A. C. Simões da UFAL, sob a coordenada central 09°33'13,80" S e 35°46'07,80" O (Figura 1), situado na região Metropolitana de Maceió – tabuleiros

costeiros de Alagoas, dentro do domínio de formação de Floresta Ombrófila Aberta. O clima dessa região pela classificação climática de Köppen é tropical litorâneo úmido (As), apresentando temperatura média anual de 25,6°C e precipitação anual de 1.713 mm (Alvares et al. 2013). A área pertence a Formação Barreiras de Maceió, com litologia de sedimentos terciários de cor amarelo a amarelo-avermelhada (Marques et al. 2006). Os solos predominantes na região dos tabuleiros de Maceió com relevo plano ou com declives suaves ondulados são os latossolos amarelos e latossolos acinzentados com textura argilosa e muito argilosa (Parahyba et al. 2008).

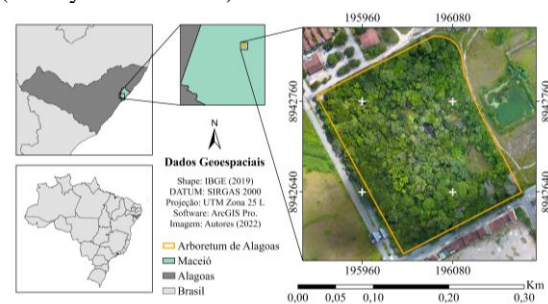


Figura 1 - Localização da área do *Arboretum* de Alagoas, Maceió, AL.

A área do *Arboretum* de Alagoas possui aproximadamente 4,2 hectares e histórico de descarte de lixo e uso agrícola anterior a sua implantação. Sua implantação teve início no ano de 2002 com o plantio de 1.450 mudas de 60 espécies e de 26 famílias botânicas, e no ano de 2010 a área já apresentava cerca de 2500 indivíduos, constituídos por 137 espécies (Santos 2011). No último levantamento realizado no ano de 2017 por Santos et al. (2018), após 15 anos de implantação, foi estimada uma densidade arbórea de 674 ind.ha⁻¹ (dap ≥ 5cm) e área basal de 18,42 m².ha⁻¹, parâmetros esses que comprovam o rápido desenvolvimento florestal.

Para a obtenção dos dados de regeneração natural, foi tomada como base uma grade de parcelas permanentes utilizada para estudos de dinâmica da vegetação arbórea. Essa estrutura é composta por 8 faixas contendo 11 unidades amostrais de 20 x 20 metros cada, totalizando, assim, 88 unidades amostrais permanentes em toda a área de estudo. Desse total, para amostragem da regeneração natural e buscando-se cobrir a maior variação possível da vegetação, foram sorteadas 3 unidades amostrais em cada uma das 8 faixas, totalizando, assim, 24 unidades ou 9.400 m² (0,94 ha) de área amostral. Os indivíduos com altura maior ou igual a 0,5 metro e diâmetro à altura do peito (dap) < 5 cm foram identificados e quantificados em três classes de tamanho e amostrados em unidades amostrais de tamanho diferenciado, conforme metodologia adaptada de Garcia et al. (2011) e descrito a seguir: Classe 1 (CL1) = indivíduos com altura (h) maior ou

igual a 0,5 metro e inferior a 1,5 metros, levantados em subunidades de 2 x 20 m (40m²); Classe 2 (CL2) = indivíduos com altura maior ou igual a 1,5 metros e inferior a 3,0 metros, levantados em subunidades de 5 x 20 m (100m²); Classe 3 (CL3) = indivíduos com altura maior ou igual a 3 metros e com dap < 5 cm, levantados na totalidade da parcela de 400 m² (Figura 2). Indivíduos com dap ≥ 5 cm foram considerados adultos e integrantes do estrato arbóreo da vegetação.

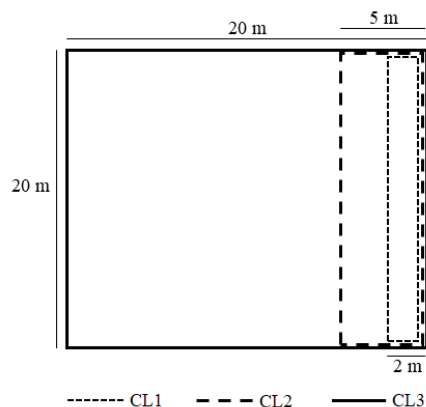


Figura 2: Esquema de amostragem da regeneração natural para Classe 1 (2 x 20 m), Classe 2 (5 x 20 m) e Classe 3 (20 x 20 m).

Os indivíduos encontrados em cada classe da regeneração natural foram classificadas com base no Sistema Angiosperm Phylogeny Group IV (APG IV, 2016), tendo a confirmação de grafia e da autoria por meio da consulta ao banco de dados do Missouri Botanical Garden's VAST – MOBOT (<http://www.tropicos.org/>) (Tropicos 2019). A suficiência florística amostral foi testada com o uso da curva de rarefação pelo Método Mao Tau, comparado também com o estimador Bootstrap, baseado na incidência de espécies, levando também em consideração o intervalo de confiança para análise. Estes métodos estimam a verdadeira diversidade de um sistema e o esforço amostral necessário para obter uma aproximação admissível da riqueza de espécies (Mazon et al. 2019).

Para representação das características pertinentes à cada espécie, foi estimado os parâmetros de frequência e densidade absolutos e relativos em cada classe de altura pré-estabelecida. Para o cálculo da estimativa da regeneração natural total, primeiramente obteve-se a estimativa de regeneração natural por espécie em cada classe de altura (Volpato 1994), dado por:

$$RNC_{ij} = \frac{DR_{ij} + FR_{ij}}{2} \quad (1)$$

Em que: RNC_{ij} = estimativa da regeneração natural da i -ésima espécie na j -ésima classe de altura de planta, em percentagem; FR_{ij} = frequência relativa da regeneração natural da i -ésima espécie na j -ésima

classe de altura; DR_{ij} = densidade relativa da regeneração natural da i -ésima espécie na j -ésima classe de altura.

A Regeneração Natural Total da i -ésima espécie foi estimada por:

$$RNT_i = \frac{\sum(RNC_{ij})}{3} \quad (2)$$

Em que: RNT_i = estimativa da regeneração natural total da população amostrada da i -ésima espécie.

Para avaliar a diversidade florística por classe de regeneração natural, foram utilizados o índice de diversidade de *Shannon-Weaver* (H') e o índice de equabilidade de Pielou (J'), dados por:

$$H' = -\sum_{i=1}^s P_i \cdot \ln(P_i); \quad J' = \frac{H'}{H'_{m\acute{a}x}} \quad (3)$$

Em que: P_i = probabilidade de importância de cada espécie (n_i/N); n_i = número de indivíduos de cada espécie; N = número total de indivíduos amostrados; \ln = logaritmo neperiano; $H'_{m\acute{a}x}$ = $\ln(s)$; s = número de espécies amostradas.

O índice de diversidade de *Shannon-Weaver* (H') fornece a ideia do grau de incerteza em prever qual seria a espécie pertencente a um indivíduo da população, se retirado aleatoriamente (Lamprecht 1990). Quanto mais espécies existirem e mais homogênea for sua distribuição, maior será a diversidade, e, assim, maior o valor desse índice. Já o índice de Equabilidade de Pielou (J') é derivado do índice de diversidade de *Shannon-Weaver* e permite representar a uniformidade da distribuição dos indivíduos entre as espécies existentes (Pielou 1975). Seu valor apresenta uma amplitude de 0 (uniformidade mínima) a 1 (uniformidade máxima).

Todas as espécies encontradas foram incluídas nos Grupos Ecológicos (GE) correspondentes, a saber: Pioneira (P), Secundária Inicial (SI), Secundária Tardia (ST) e Clímax (C), conforme a classificação extraída de Budowisk (1965) para espécies arbóreas das florestas tropicais da América. Tal metodologia foi aplicada em outros trabalhos realizados no Bioma Mata Atlântica: Alves et al. (2005), Marmontel et al. (2013), Gonçalves 2012) e Guaratini et al. (2008). Além disso, houve o acréscimo do grupo das espécies Exóticas (E) e aquelas sem classificação (SC) – quando não foi possível identificar botanicamente as espécies, ou mesmo quando não encontrou-se na literatura especializada tais informações.

As análises dos dados foram processadas com o auxílio do *software* MATA NATIVA 2 (Cientec 2006) e o pacote Office Excel 2016 da Microsoft.

Resultados e Discussão

Suficiência amostral e Composição florística

Na amostragem da regeneração natural, a curva de rarefação estimada pelo método de Mao Tau não apresentou tendência à estabilização, contudo, o intervalo de confiança superior indicou que a amostragem foi satisfatória, por se aproximar

da linha do estimador de riqueza Bootstrap, apresentando diferença de apenas 4 espécies na última parcela (24). Além disto, observou-se que com a adição da última unidade amostral houve um acréscimo de apenas 1,54% no número de novas espécies (Figura 3).

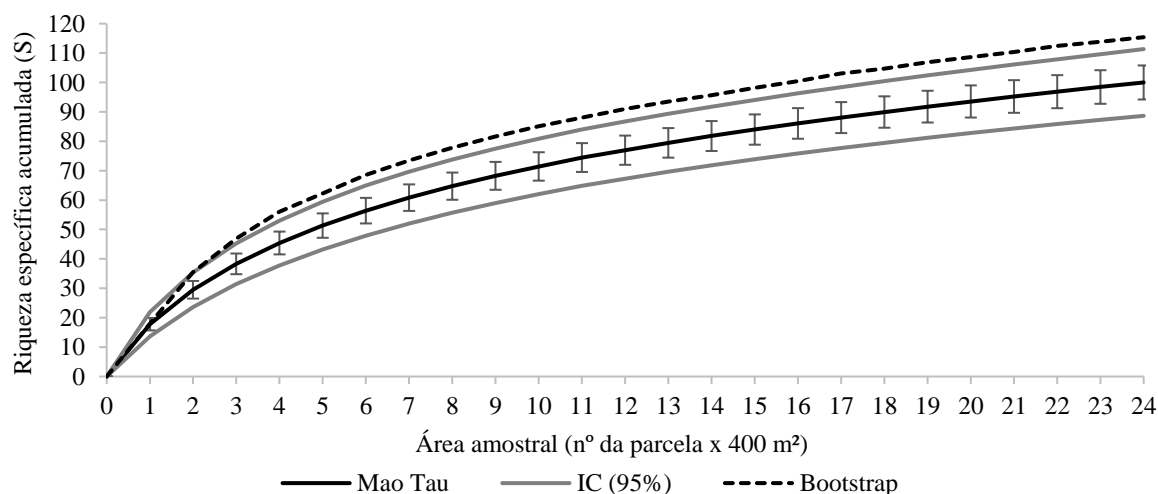


Figura 3. Curva de rarefação pelo método de Mao Tau com o intervalo de confiança a 95% e o estimador de riqueza específica Bootstrap para as 24 unidades amostrais da regeneração natural no *Arboretum* de Alagoas, Maceió.

O estimador de riqueza Bootstrap apontou que 86,7% das espécies estatisticamente possíveis de ocorrer foram amostradas, sendo observado 100 espécies e riqueza máxima estimada de 115, percentual que sustenta, segundo Mazon et al. (2019), suficiência amostral admissível a partir desse método.

Nas 24 unidades amostrais foram encontradas 100 espécies e 81 gêneros, pertencentes a 37 famílias botânica, contabilizando o total de 1.944 indivíduos amostrados nas 3 classes de tamanho analisadas (Tabela 1). A família Fabaceae é a que se destacou pela maior representatividade de espécies (27), seguida por Anacardiaceae (9).

Nas Florestas Tropicais é comum em trabalhos fitossociológicos registrar maior número de espécies leguminosas, por vezes atribuído a classificação taxonômica que aporta um grupo maior de espécies, como também pode ser explicado pelas características fisiológicas dos indivíduos (Silva et al. 2020). Segundo Lima (2017) é uma característica potencial para os ecossistemas terrestres, devido a sua importante função fixadora de nitrogênio, melhorando a fertilidade do solo e dando melhores condições para que outras espécies menos tolerantes se desenvolva e ocupe o ambiente.

Tabela 1. Quantificação florística da regeneração natural no *Arboretum* de Alagoas, Maceió.

Classe	Área amostral (m ²)	Famílias Botânicas	Gênero	Espécies	Indivíduos amostrados	Densidade (nº ind/ha)
CL1	960	27	46	51	394 (14)	4104,2 (145,8)
CL2	2400	20	39	48	385 (9)	1604,2 (37,5)
CL3	9600	34	73	86	1.165 (31)	1213,5 (32,3)
Total	9600	37	81	100	6645	6921,9

Dado: () quantidade de indivíduos exóticos do total por classe de tamanho de planta.

Para Guimarães (2003) as espécies família Anacardiaceae se destacam por produzir frutos atrativos aos animais, principalmente a avifauna, que de forma comensalística, as aves na grande maioria dispersam seus frutos e sementes, favorecendo a colonização das áreas, numa cooperação interespecífica em que as aves dependem dos

vegetais para se alimentar, e eles delas para se reproduzir. Ao considerar esse aspecto ecológico, Luz (2011) retrata a importância do uso de algumas espécies dessa família em programas de recomposição de vegetação e de reflorestamento. A lente do processo ecológico supracitado, encontra-se ainda o caráter de pioneirismo de muitas espécies, o

qual garante maior ocupação e abundância no ambiente em que se insere.

Guimarães (2003) reforça que estudos do relacionamento interespecífico das espécies, o qual foi apresentado, pode gerar subsídios para futuros planos de manejo de florestas urbanas e de recuperação de áreas degradadas.

Os resultados florísticos desse trabalho se assemelham com o de Miranda Neto et al. (2012), o qual registrou 33 famílias botânicas, 80 gêneros e 102 espécies para uma área restaurada a 40 anos em Viçosa, MG. Lima et al. (2017) estudando um fragmento da Mata Atlântica no município de Sirinhaém, PE encontrou valores inferiores, igual a 81 espécies, 51 gêneros e 31 famílias.

Dados florísticos desse e de outros trabalhos realizados em florestas ombrófilas com enfoque ao estudo da regeneração natural estão relacionadas na Tabela 2, para comparação. Verifica-se que o presente estudo possui maior cobertura espacial (9.600m²) na amostragem dos regenerantes, além de uma das maiores riquezas observadas, mesmo se

tratando de uma área urbana, sujeita a constantes interferências antrópicas.

A densidade entre este estudo e o de Miranda Neto et al. (2012), ambos realizados em florestas implantadas, são muito distantes, uma diferença de 17.303 ind.ha⁻¹. Dessa forma, torna-se explícito que a área restaurada no município de Viçosa, MG, possui um desenvolvimento de caráter inicial bem mais acentuado que a área do *Arboretum*, explicado pelo maior número de indivíduos jovens ocupando os espaços. Porém, os dados florísticos se assemelham, como já foi citado.

No entanto, em comparação com os demais trabalhos, percebe-se que a densidade desta pesquisa se aproxima da média (9.932 ind.ha⁻¹) obtida entre as áreas de florestas ombrófilas fragmentadas. Essa observação é importante, pois serve de base para afirmar que mesmo sendo uma área de recente implantação florestal, já caminha para um desenvolvimento similar aos parâmetros de florestas nativas.

Tabela 2. Dados relacionados a estudos florísticos do componente regenerante em áreas do Bioma Mata Atlântica adquiridos na literatura brasileira, como fonte de comparação ao presente estudo.

Autores	Localização	Fitofisionomia	Tipo de solo ³	Crítérios de inclusão	Área amostral (m ²)	Família N°	Espécies N°	Densidade (ind.ha ⁻¹)
Este estudo ¹	Maceió, AL	Floresta Ombrófila Aberta	Latossolo Amarelo	h ≥ 0,5 m dap < 5 cm	9.600	37	100	6.922
Miranda Neto et al. (2012) ¹	Viçosa, MG	Floresta Estacional Semidecidual	Não Informado	h ≥ 0,5 m dap < 5 cm	800	33	102	24.225
Marangon et al. (2008) ²	Viçosa, MG	Floresta Estacional Semidecidual	Latossolo Vermelho-Amarelo	h ≥ 1 m cap < 15 cm	1.000	30	91	9.570
Lima (2017) ²	Sirinhaém, PE	Floresta Ombrófila Densa	Latossolo e Argissolo Amarelo	h ≥ 1 m cap < 15 cm	1.000	31	81	11.970
Aparício et al. (2011) ²	Catende, PE	Floresta Ombrófila Densa	Latossolo Vermelho	h ≥ 1 m cap ≤ 15 cm	325	21	43	4.123
Alves et al. (2012) ²	Recife, PE	Floresta Ombrófila Densa	Argissolo Vermelho-Amarelo	h ≥ 1 m cab ≤ 15 cm	250*	19	30	11.680
					250**	18	32	8.280
Silva et al. (2007) ²	Catende, PE	Floresta Ombrófila Densa	Latossolo Vermelho	h ≥ 1 m cap ≤ 15 cm	400	31	60	4.850
Lima et al. (2013) ²	São Lourenço da Mata, PE	Floresta Ombrófila Densa	Latossolo Vermelho-Amarelo	h ≥ 1 m cab ≤ 15 cm	250	20	41	8.160
Araujo et al. (2015) ²	Juiz de Fora, MG	Floresta Estacional Semidecidual	Latossolo Vermelho-Amarelo	h ≥ 1 m dap < 5 cm	625	27	119	16.848
Fonseca et al. (2013) ²	Juiz de Fora, MG	Floresta Estacional Semidecidual	Latossolo Vermelho-Amarelo	h ≥ 1 m dap < 5 cm	375	21	45	12.986
Oliveira et al. (2013) ²	Moreno, PE	Floresta Ombrófila Densa	Latossolo	h ≥ 1 m cap ≤ 15 cm	375	-	56	10.853

Dado: *, **: representam os formatos distintos, retangular: 1x25m e quadrático: 5x5m, respectivamente; ¹: floresta recuperada/restaurada e; ²: floresta fragmentada; ³: tipos de solos predominantes nas áreas estudadas; cab: circunferência na altura da base; dap: diâmetro à altura do peito a 1,30 m do solo; cap: circunferência à altura do peito a 1,30 m do solo e; h: altura da planta.

Do total amostrado, 13 espécies são exóticas, sendo que destas, 5 são consideradas invasoras na região nordeste do Brasil conforme Leão et al. (2011), são elas: *Psidium guajava* L., *Syzygium cumini* (L.) Skeels, *Mangifera indica* L., *Acacia mangium* Willd., e *Artocarpus heterophyllus* Lam.

Segundo Brancalion et al. (2015), a presença de espécies exóticas invasoras pode alterar a trajetória ambiental de uma área em processo de restauração e de recuperação, conduzindo-a ao declínio dos processos ecológicos em virtude da perda da biodiversidade, levando o componente arbóreo a um baixo potencial de sustentabilidade. Assim, a avaliação e o monitoramento tornam fundamentais na redefinição dessa trajetória, na tentativa de evitar que todas as atividades, tempo e investimentos sejam um desperdício em curto prazo. Diante disso, Miranda Neto et al. (2012) enfatiza a necessidade de manejo para a retirada de espécies exóticas invasoras em regeneração para garantir a conservação da comunidade florestal no futuro.

Paralelo a isso, o *Arboretum* de Alagoas também precisa de posteriores avaliações com relação ao comportamento das espécies exóticas

sobre a regeneração de espécies nativas. A quantidade de indivíduos de exóticos invasores ocorrentes na área foi baixa, porém, o potencial em causar alterações dos processos ecológicos em florestais formadas existe, e pode ser eminente, por isso o monitoramento torna-se importante.

Diversidade de espécies

Os valores de diversidade de Shannon (H') e Equabilidade de Pielou (J) mostraram pouca variação entre as classes de tamanho de regeneração para ambos índices (Tabela 3).

A diversidade da regeneração natural considerando todas as espécies registradas foi estimado em 3,04 nats ind.⁻¹ para H' e 0,66 para J. Resultado similar é encontrado por Lima et al. (2017) em um fragmento na Zona da Mata, situado no município de Sirinhaém, PE, com valores iguais a 3,10 nats ind.⁻¹ (H') e 0,74 (J). A diversidade encontrada nesse estudo é maior que a de Alves et al. (2012), vista em um fragmento urbano, o Jardim Botânico do Recife, PE, variou de 2,56 a 2,62 nats ind.⁻¹ (H') para unidades amostrais no formato retangular e quadrática, respectivamente.

Tabela 3. Índice de diversidade de *Shannon-Weaver* (H') e da Equabilidade de Pielou (J) em três classes de tamanho de regeneração natural no *Arboretum* da Alagoas, Maceió.

Classe	Nº de espécies	Shannon (H')	Equabilidade de Pielou (J)
CL1	51	2,87	0,73
CL2	48	2,78	0,72
CL3	86	2,85	0,64

Para os indivíduos do estrato arbóreo na área do *Arboretum* de Alagoas, Santos et al. (2018) encontraram alta diversidade sendo representada por um índice de Shannon de 3,78 nats.ind⁻¹. Essa alta diversidade no estrato arbóreo é um indicativo de que a diversidade da regeneração natural tende a aumentar nos próximos anos, em virtude, principalmente, do ingresso de espécies de grupos ecológicos mais avançados (Garcia et al. 2011).

Estrutura da regeneração natural

Na área em estudo, a densidade estimada de todas as classes juntas foi de 6.922 ind.ha⁻¹ regenerantes com tamanho maior que 0,5 metros e diâmetro a altura do peito inferior a 5 cm, distribuídos nas seguintes classes de tamanho: classe 1 (CL1) = 4.104 ind.ha⁻¹, classe 2 (CL2) = 1.604 ind.ha⁻¹ e classe 3 (CL3) = 1.214 ind.ha⁻¹ (Tabela 4). As principais espécies que apresentaram maior destaque na regeneração natural total (RNT) do *Arboretum* foram: *Vismia guianensis* (11,3%), *Xylopia frutescens* (9,5%), *Miconia Albicans* (6,0%) e *Tapirira guianensis* (4,8%), todas elas presente nas 3 classes de altura analisadas e, somadas,

correspondem a 56,7% de todos os indivíduos inventariados em processo de regeneração.

As espécies da regeneração natural que se destacaram em cada classe de altura (RNC) foram *Tapirira guianensis* (10,9%) para a CL1, *Xylopia frutescens* (11,0%) para a CL2 e *Vismia guianensis* (17,6%) para a CL3.

Foi observada a ocorrência específica de espécies entre as classes, ou seja, espécies que só ocorrem em uma única classe de altura, como: *Clitoria fairchildiana* R.A. Howard, *Parapiptadenia zehntneri* (Harms) M.P.Lima & H.C.Lima, *Pithecellobium dulce* (Roxb.) Benth. *Sapium glandulosum* (L.) Morong e uma indeterminada (CL1); *Coccoloba mollis* Casar, *Eugenia involucrata* DC., *Inga marginata* Willd., *Mimosa sp.* e uma indeterminada (CL2) e; *Mimusops coriacea* (A. DC.) Miq., *Anadenanthera sp.*, *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos, *Bauhinia cheilantha* (Bong.) Steud. *Ocotea sp.* *Annona montana* Macfad e outras (28) (CL3), totalizando 43 espécies com menor representatividade. Silva et al. (2007) notou esse tipo de ocorrência ao estudar a regeneração natural de um

fragmento conservado no município de Catende - PE, contando 34 espécies partilhadas em uma só classe. O mesmo menciona que valores como estes

alteram a regeneração natural entre as classes de tamanho, no entanto, nada impedirá que tais espécies sejam recrutadas para o estrato arbóreo no futuro.

Tabela 4. Caracterização das espécies regenerantes por classe de altura com RNT a partir de 1,0%, amostradas no Arboretum da Alagoas, Maceió.

Nome Científico	CL1		CL2		CL3		RNT	GE
	DA	RNC	DA	RNC	DA	RNC		
<i>Vismia guianensis</i> (Aubl.) Choisy	437,5	6,3	283,3	9,9	413,5	17,6	11,3	P
<i>Xylopia frutescens</i> Aubl.	593,8	8,2	320,8	11,0	212,5	9,3	9,5	P
<i>Miconia albicans</i> (Sw.) Triana	500,0	7,1	266,7	9,4	20,8	1,4	6,0	P
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	812,5	10,9	54,2	2,7	8,3	0,9	4,8	SI
<i>Inga edulis</i> Mart.	177,1	3,1	95,8	4,0	41,7	2,3	3,2	SI
<i>Aegiphila integrifolia</i> (Jacq.) Moldenke	250,0	4,0	83,3	3,6	5,2	0,8	2,8	P
<i>Byrsonima sericea</i> DC.	62,5	1,7	50,0	2,6	42,7	2,3	2,2	SI
<i>Lonchocarpus sericeus</i> (Poir.) Kunth ex DC.	197,9	3,4	41,7	2,3	5,2	0,8	2,2	ST
<i>Mimosa caesalpiniiifolia</i> Benth.	20,8	1,2	12,5	1,4	47,9	2,6	1,7	P
<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	20,8	1,2	33,3	2,1	29,2	1,8	1,7	P
<i>Schinus terebinthifolia</i> Raddi	52,1	1,6	16,7	1,6	27,1	1,7	1,6	P
<i>Tabebuia cassinoides</i> (Lam.) DC.	10,4	1,1	16,7	1,6	28,1	1,7	1,5	P
<i>Simarouba amara</i> Aubl.	93,8	2,1	8,3	1,3	7,3	0,9	1,4	SI
<i>Psidium guajava</i> L.	41,7	1,5	29,2	2,0	6,3	0,8	1,4	E
<i>Eugenia uniflora</i> L.	72,9	1,9	12,5	1,4	6,3	0,8	1,4	ST
<i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth	41,7	1,5	20,8	1,7	8,3	0,9	1,4	ST
<i>Miconia minutiflora</i> (Bonpl.) DC.	10,4	1,1	25,0	1,8	14,6	1,2	1,4	P
<i>Allophylus edulis</i> (A.St.-Hil., A. Juss. & Cambess.) Radlk.	62,5	1,7	8,3	1,3	3,1	0,7	1,3	SI
<i>Apeiba tibourbou</i> Aubl.	20,8	1,2	12,5	1,4	11,5	1,1	1,2	SI
<i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels	52,1	1,6	8,3	1,3	4,2	0,8	1,2	E
<i>Cassia grandis</i> L.f.	20,8	1,2	4,2	1,2	15,6	1,2	1,2	SI
<i>Hymenaea courbaril</i> L.	31,3	1,4	12,5	1,4	5,2	0,8	1,2	ST
<i>Handroanthus heptaphyllus</i> (Vell.) Mattos	10,4	1,1	12,5	1,4	8,3	0,9	1,2	ST
<i>Siparuna guianensis</i> Aubl.	10,4	1,1	41,7	2,3	0,0	0,0	1,1	C
<i>Miconia prasina</i> (Sw.) DC.	20,8	1,2	16,7	1,6	1,0	0,6	1,1	P
<i>Triplaris americana</i> L.	20,8	1,2	4,2	1,2	8,3	0,9	1,1	SI
<i>Curatella americana</i> L.	31,3	1,4	4,2	1,2	4,2	0,8	1,1	P
<i>Licania tomentosa</i> (Benth.) Fritsch	10,4	1,1	8,3	1,3	5,2	0,8	1,1	SI
<i>Genipa americana</i> L.	20,8	1,2	4,2	1,2	3,1	0,7	1,0	SI
<i>Senegalia polyphylla</i> (DC.) Britton & Rose	10,4	1,1	4,2	1,2	4,2	0,8	1,0	SI
<i>Paubrasilia echinata</i> (Lam.) Gagnon, H.C.Lima & G.P.Lewis	0,0	0,0	4,2	1,2	28,1	1,7	1,0	C
Myrtaceae sp. 1	31,3	1,4	8,3	1,3	0,0	0,0	0,9	NC
<i>Himatanthus bracteatus</i> (A. DC.) Woodson	83,3	2,0	0,0	0,0	2,1	0,7	0,9	SI
<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	10,4	1,1	0,0	0,0	19,8	1,4	0,8	SI
<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire et al.	41,7	1,5	0,0	0,0	6,3	0,8	0,8	P
<i>Campomanesia dichotoma</i> (O.Berg) Mattos	10,4	1,1	4,2	1,2	0,0	0,0	0,8	ST

<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	10,4	1,1	4,2	1,2	0,0	0,0	0,8	P
<i>Eschweilera ovata</i> (Cambess.) Mart. ex Miers	10,4	1,1	0,0	0,0	10,4	1,0	0,7	SI
<i>Ziziphus joazeiro</i> Mart.	0,0	0,0	4,2	1,2	8,3	0,9	0,7	P
<i>Caesalpinia pyramidalis</i> Tul.	0,0	0,0	4,2	1,2	7,3	0,9	0,7	P
<i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S.Moore	0,0	0,0	8,3	1,3	4,2	0,8	0,7	SI
<i>Sorocea hilarii</i> Gaudich.	10,4	1,1	0,0	0,0	8,3	0,9	0,7	ST
<i>Libidibia ferrea</i> (Mart. ex Tul.) L.P.Queiroz	0,0	0,0	4,2	1,2	6,3	0,8	0,7	C
<i>Abarema filamentosa</i> (Benth.) Pittier	0,0	0,0	8,3	1,3	1,0	0,6	0,6	P
<i>Handroanthus chrysotrichus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	0,0	0,0	4,2	1,2	4,2	0,8	0,6	SI
<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong	10,4	1,1	0,0	0,0	5,2	0,8	0,6	SI
Celastraceae sp 1	0,0	0,0	4,2	1,2	3,1	0,7	0,6	NC
<i>Cinnamomum verum</i> J.Presl.	20,8	1,2	0,0	0,0	1,0	0,6	0,6	E
<i>Mangifera indica</i> L.	10,4	1,1	0,0	0,0	4,2	0,8	0,6	E
<i>Sapindus saponaria</i> L.	10,4	1,1	0,0	0,0	4,2	0,8	0,6	SI
<i>Centrolobium microchaete</i> (Mart. ex Benth.) H.C.Lima	0,0	0,0	4,2	1,2	2,1	0,7	0,6	SI
<i>Ceiba speciosa</i> (A.St.-Hil.) Ravenna	0,0	0,0	4,2	1,2	1,0	0,6	0,6	SI
<i>Spondias mombin</i> L.	0,0	0,0	4,2	1,2	1,0	0,6	0,6	P
<i>Couroupita guianensis</i> Aubl.	10,4	1,1	0,0	0,0	2,1	0,7	0,6	ST
<i>Acacia mangium</i> Willd.	10,4	1,1	0,0	0,0	1,0	0,6	0,6	E
<i>Tabebuia rosealba</i> (Ridl.) Sandwith	10,4	1,1	0,0	0,0	1,0	0,6	0,6	ST
<i>Abarema cochliacarpus</i> (Gomes) Barneby & J.W.Grimes	41,7	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	P
Annonaceae sp. 1	0,0	0,0	0,0	0,0	18,8	1,4	0,5	NC
<i>Coccoloba mollis</i> Casar.	0,0	0,0	8,3	1,3	0,0	0,0	0,4	P
<i>Eugenia involucrata</i> DC.	0,0	0,0	4,2	1,2	0,0	0,0	0,4	ST
<i>Inga marginata</i> Willd.	0,0	0,0	4,2	1,2	0,0	0,0	0,4	SI
<i>Mimosa</i> sp.	0,0	0,0	4,2	1,2	0,0	0,0	0,4	SI
<i>Clitoria fairchildiana</i> R.A.Howard	10,4	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	P
<i>Parapiptadenia zehntneri</i> (Harms) M.P.Lima & H.C.Lima	10,4	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	SI
<i>Pithecellobium dulce</i> (Roxb.) Benth.	10,4	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	P
<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong	10,4	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	E
Sapotaceae sp.1	10,4	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	NC
<i>Mimusops coriacea</i> (A. DC.) Miq.	0,0	0,0	0,0	0,0	7,3	0,9	0,3	E
<i>Anadenanthera</i> sp.	0,0	0,0	0,0	0,0	6,3	0,8	0,3	SI
<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	0,0	0,0	0,0	0,0	5,2	0,8	0,3	ST
<i>Bauhinia cheilantha</i> (Bong.) Steud.	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	0,8	0,3	SI
<i>Ocotea</i> sp.	0,0	0,0	0,0	0,0	3,1	0,7	0,2	ST
<i>Annona montana</i> Macfad.	0,0	0,0	0,0	0,0	2,1	0,7	0,2	ST
<i>Artocarpus heterophyllus</i> Lam.	0,0	0,0	0,0	0,0	2,1	0,7	0,2	E
<i>Cupania impressinervia</i> Acev.-Rodr.	0,0	0,0	0,0	0,0	2,1	0,7	0,2	SI
<i>Erythrina velutina</i> Willd.	0,0	0,0	0,0	0,0	2,1	0,7	0,2	SI
<i>Pachira aquatica</i> Aubl.	0,0	0,0	0,0	0,0	2,1	0,7	0,2	E

<i>Parkia pendula</i> (Willd.) Benth. ex Walp.	0,0	0,0	0,0	0,0	2,1	0,7	0,2	SI
<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	0,0	0,0	0,0	0,0	2,1	0,7	0,2	SI
<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	0,0	0,0	0,0	0,0	2,1	0,7	0,2	P
<i>Annona muricata</i> L.	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,6	0,2	E
<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J.F.Macbr.	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,6	0,2	SI
<i>Byrsonima densa</i> (Poir.) DC.	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,6	0,2	ST
<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess.	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,6	0,2	ST
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,6	0,2	ST
<i>Chrysophyllum cainito</i> L.	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,6	0,2	E
<i>Clusia nemorosa</i> G.Mey.	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,6	0,2	ST
<i>Cordia nodosa</i> Lam.	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,6	0,2	P
<i>Crateva tapia</i> L.	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,6	0,2	SI
<i>Cybistax antisyphilitica</i> (Mart.) Mart.	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,6	0,2	P
<i>Manilkara rufula</i> (Miq.) H.J.Lam	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,6	0,2	C
<i>Manilkara salzmannii</i> (A.DC.) H.J.Lam	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,6	0,2	C
<i>Moringa oleifera</i> Lam.	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,6	0,2	E
<i>Pouteria</i> sp.	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,6	0,2	SI
<i>Psidium cattleianum</i> Afzel. ex Sabine	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,6	0,2	ST
<i>Pterogyne nitens</i> Tul.	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,6	0,2	SI
<i>Sterculia foetida</i> L.	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,6	0,2	E
<i>Thyrsodium spruceanum</i> Benth.	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,6	0,2	ST
<i>Vitex rufescens</i> A.Juss.	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,6	0,2	SI
Não Identificada	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,6	0,2	NC
Total	4104	100	1604	100	1214	100	100	-

Em que: DA = densidade absoluta; RNC (%) = regeneração natural da espécie na classe de altura; RNT (%) = regeneração natural total; GE = grupo ecológico (P: Pioneira; SI: Secundária inicial; ST: Secundária Tardia; C: Clímax; NC: Não Classificada. Dados: CL1 = classe 1; CL2 = classe 2; CL3 = classe 3.

Presume-se que espécies ausentes na primeira classe de tamanho é inerente a uma estratégia que decorre da dependência da abertura de clareiras para se estabelecerem e ocuparem o espaço (Silva et al. 2007). A ausência também pode estar ligada a chegada de propágulos na área, que em ocasiões anteriores chegaram pela dispersão oriunda dos indivíduos em idade reprodutiva do próprio componente florestal, e/ou advindo de fragmentos vizinhos derivados pela dispersão zoocórica. Talvez isso no momento não esteja ocorrendo de forma efetiva devido ao grau de isolamento do mencionado *Arboretum*, em que a matriz circundante são as construções urbanas, e o fragmento florestal mais próximo (APA do Catolé) está a mais de 3 km.

Silva et al. (2007) explica que as espécies ocorrentes nas três classes de altura da regeneração natural de um componente arbóreo são aquelas de maior predominância, e por isso possui a capacidade de se estabelecer no dossel da floresta futuramente. As espécies com valores de RNT partindo de 1,0% são aquelas que possuem menor dificuldade em se estabelecer na área, e assim apresentam maiores

possibilidades em emergir para o estrato superior via recrutamento natural, um filtro ecológico facilitador promovido pela comunidade arbórea (Aparício et al. 2011). Assim, das 100 espécies encontradas na área do *Arboretum* de Alagoas, apenas 31 espécies possuem valores a partir de 1,0% para o RNT, e isso equivale a 90,5% de todos indivíduos regenerantes ocorrentes na área recuperada. E deste percentual, 71,4% dos indivíduos pertencem ao grupo ecológico das espécies Pioneiras, e em seguida pelas secundárias iniciais (19,5%).

Grupos ecológicos

No levantamento das espécies regenerantes, verificou-se uma maior representatividade das espécies pioneiras (P) e secundárias iniciais (SI) para ambas as classes de tamanho de planta (Figura 4).

As 100 espécies encontradas na regeneração natural distribuíram-se em: pioneiras (24%), secundária inicial (34%), secundária tardia (ST) (19%), clímax (C) (5%) e não classificadas (NC) (18%). Lima et al. (2017), informa que o maior percentual das espécies secundárias iniciais é indício de uma floresta ainda jovem. Para Miranda Neto et

al. (2012), o percentual notável de espécies SI seguido pela chegada de ST representa uma sucessão em estágio médio a avançado, isso mostra que as espécies menos exigentes a luz (ST e C) estão sendo recrutadas de uma classe de altura para outra imediatamente superior.

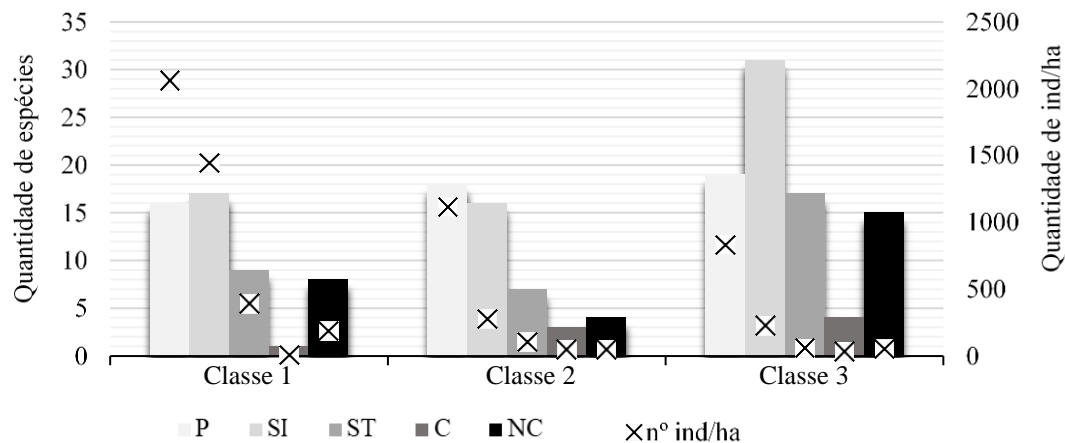


Figura 4. Quantificação dos regenerantes nas três classes de altura em relação aos grupos ecológicos a qual pertencem, na área do *Arboretum* de Alagoas, Maceió.

Fonseca e Carvalho (2012) explicam que a elevada quantidade de espécies nas fases iniciais de sucessão (P + SI) propiciam a formação de um ambiente favorável ao desenvolvimento de indivíduos de outros grupos ecológicos – secundária tardia (ST) e clímax (C). Além disso, foi observado em campo, que a comunidade arbórea apresenta espaços consideráveis no dossel permitindo a propagação luminosa, e a sinergia (espaço + luz) formada favorece o desenvolvimento das pioneiras bem como as secundárias iniciais, daí o maior percentual na regeneração. A maior representatividade das espécies de grupos ecológicos iniciais também foi verificada para o estrato arbóreo adulto na mesma área de estudo, pois, conforme Santos et al. (2019), as pioneiras e secundárias tardias, somam, juntas, 57,8% de todo levantamento.

Além das pioneiras e secundárias iniciais, espécies com características superiores (ST e C) ocorrem em todas as classes de tamanho. Isso mostra que a área em estudo, por ainda se tratar de um florestamento recente para as essências florestais tropicais, já evidencia uma estrutura com perspectivas ao estabelecimento das espécies proporcionado pelo recrutamento natural de uma classe para outra imediatamente superior, garantindo-lhe a sucessão natural.

Cabe destacar que, as espécies que atuam na reposição vegetal podem ser oriundas de propágulos de espécies que compõem o estrato arbóreo, uma vez que Santos et al. (2019) relatou a ocorrência de todos os grupos ecológicos no estrato adulto superior do *Arboretum*. Ressalta-se ainda que, o fator isolamento da área recuperada, por se tratar de uma vegetação

inserida no perímetro urbano, dificulta a chegada das sementes.

Conclusões

Após 17 anos da implantação florestal, área recuperada apresentou parâmetros da regeneração natural semelhantes aos encontrados em áreas com florestas tropicais naturais, em estágio inicial a médio de sucessão, conferindo-lhe nesse aspecto, o sucesso da recuperação da comunidade arbórea. Constatou-se alta riqueza florística e com potencial para recrutamento de espécies para o estrato superior, sendo que, cerca de 31% das espécies apresentaram Regeneração Natural Total a partir de 1,0%.

A regeneração natural da área recuperada apresentou características de vegetação em processo inicial a médio de sucessão, uma vez que sobressaem a presença de espécies dos grupos ecológicos pioneiras e secundárias iniciais. Entretanto, espécies de grupos ecológicos mais avançados (secundária tardia e clímax) também ocorrem em todas as classes de tamanho, denotando que a comunidade florestal possui processo natural de sucessão assegurado pelo estabelecimento futuro dessas espécies no estrato arbóreo.

Em contrapartida, essa dinâmica está sujeita a um fator de degradação e que causa declínio dos processos ecológicas, as espécies exóticas invasoras. Medidas devem ser tomadas para averiguação, onde manejos de eliminação de indivíduos são passíveis de serem realizados mediante necessidade declarada com base nas aferições do monitoramento, para

garantir estabilidade e conservação da comunidade arbórea futura.

Agradecimentos

Agradecemos à Universidade Federal de Alagoas (UFAL) pelos projetos de Iniciação Científica (PIBIC) realizados em parceria com a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Alagoas – FAPEAL e o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, o qual permitiu a realização do presente trabalho.

Referências

Alvares CA, Stape JL, Sentelhas PC, Gonçalves JL M, Sparovek G (2013) Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v. 22, n. 6, p. 711-728. <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>.

Alves AR, Holanda AC, Farias SGG, Silva RB, Oliveira TM (2012) Regeneração natural em um fragmento florestal urbano em diferentes formatos de unidades amostrais. *Revista Verde*, Mossoró – RN, v. 7, n. 2, p. 169-178, abr-jun. https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVAD_S/rt/captureCite/5002/4740.

Aparício WCS, Marangon LC, Ferreira RLC, Feliciano ALP, Aparicio PS, Junior RFC (2011) Estrutura da regeneração natural de espécies arbóreas em um fragmento de Mata Atlântica, Pernambuco. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, Recife, PE, v. 6, n. 3, p. 483-488. DOI:5039/agraria.v6i3a791

APG IV (2016) Angiosperm Phylogeny Group IV. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *Botanical Journal of the Linnean Society*, v. 181, p. 1-20.

Araujo TT, Almeida VC, Ribeiro JHC, Carvalho FA (2015) Fitossociologia e grupos ecológicos da regeneração arbórea de floresta secundária urbana às margens de um reservatório hídrico (Juiz de Fora, MG, Brasil). *Caminhos de Geografia*, Uberlândia, v. 16, n. 54, p. 113-124. <http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/24235/16879>.

Brançalion PHS, Viani R, Rodrigues RR, Gandolfi S (2015) Avaliação e monitoramento de áreas em processo de restauração. In: Martins SV, editor. *Restauração ecológica de ecossistemas degradados*. 2. ed. Viçosa: Editora UFV.

Budowisk G (1965) Distribution of tropical American rain forest species in the light of successional processes. *Turrialba*, v. 15, n. 1, p. 40-42.

Consultoria e Desenvolvimento de Sistemas Ltda – Cientec (2006) Mata Nativa 2: Sistema para análise fitossociológica e elaboração de planos de manejo de florestas nativas. Viçosa, MG: Cientec, 295p.

Fonseca CR, Carvalho FA (2012) Aspectos florísticos e fitossociológicos da comunidade arbórea de um fragmento urbano de floresta atlântica (Juiz de Fora, MG, Brasil). *Biosci. J.*, Uberlândia, v. 28, n. 5, p. 820-832. <http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/14215/10564>.

Fonseca SN, Ribeiro JHC, Carvalho FA (2013) Estrutura e diversidade da regeneração arbórea em uma floresta secundária urbana (Juiz de Fora, MG, Brasil). *Floresta e Ambiente*, 20(3): p. 307-315. <http://dx.doi.org/10.4322/floram.2013.031>.

Gandolfi S (2000) *História natural de uma floresta estacional semidecidual no município de Campinas (São Paulo, Brasil)*. 2000. 520f. Tese (doutorado em biologia vegetal) – Universidade Estadual de Campinas, SP. http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/314916/1/Gandolfi_Sergius_D.pdf.

Garcia CC, Reis MGF, Reis GG, Pezzopane JEM, Lopes HNS, Ramos DC (2011) Regeneração natural de espécies arbóreas em fragmento de floresta estacional semidecidual montana, no domínio da mata atlântica, em Viçosa, MG. *Ciência Florestal*, v. 21, n. 4, p. 677-688. <https://doi.org/10.5902/198050984512>.

Gonçalves IFS (2012) *Resposta de três espécies nativas de Mata Atlântica a diferentes condições de luminosidade*. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais e Florestais, Seropédica, RJ.

Guaratini MTG, Gomes EPC, Tamashiro JY, Rodrigues RR (2008) Composição florística da Reserva Municipal de Santa Genebra, Campinas, SP. *Revista Brasileira de Botânica* 31:323-337. <https://doi.org/10.1590/S0100-84042008000200015>.

Guimarães MA (2003) Frugivoria por aves em Tapirira guianensis (Anacardiaceae) na zona urbana do município de Araruama, estado do Rio de Janeiro, sudeste brasileiro. *Atualidades Omitológicas*, N.116, nov/dez.

Lamprecht H (1990). *Silvicultura nos Trópicos: Ecossistemas Florestais e Respectivas Espécies Arbóreas – Possibilidades e Métodos de Aproveitamento Sustentado*. Cooperação Técnica-RFA. Eschborn. 343 p.

Leão TCC, Almeida WR, Dechoum M, Ziller SR (2011) *Espécies exóticas invasoras no nordeste do Brasil: contextualização, manejo e políticas públicas*. Recife: Cepan.

- Lima AS, Feliciano ALP, Marangon LC, Oliveira LSB, Pessoa MML (2013) Regeneração natural de um fragmento de Floresta Ombrófila Densa na Bacia Hidrográfica do Rio Capibaribe, PE. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v.8, n.2, p.273-278. DOI:10.5039/agraria.v8i2a2369.
- Lima RBA (2017) *Estrutura, regeneração natural e ciclagem de nutrientes em floresta ombrófila densa das terras baixas, na zona da mata de Pernambuco* – 2017. 150 f.: il. Tese (Doutorado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, Recife, BR-PE.
- Lima RBA, Marangon LC, Freire FJ, Feliciano ALP (2017) Potencial regenerativo de espécies arbóreas em fragmento de Mata Atlântica, Pernambuco, Brasil. *Revista Verde*, v. 12, n.4, p.666-673, out.-dez. <https://doi.org/10.18378/rvads.v12i4.5002>.
- Luz CLS (2011) *Anacardiaceae R. Br. na flora fanerogâmica de estado de São Paulo*. Dissertação (mestrado) – Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, 94 p.
- Marangon LC, Soares JJ, Feliciano ACP, Brandão CFLS (2008) Regeneração natural em um fragmento de floresta estacional semidecidual em Viçosa, Minas Gerais. *Revista Árvore*, Viçosa, MG, v. 32, n. 1, p. 183-191. <https://doi.org/10.1590/S0100-67622008000100020>.
- Marmontel CVF, Rodrigues VA, Martins T, Starzynski R, Carvalho JL (2013) Caracterização da vegetação secundária do bioma Mata Atlântica com base em sua posição na paisagem. *Bioscience Journal*, Uberlândia, v. 29, n. 6, p. 2042-2052, 2013. <http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/18116/13456>.
- Marques RF, Coutinho RQ, Marques AG (2006) Caracterização geotécnica de um perfil de solo não saturado da formação barreiras da cidade de Maceió - AL, XIII COBRAMSEG, Curitiba, PR, Brasil. [http://www.agmgeotecnica.com.br/files/\(3.9\)%20COBRAMSEG%202006_RFM_Caracteriza___o%20Geotecnica.pdf](http://www.agmgeotecnica.com.br/files/(3.9)%20COBRAMSEG%202006_RFM_Caracteriza___o%20Geotecnica.pdf).
- Mazon JA, Silva RAR, Watzlawick LF (2019) Estrutura e composição da regeneração natural em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista secundária. *Pesq. flor. bras.*, Colombo, v. 39, e201801698, p. 1-16. <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/210048/1/1698-20063-1-PB.pdf>.
- Mckinney M (2006) Urbanization as a major cause of biotic homogenization. *Biological Conservation*, Amsterdam, v. 127, p. 247-260. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2005.09.005>.
- Miranda Neto A, Martins SV, Silva KA, Gleriani JM (2012) Estrato de regeneração natural de uma floresta restaurada com 40 anos. *Pesq. flor. bras.*, Colombo, v. 32, n. 72, p. 409-420, out./dez. doi: 10.4336/2012.pfb.32.72.409.
- Oliveira LSB, Marangon LC, Feliciano ALP, Cardoso MO, Lima AS, Albuquerque MJB (2013) Fitossociologia da regeneração natural de uma floresta ombrófila densa em Moreno, Pernambuco, Brasil. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, vol. 8, n. 1, p. 119-124. doi:10.5039/agraria.v8i1a2097.
- Parahyba RBV, Cavalcanti AC, Lopes OF, Silva FHBB, Leite AP, Oliveira Neto MB, Santos JCP (2008) Solos do município de Maceió-AL. In: Reunião brasileira de manejo e conservação do solo e da água, 17., Rio de Janeiro. Manejo e conservação do solo e da água no contexto das mudanças ambientais. Rio de Janeiro: SBCS: Embrapa Solos: Embrapa Agrobiologia. (Embrapa Solos. Documentos, 101). <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/147540/1/trab-6668-397.pdf>.
- Pielou EC (1975) *Ecological diversity*. New York: Jonhon Willey, 165 p.
- Santos AAL, Silva NL, Longhi RV, Lima TL (2018) Aspectos da estrutura da vegetação arbórea em uma área restaurada com 15 anos no Arboretum da UFAL. In: X Simpósio Brasileiro De Pós-Graduação Em Ciências Florestais, 2018, Natal-RN. Anais... p. 98-103.
- Santos AAL, Silva NL, Santos JLS, Silva LG, Longhi RV, Lima TL (2019) Estrutura sucessional do Arboretum de Alagoas, área com 16 anos de implantação florestal. In: VI Congresso Nordestino de Engenharia Florestal e II Workshop do Projeto Caatinga, Mossoró. Anais do VI Congresso Nordestino de Engenharia Florestal e II Workshop do Projeto Caatinga, 2019. p. 156-161.
- Santos MM (2011) *Levantamento Florístico do acervo do Arboretum de Alagoas (UFAL)*. Monografia. Ciências Biológicas, Universidade Federal de Alagoas (UFAL), Maceió – AL. 25p.
- Silva KA, Martins SV, Miranda Neto A, Demolinari RA, Lopes AT (2016) Restauração florestal de uma mina de bauxita: avaliação do desenvolvimento das espécies arbóreas plantadas. *Floresta e Ambiente*, v. 23, n. 3, p. 309-319. <http://dx.doi.org/10.1590/2179-8087.142515>.
- Silva LG, Brandão CFLS, Lana MD, Silva AF, Santos AAL, Silva NL, Vieira ACS, Pinto AVF (2020) Florística, fitossociologia e caracterização ecológica numa área de capoeirão de Cabo de Santo de Agostinho, Pernambuco. *Brazilian Journal of Development*, Curitiba, v.6, n.6, p.34519-34540. DOI: 10.34117/bjdv6n6-118.
- Silva WC, Marangon LC, Ferreira RLC, Feliciano ALP, Junior RFC (2007) Estudo da regeneração natural de espécies arbóreas em fragmento de

floresta ombrófila densa, Mata das Galinhas, no município de Catende, zona da mata sul de Pernambuco. *Ciência Florestal*, Santa Maria, RS, v. 17, n. 4, p. 321-331. <http://dx.doi.org/10.5902/198050981964>.

Tropicos. (2019) *Missuori Botanical Garden's VAST – MOBOT*. Disponível em: <<http://www.tropicos.org/Home.aspx>>. Acesso em: 28 de julho.

Volpato MML (1994) *Regeneração natural em uma floresta secundária no domínio de Mata Atlântica: Uma análise fitossociológica*. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1994. 123p. dissertação mestrado.