

PESQUISAS FLORESTAIS EM FOCO



Maria José de Holanda **Leite**, Andréa de Vasconcelos Freitas **Pinto**, Carlos Frederico Lins e Silva **Brandão** e Mayara **Dalla Lana**

(Organizadores)



Pantanal Editora

2020

Maria José de Holanda Leite
Andréa de Vasconcelos Freitas Pinto
Carlos Frederico Lins e Silva Brandão
Mayara Dalla Lana
(Organizadores)

PESQUISAS FLORESTAIS
EM FOCO



2020

Copyright© Pantanal Editora
Copyright do Texto© 2020 Os Autores
Copyright da Edição© 2020 Pantanal Editora
Editor Chefe: Prof. Dr. Alan Mario Zuffo
Editores Executivos: Prof. Dr. Jorge González Aguilera
Prof. Dr. Bruno Rodrigues de Oliveira

Diagramação: A editora

Edição de Arte: A editora

Revisão: Os autor(es), organizador(es) e a editora

Conselho Editorial

- Prof. Dr. Adailson Wagner Sousa de Vasconcelos – OAB/PB
- Profa. Msc. Adriana Flávia Neu – Mun. Faxinal Soturno e Tupanciretã
- Profa. Dra. Albys Ferrer Dubois – UO (Cuba)
- Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – IF SUDESTE MG
- Profa. Msc. Aris Verdecia Peña – Facultad de Medicina (Cuba)
- Profa. Arisleidis Chapman Verdecia – ISCM (Cuba)
- Prof. Dr. Bruno Gomes de Araújo - UEA
- Prof. Dr. Caio Cesar Enside de Abreu – UNEMAT
- Prof. Dr. Carlos Nick – UFV
- Prof. Dr. Claudio Silveira Maia – AJES
- Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – UFGD
- Prof. Dr. Cristiano Pereira da Silva – UEMS
- Profa. Ma. Dayse Rodrigues dos Santos – IFPA
- Prof. Msc. David Chacon Alvarez – UNICENTRO
- Prof. Dr. Denis Silva Nogueira – IFMT
- Profa. Dra. Denise Silva Nogueira – UFMG
- Profa. Dra. Dennyura Oliveira Galvão – URCA
- Prof. Dr. Elias Rocha Gonçalves – ISEPAM-FAETEC
- Prof. Dr. Fábio Steiner – UEMS
- Prof. Dr. Gabriel Andres Tafur Gomez (Colômbia)
- Prof. Dr. Hebert Hernán Soto Gonzáles – UNAM (Peru)
- Prof. Dr. Hudson do Vale de Oliveira – IFRR
- Prof. Msc. Javier Revilla Armesto – UCG (México)
- Prof. Msc. João Camilo Sevilla – Mun. Rio de Janeiro
- Prof. Dr. José Luis Soto Gonzales – UNMSM (Peru)
- Prof. Dr. Julio Cezar Uzinski – UFMT
- Prof. Msc. Lucas R. Oliveira – Mun. de Chap. do Sul
- Prof. Dr. Leandro Argente-Martínez – ITSON (México)
- Profa. Msc. Lidiene Jaqueline de Souza Costa Marchesan – Consultório em Santa Maria
- Prof. Msc. Marcos Pisarski Júnior – UEG
- Prof. Dr. Mario Rodrigo Esparza Mantilla – UNAM (Peru)
- Profa. Msc. Mary Jose Almeida Pereira – SEDUC/PA
- Profa. Msc. Nila Luciana Vilhena Madureira – IFPA
- Profa. Msc. Queila Pahim da Silva – IFB
- Prof. Dr. Rafael Chapman Auty – UO (Cuba)
- Prof. Dr. Rafael Felipe Ratke – UFMS
- Prof. Dr. Raphael Reis da Silva – UFPI
- Prof. Dr. Ricardo Alves de Araújo – UEMA
- Prof. Dr. Wéverson Lima Fonseca – UFPI
- Prof. Msc. Wesclen Vilar Nogueira – FURG

- Profa. Dra. Yilan Fung Boix – UO (Cuba)
- Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – UFT

Conselho Técnico Científico

- Esp. Joacir Mário Zuffo Júnior
- Esp. Maurício Amormino Júnior
- Esp. Tayronne de Almeida Rodrigues
- Esp. Camila Alves Pereira
- Lda. Rosalina Eufrausino Lustosa Zuffo

Ficha Catalográfica

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
P474	Pesquisas florestais em foco [recurso eletrônico] / Organizadores Maria José de Holanda Leite... [et al.]. – Nova Xavantina, MT: Pantanal Editora, 2020. 105p. Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-65-88319-00-0 DOI https://doi.org/10.46420/9786588319000 1. Pesquisa florestal – Brasil. I. Leite, Maria José de Holanda. II. Andréa de Vasconcelos Freitas. III. Brandão, Carlos Frederico Lins e Silva. IV. Lana, Mayara Dalla. CDD 634.9072
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

O conteúdo dos livros e capítulos, seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva do(s) autor (es). O download da obra é permitido e o compartilhamento desde que sejam citadas as referências dos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Pantanal Editora

Rua Abaete, 83, Sala B, Centro. CEP: 78690-000.
Nova Xavantina – Mato Grosso – Brasil.
Telefone (66) 99682-4165 (Whatsapp).
<https://www.editorapantanal.com.br>
contato@editorapantanal.com.br

APRESENTAÇÃO

Frente aos avanços do desmatamento e a fragmentação de biomas importantes como a Mata Atlântica se torna imprescindível haver mais estudos que auxiliem na conservação e preservação de seus ecossistemas. Dessa forma, os avanços nas pesquisas florestais, nos últimos anos, tem promovido o desenvolvimento de inúmeros estudos proporcionando um aumento do conhecimento quanto as ciências florestais, seja através da análise da estrutura e do desenvolvimento de ecossistemas florestais ou pelo conhecimento quanto ao comportamento das espécies nativas que se desenvolvem e podem prover diversos serviços nesses ecossistemas.

Os capítulos contemplam pesquisas que abordam sobre a produção e desenvolvimento de mudas de espécies florestais nativas visando principalmente a restauração de áreas degradadas, assim como pesquisas sobre os processos ecológicos e estruturais do componente arbóreo adulto e regenerante em fragmentos localizados nos estados de Alagoas e Pernambuco.

Os conhecimentos contidos nos capítulos desse livro irão promover para os leitores conhecimentos em diversas áreas da ciência florestal buscando o desenvolvimento de novas ideias quanto as pesquisas dentro dos temas abordados nesse livro.

Os autores dos capítulos, pelo esforço e dedicação, viabilizaram esta obra através das recentes pesquisas na área de ciência florestal e, que desde já, agradecem a Pantanal editora pela importância em disponibilizar seu apoio para as pesquisas em diversos temas.

Por último, esperamos que este e-book possa colaborar e auxiliar os estudantes, professores e pesquisadores na constante busca por novos conhecimentos, garantindo uma difusão dessas ideias para a sociedade.

Os organizadores

SUMÁRIO

Apresentação.....	5
Capítulo I.....	6
Morfometria de mudas de <i>Cnidocolus quercifolius</i> Pohl sob diferentes doses de coprodutos de vermiculita.....	6
Capítulo II.....	22
Crescimento inicial de <i>Piptadenia stipulacea</i> Benth sob influência de coprodutos de vermiculita.....	22
Capítulo III.....	36
Influência de substratos e recipientes na qualidade das mudas de <i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) Benth. & Hook.f. Ex S.Moore.....	36
Capítulo IV.....	59
Florística e estrutura em florestas secundárias de diferentes idades, no município de Tanque D'arca, Al, Brasil.....	59
Capítulo V.....	70
Análise do componente arbóreo adulto e regenerante e da serapilheira em um remanescente de Floresta Atlântica em Rio Largo, Alagoas.....	70
Capítulo VI.....	90
Comparação da regeneração natural entre fragmentos florestais com tamanhos diferentes em Pernambuco, Brasil.....	90
Índice Remissivo.....	102
Sobre os Organizadores.....	104

Morfometria de mudas de *Cnidoscolus quercifolius* Pohl sob diferentes doses de coprodutos de vermiculita

Recebido em: 20/07/2020

Aceito em: 25/07/2020

 10.46420/9786588319000cap1

Maria José de Holanda Leite^{1*} 

Olaf Andreas Bakke² 

Andréa de Vasconcelos Freitas Pinto¹ 

Elmadã Pereira Gonzaga¹ 

Camila Alexandre Cavalcante de Almeida¹ 

Roberta Patrícia de Sousa Silva³ 

Sérvio Túlio Pereira Justino³ 

Emanoel Messias Pereira Fernando¹ 

INTRODUÇÃO

A degradação ambiental ocorre especialmente nas regiões áridas, semiáridas e subúmidas secas e resulta da atuação conjunta de fatores climáticos e antrópicos (agricultura, pecuária, mineração, etc.). Esta atuação é especialmente degradante no nordeste semiárido do Brasil, região que se estende por $877,6 \times 10^3 \text{ km}^2$ distribuídos em todos os Estados nordestinos exceto o Maranhão, além de 102.567 km^2 localizados no norte de Minas Gerais (Medeiros et al., 2012). Nessa região, a deterioração ambiental atinge mais de 20 milhões de hectares, o que equivale a 21,95% de sua área e 12,25% da região Nordeste do Brasil (Silva et al., 2004). Segundo estes autores, o quadro é mais crítico no Ceará e na Paraíba, onde a degradação ambiental é observada em mais da metade dos seus territórios. Esta degradação tem um forte componente humano, pois 57,3 milhões de habitantes habitam essa região, além dos rebanhos constituídos de 28,2 milhões de bovinos, 7,8 milhões de caprinos e 9,3 milhões de

¹ Universidade Federal de Alagoas (UFAL), BR 104, Km 85, CEP: 57100-000, S/N - Mata do Rolo - Rio Largo, Alagoas, Brasil.

² Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), CEP:58708-110, Avenida Universitária, S/N, Bairro Santa Cecília, Cx Postal 61, Patos, Paraíba, Brasil.

³ Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho - Faculdade de Ciências Agrônômicas- Unesp/Campus Botucatu, Avenida Universitária, nº 3780 – CEP 18610-034, Altos do Paraíso - Botucatu, São Paulo, Brasil.

* Autor de correspondência: maryholanda@gmail.com.

ovinos, que em sua maioria se alimentam da vegetação nativa (IBGE, 2014; Medeiros et al., 2012), sendo por isso considerada a região semiárida mais populosa e antropizada (Drumond et al., 2000).

Dentre as atividades humanas praticadas na região destacam-se a pecuária, a agricultura itinerante e a mineração. Apesar da importância econômica regional, estas atividades apresentam um grande potencial de degradação ambiental quando mal conduzidas (Azevêdo, 2011). Por exemplo, a mineração a céu aberto impacta diretamente a área da jazida explorada e o entorno da unidade de beneficiamento via deposição de rejeitos no pátio da mineradora, e, indiretamente via carreamento desse material para corpos d'água pelo vento e pela água das chuvas. A minimização dos impactos ambientais passa pela recuperação da área explorada e pela utilização e destinação correta dos rejeitos produzidos.

A mineração da vermiculita resulta no acúmulo de rejeitos ou de coprodutos nos pátios e entorno das mineradoras (Gomes et al., 2012; Leite et al., 2012). Segundo estes autores, a granulometria e a composição química deste material o caracterizam como apropriado para utilização no substrato de produção de mudas de sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia* Benth.) e de outras essências florestais. A proporção de cada componente do substrato varia com a espécie que se deseja produzir. Para o sabiá, dentre os substratos compostos por solo+esterco bovino, solo+rejeito de caulim, solo+húmus e solo+rejeito de vermiculita (3:1, v/v), Rodrigues (2011) concluiu que a utilização de 25% do rejeito de vermiculita ou esterco bovino resultou em mudas de melhor qualidade. Trajano et al. (2010), utilizando estes coprodutos para a produção de mudas de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.), relataram que estes podem compor entre 20 e 50% do substrato.

A recuperação das áreas degradadas do Nordeste do Brasil, caracterizadas por erosão do solo e empobrecimento da fauna e da flora, demanda ações adequadas a condições ambientais muito deterioradas, particularmente no que se refere ao solo (Souza, 2004). Neste contexto, pode-se pensar na reconstrução de toda a camada superficial removida pela erosão, o que na prática é trabalhoso, demorado e caro, inviabilizando esta alternativa. Uma opção consiste na produção e plantio de mudas de espécies arbóreas nativas, adaptadas a áreas degradadas, as quais se produzidas com substratos que incluam materiais alternativos, tais como coprodutos da mineração da vermiculita, em substituição ao convencional, geralmente solo de baixo e esterco, resultaria na não degradação de áreas de baixo e na minimização dos impactos ambientais provocados pela deposição dos coprodutos no entorno das mineradoras.

A faveleira (*Cnidoscolus quercifolius* Pohl.) é uma Euphorbiaceae xerófila da Caatinga que atinge mais de 5 metros de altura, dependendo do local em que se desenvolva (Costa Júnior, 2011) e pode ser empregada na recuperação de áreas degradadas (Maia, 2004). Esta espécie pioneira encontra-se distribuída da Bahia ao Piauí, incluindo a Paraíba, onde é encontrada principalmente na depressão sertaneja, entre os municípios de Cajazeiras e Santa Luzia (Lucena, 2012). De sua casca e látex são produzidos medicamentos, suas folhas e ramos finos produzem forragem de alto valor proteico, e suas sementes produzem óleo de mesa de qualidade (Agra, 1996; Araújo, 2010; Bezerra, 1972; Braga, 1976; Cavalcanti et al, 2000; Duque, 1980; Farias Júnior, 2011; Gomes, 1973; Nascimento et al, 1996).

Este estudo avaliou a utilização da mistura equitativa dos coprodutos poeira fina e ultrafina da extração da vermiculita (CP-vermiculita) no substrato e determinou o nível necessário de adição de esterco bovino a este substrato para a produção de mudas de faveleira (*Cnidoscolus quercifolius* Pohl.).

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido de abril de 2013 a fevereiro de 2014 em ambiente telado localizado no Viveiro Florestal da Unidade Acadêmica de Engenharia Florestal/Centro de Saúde e Tecnologia Rural/Universidade Federal de Campina Grande (UAEF/CSTR/UFCG), Patos – PB, Brasil.

Os substratos para a produção de mudas foram compostos de solo de baixio, CP-vermiculita e esterco bovino (EB) em diversas proporções. O solo foi coletado de área de baixio até 1 m de profundidade. Os CP-vermiculita foram obtidos na Mineradora Pedra Lavrada (MPL), localizada em Santa Luzia, no Sertão paraibano (Figura 1).



Figura 1. Imagens dos coprodutos poeira fina (A) e ultrafina (B) da extração de vermiculita, fornecidos pela Mineradora Pedra Lavrada, Santa Luzia – PB, e a mistura equitativa destes coprodutos enriquecida com esterco bovino (C). Fonte: Os autores.

O esterco bovino, após período de cura de 30 dias, o solo de baixio e os CP-

vermiculita foram secos à sombra, destorroados, homogeneizados e processados separadamente em peneira com malha de 2 mm. Em seguida, foram amostrados (solo de baixo e CP-vermiculita), caracterizados quimicamente no Laboratório de Solos da UAEP (Tabela 1) (Embrapa, 2006) e misturados conforme as proporções ditadas pelos tratamentos experimentais.

Tabela 1. Atributos do solo de baixo e dos coprodutos da extração da vermiculita utilizados para a produção de mudas de faveleira (*Cnidocolus quercifolius* Pohl.).

Material analisado	pH _{CaCl2}	P	Ca	Mg	K	Na	SB	H+Al	CTC	V
Solo de baixo	6,2	44,1	5,0	2,4	0,18	1,68	7,26	1,1	10,4	89,4
CP – vermic fino	6,4	330	16,5	2,5	0,33	3,70	23,03	0,6	23,6	97,5
CP – vermic ultrafino	6,7	429	26,0	4,0	0,49	6,09	36,58	0,6	37,2	98,4

SB = soma de bases; CTC = capacidade de troca de cátions; V = saturação por bases. Fonte: Os autores.

As sementes de faveleira foram coletadas de uma matriz localizada no Campus de Patos da UFCG/PB, beneficiadas, limpas e armazenadas durante dois a três meses até utilização no experimento. Antes da semeadura, as sementes foram imersas em uma solução de 5% de água sanitária com 2,5% de cloro ativo (solução com 0,00125% de cloro ativo) durante 20 minutos para tratamento superficial contra patógenos, lavadas em água corrente para retirada do excesso do desinfetante, e escarificadas com lixa fina (Norton 60 K 240) lateralmente à carúncula para quebra da dormência (Sales et al., 2001). Após este procedimento, 10 sementes foram semeadas (15 de abril de 2013) diretamente no substrato de cada vaso com capacidade para 8000 cm³. Trinta dias após a semeadura foi realizado o desbaste, deixando as duas mudas mais vigorosas em cada vaso. Os vasos foram mantidos em ambiente telado entre os meses de abril de 2013 e fevereiro de 2014, com irrigação manual diária.

Dados de altura e diâmetro basal foram coletados aos 37, 44, 51, 58, 65, 74, 86 e 100 dias após a semeadura (DAS). Aos 100 DAS, a parte aérea das mudas foi coletada e dados adicionais de altura e diâmetro basal foram coletados nas rebrotas aos 190 e 293 DAS. A altura (cm) foi obtida com régua milimetrada, posicionando-a ao lado da planta e medindo o comprimento entre a superfície do substrato no vaso e a base do meristema apical do fuste (dados coletados até 100 DAS) ou da maior rebrota (dados coletados aos 190 e 293 DAS) (Figura 2A). O diâmetro (mm) foi medido com paquímetro digital de 0,05 mm de precisão e correspondeu à medida do fuste tomada logo acima da axila das folhas cotiledonares (dados coletados até 100 DAS) ou à soma do diâmetro basal de todas as rebrotas (dados coletados aos 190 e 293 DAS) (Figura 2B). Foram analisados os dados de altura e diâmetro basal

correspondentes à soma dos valores atribuídos às duas plantas de cada vaso.

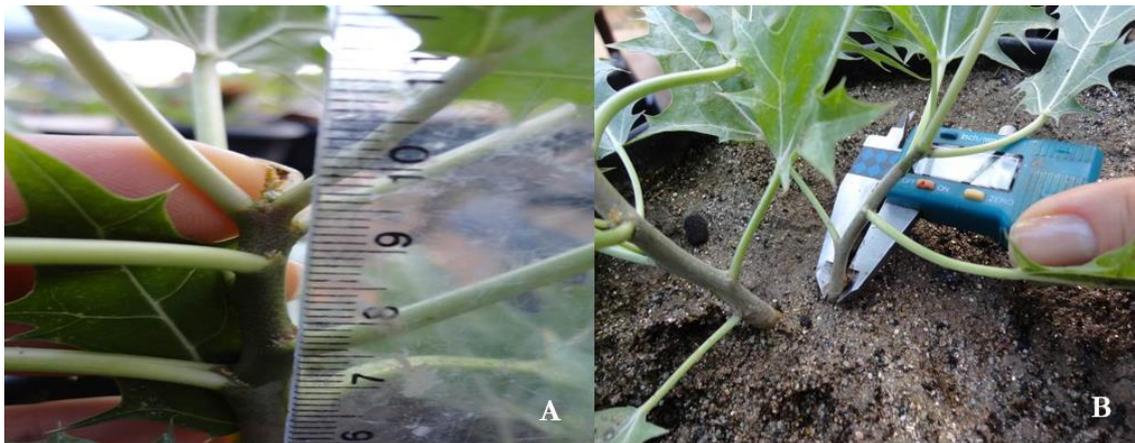


Figura 2. Detalhes do meristema apical (A) e da base (B) das mudas de faveleira, utilizados como ponto máximo para a medição da altura e para a obtenção do diâmetro basal, respectivamente. Fonte: Os autores.

Cem dias após a semeadura, a parte aérea de cada muda foi cortada, acondicionada em saco de papel e colocada em estufa de ventilação forçada por 72 h a 60°C, após o que teve a sua biomassa seca (MS) determinada em balança digital de 0,1 g de precisão (Figura 3). Os vasos permaneceram em ambiente telado sob as mesmas condições já descritas, quando as mudas se recuperaram e emitiram rebrotas que foram submetidas a mais dois cortes: aos 190 e 293 DAS. Os dados de MS foram analisados considerando o total dos três cortes ou individualmente para cada corte, sempre para as duas plantas de cada vaso.



Figura 3. Detalhe do local do corte da parte aérea das mudas de faveleira. Fonte: Os autores.

As parcelas (recipientes plásticos de 8000 cm³ com duas mudas) foram aleatorizadas de acordo com um delineamento inteiramente casualizado (DIC) com 6 tratamentos [solo de baixo com T0 = 0% EB e T1 = 33% EB (v/v) = substrato convencional utilizado para a produção de mudas, e mistura equitativa dos CP-vermiculita com T2 = 0% EB, T3 = 5%

EB, T4 = 10% EB, e T5 = 20% EB v/v)] e 5 repetições, totalizando 30 vasos.

Os efeitos de tratamentos foram testados pelo teste F da ANOVA, e modelos de regressão foram estimados para relacionar o efeito da idade e dos níveis de adição de EB na altura, diâmetro basal e MS das mudas empregando técnicas de análise de regressão linear (Pimentel-Gomes, 1981) do módulo General Stepwise Regression do programa Statistica v.5.0, adotando-se o nível de significância de $P < 0,05$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Altura

No geral, a altura das mudas foi maior no substrato solo de baixo e o EB afetou positivamente o crescimento em altura quando adicionado ao solo de baixo ou ao CP-vermiculita ($P < 0,05$). Este efeito foi visualizado mais claramente a partir de 65 DAS para o solo de baixo, e a partir de 86 DAS quando adicionado aos CP-vermiculita (Figura 4).

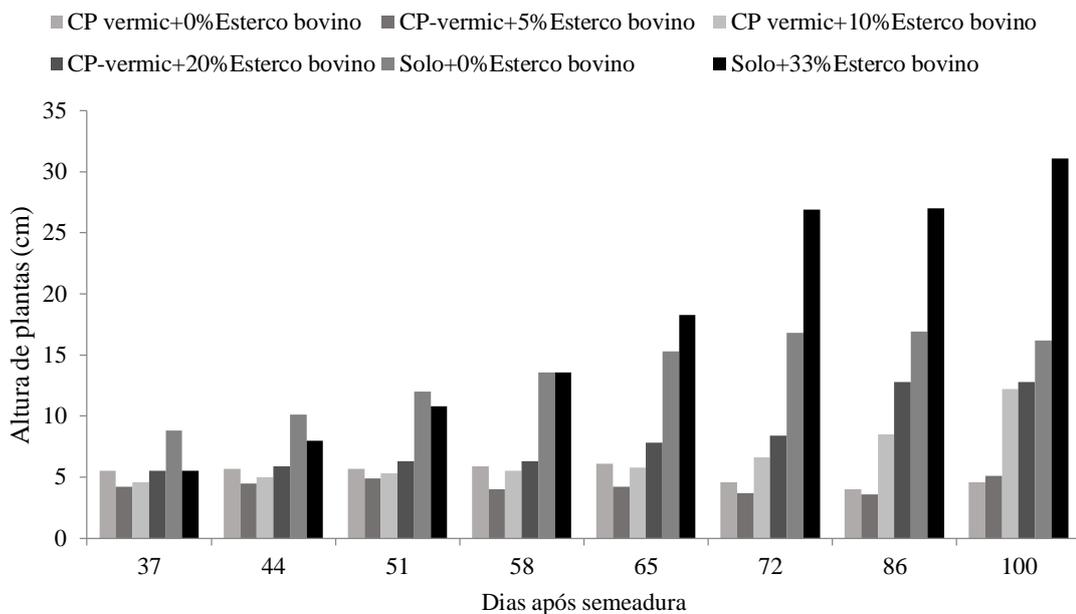


Figura 4. Altura total de duas plantas de faveleira (*Cnidocolus quercifolius* Pohl.) em função da idade (37 a 100 dias após semeadura) e percentual de esterco bovino adicionado aos rejeitos de extração da vermiculita (0, 5, 10 e 20%, volume) e solo de baixo (0 e 33%). Fonte: Os autores.

As mudas de faveleira aos 100 DAS apresentaram altura média entre 4,60 e 31,09 cm, equivalente a entre 2,30 e 15,55 cm/muda⁻¹. Nos vasos com CP-vermiculita, a menor altura média foi verificada nas mudas sem a adição de EB (2,30 cm/muda⁻¹) e a maior (6,4 cm/muda⁻¹) quando foram adicionados 20% de EB (Tabela 2). Este valor se aproxima do encontrado para o tratamento solo de baixo sem adição de EB (8,1 cm/muda⁻¹), porém, é

inferior ao do tratamento solo de baixo enriquecido com 33% de EB (15,55 cm/muda⁻¹). Estes dados mostram a necessidade de adição de pelo menos 20% de EB aos CP-vermiculita.

Tabela 2. Altura das plantas de faveleira (*Cnidioscolus quercifolius* Pohl.) (cm) aos 100, 190 e 293 dias após a semeadura (DAS) de acordo com o tipo de substrato (coprodutos da extração da vermiculita = CP-vermiculita, e solo de baixo = Solo) e o percentual de adição (volume) de esterco bovino (EB) ao substrato. (n=2)

Tratamentos	1º corte	2º corte	3º corte
	100 DAS	190 DAS	293 DAS
CP vermic+0%EB	4,60	3,20	3,10
CP-vermic+5%EB	5,10	21,00	13,50
CP vermic+10%EB	12,20	34,00	19,20
CP-vermic+20%EB	12,80	34,50	41,30
Solo+0%EB	16,20	33,30	15,00
Solo+33%EB	31,09	70,20	67,20

Fonte: Os autores.

Dados de altura relatados na literatura mostram que mudas de faveleira em idades semelhantes podem apresentar alturas diferentes às relatadas neste estudo. Figueiredo et al. (2012) reportaram aos 120 dias de idade altura média de 20,5 cm ao utilizarem substrato convencional (solo mais esterco, 2:1, v/v), e Candeia et al. (2010) obtiveram, nas mesmas condições, altura média de 14,7 cm. Porém, estes resultados não significam que os CP-vermiculita não são apropriados para a produção de mudas desta espécie. Talvez, seja necessária a adição de níveis maiores de EB, similares aos utilizados por aqueles autores (33%), ou a aplicação de uma correção química para um maior desenvolvimento das mudas. Por exemplo, Ramos (2013) relata para a faveleira aos 90 dias de idade se desenvolvendo em CP-vermiculita enriquecido com 0, 10, 20 e 40% (v) de EB, além de três aplicações de K em cobertura (15, 30 e 60 dias após germinação), alturas médias de 4,2; 43,5; 44,2 e 61,0 cm, respectivamente, enquanto o tratamento testemunha (solo de baixo e EB, 2/1, v/v) resultou em altura média de 31,5 cm. Nota-se, neste último estudo, que os tratamentos com CP-vermiculita enriquecidos com EB resultaram em alturas médias superiores à verificada no tratamento convencional, certamente devido ao K prontamente disponível via fertilização potássica.

Além da composição do substrato, a espécie e a idade afetam a altura das mudas. Carlos et al. (2013) encontraram para a óleo bálamo (*Aparisthium cordatum* (A. Juss.) Baill.) uma espécie arbórea distribuída em formações florestais da região Sudeste ao Nordeste semiárido, altura média de 17,59 cm aos 90 dias de idade, utilizando como substrato latossolo vermelho-amarelo de baixa fertilidade, sem adição de matéria orgânica (MO). Dias e Souto (2007) constataram, entre 4 e 5 meses de idade, valores superiores para mudas de diversas espécies arbóreas gliricídia (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud), albízia (*Pseudo samaneaguachapelle* L.),

mulungu (*Erythrina velutina* Jacq.), jurema preta (*Mimosa tenuiflora* (Willd) Poiret), sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth.), angico vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* Benth.), olosericea (*Miconia holosericea* (L.) DC.), acácia auriculada (*Acacia auriculiformis* Gill.); jurema branca (*Piptadenia stipulacea* Benth.), tamboril (*Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong), guapuruvu (*Schizolobium parabyba* (Vell.) S. F. Blake), mulungu do alto (*Erythrina poeppigiana* Wild.), coração de negro (*Piptocarpha rotundifolia* (Less.) Baker), leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) R. de Wit.), jacarandá bico de pato (*Machaerium hirtum* D. Don) e canafistula (*Peltoporum dubium* (Spreng.) Taub.). Nessa idade, essas mudas atingem altura média entre 40 e 60 cm, utilizando substrato contendo 30% de composto orgânico, 30% de argila, 30% de areia e 10% de fosfato de rocha.

Quando do primeiro corte da parte aérea das mudas, aos 100 DAS, verificou-se que a adição de 20% de EB aos CP-vermiculita não foi suficiente para que a altura das mudas se aproximasse da atingida pelas plantas se desenvolvendo em solo de baixio sem adição de EB (Tabela 2). Em contrapartida, essa semelhança se verificou com 10% e 5% de adição de EB aos CP-vermiculita, respectivamente aos 190 (segundo corte) e 293 (terceiro corte) DAS. Será visto adiante que este mesmo comportamento foi observado para o diâmetro basal e MS.

Apesar dos CP-vermiculita superarem o solo de baixio em termos de nutrientes (Tabela 1), não resultaram em mudas mais altas. Provavelmente, isto se deve ao fato de os CP-vermiculita serem compostos de materiais parcialmente intemperizados (Gomes et al., 2012), contendo nutrientes não prontamente disponíveis às plantas. Corroborar esta hipótese a recomendação de França et al. (2010) da utilização do CP-vermiculita como fertilizante em culturas que demandem baixas taxas de liberação de potássio por longos períodos de tempo. Assim, pode-se inferir que ocorre a liberação gradual de nutrientes dos CP-vermiculita naturalmente ou pela ação do EB e dos produtos originados de sua degradação, igualando, aos 293 DAS, o tratamento CP-vermiculita enriquecido de 5% de EB ao solo de baixio sem adição de EB, mas que contém naturalmente MO em sua composição.

Todas as mudas de faveleira rebrotaram em todos os substratos, cuja altura das duas maiores rebrotas de cada vaso aos 190 dias, correspondente ao crescimento acumulado de 90 dias desde o corte efetuado aos 100 dias, superou a verificada nas plantas aos 100 dias, exceto quando não houve adição de EB ao CP-vermiculita. Nota-se, porém, que o potencial de crescimento em altura das rebrotas estabilizou ou decresceu no período de 103 dias entre o segundo (190 dias) e o terceiro cortes (293 dias) para todos os tratamentos, exceto para o tratamento CP-vermiculita com adição de 20% de EB. É possível que a disponibilidade de

nutrientes esteja aumentando gradualmente em função da ação dos 20% de EB e dos compostos resultantes de sua degradação nos CP-vermiculita parcialmente intemperizados. Por outro lado, a disponibilidade de nutrientes no solo de baixo certamente está decrescendo, via exportação dos mesmos na parte aérea coletada nos dois primeiros cortes, para níveis abaixo do necessário para manter o vigor de rebrota. Nota-se, também, que a altura das rebrotas nos tratamentos em que os CP-vermiculita foram enriquecidos com 10 ou 20% de EB passou a superar a das rebrotas do tratamento solo de baixo sem adição de EB, notadamente aos 293 DAS. É possível, também, que a adição de mais de 20% de EB aos CP-vermiculita equiparasse a altura das rebrotas à verificada no tratamento solo de baixo enriquecido de 33% de EB no momento do terceiro corte (293 DAS). É lícito supor que este poder de rebrota crescente das mudas se desenvolvendo no substrato com CP-vermiculita enriquecido de 20% de EB signifique mudas vigorosas que consigam sobreviver e reagir ao estresse pós-plantio no campo, mostrando o potencial de utilização dos CP-vermiculita como substrato ou fertilizante para esta espécie florestal.

Diâmetro Basal

No geral, o diâmetro das duas mudas de cada parcela foi maior no substrato solo de baixo e o EB afetou positivamente o crescimento em diâmetro quando adicionada ao CP-vermiculita ou ao solo de baixo ($P < 0,05$) (Figura 5).

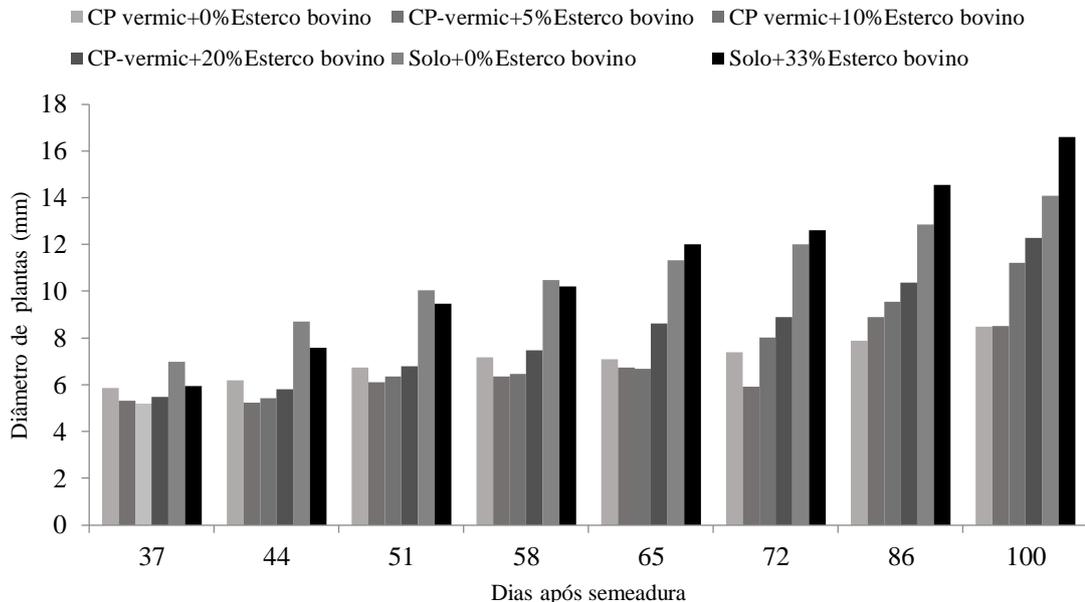


Figura 5. Diâmetro basal (mm/2 mudas) de faveleira (*Cnidocolus quercifolius* Pohl.) em função da idade (dias após a semeadura) e da porcentagem de adição de esterco bovino coproduto de vermiculita (0, 5, 10 e 20%, v/v) e ao solo de baixo (0 e 33%, v/v). Fonte: Os autores.

As mudas de faveleira apresentaram, aos 100 DAS, diâmetro basal médio variando entre 8,48 e 16,59 mm/2 mudas (equivalente a 4,24 a 8,30 mm/muda) (Tabela 3). Nesta idade, os menores valores médios para diâmetro basal foram verificados nas mudas nos vasos com CP-vermiculita com a adição de até 5% de EB (~8,5 cm/2 mudas ou equivalentemente 4,25cm/muda), atingindo 12,27 mm/2 mudas ou 6,14 mm/planta quando foram adicionados 20% de EB aos CP-vermiculita. Este valor se aproximou do encontrado para o tratamento solo de baixo sem adição de EB (14,08 mm/2 mudas ou 7,04 mm/muda), porém, foi inferior àquele do tratamento solo de baixo enriquecido com 33% de EB (16,59 mm/2 mudas ou 8,30 mm/muda). Este comportamento foi semelhante ao observado para a altura das mudas e mostra a necessidade de adição de EB para que os CP-vermiculita possam ser utilizados na produção de mudas de faveleira.

Tabela 3. Diâmetro basal (mm/2 mudas) de faveleira (*Cnidocolus quercifolius* Pohl.) aos 100, 190 e 293 dias após a semeadura (DAS) de acordo com o tipo de substrato (coprodutos da extração da vermiculita = CP-vermiculita, e solo de baixo = Solo) e percentual (volume) de adição de esterco bovino (EB) ao substrato.

Tratamentos	1º corte 100 DAS	2º corte 190 DAS	3º corte 293 DAS
CP-vermic+0% EB	8,48	5,89	4,89
CP-vermic+5% EB	8,52	13,15	12,85
CP-vermic+10% EB	11,22	14,16	15,66
CP-vermic+20% EB	12,27	14,49	20,08
Solo+0% EB	14,08	14,67	12,56
Solo+33% EB	16,59	20,07	23,42

Fonte: Os autores.

Candeia et al. (2010) (6,1 mm), Figueiredo et al. (2012) (16,2 mm) e Ramos (2013) (5,4; 11,0; 7,9 e 11,9) reportaram para a faveleira média, de diâmetro basal variado, de acordo com as condições já relatadas quando da discussão dos dados de altura. Para o óleo bálamo, Carlos et al. (2013) relataram valores médios de diâmetro entre 3,89 mm e 4,14 mm.

Quando se realizou o primeiro corte da parte aérea das mudas aos 100 DAS, verificou-se que a adição de 20% de EB aos CP-vermiculita não foram suficientes para que o diâmetro basal se aproximasse do valor observado nas plantas se desenvolvendo nos vasos com solo de baixo sem adição de EB (Tabela 3). Em contrapartida, essa semelhança se verificou com 10% e 5% de adição de EB ao CP-vermiculita, respectivamente aos 190 (segundo corte) e 293 (terceiro corte) DAS.

A soma dos diâmetros basais de todas as rebrotas de cada vaso tendeu a decrescer entre o segundo (190 dias) e terceiro (293) cortes, exceto nos tratamentos CP-vermiculita enriquecido com 10 ou 20% de EB e no solo de baixo enriquecido com 33% de EB. Este crescimento foi maior no tratamento CP-vermiculita, enriquecido com 20% de EB (14,49

para 20,08 mm), se aproximando do valor observado no solo de baixo enriquecido de 33% de EB.

Novamente, a argumentação baseada na intemperização parcial do CP-vermiculita e na liberação gradual dos seus nutrientes pode explicar o comportamento de redução do EB necessário para o diâmetro das plantas em substrato com CP-vermiculita se igualar ou superar o das plantas em solo de baixo sem ou com a adição de EB. É lícito supor que este poder de rebrota crescente em termos de diâmetro basal mostrado pelas mudas se desenvolvendo no substrato com CP-vermiculita enriquecido de 10 ou 20% de EB signifique mudas vigorosas que consigam sobreviver e reagir ao estresse pós-plantio no campo, mostrando o potencial de utilização dos CP-vermiculita como substrato ou fertilizante para esta espécie florestal.

Massa Seca (MS)

Houve efeito de tipo de substrato e de adição de EB ($P < 0,05$) na produção total de MS proveniente dos três cortes (planta+rebrota 1+rebrota 2). No geral, o total de MS produzido pelas mudas em cada vaso foi maior no substrato solo de baixo e o EB afetou positivamente a produção de MS quando adicionada ao solo de baixo ou aos CP-vermiculita ($P < 0,05$) (Figura 6). Foi necessária a adição de 10 a 20% de EB nos CP-vermiculita para que a MS produzida pelas mudas se igualasse àquela verificada no solo de baixo sem adição de EB, no qual já se espera que contenha naturalmente MO em sua composição.

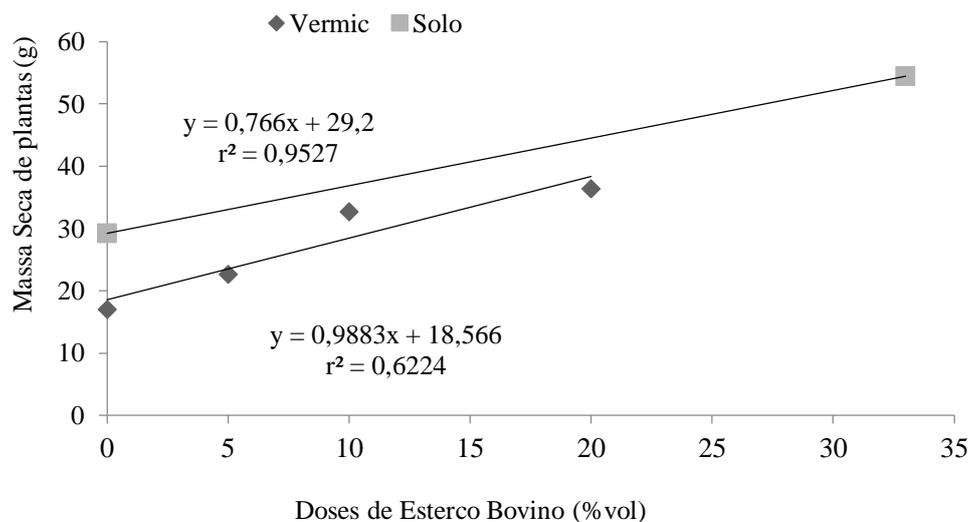


Figura 6. Massa seca da parte aérea de duas plantas de faveleira (*Cnidocolus quercifolius* Pohl.) resultante de três cortes efetuados aos 100, 190 e 293 dias após a semeadura. Fonte: Os autores.

Em linhas gerais, esta tendência foi semelhante em cada corte separadamente, porém, a quantidade de EB necessária para que as plantas no substrato CP-vermiculita produzissem quantidade de MS semelhante às plantas no solo de baixo sem adição de EB diminuiu ao longo do tempo. Aos 100 DAS, quando se realizou o primeiro corte, o acúmulo de MS nas plantas de cada vaso que recebeu CP-vermiculita enriquecidos de 20% de EB se aproximou da MS produzida nos vasos com solo de baixo sem adição de EB (Tabela 4). Essa igualdade se verificou com 10% e 5% de adição de EB aos CP-vermiculita, respectivamente aos 190 (segundo corte) e 293 (terceiro corte) DAS.

Tabela 4. Massa seca (g) da parte aérea de duas mudas de faveleira (*Cnidocolus quercifolius* Pohl.) resultante dos cortes da parte aérea efetuados aos 100, 190 e 293 dias após a semeadura (DAS), de acordo com o tipo de substrato (coprodutos da extração da vermiculita = CP-vermiculita e solo de baixo = Solo) e o nível de adição de esterco bovino (EB em %, v).

Tratamentos	Total	1º corte	2º corte	3º corte
	3	100	190	293
	Cortes	DAS	DAS	DAS
CP vermic+0%EB	17,03	4,53	5,72	6,78
CP-vermic+5%EB	22,68	4,69	4,48	13,51
CP vermic+10%EB	32,77	7,16	9,89	15,73
CP-vermic+20%EB	36,38	7,90	8,53	19,95
Solo+0%EB	29,20	8,70	8,88	11,61
Solo+33%EB	54,48	15,22	11,75	27,51

Fonte: Os autores.

Isto pode estar acontecendo em virtude das propriedades do CP-vermiculita. Segundo Gomes et al. (2012) e Silva et al. (2012) este material está parcialmente intemperizado, ao passo que o solo de baixo se encontra mais avançado quanto ao intemperismo de seus componentes. Assim, é possível que a ação dos ácidos orgânicos gerados pela degradação do EB resulte em uma liberação gradual de nutrientes do CP-vermiculita, rico em potássio (K), fósforo (P), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) (França et al., 2010.; Gomes et al., 2012) em complemento aos nutrientes presentes no EB. Nas plantas se desenvolvendo em solo de baixo, a disponibilidade de nutrientes na verdade decresce com o tempo, tendo em vista a absorção e exportação dos mesmos via corte da parte aérea das plantas. Corrobora essa argumentação os teores de nutrientes observados nos CP-vermiculita e solo de baixo (Tabela 1), em que os teores de K, P, Ca e Mg na vermiculita são maiores do que os do solo de baixo. Esta superioridade, porém, não resulta inicialmente em produção de MS similar à de solo de baixo, pois parte dos nutrientes pode estar inicialmente indisponível para as plantas. Com a disponibilização gradual, natural ou decorrente da ação do EB nos CP-vermiculita, mais nutrientes estariam disponíveis, se aproximando ou superando a disponibilidade normalmente verificada no solo de baixo. Isto faz com que a

MS produzida nas rebrotas provenientes de cortes sucessivos aumente e supere a MS produzida nas rebrotas das mudas se desenvolvendo em solo de baixo sem adição de EB. Este comportamento crescente de produção de biomassa em cortes sucessivos indica que as mudas podem reagir ao estresse pós-plantio e apresentarem sobrevivência e crescimento satisfatórios em condições de campo. Estudos adicionais de campo deverão ser realizados para testar estas hipóteses, considerando a análise dos atributos dos substratos, a produção de MS e os teores de nutrientes nas folhas e demais tecidos das plantas em cortes subsequentes.

Ramos (2013) reportou para a faveleira aos 90 dias de idade se desenvolvendo em CP-vermiculita enriquecido com 0, 10, 20 e 40% (v) de EB, além de três aplicações de K em cobertura (15, 30 e 60 dias após germinação), médias de massa seca da parte aérea de 1,5; 11,4; 9,5 e 17,1 g, respectivamente. Os valores 11,4, 9,5 g/planta superaram os valores de MS reportados para os tratamentos CP-vermiculita enriquecido de 10 e 20% de EB testados no presente trabalho, certamente devido à pronta disponibilidade de K advinda da fertilização potássica. O valor 8 g/planta encontrado por Ramos (2013), referente ao tratamento solo de baixo com adição de 33% de EB e que não recebeu K em cobertura, é praticamente igual ao relatado no presente estudo (15,22 g/2 mudas ou 7,62 g/muda), atestando a validade das comparações entre os dados do presente estudo e os daquele autor.

CONCLUSÃO

Os coprodutos da extração de vermiculita têm potencial para compor o substrato de produção de mudas de faveleira em substituição ao substrato convencional composto de solo de baixo e esterco.

A adição de 10 a 20% de esterco bovino à mistura equitativa dos coprodutos (poeira fina e ultrafina) da extração de vermiculita resulta em mudas de faveleira de boa qualidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agra MF (1996). *Plantas da medicina popular dos Cariris Velhos*. Paraíba, Brasil/ João Pessoa: Editora União. 125p.
- Araújo JM (2010). *Crescimento inicial de três espécies arbóreas nativas em áreas degradadas da caatinga*. Monografia (Graduação) - Engenharia Florestal. CSTR/UFCG, Patos-PB. 29p.
- Azevêdo SMA (2011). *Crescimento de plântulas de jurema preta (Mimosa tenuiflora (Willd.) Poir.) em solos de áreas degradadas da caatinga*. Patos-PB, Monografia (Graduação) - Engenharia

- Florestal. CSTR/UFCEG, Patos- PB. 41p.
- Bezerra GE (1972). *Faveleira: seu aproveitamento como forrageira*. Boletim Técnico, Fortaleza, 30(1): 71-87.
- Braga R (1976). *Plantas do Nordeste: Especialmente do Ceará*. Natal: Fundação Guimarães Duque, (Coleção Mossoroense,42). 509p.
- Candeia BL, Bakke OA, Arriel EF, Bakke, IA (2010). Production of thornless *Cnidoscopus quercifolius* Pohl. progenies from open pollinated native trees. *Pesquisa Florestal Brasileira*, Colombo, 30: 147-152.
- Carlos L, Venturin N, Higashikawa EM, Santos SC, Macedo RLG (2013). Crescimento e nutrição mineral de mudas de óleo-bálsamo sob o efeito da omissão de nutrientes. *Enciclopédia Biosfera*, Centro Científico Conhecer - Goiânia, 9(17): 895.
- Cavalcanti NB, Araújo GGL, Resende GM, Brito LTL (2000). Consumo de folhas de imbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda) pelos caprinos e ovinos no semiárido de Pernambuco. In: Congresso Nordestino de Produção Animal, Teresina. *Anais...* Teresina: SBZ. 51p.
- Costa Júnior JEV (2011). *Crescimento, acúmulo de massa seca e de solutos orgânicos em plantas de faveleira (Cnidoscopus quercifolius Pobl.) crescidas em solução salina*. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Patos – PB. 32p.
- Dias PF, Souto SM (2007). Jurema preta (*Mimosa tenuiflora*): leguminosa arbórea recomendada para ser introduzida em pastagens em condições de mudas sem proteção e na presença do gado. *Revista da FZVA*, Uruguaiana, 14(1): 258-272.
- Drumond MA, Kiill LHP, Lima PCF, Oliveira MC, Albuquerque SG, Nascimento CES, Cavalcanti J (2000). *Estratégias para o Uso Sustentável da Biodiversidade da Caatinga*. Documento para discussão no GT Estratégias para o Uso Sustentável. Petrolina: Embrapa Semi-Arido. 21p.
- Duque JG (1980). *O Nordeste e as Lavouras Xerófilas*. Brasília: Fundação Guimarães Duque (Coleção Mossoroense, 143). 316p.
- EMBRAPA (2006). Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. 2 ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI. 212p.
- Farias Júnior JA (2011). *Clonagem de Faveleira (Cnidoscopus quercifolius Pobl.) por Alporquia, Utilizando Rejeito de Vermiculita e Diferentes Concentrações de Ácido Indol Acético*. Patos-PB, 2011. Dissertação (Mestrado). Ciências Florestais. CSTR/UFCEG, Patos-PB. 60p.
- Figueiredo JM, Araújo JM, Pereira ON, Bakke IA, Bakke AO (2012) Revegetation of

- degraded Caatinga sites. *Journal of Tropical Forest Science*, Malásia, 24(3): 332–343p.
- França SCA, Luz AB, Santos JS, Borges RS (2010). Estudo da aplicação de resíduos de vermiculita como fertilizante alternativo de potássio. In: II Simpósio de Minerais Industriais do Nordeste. *Anais...* Campina Grande: CETEM/UFPE. 125p.
- Gomes ADV, Leite, MJH, Santos RV (2012). Rejeito de vermiculita comparado ao método convencional de viveiros florestais na produção de mudas de sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth). *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, Mossoró, 7(2): 236-241.
- Gomes RP (1973). *Forragens fartas nas secas*. 2 ed. São Paulo: Nobel AS. 233p.
- IBGE (2014). *Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas - Sistema IBGE de Recuperação Automática*.
- Leite MJH, Santos RV, Gomes ADV (2012). Efeito das lavagens nos atributos do solo e comportamento do Maracujazeiro-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.) em áreas salinizadas do cariri. *Engenharia Ambiental*, Espírito Santo do Pinhal, 9(4): 066-078p.
- Lucena RJ (2012). *Influência do tipo de incisão no ramo, ácido indolbutírico e da forma de proteção do substrato na clonagem de Cnidoscolus quercifolius Pohl. (Faveleira) por alporquia*. Monografia (Graduação) - Engenharia Florestal. CSTR/UFCG, Patos-PB. 37p.
- Maia GN (2004). *Caatinga: árvores e arbustos e suas utilidades*. 1 ed. São Paulo: D&Z Computação Gráfica e Editora. 413p.
- Medeiros SS, Cavalcante AMB, Marin AMP, Tinôco LBM, Sarcedo IA, Pinto TF (2012). *Sinopse do Censo Demográfico para o Semiárido Brasileiro - INSA – Instituto Nacional do Semiárido*. Campina Grande-PB, 103p.
- Nascimento MPSCB, Oliveira MEA, Nascimento HTS Do, Carvalho JH De, Alcoforado Filho FG, Santana CMM De (1996). *Forrageiras da bacia do Parnaíba: Uso e composição química*. Teresina: EMBRAPA-CPAMN. 86p.
- Pimentel Gomes F (1981). *Curso de estatística experimental*. 9 ed. São Paulo, SP. Nobel. 430 p.
- Ramos TM (2013). *Crescimento de Faveleira (Cnidoscolus quercifolius Pohl.) em coproduto de vermiculita sob fertilização*. Monografia (Graduação) - Engenharia Florestal. CSTR/UFCG, Patos-PB, 45p.
- Rodrigues RD (2011). *Crescimento e qualidade de mudas de sabiá (Mimosa caesalpinifolia Benth.) em diferentes substratos*. Monografia (Graduação) - Engenharia Florestal. CSTR/UFCG, Patos-PB, 36p.
- Sales FCV, Araújo LVC, Arriel EF, Bakke OA (2001). Avaliação de diferentes métodos para quebra de dormência da semente de faveleira *Cnidoscolus quercifolius* Pohl. In: 52º

- Congresso Nacional De Botânica. *Resumos...* João Pessoa: UFPB. 165p.
- Silva GS, Lucena RJ, Santos RV, Lucena EO, Assis MM, Alencar LS, Bezerra RMR, Silva LLH (2012). Avaliação do uso de Fertilizantes e Matéria Orgânica com Rejeito de Vermiculita na Produção de Mudanças de Pau D'arco. *Anais - FERTBIO. Resumo expandido.* A responsabilidade socioambiental da pesquisa agrícola 17 a 21 de setembro – Centro de Convenções – Maceió/Alagoas.
- Silva JMC, Tabarelli M, Fonseca MT (2004). As paisagens e o processo de degradação do semiárido nordestino. *In: Silva JMC, Tabarelli M, Fonseca MT, Lins LV (Orgs.) Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação.* Brasília, DF: MMA. UFPE. 17-36.
- Souza MN (2004). *Degradação e recuperação ambiental e desenvolvimento sustentável.* Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais. 393p.
- Trajano EVA, Santos Bakke AO, Vital AFM, Santos YM, Quaresma JM, Salviano VM (2010). Crescimento do pinhão-mansão em substratos com rejeitos de mineração do Semiárido - PB. *In: IV Congresso Brasileiro de Mamona e I Simpósio Internacional de Oleaginosas Energéticas, João Pessoa. Inclusão Social e Energia: Anais...* Campina grande: Embrapa Algodão. 545-550p.

Crescimento inicial de *Piptadenia stipulacea* Benth sob influência de coprodutos de vermiculita

Recebido em: 20/07/2020

Aceito em: 25/07/2020

 10.46420/9786588319000cap2

Maria José de Holanda Leite¹ 

Olaf Andreas Bakke² 

Andréa de Vasconcelos Freitas Pinto¹ 

Elmadã Pereira Gonzaga¹ 

Camila Alexandre Cavalcante de Almeida¹ 

Gabriela Gomes Ramos² 

Ediglécia Pereira de Almeida² 

Amanda de Lira Freitas³ 

INTRODUÇÃO

A mineração é uma importante atividade econômica no Brasil gerando emprego e a sobrevivência de milhares de famílias. De acordo com o Sumário Mineral (2008), em 2007 o país ocupou a 3ª posição na produção mundial de bauxita, contribuindo com 12,7% do total produzido mundialmente, e 18,8% de todo o minério de ferro comercializado no mercado mundial. Neste contexto, existem na região Nordeste do Brasil várias mineradoras em atividade, dentre elas as de extração de vermiculita com uma jazida localizada no município de Santa Luzia e sob a responsabilidade da Mineradora Pedra Lavrada Ltda. (Cucinelli Neto; Ugarte, 2007).

O método de exploração praticado por esta mineradora é a mineração a céu aberto, que afeta diretamente a área da jazida explorada e o entorno da unidade de beneficiamento onde os rejeitos são descartados. De uma maneira indireta, afeta, também, os corpos d'água devido ao carreamento desses rejeitos pelo vento e água das chuvas. Ações de recuperação da área explorada e destinação correta ou utilização dos rejeitos produzidos devem ocorrer

¹ Universidade Federal de Alagoas (UFAL), BR 104, Km 85, CEP: 57100-000, S/N - Mata do Rolo - Rio Largo, Alagoas, Brasil. ² Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), CEP:58708-110, Avenida Universitária, S/N, Bairro Santa Cecília, Cx Postal 61, Patos, Paraíba, Brasil. ³ Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), 52171-900, Rua Dom Manuel de Medeiros, s/n - Dois Irmãos, Recife, Pernambuco, Brasil.

* Autor de correspondência: maryholanda@gmail.com.

para minimizar estes impactos.

A extração desse produto resulta em 5 tipos de rejeitos ou coprodutos com granulometria diferente (de pedras a poeira ultrafina) que se acumulam nos pátios e entorno das mineradoras (Gomes et al., 2012; Leite et al. 2012) em grande quantidade, pois constituem de 60% a 80% da quantidade de material bruto retirado das jazidas. Porém, estes autores comprovaram que a poeira fina apresenta características apropriadas para a composição de substrato de produção de mudas de sabiá e maracujá, constituindo uma alternativa para a redução dos impactos ambientais causados por esses coprodutos.

Cerca de $877,6 \times 10^3 \text{ km}^2$ da região nordeste do Brasil incluídos em todos Estados nordestinos, com exceção do Maranhão, além de 102.567 km^2 do norte de Minas Gerais, compõem uma região semiárida muito susceptível à degradação (Medeiros et al., 2012). Esta é considerada a região semiárida mais populosa e com maior grau de antropismo, com 57,3 milhões de habitantes e rebanhos de 28,2, 7,8 e 9,3 milhões de bovinos, caprinos e ovinos, respectivamente (IBGE, 2014; Medeiros et al., 2012; Drumond et al., 2000). Como resultado das diversas ações antrópicas (mineração, pecuária, agricultura, etc.) praticadas no Bioma Caatinga, 15% de sua área apresenta alto nível de degradação ambiental (Sá et al. 2003), ou equivalentemente mais de 20 milhões de hectares com elevado grau de degradação ambiental. Esta degradação alcança altos níveis nos Estados do Ceará e Paraíba que têm até metade das áreas coberta pelo bioma Caatinga com níveis acentuados de degradação (Sá et al. 2003; Silva et al., 2004). Nessas áreas, a flora e a fauna encontram-se prejudicadas, os solos estão sujeitos à erosão e apresentam potencial de produção reduzido (Alves et al., 2009).

Esta situação dever ser evitada, pois a recuperação ambiental é um processo lento e de resultados incertos (Lima, 2004), e demanda ações adequadas às condições ambientais deterioradas, particularmente no que se refere ao solo (Souza, 2004). Uma alternativa consiste na produção e plantio de mudas de espécies arbóreas nativas adaptadas a áreas degradadas, as quais se produzidas com substratos alternativos em substituição ao substrato convencional, composto basicamente de solo de baixo e esterco, resultaria na não degradação de áreas aluvionais e na minimização dos impactos ambientais provocados pela deposição dos coprodutos no entorno das mineradoras.

O substrato para produção de mudas deve ser composto de materiais que proporcionem sustentação e forneçam umidade e nutrientes necessários para o crescimento das mudas. Vários materiais são usados, dependendo da região. Por exemplo, Rodrigues (2011) concluiu que solo+rejeito de vermiculita e solo+esterco bovino foram os substratos que produziram as melhores mudas de sabiá. Trajano et al. (2010) recomendaram a utilização

de 20 a 50% da poeira fina da extração de vermiculita para a produção de mudas de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.). Segundo Leite (2012), a poeira fina contém P (58 mg.dm³); Mg (3,8 cmol_c dc⁻³) e Ca (14 cmol_c dc⁻³), níveis considerados altos (Santos et al., 2020), e superiores aos verificados nos solos em geral, com a vantagem de serem disponibilizados gradualmente para a solução do solo (Pavinato et al., 2009).

Dentre as espécies arbóreas adaptadas a áreas degradadas, se encontra a jurema branca (*Piptadenia stipulacea* Benth.), uma Fabaceae lenhosa da subfamília Mimosoideae que atinge 4 metros de altura e ocorre em áreas de caatinga arbustiva rala a arbórea densa do Piauí até a Bahia, em terrenos profundos e bem supridos de água, mas que também se adapta a terrenos inóspitos e degradados (Benedito, 2012; Lorenzi, 1998; Maia, 2004). Esta espécie produz madeira, lenha, remédios, néctar, pólen e forragem, e pode ser utilizada na restauração florestal e em sistemas agroflorestais, pois é de rápido crescimento e fixa nitrogênio no solo através da simbiose com bactérias noduladoras do gênero *Rhizobium* (Chiappeta; Mello, 1984; Fonseca, 2005; Maia, 2004; Sibinel, 2003). Mudas desta espécie podem ser produzidas sexualmente em substrato composto de solo mineral enriquecido de matéria orgânica (MO) ou fertilizante químico e suas mudas atingem entre 7,1 e 51,25 cm de altura e entre 1,09 e 6,00 mm de diâmetro aos 14 e 120 dias de idade, respectivamente (Barbosa et al., 2013; Farias et al., 2013).

Este estudo avaliou a utilização da mistura equitativa dos coprodutos poeira fina e ultrafina da extração da vermiculita (CP-vermiculita) e a quantidade necessária de esterco bovino a ser adicionada ao substrato de produção de mudas de jurema branca (*Piptadenia stipulacea* Benth.).

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida de abril de 2013 a fevereiro de 2014 em ambiente telado localizado no Viveiro Florestal da Unidade Acadêmica de Engenharia Florestal/Centro de Saúde e Tecnologia Rural/Universidade Federal de Campina Grande (UAEF/CSTR/UFCG), Patos – PB, Brasil.

Os substratos testados para a produção de mudas foram solo de baixio ou mistura equitativa dos coprodutos poeira fina e ultrafina da extração de vermiculita, enriquecidos com esterco bovino em diversas proporções. O solo foi coletado de área de baixio (solo até a profundidade de 1 m), e os coprodutos foram obtidos na Mineradora Pedra Lavrada (MPL), em Santa Luzia, Sertão paraibano, localizada na região Nordeste do Brasil.

O esterco bovino curtido durante 30 dias, o solo de baixo e os coprodutos foram secos, destorroados, homogeneizados, peneirados separadamente em peneira com malha de 2 mm, e misturados conforme as proporções dadas pelos tratamentos experimentais. O solo de baixo e os coprodutos foram amostrados e caracterizados quimicamente no Laboratório de Solos da UAEF (Tabela 1) (Embrapa, 2006) (Tabela 1). Os coprodutos apresentaram teores de nutrientes superiores aos de solo de baixo para todos os atributos considerados. Os teores de fósforo, cálcio, magnésio e potássio, bem como a capacidade de troca catiônica e a saturação por base foram considerados altos (Santos et al., 2002).

Tabela 1. Atributos do solo de baixo e dos coprodutos da extração da vermiculita (poeira fina e ultrafina) utilizados para a produção de mudas de jurema branca (*Piptadenia stipulacea* Benth.).

Substrato	pH _{CaCl2}	P	Ca	Mg	K	Na	SB	H+Al	CTC	V
		mg.dm ³					cmol _c dm ⁻³			-----%
Solo de baixo	6,2	44,1	5,0	2,4	0,18	1,68	7,26	1,1	10,4	89,4
Poeira fina	6,4	330	16,5	2,5	0,33	3,70	23,03	0,6	23,6	97,5
Poeira ultrafina	6,7	429	26,0	4,0	0,49	6,09	36,58	0,6	37,2	98,4

SB = soma de bases; CTC = capacidade de troca de cátions; V = saturação por bases. Fonte: Os autores.

As sementes de jurema branca foram coletadas em junho de 2012 de uma matriz plantada no Campus de Patos da UFCG, beneficiadas, limpas e armazenadas até utilização no experimento. Antes da semeadura, as sementes foram colocadas durante vinte segundos em um becker de 100 ml com água fervente após desligamento da fonte de calor e, a seguir, foram resfriadas em água corrente à temperatura ambiente. Após este procedimento, 10 sementes foram semeadas diretamente no substrato de cada vaso com capacidade para 8000 cm³. Trinta dias após a semeadura (DAS) foi realizado o desbaste, deixando as duas mudas mais vigorosas em cada vaso. Os vasos foram mantidos em ambiente telado entre abril de 2013 e fevereiro de 2014, com irrigação manual diária.



Figura 1. Medição da altura (A) e diâmetro basal (B) das mudas de jurema branca. Fonte: Os autores.

Dados de altura e diâmetro basal foram coletados aos 37, 44, 41, 58, 65, 72, 86, 100,

193 e 293 DAS. A altura (cm) foi obtida com régua milimetrada, posicionando-a ao lado da planta e medindo o comprimento entre a superfície do substrato no vaso e a base do meristema apical do fuste (dados coletados até 100 DAS) ou da maior rebrota (dados coletados aos 190 e 293 DAS) (Figura 1A). O diâmetro (mm) foi obtido com paquímetro digital de 0,05 mm de precisão e correspondeu ao diâmetro da base do eixo caulinar das mudas de jurema branca (dados coletados até 100 DAS) ou à soma dos diâmetros basais de todas as rebrotas das duas plantas de cada vaso (dados coletados aos 190 e 293 DAS) (Figura 1B).

Cem dias após a semeadura, a parte aérea de cada muda foi cortada, desidratada em estufa de ventilação forçada por 72 h a 60°C e pesada para determinação da massa seca (MS) (g) em balança digital de 0,1 g de precisão (Figura 2). Após este corte, os vasos permaneceram em ambiente telado sob as mesmas condições ambientais e de irrigação já descritas, quando as mudas se recuperaram e cujas rebrotas foram cortadas novamente aos 190 e 293 DAS.



Figura 2. Detalhe do ponto de corte da parte aérea das mudas de jurema branca. Fonte: Os autores.

As parcelas foram aleatorizadas de acordo com um delineamento inteiramente casualizado (DIC) com 6 tratamentos [solo de baixo enriquecido com T0 = 0% e T1=33% de esterco bovino (EB, v), e mistura equitativa dos coprodutos poeira fina e ultrafina da extração de vermiculita enriquecidos com T2=0%, T3=5%, T4=10% e T5=20% de EB] e 5 repetições, totalizando 30 parcelas (vasos com duas plantas).

Os dados de altura, diâmetro basal e MS analisados corresponderam à soma dos valores observados nas duas plantas de cada vaso. Os efeitos de tratamentos foram testados pelo teste F da ANOVA e modelos de regressão foram determinados para estimar o efeito da idade e dos níveis de adição de esterco bovino na altura, diâmetro basal e MS da parte aérea das mudas, empregando técnicas de análise de regressão linear (Pimentel-Gomes, 1981) para $P < 0,05$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Altura

No geral, a altura das mudas foi menor para os tratamentos com CP-vermiculita do que nos de solo de baixo e o efeito do EB foi significativo ($P < 0,05$) (Figura 3). Nota-se o pequeno crescimento em altura das mudas até 100 DAS no substrato CP-vermiculita sem adição de EB, mostrando a necessidade de adição de EB neste tipo de material. Aos 100 DAS, a altura das mudas de jurema branca ficou entre 21,30 e 120,14 cm/2 mudas ou equivalentemente entre 10,65 e 60,07 cm/muda. Nesta idade e no substrato com CP-vermiculita, a dose ótima de EB ficou em torno de 10% quando resultou em altura média de 39,65 cm/planta, comportamento já caracterizado a partir de 72 DAS, porém sempre abaixo dos valores médios observados nas mudas em solo de baixo.

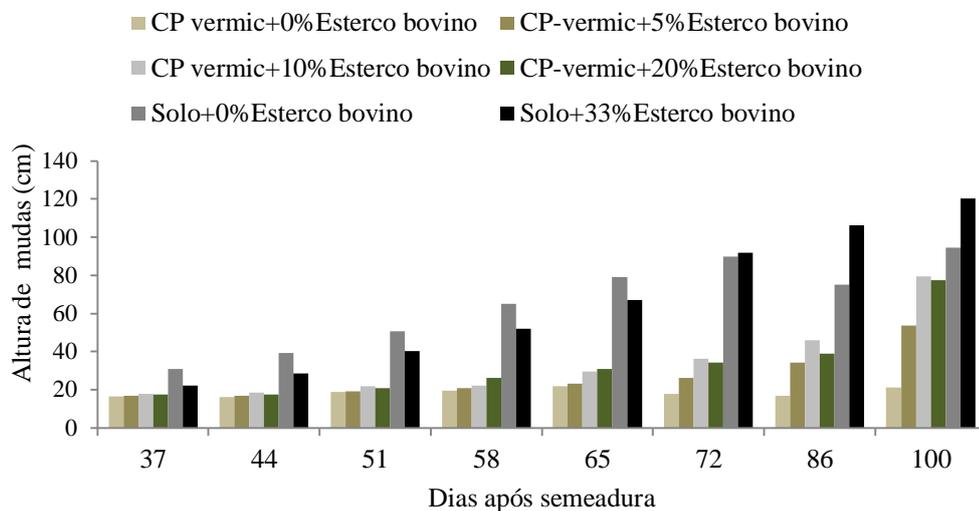


Figura 3. Altura total de duas mudas de jurema branca (*Piptadenia stipulacea* Benth.) em função da idade (de 37 a 100 dias após a semeadura) e da porcentagem (volume) de esterco bovino adicionado aos rejeitos de extração da vermiculita (0, 5, 10 e 20%, volume) e solo de baixo (0 e 33%). Fonte: Os autores.

Considerando a existência de apenas dois níveis de EB e distantes entre si (0% e 33%) e o efeito aparentemente negativo até os 65 DAS, contrastando com o efeito positivo aos 86 e 100 DAS, é possível que exista também entre esses níveis de EB uma dosagem ótima de EB no solo de baixo. Assim, ao se utilizar o substrato convencional pode-se estar desperdiçando EB e ao mesmo tempo produzindo mudas de jurema branca de qualidade aquém da que se poderia atingir. Estudos adicionais são necessários para confirmar esta hipótese.

Os dados do presente estudo foram semelhantes aos reportados por outros autores para a jurema branca. Farias et al. (2013) constataram altura média de 7,1 cm, aos 14 DAS

para mudas se desenvolvendo em substrato composto de fibra de coco, e Barbosa et al. (2013) reportaram altura média de 51,25 cm aos 120 dias após a germinação, utilizando cambissolo no substrato.

Os dados reportados para a altura de mudas de outras espécies arbóreas da Caatinga podem ser interessantes e servir para relativizar o potencial de crescimento da jurema branca. Caron et al. (2007), trabalhando com mudas de aroeira vermelha (*Myracrodruon urundeuva* Fr. ALL), obtiveram 46,4 cm de altura média, aos 112 dias, em substrato composto de 1/3 de palha de café, 2/3 de latossolo amarelo distrófico corrigido com calcário dolomítico. Bernardino et al. (2005) relataram para mudas de angico vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* Benth.), aos 100 dias após a germinação, altura entre 19,80 e 71,23 cm, utilizando subsolo de três classes de solo no substrato, corrigidos e adubados. Lima et al. (2010) verificaram altura média entre 87,67 cm e 105,00 cm para as mudas de tamboril [*Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong.], e entre 41,67 cm e 54,20 cm para mudas de jatobá [*Hymenaea corbaril* L. var. *stilbocarpa* (Hayne) Lee et Lang.] aos 120 dias após a germinação, usando quatro níveis de sombreamentos (0 %, 30%, 50 % e 80 %) e substrato comercial Plantmax.

Tabela 2. Altura total de duas mudas de jurema branca (*Piptadenia stipulacea* Benth.) (cm/2 mudas⁻¹) aos 100, 190 e 293 dias após a semeadura (DAS) em função da porcentagem (% v) de esterco bovino (EB) adicionado ao substrato (mistura equitativa de coprodutos de vermiculita = CP-vermic, e solo de baixo = Solo).

Tratamentos	1º corte	2º corte	3º corte
	100 DAS	190 DAS	293 DAS
CP-vermic+0%EB	21,30	11,60	29,80
CP-vermic+5%EB	53,70	59,74	131,60
CP-vermic+10%EB	79,30	121,2	138,40
CP-vermic+20%EB	77,30	37,80	29,03
Solo+0%EB	94,64	159,0	301,40
Solo+33%EB	120,14	174,7	274,2

Fonte: Os autores.

Exceto no tratamento CP-vermiculita com 20% EB, a jurema branca apresentou um bom poder de rebrota, especialmente no solo de baixo. Nota-se que as rebrotas para cada tratamento são mais altas ao final do segundo corte (190 e 293 = 113 dias) do que do primeiro (entre 100 e 190 = 90 dias) período de recuperação pós primeiro corte de sua parte aérea efetuado aos 100 DAS (Tabela 2), especialmente no solo de baixo. Este poder de rebrota crescente fica evidente também no tratamento CP-vermiculita sem adição de EB. Note-se que este tratamento propiciou um crescimento em altura praticamente nulo entre os dias 37 e 100 DAS (Figura 3), mas de alguma maneira a rebrota do segundo período conseguiu atingir uma altura média superior à verificada nos primeiros 100 DAS. É como se a planta reagisse de alguma maneira ao corte de sua parte aérea, tal como pela presença de gemas, acúmulo de reservas em seu sistema radicular ou a liberação gradual de nutrientes pelo substrato ao ponto

de resultar em rebrotas mais vigorosas que as do período anterior.

Por alguma razão, este acúmulo de reservas ou outro fator qualquer não acontece no CP-vermiculita enriquecido com 20% EB. A mortalidade das plantas após o primeiro corte foi alta neste tratamento (3 dentre os 5 vasos apresentaram as duas plantas sem rebrota ou mortas, além de 1 ou dois vasos sem rebrota nos demais tratamentos com CP-vermiculita, ao passo que nenhum vaso com solo de baixo apresentou mudas sem rebrotas). A razão desta mortalidade merece estudos adicionais. Assim, não é aconselhável adicionar mais de 10% de EB aos CP-vermiculita, a não ser que um procedimento adicional corretivo seja efetuado, tal como adição de N ou K e que resulte em substrato química e fisicamente balanceado, temas que deveriam ser considerados em estudos adicionais.

Diâmetro

No geral, o diâmetro das mudas foi menor para os tratamentos com CP-vermiculita do que nos de solo de baixo entre 37 e 100 DAS (Figura 4). Nos tratamentos com CP-vermiculita, o efeito de EB só se verificou com mais clareza aos 100 DAS, indicando um decréscimo no diâmetro a partir de 10% de adição de EB. No solo de baixo o efeito se inverteu no período: a princípio se mostrou negativo, invertendo de sentido aos 86 e 100 DAS, porém num patamar inferior ao esperado de ocorrer para entre 0 e 33% de adição de EB. Isto sugere a possibilidade de um ponto de máximo entre estes níveis de EB, à semelhança do que ocorreu no substrato CP-vermiculita.

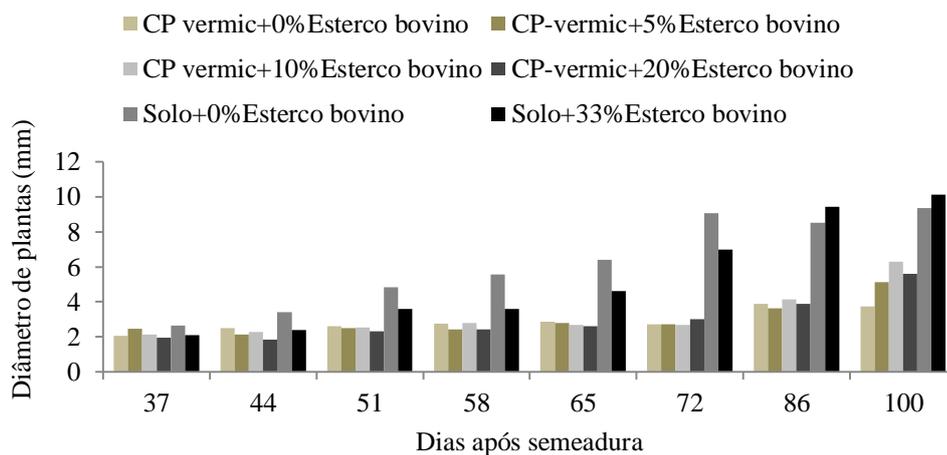


Figura 4. Diâmetro basal total de duas plantas de jurema branca (*Piptadenia stipulacea* Benth.) em função da idade (de 37 a 100 dias após a semeadura) e percentual (volume) de esterco bovino adicionado ao substrato (coprodutos da extração de vermiculita = CP-vermic, e solo de baixo = Solo). Fonte: Os autores.

Aos 100 DAS, o diâmetro médio das mudas de jurema branca ficou entre 3,74 e 10,13 mm/2 mudas (Tabela 3) ou equivalentemente entre 1,87 e 5,06 mm/muda. Para esta idade e

para o substrato com CP-vermiculita, a dose de 10% de EB resultou na maior média (3,14 mm/planta), sugerindo a utilização desta dosagem de EB ao se utilizar o substrato de CP-vermiculita para a produção de mudas de jurema branca. Porém, comparando este valor com o obtido no solo de baixo, bem como com os relatados por Barbosa et al. (2013) (6,00 mm) nas condições já relatadas na discussão para altura, tem-se que o CP-vermiculita necessita de outras correções além da adição de 10% de EB.

Tabela 3. Diâmetro basal total (mm/2 mudas⁻¹) de jurema branca (*Piptadenia stipulacea* Benth.) aos 100, 190 e 293 dias após a semeadura (DAS).

Tratamentos	1º corte 100 DAS	2º corte 190 DAS	3º corte 293 DAS
CP vermic+0%EB	3,74	1,81	2,53
CP-vermic+5% EB	5,14	5,61	7,77
CP vermic+10% EB	6,28	7,55	9,39
CP-vermic+20% EB	5,60	2,58	3,47
Solo+0% EB	9,35	13,13	11,47
Solo+33% EB	10,13	10,59	17,40

Fonte: Os autores.

Para o solo de baixo, observando apenas as médias aos 100 DAS, visualiza-se um efeito positivo de EB. Porém, considerando a existência de apenas dois níveis de EB e distantes entre si (0% e 33%) e o efeito aparentemente negativo até os 65 DAS, contrastando com o positivo aos 86 e 100 DAS (Figura 4), é possível que exista também entre esses níveis de EB uma dosagem ótima deste componente no solo de baixo. Assim, ao se utilizar do substrato convencional pode-se estar desperdiçando EB e ao mesmo tempo produzindo mudas de jurema branca de qualidade aquém da que se poderia atingir. Estudos adicionais são necessários para confirmar esta hipótese.

A jurema branca apresentou um poder de rebrota crescente entre as duas medições das rebrotas (190 e 293 DAS), atingindo, além disto, valores superiores aos verificados nas plantas antes do primeiro corte aos 100 DAS, exceto nos tratamentos CP-vermiculita com 0 ou 20% EB que resultaram, também, em alta mortalidade, como já relatado anteriormente. Nesses tratamentos, a soma dos diâmetros de todas as rebrotas são maiores ao final do segundo (entre os dias 190 e 293 = 113 dias) do que do primeiro (entre 100 e 190 = 90 dias) período de recuperação pós corte de sua parte aérea (Tabela 3), especialmente no solo de baixo, e superam os respectivos valores observados aos 100 DAS. O poder de reação ao corte de sua parte aérea é marcante e, como ressaltado, merece estudos adicionais para elucidar como a jurema branca consegue reagir ao estresse, provocado pelos sucessivos cortes de sua parte aérea, realizados em períodos 90 a 113 dias e esclarecer a razão de isto não acontecer no substrato CP-vermiculita com 0 ou 20% de EB.

Massa seca

Houve efeito de tipo de substrato e de adição de EB ($P < 0,05$) na produção total de MS proveniente dos três cortes (planta+rebrotas 1+rebrotas 2). No geral, o total de MS produzido pelas mudas foi maior no solo de baixo, e o EB afetou positivamente a produção de MS quando adicionado em até 10% ao CP-vermiculita ($P < 0,05$) (Figura 5). O enriquecimento dos CP-vermiculita com níveis maiores de EB prejudicou a produção de MS de mudas de jurema preta, causando a mortalidade de um percentual significativo de plantas.

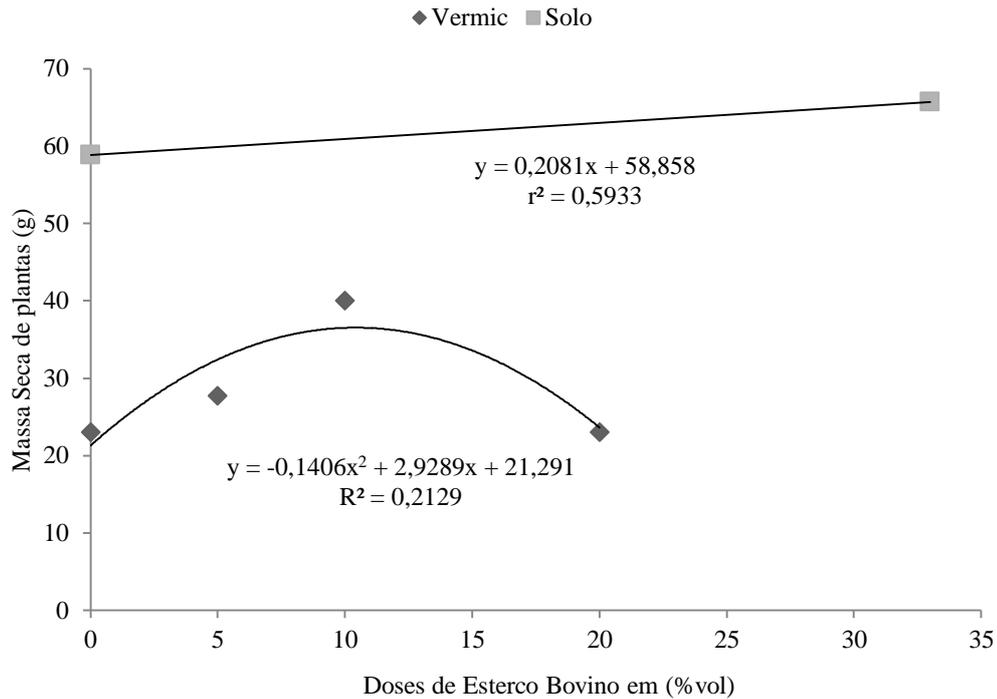


Figura 5. Massa seca da parte aérea de duas mudas de jurema branca (*Piptadenia stipulacea* Benth.) resultante de três cortes efetuados aos 100, 190 e 293 dias após a semeadura. Fonte: Os autores.

O total da MS produzida nos três cortes ficou entre 23,05 e 65,72 g/2 mudas (Tabela 4) ou equivalentemente entre 11,53 e 32,86 g/muda. Para o substrato com CP-vermiculita, a dose de 10% de EB resultou na maior média (20,03 g/muda), o que sugere a utilização desta dosagem de EB ao se utilizar este substrato na produção de mudas de jurema branca. Esta tendência se verificou nas rebrotas coletadas aos 190 e aos 293 DAS. Porém, tem-se que a MS total dos tratamentos com CP-vermiculita chega a no máximo 68% da verificada nos tratamentos com solo de baixo.

Tabela 4. Massa seca total (g/2 mudas⁻¹) da parte aérea de duas mudas de jurema branca (*Piptadenia stipulacea* Benth.) resultante dos cortes efetuados aos 100, 190 e 293 dias após a semeadura (DAS).

Tratamentos	Total dos três cortes	1º corte 100 DAS	2º corte 190 DAS	3º corte 293 DAS

CP vermic+0%EB	23,05	4,54	13,22	5,29
CP-vermic+5% EB	27,72	5,65	9,35	12,72
CP vermic+10% EB	40,05	7,67	14,22	18,16
CP-vermic+20% EB	23,05	8,04	4,68	10,33
Solo+0% EB	58,85	15,22	18,18	25,45
Solo+33% EB	65,72	16,42	14,94	34,36

Fonte: Os autores.

Aos 100 DAS, os valores de MS relativos à massa seca variaram de 4,54 a 16,42 g/2 mudas, ou o equivalente a 2,27 e 8,21 g/muda. Estes valores foram inferiores aos reportados por Barbosa et al. (2013); Bernardino et. al., (2005); Caron et al. (2007); Lima et al. (2010), nas condições já relatadas: 11,19 g, 14,70 g, 21,52 e 21,27 g, respectivamente. Isto pode ter ocorrido em virtude da espécie ser adaptada a ambientes degradados, fixar nitrogênio atmosférico e possuir pouca exigência nutricional, não havendo necessidade de adicionar maiores quantidades de esterco bovino ao substrato.

De maneira similar ao observado para a altura e o diâmetro basal, a jurema branca apresentou vigor crescente entre as duas medições das rebrotas (190 e 293 DAS), atingindo, além disto, valores superiores aos verificados nas plantas aos 100 DAS, exceto nos tratamentos CP-vermiculita com 0 ou 20% EB nos quais este comportamento não se expressa tão claramente e que resultou, também, em alta mortalidade. Nesses tratamentos, a MS de todas as rebrotas foi maior ao final do segundo (293 DAS) do que do primeiro (190 DAS) período de recuperação pós corte de sua parte aérea (Tabela 3), especialmente no solo de baixo, e superaram os respectivos valores observados aos 100 DAS. O poder de reação ao corte de sua parte aérea foi marcante e merece estudos adicionais para elucidar como a jurema branca consegue reagir ao estresse que deveria ser provocado pelos sucessivos cortes de sua parte aérea realizados em períodos de 90 a 113 dias de recuperação, e esclarecer a razão de isto não acontecer no substrato CP-vermiculita com 0 ou 20% de EB.

CONCLUSÃO

A produção de jurema branca utilizando a mistura equitativa dos coprodutos poeira fina e ultrafina da extração de vermiculita resulta em mudas menores e com menos massa seca na parte aérea do que as produzidas em substrato solo de baixo sem ou com a adição de esterco bovino.

Caso se utilize este coproduto na produção de mudas de jurema branca, a adição de esterco bovino não deve ultrapassar os 10%.

As mudas de jurema branca apresentam poder de rebrota com a utilização dos coprodutos da extração de vermiculita enriquecidos com 5 a 10% de esterco bovino.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alves JJA, Araújo MA, Nascimento SS (2009). Degradação da Caatinga: uma investigação ecogeográfica. *Revista Caatinga*. Mossoró, 22(3): 126-135.
- Barbosa ML, Silva TGF, Silva CS, Almeida MG, Lima ALA, Souza CAA (2013). Crescimento Inicial de Espécies Ocorrentes no Semiárido Brasileiro: Biomassa, Biometria e Análise Morfogênica. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 06(03): 522-539.
- Bernardino DCS, Paiva HN, Neves JCL, Gomes JM, Marques VB (2005). Crescimento e qualidade de mudas de *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan em resposta à saturação por bases do substrato. *Revista Árvore*, 29(6): 863-870.
- Benedito CP (2012). *Biometria, germinação e sanidade de sementes de jurema preta (Mimosa tenuiflora Willd. Poir.) e jurema branca (Piptadenia stipulacea Benth.)*. Dissertação (Tese de Doutorado) - Agronomia. Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró-RN. 97p.
- Caron BO, Meira WR, Schmidt D, Santos Filho BG Dos, Medeiros SLP, Manfron PA, Müller L (2007). Análise de crescimento de plantas de aroeira vermelha no município de Ji-Paraná, RO. *Revista da FZVA*, 14(1): 1-13.
- Cucinelli Neto RP, Ugarte JFO (2007). *Utilização de Vermiculita em Sistema Dessalinizador com Colunas Percoladas*. In: XIV Jornada de Iniciação Científica CETEM.
- Chiappeta ADA, Mello JF (1984). Higher Plants with Biological Activity. Plants of Pernambuco. *Revista do Instituto de Antibióticos*, 11: 99-111.
- Drumond MA, Kiill LHP, Lima PCF, Oliveira MC, Albuquerque SG, Nascimento CES, Cavalcanti J (2000). *Estratégias para o Uso Sustentável da Biodiversidade da Caatinga*. EMBRAPA/CPATSA/UFPE e Conservation International do Brasil, Petrolina. 23p.
- Embrapa (2006). Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. 2 ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI. 212p.
- Farias RM, Freitas RMO, Nogueira NW, Dombroski JLD (2013). Superação de dormência em sementes de jurema-branca (*Piptadenia stipulacea* Benth.). *Revista Ciências Agrárias*, Santa Maria, 56(2): 160-165.
- Fonseca FA (2005). *Produção de mudas de Acacia mangium Wild. E Mimosa artemisiana, em diferentes recipientes, utilizando compostos de resíduos urbanos, para a recuperação de áreas degradadas*. Dissertação (Mestrado) - Ciências Ambientais e Florestais. UFRJ, Rio de Janeiro-RJ. 74p.

- Gomes ADV, Leite MJH, Santos RV (2012). Rejeito de vermiculita comparado ao método convencional de viveiros florestais na produção de mudas de sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia* Benth). *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, Mossoró, 7(2): 236-241.
- IBGE (2014). *Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas - Sistema IBGE de Recuperação Automática*.
- Leite MJH, Santos RV, Gomes ADV (2012). Efeito das lavagens nos atributos do solo e comportamento do Maracujazeiro-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.) em áreas salinizadas do cariri. *Engenharia Ambiental*, 9(4): 066-078.
- Leite MJH (2012). *Gesso e rejeitos de mineração na correção de um solo salino- sódico e no crescimento inicial do maracujazeiro amarelo (Passiflora edulis Sims. f. flavicarpa Deg.)*. Monografia (Graduação) - Engenharia Florestal. CSTR/UFCG, Patos-PB. 53p.
- Lima ALS, Zanella F, Castro LDM (2010). Crescimento de *Hymenaea courbaril* L. var. *stilbocarpa* (Hayne) Lee et Lang. E *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong (Leguminosae) sob diferentes níveis de sombreamento. *Acta Amazonica*, 40(1): 43-48.
- Lorenzi H (1998). *Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. 2 ed. Nova Odessa: Plantarum, 1: 373.
- Lima PCF (2004). Áreas degradadas: métodos de recuperação no semiárido brasileiro. In: XXVII Reunião Nordestina De Botânica, *Anais...* Petrolina – PE. 70-79p.
- Maia GN (2004). *Caatinga: árvores e arbustos e suas utilidades*. 1ed. São Paulo: D&Z Computação Gráfica e Editora. 413 p.
- Medeiros SS, Cavalcante AMB, Marin AMP, Tinôco LBM, Sarcedo IA, Pinto TF (2012). *Sinopse do Censo Demográfico para o Semiárido Brasileiro - INSA – Instituto Nacional do Semiárido*. Campina Grande-PB. 103p.
- Pavinato PS, Merlin A, Rosolem CA (2009). Disponibilidade de cátions no solo alterada pelo sistema de manejo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Maceió, 33: 1031-1040.
- Pimentel Gomes F (1981). *Curso de estatística experimental*. 9 ed. São Paulo, SP. Nobel. 430p.
- Rodrigues RD (2011). *Crescimento e qualidade de mudas de sabiá (Mimosa caesalpiniiifolia Benth.) em diferentes substratos*. Monografia (Graduação) - Engenharia Florestal. CSTR/UFCG, Patos-PB, 36p.
- Santos RV, Souto JS, Araújo GT, Miranda JRP, Santos DR (2002). *Análise química do solo: Amostragem – Métodos instrumentais e analíticos – Cálculos envolvidos*. Patos-PB: UFPB / CSTR / DEF, 20: 70.
- Sá IB, Riché GR, Fotius GA (2003). Biodiversidade da caatinga: áreas e ações prioritárias

- para a conservação. In: Silva JMC, Tabarelli M, Fonseca MT, Lins LV (Orgs.) *As paisagens e o processo de degradação do semiárido nordestino*. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente: Universidade Federal de Pernambuco-UFPE. 17-36.
- Sibinel AHM (2003). *Resposta da leguminosa Mimosa artemisiana à inoculação de diferentes fungos micorrízicos arbusculares na recuperação de áreas degradadas*. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo). UFRRJ, Seropédica, 73p.
- Silva JMC, Tabarelli M, Fonseca MT (2004). Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação. In: Silva JMC, Tabarelli M, Fonseca MT, Lins LV (Orgs.) *As paisagens e o processo de degradação do semiárido nordestino*. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente: Universidade Federal de Pernambuco-UFPE. 17-36.
- Souza MN (2004). *Degradação e recuperação ambiental e desenvolvimento sustentável*. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais. 393p.
- Sumário Mineral (2008). *Sumário Mineral - DNPM*.
- Trajano EVA, Santos RV, Bakke AO, Vital AFM, Santos YM, Quaresma JM, Salviano VM (2010). Crescimento do pinhão-manso em substratos com rejeitos de mineração do Semiárido - PB. In. IV Congresso Brasileiro de Mamona e I Simpósio Internacional de Oleaginosas Energéticas, João Pessoa, PB. Inclusão Social e Energia: *Anais...* Campina grande: Embrapa Algodão. 545-550.

Influência de substratos e recipientes na qualidade das mudas de *Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook.f. Ex S.Moore

Recebido em: 20/07/2020

Aceito em: 25/07/2020

 10.46420/9786588319000cap3

Andréa de Vasconcelos Freitas Pinto^{1*} 

Cleuma Christir Silva Almeida² 

Thyêgo Nunes Alves Barreto² 

Diogo José Oliveira Pimentel² 

Maria José de Holanda Leite¹ 

Camila Alexandre Cavalcante de Almeida¹ 

Elmadã Pereira Gonzaga¹ 

Marco Antônio Amaral Passos² 

INTRODUÇÃO

Atualmente, a preocupação mundial com relação à qualidade ambiental tem se mostrado cada vez mais freqüente. Isso faz com que ocorra um aumento na demanda de serviços e produtos, em especial a produção de mudas de espécies florestais para a recuperação de áreas degradadas por meio da restauração florestal. Esta demanda crescente observada nos últimos anos, mostra a necessidade do desenvolvimento de pesquisas que otimizem a produção de mudas, a baixo custo, e com qualidade morfofisiológica capaz de atender aos objetivos dos plantios (Leles et al., 2006).

Os recursos florestais têm sido devastados ao longo do tempo, tanto através do desmatamento para fins agropecuários, como para suprir necessidades de matérias-primas, seja energética nas indústrias e domicílios, seja para construção civil, móveis e utensílios, construções rurais e na produção de forragens. Uma das alternativas para diminuição do impacto ambiental e produção de matéria-prima é o plantio em pequena e grande escala (IBAMA, 1998).

¹ Universidade Federal de Alagoas (UFAL), BR 104, Km 85, CEP: 57100-000, S/N - Mata do Rolo - Rio Largo, Alagoas, Brasil.

² Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), 52171-900, Rua Dom Manuel de Medeiros, s/n - Dois Irmãos, Recife, Pernambuco, Brasil.

* Autor de correspondência: andreia.pinto@ceca.ufal.br.

Dentre as espécies com grande importância na restauração de matas ciliares está a *Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook.f. Ex S.Moore. Esta espécie é uma árvore, que apresenta crescimento mediano, pertencente a família Bignoniaceae e pode ser encontrada no Nordeste, em solos aluvionais das regiões secas de Alagoas, de Pernambuco, do Rio Grande do Norte e do Ceará especialmente nos terrenos arenosos dos baixos do Seridó e possuindo grande importância ecológica, por ser uma planta visitada por diversas espécies de abelhas e sua copa servir de suporte para ninhos de várias espécies de pássaros. É bastante utilizada na arborização de ruas e praças pela abundância de floração vistosa e pela sombra que pode proporcionar (Lorenzi, 1992).

A crescente demanda por mudas de espécies nativas, para atender as necessidades da arborização urbana, restauração florestal, recuperação de áreas degradadas e exploração madeireira requer esforços da pesquisa na busca na definição de métodos e técnicas de produção de mudas com alto padrão e, com custos compatíveis com a realidade brasileira. (Rodrigues, 2002; Gomes e Paiva, 2004)

Mesmo tendo-se avançando nas técnicas de produção de mudas, ainda existem muitos problemas a serem solucionados, principalmente no que se refere ao desenvolvimento do sistema radicular das mudas, em função das características dos recipientes utilizados. Nesse contexto, a tecnologia de produção de mudas se destaca, tornando-se importante conhecer os procedimentos mais adequados para a produção.

Assim, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes tipos de substratos e de diferentes tipos de recipientes na qualidade de mudas de *Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S.Moore.

MATERIAL E MÉTODOS

Local de estudo e obtenção das sementes

A pesquisa foi realizada no período de março a junho de 2010, em Casa de Vegetação do Departamento de Agronomia, localizado na Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE).

As sementes utilizadas no experimento foram provenientes de craibeira, coletadas em árvores-matrizes, de ocorrência espontânea, no município de Paulo Afonso – BA, em novembro de 2009. As sementes de *Tabebuia aurea* (Manso) Benth. & Hook. f. ex S. Moore, foram armazenadas desde novembro de 2009 até março de 2010, na câmara fria e seca do Departamento de Ciência Florestal - UFRPE, com temperatura regulada em ± 18 °C e com umidade relativa em torno de 55 %.

As matrizes foram devidamente georeferenciadas com o aparelho receptor GPS, para um acompanhamento posterior. As matrizes selecionadas foram as que apresentaram boa condição fitossanitária. A coleta foi realizada com auxílio de um podão, o lote de sementes foi formado a partir de 5 árvores matrizes. As excicatas das árvores matrizes foram identificadas e depositadas no Herbário do Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA) registradas com o número 83127.

Recipientes utilizados na produção das mudas

No presente estudo foram utilizados dois tipos de recipientes: o vaso emborrachado e o tubete. O vaso emborrachado, com dimensões de 21 cm de altura, 11,5 cm de diâmetro, apresenta capacidade volumétrica de 1,8 dm³ (Figura 1A); o tubete com seção circular contendo quatro frisos internos longitudinais, com dimensões de 19 cm de altura e 5,5 cm de diâmetro na parte interna superior e fundo aberto com aproximadamente 1 cm, tinha capacidade volumétrica de 0,3 dm³ (Figura 1B).



Figura 1. Recipientes utilizados na produção de mudas de craibeira (*Tabebuia aurea*) aos 60 dias após a sementeira: tubete de plástico (A) e vaso emborrachado utilizado na produção de mudas de craibeira (B). Fonte: Os autores.

Preparação do substrato e caracterização química dos substratos

A escolha dos substratos empregados para realização do trabalho foi devido ao custo e a disponibilidade desses materiais na região. Os materiais utilizados para compor os substratos foram: pó de coco (PC), bagacilho de cana (B), composto (de resíduos vegetais) (C), solo (S), esterco bovino curtido (EB) e esterco de equino (EE), sendo o solo retirado da superfície aos redores da Universidade Federal Rural de Pernambuco, o composto foi originado da compostagem de resíduos vegetais realizada no viveiro de Xingó, o esterco de equino foi adquirido no Jockey Club de Recife, o bagacilho de cana foi fornecido pela Usina

Bom Jesus, o esterco bovino e pó de coco foram adquiridos no comércio (Figura 2). Todo o material foi seco ao ar livre por 24 horas e em seguida foram peneirados com uma malha de 1 cm, depois foram medidos proporcionalmente de acordo com os tratamentos.

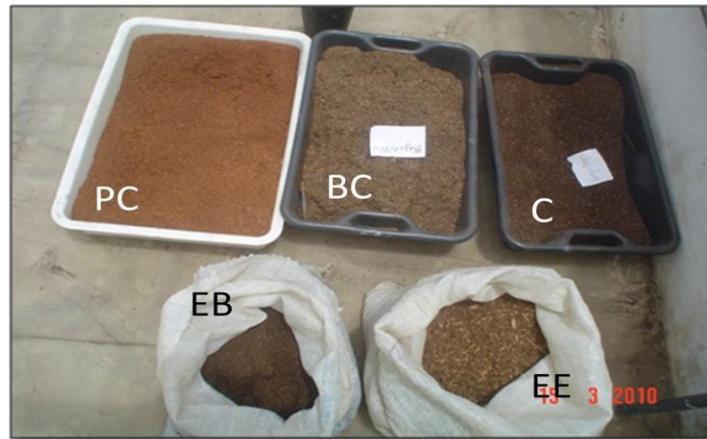


Figura 2. Materiais utilizados na composição dos substratos para a produção de mudas de craibeira (*Tabebuia aurea*). PC= Pó de Coco; BC= Bagacilho de Cana; C= composto; EB= Esterco Bovino; EE= Esterco Equino. Fonte: Os autores.

Após preparo dos substratos a serem utilizados no experimento, coletou-se uma subamostra de cada um deles, para caracterização química para o Laboratório de Fertilidade do Solo (Labfert).

Tratamentos e procedimentos estatísticos adotados

Com o objetivo de avaliar o comportamento das mudas de craibeira considerando-se parâmetros morfológicos e fisiológicos, foram analisados 24 tratamentos, envolvendo doze combinações de substratos e dois tipos de recipientes:

- T1 – 100 % Solo (tubete)
- T2 – 75 % Solo+ 25% Composto (tubete)
- T3 – 75 %solo+ 25% Esterco Bovino (tubete)
- T4 -75% solo+ 25% Esterco Equino (tubete)
- T5 – 75% solo+ 25% Pó de Coco (tubete)
- T6 – 75% solo+ 25% Bagacilho de Cana (tubete)
- T7 - 50% solo + 25% Composto + 25% Pó de Coco (tubete)
- T8 – 50% solo + 25% Esterco Bovino + Pó de Coco (tubete)
- T9- 50% solo + 25% Esterco Equino + 25% Pó de Coco (tubete)
- T10- 50% Solo+ 25% composto + 25% Bagacilho de Cana (tubete)
- T11 –50% Solo +25% Esterco Bovino +25% Bagacilho de Cana (tubete)
- T12 – 50% solo+ 25% Esterco Equino +25% Bagacilho de Cana (tubete)
- T13 – 100 % Solo (vaso)
- T14– 75 % Solo+ 25% Composto (vaso)
- T15 – 75 %solo+ 25% Esterco Bovino (vaso)
- T16 - 75% solo+ 25% Esterco Equino (vaso)
- T17– 75% solo+ 25% Pó de Coco (vaso)
- T18 – 75% solo+ 25% Bagacilho de Cana (vaso)

- T19-50% solo + 25% Composto + 25% Pó de Coco (vaso)
- T20 – 50% solo + 25% Esterco Bovino + Pó de Coco (vaso)
- T21- 50% solo + 25% Esterco Equino + 25% Pó de Coco (vaso)
- T22- 50% Solo+ 25% composto + 25% Bagacilho de Cana (vaso)
- T23 –50% Solo +25% Esterco Bovino +25% Bagacilho de Cana (vaso)
- T24 – 50% solo+ 25% Esterco Equino +25% Bagacilho de Cana (vaso)

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, conduzido em esquema fatorial 2 x 12 (2 recipientes e 12 substratos), com 6 repetições com três mudas por repetição, totalizando 24 tratamentos. As médias foram comparadas pelo Teste de Scott-Knott utilizando o programa estatístico SISVAR.

Instalação e condução do experimento

Para instalação do experimento, foram depositadas três sementes, diretamente em cada recipiente, com seus respectivos substratos (Figura 3A). Aos 30 dias, após a semeadura, foi realizado o desbaste, deixando no recipiente a muda mais vigorosa. O fornecimento de água para as mudas durante o experimento foi realizado por meio de irrigação manual com regador, duas vezes ao dia, uma no turno matutino e uma no vespertino (Figura 3B). A partir dos 30 dias após a semeadura, foram realizadas avaliações mensais da altura da parte aérea, do diâmetro do coleto e do número de folhas, a fim de observar o desenvolvimento das mudas em diferentes substratos e recipientes testados.



Figura 3. Instalação e condução do experimento de produção de mudas de *Tabebuia aurea*, em casa de vegetação do Departamento de Agronomia da UFRPE, Recife- PE, com detalhes da semeadura (A) e rega manual (B). Fonte: Os autores.

Os parâmetros avaliados foram:

- A. Altura de plântulas: onde se utilizou uma régua graduada, considerando-se a distância entre o ápice da planta e o colo (Figura 4A).

- B. Diâmetro das plântulas: foi medido a secção do colo com o auxílio de um paquímetro digital (Figura 4B).



Figura 4. Avaliação do crescimento de mudas de *Tabebuia aurea* após 60 dias da sementeira, cultivadas em casa de vegetação em diferentes substratos e recipientes, por meio da mensuração da altura (A) e do diâmetro do coleto (B) Fonte: Os autores.

- C. Número de folhas: contagem mediante o número de folhas existentes em cada uma das plantas.
- D. Massa seca da parte aérea e da raiz: ao final do período de cultivo, as mudas foram cortadas na altura do coleto, separando-se a parte aérea da raiz com uma faca. Cada uma dessas partes foi acondicionada em saco de papel e colocada em estufa regulada a 65° C por 48 horas. Após este período, foram pesadas em balança analítica. Por ser um método destrutivo, esse parâmetro foi avaliado após 120 dias de cultivo. Após determinação do peso da massa seca, foi calculada a relação entre o peso de matéria seca da parte aérea e do sistema radicular das mudas.
- E. Relação Altura e Diâmetro – Foi realizado o cálculo da razão entre a altura total (cm) e o diâmetro (mm) do coleto das mudas.
- F. Índice de Qualidade de Dickson – índice utilizado para avaliar a qualidade das mudas, com base das características morfológicas, é calculado por uma fórmula balanceada em que incluem as relações dos parâmetros morfológicos, como altura da parte aérea (H), do diâmetro do coleto (DC), do peso de matéria seca da parte aérea (PMSPA) e do peso de matéria seca das raízes (PMSR), por meio da fórmula (Dickson et al., 1960):

$$IQD = \frac{PMST (g)}{\frac{H (cm)}{DC (mm)} + \frac{PMSPA (g)}{PMSR (g)}}$$

Quanto maior for o valor desse índice, melhor será o padrão de qualidade das mudas.

Este índice é recomendado, ficando, com base em trabalhos de pesquisa, estabelecido um valor mínimo de 0,20 como bom indicador para qualidade de mudas de *Pseudotsuga menziesii* e *Picea abies*.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Avaliação dos parâmetros morfológicos

: Altura da parte aérea

Considerando a altura das mudas de *Tabebuia aurea*, a análise estatística dos dados constatou interação significativa (substrato x recipiente), em todas as épocas de avaliação. Observa-se que aos 30 dias após a semeadura, no caso das mudas cultivadas em tubetes, os substratos: solo (S1), solo + bagacilho (S6) e solo + esterco de equino + bagacilho de cana (S12), proporcionaram os menores valores de altura sendo estatisticamente diferenciadas dos demais substratos. Quando ao cultivo das mudas nos vasos os substratos que proporcionaram os melhores resultados para altura de mudas de *T. aurea* foram solo + composto (S2), solo + esterco bovino (S3), solo + esterco equino (S4), solo + esterco equino + pó de coco (S9), solo + composto + bagacilho de cana (S10) e solo + esterco bovino + bagacilho de cana (S11), com valores estatisticamente semelhantes entre si, e diferindo dos demais substratos. Com relação aos recipientes, de um modo geral, as mudas cultivadas nos vasos emborrachados alcançaram valores de altura superiores às cultivadas nos tubetes, exceto nos substratos solo + esterco bovino + pó de coco (S8) e solo + composto + pó de coco (S7) (Tabela 1).

Aos 60 dias após a semeadura, constatou-se que as mudas de *T. aurea* cultivadas no vaso emborrachado, com os substratos solo + esterco bovino (S3) e solo + esterco bovino + bagacilho de cana (S11) apresentaram os maiores valores de alturas, sendo estatisticamente superiores aos demais tratamentos. As menores alturas encontradas foram nas mudas cultivadas em tubetes com os substratos solo + bagacilho de cana (S6) e solo + esterco de equino + bagacilho de cana (S12) e que também não diferiu estatisticamente da altura das mudas cultivadas no vaso com este substrato (Tabela 1).

Considerando a interação substrato x recipiente, para altura das mudas, observa-se que, aos 90 dias após a semeadura, as mudas produzidas no vaso, utilizando o substrato solo + esterco bovino (S3) alcançaram maior altura, diferindo significativamente dos demais tratamentos. Já nessa ocasião, constatou-se que as menores alturas ocorreram nas mudas cultivadas em tubetes, nos substratos solo + esterco equino + bagacilho de cana (S12), seguindo do solo + bagacilho de cana (S6) e do solo + esterco equino + pó de coco, cujos

valores foram estatisticamente semelhantes entre si, sugerindo que nem o bagacilho de cana, nem o esterco equino devem ser utilizados na produção de mudas de *T. aurea*. As mudas nos vasos apresentaram tamanho de altura ideal para o plantio em campo, segundo Gonçalves et al. (2000), que considera mudas de boa qualidade, aquelas com altura entre 20 cm e 35 cm. Nos tratamentos preparados com esterco bovino, verificou-se uma tendência de obtenção de mudas com maior porte. No que se refere ao tamanho do recipiente sobre a altura das plantas, é notável o desenvolvimento das mudas nos recipientes maiores.

Aos 120 dias da semeadura, os resultados indicam que o esterco bovino constituiu-se no mais influente componente entre os substratos avaliados, onde apresentaram mudas com maiores alturas. Verifica-se também que os recipientes maiores proporcionaram mudas de alturas mais elevadas do que os tubetes. As mudas produzidas no vaso e com o substrato: solo + esterco bovino apresentaram a maior altura, diferindo estatisticamente dos demais tratamentos. As mudas cultivadas em tubetes com os substratos solo, solo+bagacilho de cana, solo+esterco de equino + pó de coco e solo+ esterco de equino+bagacilho de cana, não diferiram significativamente quanto ao substrato utilizado (Tabela 1). Nicoloso et al (2000), estudaram recipientes e substratos na produção de mudas de *Maytenus ilicifolia* e *Apuleia leiocarpa*, após 120 dias verificou-se que os recipientes maiores proporcionaram elevados valores da altura da planta. Janick (1968) destacou o esterco como reservatório de nutrientes e de umidade, além de garantir o bom arejamento do solo, fornecer micronutrientes e aumentar a disponibilidade de nutrientes às plantas. Vieira et al. (1998), estudando o efeito de substratos sobre a formação de mudas de freijó-louro [*Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken.], e Castro et al. (1996), avaliando o efeito de substratos na produção de mudas de calabura (*Muntingia calabura* L.), verificaram a influência positiva do esterco bovino nos substratos, proporcionando melhor crescimento das plantas.

PESQUISAS FLORESTAIS EM FOCO

Tabela 1. Média dos valores de altura (cm) de mudas de *Tabebuia aurea*, em quatro épocas de avaliação, em diferentes substratos e recipientes, em casa de vegetação do Departamento de Agronomia da UFRPE, Recife – PE.

SUBSTRATO	ALTURA (cm)							
	30 dias		60 dias		90 dias		120 dias	
	TUBETE	VASO	TUBETE	VASO	TUBETE	VASO	TUBETE	VASO
(S1) Solo	8,66 Ba	10,00 Ba	15,33 Aa	16,50 Ca	15,50 Ab	21,50 Ca	17,50 Bb	26,16 Ba
(S2) Solo+Composto	11,66 Aa	12,16 Aa	17,83 Aa	20,33 Ba	20,83 Aa	23,33 Ba	24,00 Aa	28,16 Ba
(S3) Solo+ Esterco Bovino	10,50 Ab	13,33 Aa	17,16 Ab	26,16 Aa	20,50 Ab	30,33 Aa	20,16 Ab	36,66 Aa
(S4) Solo+ Esterco Equino	11,33 Ab	14,33 Aa	15,16 Ab	21,33 Ba	18,16 Ab	23,66 Ba	21,83 Ab	29,50 Ba
(S5) Solo+ Pó de coco	10,50 Aa	10,00 Ba	12,66 Bb	17,00 Ca	16,83 Ab	20,16 Ca	19,00 Ab	27,83 Ba
(S6) Solo+Bagacilho de cana	8,33 Ba	9,66 Ba	8,66 Cb	14,83 Ca	12,16 Ba	17,83 Ca	13,00 Bb	24,66 Ba
(S7) Solo+Composto+Pó de coco	11,83 Aa	8,33 Ba	16,50 Aa	17,66 Ca	19,33 Ab	19,66 Ca	23,00 Aa	23,50 Ba
(S8) Solo+Esterco Bovino+ Pó de coco	10,83 Aa	8,00 Bb	14,16 Ba	15,66 Ca	17,16 Aa	19,50 Ca	18,83 Ab	26,50 Ba
(S9) Solo+Esterco equino+Pó de coco	10,66 Aa	12,50 Aa	12,33 Ab	17,83 Ca	13,16 Bb	19,50 Ca	15,66 Bb	25,83 Ba
(S10) Solo+composto+Bagacilho de cana	10,50 Ab	13,83 Aa	15,33 Ab	20,33 Ba	18,00 Aa	21,50 Ca	21,16 Aa	26,66 Ba
(S11) Solo+Esterco Bovino+Bagacilho de cana	11,16 Ab	14,83 Aa	14,50 Ab	23,50 Aa	16,83 Ab	25,33 Ba	21,16 Ab	26,50 Ba
(S12) Solo+Esterco Equino+ Bagacilho	7,83 Ba	8,33 Ba	8,66 Ca	10,83 Ca	9,83 Bb	15,16 Ca	13,16 Bb	22,16 Ba
Cana								

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott. Fonte: Os autores.

Nota-se que as maiores taxas de crescimento em altura para *T. aurea* cultivadas em tubetes, foram encontradas nas mudas quando cultivadas com o substrato solo + composto, as menores taxas de crescimento foram encontradas nas mudas que foram produzidas com os substratos: solo + bagacilho de cana e solo + esterco eqüino + bagacilho de cana (Figura 5).

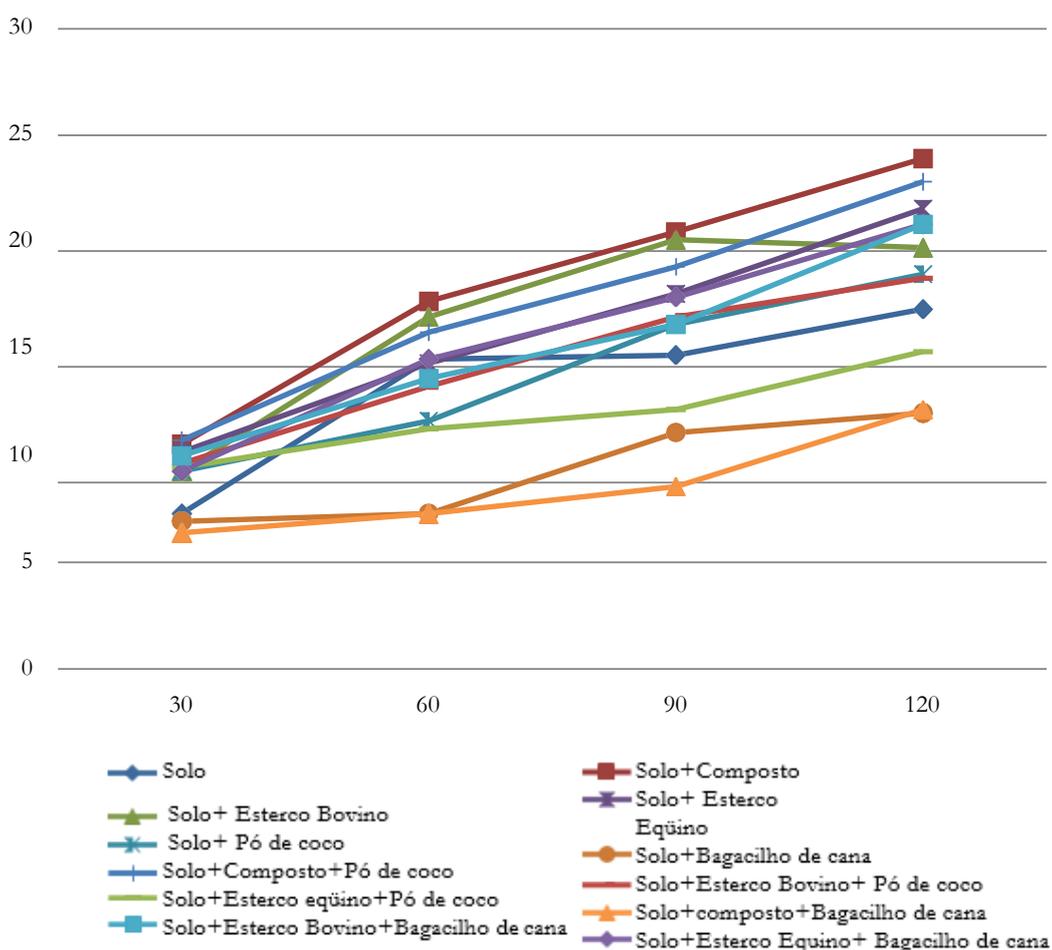


Figura 5. Curva de crescimento em altura (cm) de mudas de *Tabebuia aurea*, cultivadas nos tubetes em casa de vegetação, em diferentes substratos. Fonte: Os autores.

Nota-se que as maiores taxas de crescimento em altura para *T. aurea* cultivadas em vasos emborrachados, foram encontradas nas mudas quando cultivadas com o substrato solo + esterco bovino, as menores taxas de crescimento foram encontradas nas mudas que foram produzidas com os substratos solo + esterco eqüino + bagacilho de cana. Mostrando que as taxas de crescimento foram mais elevadas nos vasos em relação aos tubetes (Figura 6).

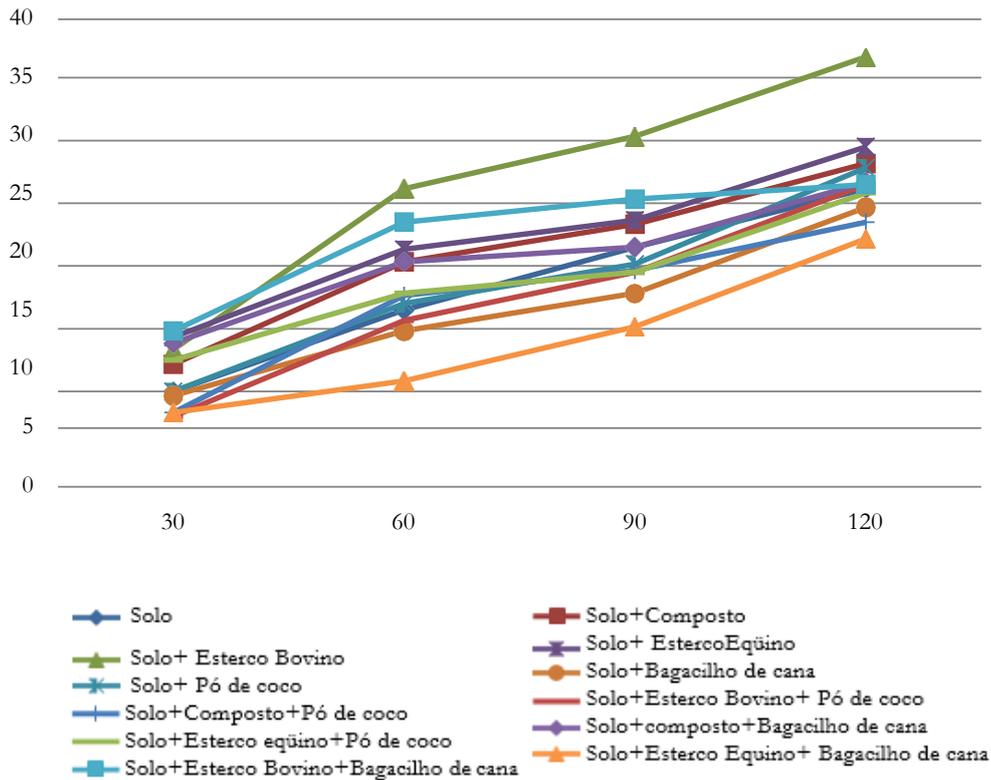


Figura 6. Curva de crescimento em altura (cm) de mudas de *Tabebuia aurea*, cultivadas nos vasos emborrachados, em casa de vegetação, em diferentes substratos. Fonte: Os autores.

Diâmetro do colo

Considerando o diâmetro do colo de mudas de *T. aurea*, constatou-se interação (recipiente x substrato) significativamente, em todas as épocas de cultivo. Verificou-se que aos 30 dias após a semeadura, os diâmetros maiores ocorreram nas mudas em vaso e com o substrato: solo + esterco equino + pó de coco (S9), solo + compostagem + bagacilho de cana (S10) e solo + esterco bovino + bagacilho de cana (S11). Pode-se perceber que os diâmetros maiores ocorreram nas mudas que foram cultivadas no vaso emborrachado. As mudas que menos se desenvolveram foram às produzidas em tubetes com o substrato: solo (S1) (Tabela 2).

Considerando a interação substrato x recipiente no cultivo de mudas de *T. aurea*, aos 60 dias após semeadura, constatou-se que não houve diferença estatística entre os valores dos diâmetros das mudas cultivadas nos tubetes, quanto aos substratos analisados. Entre os substratos avaliados em vasos, pode-se observar que as mudas cultivadas com os substratos: solo + esterco equino (S4), solo + pó de coco (S5), solo + composto + bagacilho de cana (S10) e solo + esterco bovino + bagacilho de cana (S11), apresentaram mudas com maiores diâmetros. Entre os recipientes notou-se que as mudas cultivadas em vasos apresentaram maiores valores de diâmetro que aquelas cultivadas nos tubetes. Cunha et al. (2005) apresentam que recipientes com maiores volume oferecem melhores condições para desenvolvimento de mudas, contudo esses

somente utilizados para espécies que apresenta crescimento lento, e necessitando permanecer no viveiro longo tempo, ou quando se desejam mudas bem desenvolvidas (Tabela 2).

Aos 90 dias de cultivo de mudas de *T. aurea*, observou-se, na tabela 3, que os valores dos diâmetros das mudas produzidas nos tubetes não diferiram estatisticamente com relação aos substratos usados. Porém, as mudas produzidas no vaso e com o substrato solo + esterco bovino (S3) apresentaram maior diâmetro (7,00 mm) diferindo significativamente dos demais substratos. Para todos os substratos analisados houve diferença significativa entre os recipientes, de modo que as mudas produzidas nos vasos apresentaram os maiores valores de diâmetro do colo, segundo Gonçalves et al. (2000), que considera mudas de boa qualidade, entre 20 cm e 35 cm para altura, e entre 5 mm e 10 mm para diâmetro do colo (Tabela 2).

Em relação ao diâmetro do colo das mudas aos 120 dias de cultivo, verificou-se que não houve diferença significativa entre os substratos, para mudas cultivadas em tubetes. Ao avaliar as mudas cultivadas em vasos, observa-se que aquelas produzidas nos substratos: solo + esterco bovino (S3), solo + esterco eqüino (S4), solo + pó de coco (S5), solo + composto + pó de coco (S7), solo + esterco bovino + pó de coco (S8) e solo + esterco eqüino + pó de coco (S9) apresentaram valores superiores de diâmetro que os demais tratamentos. Entre os recipientes pode-se constatar que todas as mudas produzidas nos vasos emborrachados apresentaram diâmetros superiores à aquelas produzidas em tubetes (Tabela 2).

Tabela 2. Média dos valores de diâmetro (mm) de mudas de *Tabebuia aurea*, em quatro épocas de avaliação, em diferentes substratos e recipientes, em casa de vegetação do Departamento de Agronomia da UFRPE, Recife – PE.

SUBSTRATO	DIAMETRO (mm)							
	30 dias		60 dias		90 dias		120 dias	
	TUBETE	VASO	TUBETE	VASO	TUBETE	VASO	TUBETE	VASO
(S1) Solo	1,00 Ba	1,50 Ca	2,50 Ab	3,33 Ca	3,00 Ab	4,16 ca	3,00 Ab	4,33 Ca
(S2) Solo+Composto	1,66 Aa	1,83 Ca	2,83 Ab	4,33 Ba	3,50 Ab	5,66 Ba	3,66 Ab	5,83 Ba
(S3) Solo+ Esterco Bovino	2,00 Aa	2,33 Ba	3,33 Ab	5,66 Aa	4,00 Ab	7,00 Aa	3,50 Ab	7,33 Aa
(S4) Solo+ Esterco Equino	1,33 Ba	2,50 Ba	3,16 Ab	5,16 Aa	3,50 Ab	6,00 Ba	4,00 Ab	7,50 Aa
(S5) Solo+ Pó de coco	1,33 Ba	1,66 Ca	3,16 Ab	4,50 Ba	3,33 Ab	5,66 Ba	3,33 Ab	6,83 Aa
(S6) Solo+Bagacilho de cana	1,00 Bb	2,33 Ba	2,66 Ab	3,66 Ca	3,00 Ab	4,33 Ca	3,16 Ab	5,50 Ba
(S7) Solo+Composto+Pó de coco	1,66 Ab	2,33 Ba	3,33 Ab	4,33 Ba	3,50 Ab	5,83Ba	3,83 Ab	7,33 Aa
(S8) Solo+Esterco Bovino+ Pó de Coco	1,66 Ab	2,50 Ba	3,33 Ab	4,16 Ba	3,50 Ab	5,16 Ca	3,66 Ab	6,16 Aa
(S9) Solo+Esterco equino+Pó de Coco	1,66 Ab	2,83 Aa	3,16 Ab	4,83 Aa	3,33 Ab	5,83 Ba	3,50 Ab	6,50 Aa
(S10) Solo+composto+Bagacilho de								

PESQUISAS FLORESTAIS EM FOCO

Cana								
(S11) Solo+Esterco Bovino+Bagacilho de cana	1,33 Ba	3,00 Aa	2,83 Ab	4,33 Ba	2,83 Ab	5,16 Ca	3,00 Ab	5,83 Ba
(S12) Solo+Esterco Equino+ Bagacilho	1,16 Bb	3,33 Aa	3,00 Ab	5,00 Aa	3,16 Ab	5,66 Ba	3,33 Ab	5,50 Ba
Cana					3,00 Ab			
	1,50 Ab	2,16 Ca	2,50 Aa	3,16 Ca		4,50 Ca	3,16 Ab	4,66 Ca

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott. Fonte: Os autores.

No período de avaliação até 90 dias, nota-se que as maiores taxas de crescimento em diâmetro para *T. aurea* em tubetes ocorreram nas mudas que foram cultivadas com o substrato solo + esterco bovino, mostrando que aos 120 dias após a semeadura as mudas que mais se desenvolveram foram aquelas cultivadas com o substrato solo + esterco equino (Figura 7).

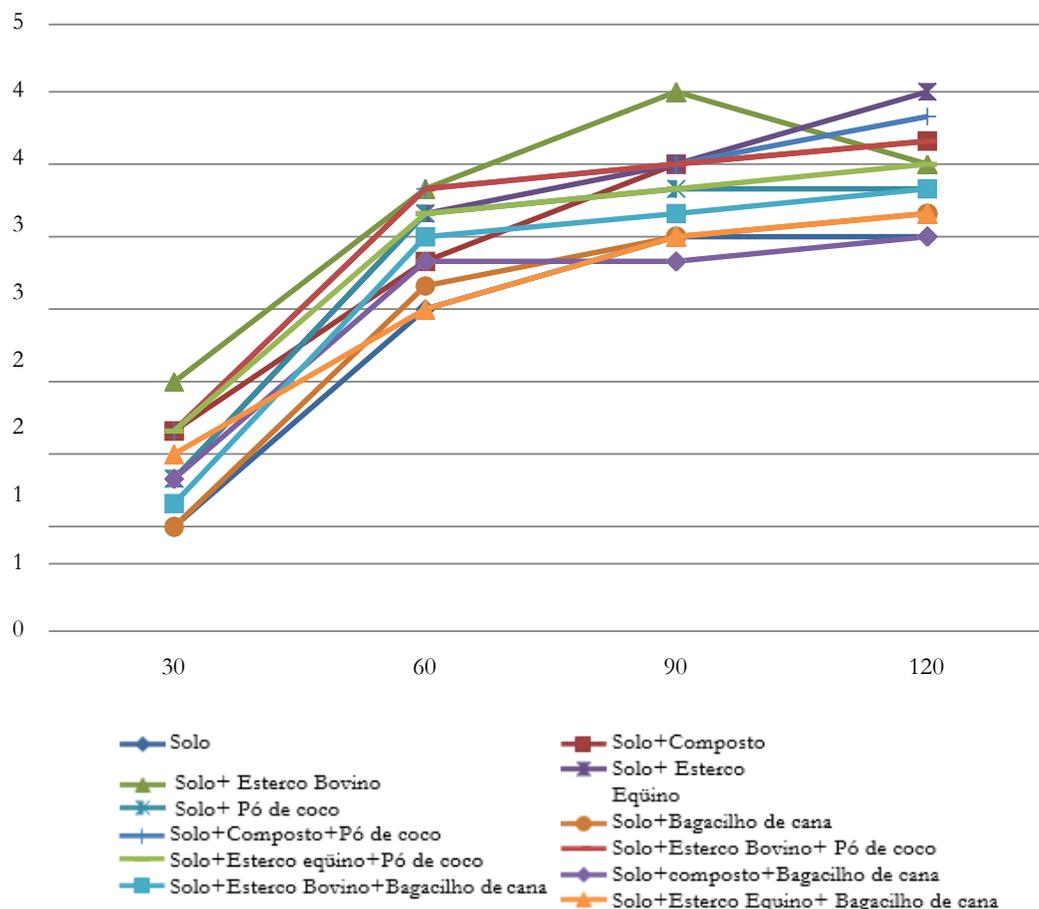


Figura 7. Curva de crescimento em diâmetro (mm) de mudas de *Tabebuia aurea*, cultivadas nos tubetes, em casa de vegetação, em diferentes substratos. Fonte: Os autores.

Número de folhas

Em relação ao número de folhas, verificou-se que no período de avaliação com 30 dias após a semeadura não houve diferença significativa entre os substratos no tubete, ao avaliar os substratos nos vasos notou-se que não houve diferença significativa entre tratamentos. Entre os recipientes houve diferença estatística, onde os vasos apresentaram mudas com maior quantidade de folhas em relação aos tubetes.

Aos 60 dias após a semeadura, pode-se observar que as mudas produzidas em tubetes com os substratos solo (S1), solo + composto (S2), solo + esterco bovino (S3), solo + esterco equino (S4), solo + composto + pó de coco (S7), solo + esterco bovino + pó de coco (S8), solo + composto + bagacilho de cana (S10) e solo + esterco bovino + bagacilho de cana (S11) apresentaram maior quantidade de folhas em relação aos demais tratamentos. Nos vasos a

maioria dos tratamentos não diferiram estatisticamente, havendo diferença estatística apenas nas mudas cultivadas nos substratos solo (S1) e solo + esterco equino + bagacilho de cana (S12) que apresentaram menor quantidade de folhas (Tabela 3).

Avaliando as mudas aos 90 dias após a semeadura, pode-se observar que nos tubetes na maioria dos substratos não houve diferença estatística, diferindo apenas aqueles tratamentos em que as mudas foram cultivadas com os substratos solo + pó de coco, solo + bagacilho de cana e solo + esterco de equino + bagacilho de cana. Nos vasos não houve diferença significativa na produção de folhas. Entre os recipientes as mudas cultivadas em vasos produziram mais folhas que as dos tubetes (Tabela 3).

Aos 120 dias após a semeadura, pode-se observar que não houve diferença significativa entre os substratos em tubetes e nos vasos também não houve diferença significativa entre os substratos. Entre os recipientes houve diferença estatística, onde as mudas produzidas em substratos: solo + esterco bovino (S3), solo + pó de coco (S5), solo + bagacilho de cana (S6), solo + composto + pó de coco (S9) e solo + esterco equino + bagacilho de cana (S12) apresentaram maiores quantidade de folhas em relação aos demais tratamentos (Tabela 3).

PESQUISAS FLORESTAIS EM FOCO

Tabela 3. Média dos valores de número de folhas de mudas de *Tabebuia aurea*, em quatro épocas de avaliação, em diferentes substratos e recipientes, em casa de vegetação do Departamento de Agronomia da UFRPE, Recife – PE.

SUBSTRATO	Número de folhas							
	30 dias		60 dias		90 dias		120 dias	
	TUBETE	VASO	TUBETE	VASO	TUBETE	VASO	TUBETE	VASO
(S1) Solo			8,33 Aa	10,33 Ba	10,33 Ab	13,33 Aa	11,00 Aa	13,33 Aa
(S2) Solo+Composto	5,66 Aa	7,00 Aa	9,33 Ab	11,66 Aa	11,00 Ab	14,66 Aa	12,00 Aa	14,66 Aa
(S3) Solo+ Esterco Bovino	7,00 Aa	8,00 Aa	9,33 Ab	13,33 Aa	10,33 Ab	14,66 Aa	10,66 Ab	14,66 Aa
(S4) Solo+ Esterco Equino	6,00 Ab	9,00 Aa	8,33 Ab	11,33 Aa	10,00 Aa	12,33 Aa	10,33 Aa	12,33 Aa
(S5) Solo+ Pó de coco	6,00 Ab	8,66 Aa	7,33 Bb	11,66 Aa	8,66 Bb	13,66 Aa	9,66 Ab	13,66 Aa
(S6) Solo+Bagacilho de cana	6,00 Ab	8,00 Aa	7,16 Bb	12,00 Aa	8,33 Bb	16,00 Aa	8,50 Ab	16,00 Aa
(S7) Solo+Composto+Pó de coco	5,83 Ab	9,00 Aa	9,33 Aa	11,33 Aa	11,66 Ab	16,33 Aa	12,00 Ab	16,33 Aa
(S8) Solo+Esterco Bovino+ Pó de Coco	6,66 Ab	9,00 Aa	9,00 Ab	11,16 Aa	10,66 Ab	14,00 Aa	11,00 Aa	14,00 Aa
(S9) Solo+Esterco equino+Pó de Coco	6,33 Aa	7,66 Aa	6,66 Bb	13,33 Aa	8,66 Ab	13,33 Aa	8,66 Ab	13,33 Aa
(S10) Solo+composto+Bagacilho de Cana	5,66 Ab	8,66 Aa	8,66 Aa	11,16 Ba	11,00 Aa	12,66 Aa	11,00 Aa	12,66 Aa
(S11) Solo+Esterco Bovino+Bagacilho de cana	5,33 Ab	8,33 Aa	8,00 Ab	12,00 Aa	10,33 Ab	14,00 Aa	10,33 Aa	11,66 Aa
(S12) Solo+Esterco Equino+ Bagacilho Cana	5,66 Ab	9,00 Aa	6,66 Ba	8,50 Ba	7,33 Bb	12,33 Aa	7,33 Ab	12,33 Aa
	5,33 Ab	7,66 Aa						

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott. Fonte: Os autores.

Massa seca da raiz

Considerando o tubete como recipiente, não se constatou diferença significativa entre os substratos. Porém, as mudas cultivadas em vaso emborrachado, de modo geral, apresentaram valores de massa seca da raiz significativamente superiores aos das mudas cultivadas em tubetes. O substrato solo + esterco equino promoveu a melhor produção de massa seca da raiz das mudas cultivadas em vasos (Tabela 4). Cunha et. al. (2005) constataram que o recipiente grande foi responsável pelo maior valor de massa seca de matéria seca da raiz.

Tabela 4. Valores médios de massa seca da raiz (MSR) em gramas, de mudas de *Tabebuia aurea* após 120 dias de semeadura.

SUBSTRATO	MASSA SECA DA RAIZ (g)	
	TUBETE	VASO
(S1) Solo	1,00 Aa	1,66 Ca
(S2) Solo+Composto	0,66 Aa	1,33 Ca
(S3) Solo+ Esterco Bovino	0,83 Ab	2,00 Ca
(S4) Solo+ Esterco Equino	1,33 Ab	3,83 Aa
(S5) Solo+ Pó de coco	1,00 Ab	1,83 Ca
(S6) Solo+Bagacilho de cana	1,00 Ab	2,50 Ba
(S7) Solo+Composto+Pó de coco	0,66 Ab	1,50 Ca
(S8) Solo+Esterco Bovino+ Pó de coco	0,66 Aa	0,83 Ca
(S9) Solo+Esterco equino+Pó de coco	1,33 Ab	3,00 Ba
(S10) Solo+composto+Bagacilho de cana	0,83 Aa	1,16 Ca
(S11) Solo+Esterco Bovino+Bagacilho de cana	1,00 Aa	1,16 Ca
(S12) Solo+Esterco Equino+ Bagacilho de Cana	0,83 Ab	2,33 Ba

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott. Fonte: Os autores.

Massa seca parte aérea

Ao considerar a interação substrato x recipiente pode-se observar na Tabela 6 que as mudas desenvolvidas no vaso emborrachado abteve os maiores valores e entre os substratos

estudados o que produziu maior quantidade de massa seca da parte aérea foi o substrato solo + esterco bovino (S3), onde este diferiu dos demais estatisticamente. A menor produção de matéria seca foi encontrada nas mudas produzidas nos tubetes com os substratos solo (S1), solo+ bagacilho de cana (S6) e solo + esterco equino + bagacilho de cana (S12), o efeito negativo desses substratos pode estar relacionado com a menor disponibilidade de alguns elementos (Tabela 5).

Pelo exposto, o tamanho do recipiente e o tipo de substrato influenciaram a produção de massa seca da parte aérea. O peso de massa seca da parte aérea é uma boa indicação da capacidade de resistência das mudas no campo (Sâmor et al., 2002).

Tabela 5. Valores médios de massa seca da parte aérea (MSPA) em gramas de mudas de *Tabebuia aurea* após 120 dias de semeadura.

SUBSTRATO	MASSA SECA DA PARTE AEREA	
	(g)	
	TUBETE	VASO
(S1) Solo	1,00 Aa	2,83 Da
(S2) Solo+Composto	1,33 Ab	4,33 Ca
(S3) Solo+ Esterco Bovino	2,00 Ab	8,50 Aa
(S4) Solo+ Esterco Equino	2,16 Ab	5,50 Ba
(S5) Solo+ Pó de coco	1,33 Ab	4,16 Ca
(S6) Solo+Bagacilho de cana	0,83 Aa	2,83 Da
(S7) Solo+Composto+Pó de coco	1,66 Aa	3,83 Ca
(S8) Solo+Esterco Bovino+ Pó de coco	1,55 Ab	4,00 Ca
(S9) Solo+Esterco equino+Pó de coco	1,16 Ab	4,00 Ca
(S10) Solo+composto+Bagacilho de cana	1,16 Ab	4,00 Ca
(S11) Solo+Esterco Bovino+Bagacilho de cana	1,33 Aa	3,66 Ca
(S12) Solo+Esterco Equino+ Bagacilho de Cana	1,00 Aa	2,16 Da

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott. Fonte: Os autores.

Relação Altura da parte aérea e diâmetro do colo

Avaliando os dados da Tabela 6, para a razão altura/diâmetro, constata-se que houve diferença significativa entre os substratos nos tubetes, onde as mudas cultivadas com os substratos: Solo + composto, Solo + Esterco Equino, Solo + Composto + Pó de coco, Solo + composto + Bagacilho de cana e Solo+ Esterco Bovino + Bagacilho de cana apresetaram este índice maior que os demais. Em vasos não houve diferença significativa entre os substratos. Pode-se observar que entre os recipientes a relação altura/ diâmetro do colo foram maiores em tubetes com os substratos: Solo+Compostagem, Solo+ Esterco Equino, Solo + Pó de coco, Solo + Composto +Pó de coco, Solo+composto + Bagacilho de cana e Solo + Esterco Bovino + Bagacilho de cana, mostrando que a melhores relações altura/ diâmetro foram encontradas nos tubetes. A relação altura/diâmetro do coleto exprime um equilíbrio de crescimento, relacionando esses dois parâmetros em apenas um índice (Carneiro, 1995), também denominado de quociente de robustez, sendo considerado bastante preciso por indicar o quanto delgada está a muda (Johnson; Cline, 1991).

Tabela 6. Razão Altura/Diâmetro das mudas de *Tabebuia aurea*, aos 120 dias após a semeadura.

ALTURA/ DIAMETRO SUBSTRATO		
	TUBETE	VASO
(S1) Solo	5,50 Ba	6,00 Aa
(S2) Solo+Compostagem	6,50 Aa	4,66 Ab
(S3) Solo+ Esterco Bovino	5,16 Ba	5,16 Aa
(S4) Solo+ Esterco Equino	6,00 Aa	3,83 Ab
(S5) Solo+ Pó de coco	5,50 Ba	4,00 Ab
(S6) Solo+Bagacilho de cana	4,16 Ba	4,66 Aa
(S7) Solo+Composto+Pó de coco	6,00 Aa	3,16 Ab
(S8) Solo+Esterco Bovino+ Pó de coco	5,16 Ba	4,50 Aa
(S9) Solo+Esterco equino+Pó de coco	4,66 Ba	4,00 Aa
(S10) Solo+composto+Bagacilho de cana	7,50 Aa	4,66 Ab
(S11) Solo+Esterco Bovino+Bagacilho de cana	6,16 Aa	4,33 Ab
(S12) Solo+Esterco Equino+Bagacilho de Cana	4,33 Ba	4,83 Aa

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott. Fonte: Os autores.

Relação Peso seco da parte aérea e peso seco da raiz

Para a razão Peso Seco Parte Aérea / Peso Seco da Raiz, verificou-se que as mudas produzidas em vaso com substrato solo + esterco bovino + pó de coco (S8) apresentou o maior valor da relação PSR/ PSPA diferindo significativamente dos demais tratamentos. Pode-se observar que entre os recipientes as mudas que tiveram valores elevados foram aquelas que estavam nos vasos com os substratos, Solo + Esterco Bovino, Solo + Esterco Bovino + Pó de coco e Solo + compostagem + Bagacilho de cana. Brissette (1984) afirmou que num encontro de pesquisadores ficou estabelecido como sendo 2,0 a melhor relação entre o peso de matéria seca da parte aérea e o respectivo peso de matéria seca de raiz. Para as mudas de craibeira os valores obtidos para este índice de qualidade variaram entre 1,00 e 5,33. Segundo Gomes e Paiva (2004), o peso da matéria seca constitui uma boa indicação da capacidade de resistência das mudas em condições de campo, mesmo em se tratando de um método destrutivo.

Índice de qualidade de Dickson (IQD)

Gomes (2001) afirmou que o IQD é uma fórmula balanceada, em que se incluem as relações dos parâmetros morfológicos como MST, MSPA, MSR, H e D, tendo esse índice de qualidade sido desenvolvido por Dickson et al. (1960), trabalhando com mudas de *Picea glauca* e *Pinus monficola*. O melhor valor desse índice no presente estudo, foi encontrado nas mudas cultivadas em vasos com os substratos solo+ esterco equino (S4) e solo + esterco equino + pó de coco (S8). Não houve diferença significativa entre os substratos em tubetes. Entre os recipientes os maiores índices foram encontrados nas mudas cultivadas em vasos. O IQD é um índice importante, pois através dele é possível calcular o índice de qualidade de mudas, pois leva em consideração para o seu cálculo da robustez e o equilíbrio da distribuição da biomassa da muda, ponderando vários parâmetros morfológicos considerados importantes. Segundo Gomes (2002), os vários parâmetros morfológicos utilizados no IQD, permitem predizer consideravelmente a qualidade das mudas ainda no viveiro.

CONCLUSÃO

Nas condições avaliadas neste trabalho, pode-se concluir que as mudas de *Tabebuia aurea* aos 90 dias após a semeadura, cultivadas em vasos emborrachados com capacidade de 1,8 dm³ e com os substratos “solo + esterco bovino” e “solo + esterco bovino + pó de coco”, apresentaram altura e diâmetro do colo dentro da qualidade recomendada para o plantio.

Nos tubetes as mudas de craibeira tiveram alturas e diâmetros inferiores às mudas cultivadas em vasos emborrachados, em relação ao substrato nos tubetes as mudas se desenvolveram melhor nos substratos “solo + composto”, “solo + esterco bovino” e solo +

“esterco eqüino”.

Os melhores valores dos parâmetros morfológicos altura da parte aérea, diâmetro do colo e matéria seca da parte aérea, bem como das relações H/D e PSPA/PSMR, foram encontrados nas mudas cultivadas em vaso emborrachado e com os substratos “solo + esterco bovino” e “solo + esterco bovino + pó de coco”. Pode-se observar que a matéria seca de raiz e o Índice de Qualidade de Dickson (IQD), apresentaram valores elevados nas mudas produzidas em vaso emborrachado com o substrato “solo + esterco equino” e “solo + esterco equino + pó de coco”.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Brissette JC (1984). Summary of discussions about seedling quality. In: Southern Nursery Conferences, Alexandria. *Proceedings...* New Orleans: USDA. Forest Service. Southern Forest Experiment Station, 127-128.
- Carneiro JGA (1995). *Produção e controle de qualidade de mudas florestais*. Curitiba: UFDR/FUPE. 451p.
- Castro EMAA, Alvarenga MB, Gomide EL (1996). Geisenhoff. Efeito de substratos na produção de mudas de Calabura (*Muntingia calabura* L.). *Ciência e Agrotecnologia*. 20 (3): 366-370.
- Cunha AO, Andrade LA, Bruno RLA, Silva JAL, Souza VC (2005). Efeito dos substratos e das dimensões dos recipientes da qualidade de mudas de *Tabebuia impetiginosa* (mart.Ex.D.C.) Standl. *Revista Arvore*, Viçosa-MG, 29(4): 511-514.
- Dickson A, Leaf AL, Hosner JF (1960). Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. *Forest Chronicle*, 36: 10-13.
- Gomes JM, Paiva HN (2004). *Viveiros florestais -propagação sexuada*. 3 ed. – Viçosa UFV. 116 p.
- Gomes JM, Couto L, Leite HG, Xavier A, Garcia SLR (2002). Parâmetros morfológicos de diferentes substratos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. *Revista Arvore*, 26 (6): 655-664.
- Gomes JM (2001). *Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de Eucalyptus grandis, produzidas em diferentes tamanhos de tubete e de dosagens de N-P-K*. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 126p.
- Gonçalves JLM, Santerelli EG, Neto SPM, Manama MP (2000). Produção de mudas de espécies nativas: substratos, nutrição, sombreamento e fertilização. In: Gonçalves JLM, Benedetti V(Eds). *Nutrição e Fertilização Florestal*. Piracicaba: ESALQ/USP. [S.l: s.n.], 309-350.
- Ibama (1998). *Sementes Florestais: Colheita, armazenamento e beneficiamento*. 26p.
- Janick JA (1968). *Ciência da horticultura*. Freitas Bastos S. A., Rio de Janeiro. 585p.
- Johnson JD, Cline PM (1991). Seedling quality of southern pines. In: Dureya ML, Dougherty PM.

- (Eds.). *Forest Regeneration Manual*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 36: 143-162.
- Leles PSS, Lisboa AC, Oliveira Neto SN, Grugiki MA, Ferreira MA (2006). Qualidade de mudas de quatro espécies florestais produzidas em diferentes tubetes. *Revista Floresta e Ambiente*, 13(1): 69-78.
- Lorenzi, H (1992). *Árvores Brasileiras - Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. Ed. Plantarum Ltda., Nova Odessa, 1: 368.
- Nicoloso FT, Fortunato RP, Zanchetti F, Cassol LF, Eisinger SM (2000). Recipientes e substratos na produção de mudas de *Maytenus ilicifolia* e *Apuleia leiocarpa*. *Ciência Rural*, Santa Maria, 30 (6): 987-992.
- Rodrigues LRF (2002). *Técnicas de cultivo hidropônico e de controle ambiental no manejo de pragas, doenças e nutrição vegetal em ambiente protegido*. Jaboticabal: Funep. 762p.
- Samôr OJM, Carneiro JG de A., Barroso DG, Leles PS dos S (2002). Qualidade de mudas de angico e sesbânia, produzidas em diferentes recipientes e substratos. *Revista Árvore*, Viçosa, 26(2): 209-215.
- Vieira AH, Ricci M dos S F, Rodrigues VGS, Rossi ELMB (1998). *Efeito de diferentes substratos para produção de mudas de freijó-louro Cordia alliodora (Ruiz & Pav.) Oken*. Boletim de Pesquisa, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Centro de Pesquisa Agroflorestal do Acre, 25: 12.

Florística e estrutura em florestas secundárias de diferentes idades, no município de Tanque D'arca, Al, Brasil

Recebido em: 20/07/2020

Aceito em: 25/07/2020

 10.46420/9786588319000cap4

Mikael Oliveira da Silva¹ 

Carlos Mozart Silva de Almeida¹ 

Mariana da Silva Leal¹ 

Stheffany Carolina da Silva Lóz¹ 

Débora dos Santos Farias¹ 

Elmadã Pereira Gonzaga¹ 

Maria José de Holanda Leite¹ 

Andréa de Vasconcelos Freitas Pinto¹ 

INTRODUÇÃO

Em 1500, quando os Europeus chegaram ao Brasil, a mata atlântica ocupava 15% do território brasileiro. Atualmente restam apenas 7% do seu território original (Sos Mata Atlântica, 2012). A cobertura florestal era quase contínua, estendendo-se pela faixa litorânea do Rio Grande do Norte até o Rio Grande do Sul (IBF, 2015). Apesar do intenso desmatamento e fragmentação, a mata atlântica é uma das áreas mais ricas em biodiversidade (Myers et al., 2000).

A confirmação de que a sobrevivência humana depende da conservação do meio ambiente, fez com que surgisse uma consciência social de que era necessário preservar o meio ambiente e parar de utilizar a natureza como fonte inesgotável de recursos (Morais et al, 2011).

No Brasil as Unidades de Conservação (UCs) são as áreas de terra e/ou mar, que apresentam recursos naturais de grande importância ambiental, estético, histórico ou cultural, além de serem importantes na manutenção dos ciclos ecológicos, e demandam regimes

¹ Universidade Federal de Alagoas (UFAL), BR 104, Km 85, CEP: 57100-000, S/N - Mata do Rolo - Rio Largo, Alagoas, Brasil.

* Autor de correspondência: andrea.pinto@ceca.ufal.br.

especiais de preservação e ou exploração (Oliveira, 2009).

Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) é uma Unidade de Conservação em área privada com objetivo de conservar a diversidade biológica. A criação de uma RPPN é um ato voluntário do proprietário que decide transformar sua propriedade, ou parte dela, em uma unidade de conservação, assumindo o compromisso com a conservação da natureza (Delelis et al., 2010).

Sucessão florestal é um processo de revegetação de uma área desmatada que antes continha floresta. O processo de sucessão é dito como uma série de etapas, onde as florestas passam por transformações que vem desde o desenvolvimento em clareiras, através do crescimento de indivíduos de espécies pioneiras de rápido crescimento e alta dispersão (Wirth et al., 2009), até uma floresta clímax. O estudo da composição florística é importante para compreender melhor o ecossistema e seu comportamento em fragmentos florestais (Maragon et al., 2003).

De maneira geral, florestas secundárias iniciais são caracterizadas por altas densidades de árvores, baixas áreas basais, menor altura do dossel, frequentemente apresentam baixa riqueza e predomínio de espécies generalistas e de distribuição geográfica ampla, em comparação com os estágios mais avançados da sucessão (Finegan; Delgado, 2000). Entre as características estruturais, o aumento de biomassa, volume, área basal, diâmetro e altura são indicados como as principais mudanças durante o processo sucessional (Oliveira, 2014). Com o aumento da idade das florestas, a estratificação vertical torna-se mais visível, aumentando a complexidade estrutural da comunidade (Oliveira Filho et al., 2004).

Assim o presente trabalho teve como objetivo compreender como a composição florística e estrutura varia em áreas com diferentes idades de regeneração na Floresta Atlântica.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O estudo foi realizado em duas áreas localizadas na RPPN Santa Fé, a Reserva possui uma área de 17,61ha, está localizada no município de Tanque D'Arca, Alagoas. A RPPN inclui-se no domínio da floresta Estacional Decidual, em trecho de transição, onde são encontrados elementos da Floresta ómbrofila, mais comuns na área úmida (Oliveira et al., 2014). Em termos de vegetação, as áreas encontram-se em área de Floresta Atlântica, com a vegetação remanescente encontrando-se extensamente alterada pelo homem. Essa situação permitirá compreender se há variação na repartição da diversidade funcional de traços ligados

a polinização e dispersão, principal objetivo deste projeto. Segundo o CPRM (2005), a área de estudo apresenta clima do tipo Tropical Chuvoso, com verão seco. A estação chuvosa se inicia em janeiro/fevereiro com término em setembro, podendo se adiantar até outubro.

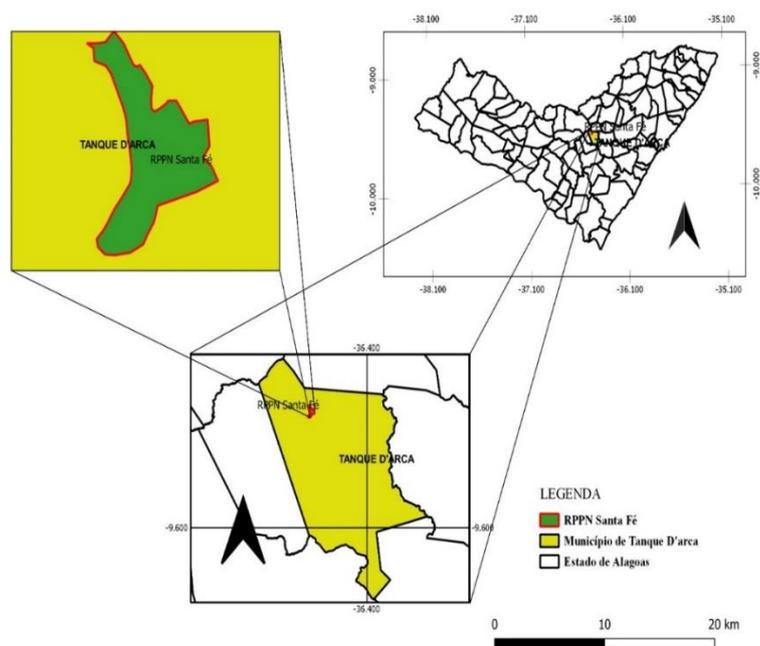


Figura 1. Localização da RPPN Santa Fé no município de Tanque D'Arca, Alagoas. Fonte: Os autores.

Coleta e análise de dados

A coleta de dados do presente estudo foi realizado mensalmente. Os levantamentos botânicos foram realizados em um total de 60 parcelas, 30 parcelas permanentes contínuas de 10×10 m com 10 m de distância entre si no fragmento com regeneração recente e 30 parcelas na área com regeneração no estágio avançado. Serão amostrados indivíduos arbóreos com diâmetro acima do peito (DAP) > 5 cm obtidos através da medição do CAP, medido a 1,30 m do solo, para a análise de diâmetro e altura das espécies nas duas áreas, foram categorizadas classes.

Cada indivíduo amostrado será identificado com plaqueta de alumínio com numeração sequencial e mensurado a circunferência e estimada a altura total (com uma régua marcada a cada 50 cm). As espécies amostradas serão identificadas com auxílio de especialistas e por comparações com coleções depositadas no Herbário do Instituto do Meio Ambiente (IMA). A lista de espécies será elaborada de acordo com a família, localidade de ocorrência na área de estudo, nome e número de coletor. A classificação das famílias de angiospermas seguirá as recomendações do APG (2016).

A lista de espécies foi elaborada de acordo com a família, localidade de ocorrência da área de estudo, nome vulgar e científico, número de coletor e se a mesma é nativa ou exótica. A classificação das famílias de angiospermas seguiu as recomendações do APG (2016).

A similaridade entre as áreas foi avaliada segundo o coeficiente de Jaccard (C_j), pois este não considera a frequência das espécies e deve-se, pois, usá-lo quando se deseja pesar as espécies de maneira igualitária (Krebs, 1999).

Visando comparar a estrutura entre os dois fragmentos de tamanhos distintos, serão calculados por parcela, o índice de Simpson (D), e o índice de diversidade de Shannon-Wiener (H'). Para quantificar diferenças significativas da riqueza será empregada uma análise não paramétrica. As médias de densidade, área basal, diâmetro, altura e número de perfis por parcela de todas as áreas serão comparadas pelo teste t, simples por grupo, com nível de significância $p < 0.05$. A análise estatística dos dados será realizada pela ANOVA. Todas as análises estatísticas serão realizadas através do programa e EXCEL®.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas 60 parcelas amostradas, considerando as duas áreas, foram encontrados 1449 indivíduos, 51 espécies arbóreas, pertencentes a 26 famílias botânicas e 46 gêneros. Dentre as 51 espécies encontradas, 21 (41,2%) são compartilhadas entre as áreas. Do restante, 20 (39,2%) são exclusivas da área com regeneração no estágio avançado e 10 (19,6%) exclusivas da área com regeneração recente (Tabela 1).

Tabela 1. Relação das espécies amostradas em dois estágios sucessionais em duas áreas de floresta atlântica, localizadas na RPPN (*Reserva Particular do Patrimônio Natural*) Santa Fé, no município de Tanque d'Arca, Alagoas.

Família/Espécie	Estágio recente	Estágio avançado	Origem	Nº de indivíduos
Anacardiaceae				
<i>Astronium fraxinifolium</i> Schott	X	X	Nativa	41
<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	X		Nativa	1
<i>Spondias macrocarpa</i> Engl.		X	Nativa	1
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	X		Nativa	80
<i>Thyrsodium spruceanum</i> Benth.	X		Nativa	23
Apocynaceae				
<i>Himatanthus bracteatus</i> (A. DC.) Woodson	X		Nativa	7
<i>Tabernaemontana flavicans</i> Willd. ex Roem. & Schult.	X		Nativa	1
Arecaceae				
<i>Syagrus coronata</i> (Mart.) Becc.	X	X	Nativa	28
Bignoniaceae				
<i>Handroanthus umbellatus</i> (Sond.) Mattos	X	X	Nativa	30
<i>Handroanthus chrysotrichus</i> (Mart. ex DC.) Mattos		X	Nativa	15

PESQUISAS FLORESTAIS EM FOCO

<i>Zeyheria tuberculosa</i> (Vell.) Bureau ex Verl.	X		Nativa	2
Bixaceae				
<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.) Spreng.	X		Nativa	1
Boraginaceae				
<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arráb. ex Steud.	X	X	Nativa	11
Burseraceae				
<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	X		Nativa	5
Cannabaceae				
<i>Celtis iguanaea</i> (Jacq.) Sarg.		X	Nativa	34
Fabaceae				
<i>Albizia polycephala</i> (Benth.) Killip ex Record	X		Nativa	45
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan		X	Nativa	1
<i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth	X	X	Nativa	25
<i>Chloroleucon dumosum</i> (Benth.) G.P.Lewis		X	Nativa	4
<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong	X	X	Nativa	11
<i>Erythrina mulungu</i> Mart.		X	Nativa	9
<i>Hymenaea courbaril</i> L.	X		Nativa	19
<i>Inga cayennensis</i> Sagot ex Benth.	X	X	Nativa	7
<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	X		Nativa	2
<i>Samanea inopinata</i> (Harms) Barneby & J.W.Grimes	X	X	Nativa	17
<i>Swartzia pickelii</i> Killip ex Ducke	X		Nativa	25
<i>Machaerium hirtum</i> (Vell.) Stellfeld	X	X	Nativa	108
<i>Senna georgica</i> H.S.Irwin & Barneby		X	Nativa	1
Hypericaceae				
<i>Vismia guianensis</i> (Aubl.) Choisy	X		Nativa	1
Lamiaceae				
<i>Vitex rufescens</i> A.Juss.	X	X	Nativa	24
Lauraceae				
<i>Ocotea glomerata</i> (Nees) Mez	X		Nativa	17
Lecythidaceae				
<i>Eschweilera complanata</i> S.A.Mori	X		Nativa	23
Malpighiaceae				
<i>Byrsonima sericea</i> DC.	X		Nativa	29
Malvaceae				
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.		X	Nativa	48
<i>Luebea ochrophylla</i> Mart.	X	X	Nativa	31
Meliaceae				
<i>Gnarea guidonia</i> (L.) Sleumer	X		Nativa	27
Moraceae				
<i>Bagassa guianensis</i> Aubl.		X	Nativa	1
<i>Sorocea guilleminiana</i> Gaudich.	X	X	Nativa	6
Myrtaceae				
<i>Campomanesia aromatica</i> (Aubl.) Griseb.	X	X	Nativa	4
<i>Campomanesia dichotoma</i> (O.Berg) Mattos	X	X	Nativa	11
<i>Eugenia</i> sp.		X	Nativa	1
Nyctaginaceae				

PESQUISAS FLORESTAIS EM FOCO

<i>Guapira noxia</i> (Netto) Lundell	X	X	Nativa	6
<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	X		Nativa	1
Polygonaceae				
<i>Coccoloba mollis</i> Casar.	X	X	Nativa	54
Rhamnaceae				
<i>Ziziphus joazeiro</i> Mart.		X	Nativa	5
Rubiaceae				
<i>Randia armata</i> (Sw.) DC.	X		Nativa	116
Salicaceae				
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	X		Nativa	1
<i>Casearia guianensis</i> (Aubl.) Urb.	X	X	Nativa	97
Sapindaceae				
<i>Talisia esculenta</i> (Cambess.) Radlk.	X	X	Nativa	14
<i>Cupania oblongifolia</i> Mart.	X	X	Nativa	365
Sapotaceae				
<i>Pouteria venosa</i> (Mart.) Baehni	X		Nativa	2
Urticaceae				
<i>Cecropia ficifolia</i> Warb. ex Snethl.	X	X	Nativa	13

Fonte: Os autores.

As famílias com maior riqueza de espécies foram Fabaceae com 13 espécies, Anacardiaceae com 5 espécies, Bignoneaceae 4 espécies, Myrtaceae com 3 espécies e Malvaceae, Moraceae, Sapindaceae, Salinaceae e Nyctagnaceae com 2 espécies cada uma. Dezesesseis famílias foram representadas por uma única espécie.

Os gêneros amostrados mais comuns foram: *Cupania* com 365 indivíduos, *Randia* com 116 e *Machaerium* com 108 indivíduos que somados representaram 40,45% de todas as espécies amostradas. Considerando as localidades isoladamente as espécies: *Cupania*, *Randia* e *Machaerium* foram responsáveis por cerca de 36,3% das espécies amostradas na área com regeneração no estágio avançado, e 4% na área com regeneração recente.

A riqueza de espécies foi maior na área de estágio mais avançado. Entre as espécies de maior ocorrência encontramos *Tapirira guianensis* Aubl. (80 indivíduos). É uma espécie nativa de ocorrência em grande parte das formações florestais brasileiras (Souza; Lorenzi, 2005). Segundo Lorenzi, (2002), trata-se de uma árvore perenifólia, pioneira e heliófita, sendo bastante encontrada em formações secundárias de solos úmidos. Outra espécie que merece destaque é *Randia armata* (Sw.) DC. (116). De acordo com Paulus (2005) é encontrada no interior de florestas, importante para a formação de corredores ecológicos e também é presente em vegetação em estágio secundário de regeneração. Na área de estágio de sucessão recente, teve destaque *Guauma ulmifolia* Lam. com 48 indivíduos. É uma espécie secundária inicial e importante para recuperação de áreas. Já a *Celtis iguanaea* (Jacq.) Sarg. (34) é uma espécie pioneira e típica de mata ciliar. Nas áreas estudadas foram encontradas apenas

espécies nativas.

Na comparação da composição de espécies, obtida pelo coeficiente qualitativo de Jaccard (Krebs, 1999), as áreas apresentaram $CJ = 0,37$. Este resultado indica baixa similaridade florística entre os componentes arbóreos, e reflete a ideia de que há um processo de substituição nas comunidades arbóreas. Este índice corrobora com os estudos feito por Felfili et al., (2011), que obteve $J=0,319$.

As 5 espécies de maior Valor de importância (VI) nas duas áreas que indica seu valor relativo para os outros 3 parâmetros: densidade, frequência e dominância ambas relativas. Em relação as frequências a espécie mais encontrada foi a *Machaerium hirtum* (Vell.) Stellfeld na área mais recente enquanto na área mais antiga a espécie *Cupania oblongifolia* Casar. foi a mais frequente (Tabela 2 e 3). Em relação a densidade os resultados encontrados foram que as duas espécies antes citadas foram as mais destacadas nas duas áreas também citadas anteriormente tendo visto um certo padrão neste sentido, resultados também observados nos valores de dominância e valor de importância, percebendo assim um grande destaque destas espécies nas áreas, sendo encontradas com certa facilidade. Vale destacar o grande valor de importância da espécie *Cupania Oblongifolia* na área mais antiga com VI de 17,1504, a mesma espécie também se repete com certo nível de importância na área mais recente tendo um valor de 4,764, nesta área a espécie com maior VI é a espécie de *Machaerium hirtum* com VI de 9,315, demonstrando assim a importância dessas espécies nas respectivas áreas (Tabela 2 e 3).

Tabela 2. Descritores fitossociológicos das espécies amostradas na área com estágio sucessional mais recente, RPPN Santa Fé, Tanque D'arca, Alagoas. NI=número de indivíduos; Do%=dominância relativa; D%=densidade relativa; Fr%=frequência relativa; e IVI=índice de valor de importância

Espécie	NI	FrR%.	DeR%	DoR%	VI
<i>Casearia guianensis</i> (Aubl.) Urb.	98	7,650	15,690	9,833	7,883
<i>Coccoloba mollis</i> Casar.	83	3,825	9,263	7,536	4,651
<i>Cupania oblongifolia</i> Mart.	50	7,650	9,452	7,622	4,764
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	49	9,836	9,074	9,049	4,586
<i>Machaerium hirtum</i> (Vell.) Stellfeld	48	10,383	18,526	18,675	9,315

Fonte: Os autores.

De acordo com os resultados a espécie *Cupania oblongifolia* é encontrada com certa abundância na região em ambas as áreas e com destaque ainda maior na área mais antiga com 315 indivíduos encontrados na área mais antiga e 50 indivíduos na área mais recente.

Tabela 3. Descritores fitossociológicos das espécies amostradas na área com estágio

sucessional mais recente, RPPN Santa Fé, Tanque D’arca, Alagoas. NI=número de indivíduos; Do%=dominância relativa; D%=densidade relativa; Fr%=frequência relativa; e IVI=índice de valor de importância.

Espécie	NI	FrR%	DeR%	DoR%	VI
<i>Cupania oblongifolia</i> Mart.	315	9,8859	34,2020	26,4294	17,1504
<i>Randia armata</i> (Sw.) DC.	116	7,2243	12,5950	9,6631	6,3336
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	80	7,9848	8,6862	11,4505	4,3830
<i>Albizia polycephala</i> (Benth.) Killip ex Record	45	6,8441	4,8860	4,9977	2,4772
<i>Byrsonima sericea</i> DC.	29	5,7034	3,1488	4,6890	1,6029

Fonte: Os autores.

Em relação a altura dos indivíduos percebeu-se bastante semelhança entre ambas as áreas com destaque para indivíduos que medem entre 5 e 13 metros, indicando que as regiões possuem indivíduos geralmente de médio porte. Na área mais recente encontram-se com mais frequência indivíduos que medem entre 7,1 a 10,9 m, resultado encontrado também na área antiga, porém, nesta mesma área também podem ser observadas grandes quantidades de indivíduos entre 5,1 a 7,0 m e de 11,0 a 12,9 m (Figura 2).

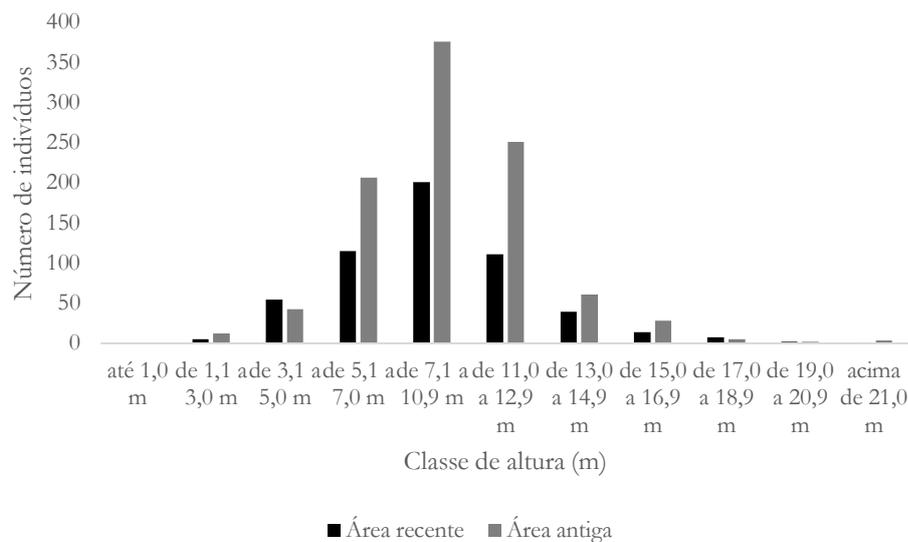


Figura 2. Distribuição do número de indivíduos arbóreos por classe de altura comparadas da área recente e antiga da RPPN Santa Fé, Tanque D’arca, Alagoas. Fonte: Os autores.

Percebe-se nas classes de diâmetro um grande domínio de indivíduos que possuem diâmetro entre 4 e 8 cm nas duas áreas e uma certa quantidade de indivíduos de médio a grande diâmetro apenas na região mais antiga, entre 8,1 e 12,0 cm, indicando um certo parâmetro de indivíduos mais desenvolvidos (Figura 3).

Os índices de altura ficam em torno de 87,6% entre os valores de 3,0 a 13,0 m na área mais recente, e de 88,7% para os mesmos valores na área mais antiga, vendo assim uma grande semelhança entre a altura dos indivíduos mesmo em áreas de diferentes estágios na região.

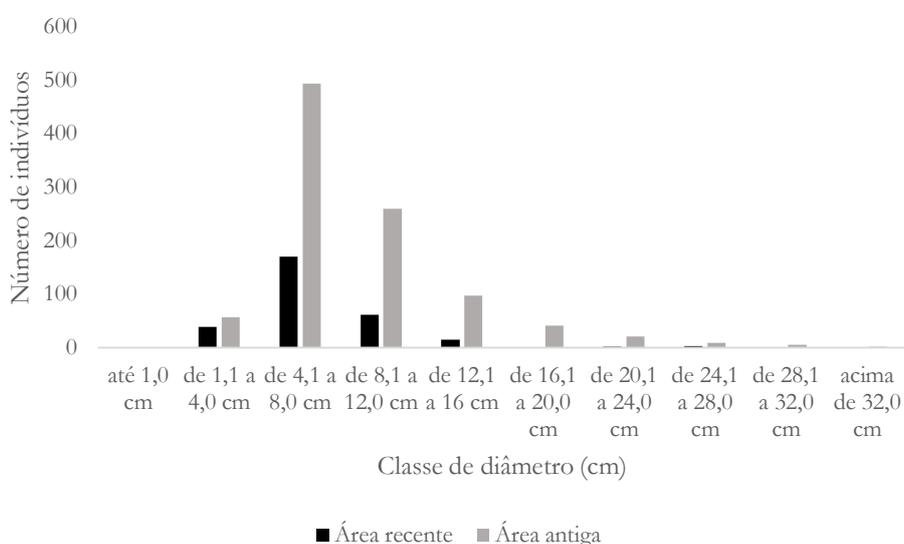


Figura 3. Distribuição do número de indivíduos arbóreos por classe de diâmetro comparadas da área mais antiga da RPPN Santa Fé, Tanque D’arca, Alagoas. Fonte: Os autores.

Os valores de índice de diversidade indicando grande diversidade em ambas as regiões de acordo com os valores de Simpson (1-D) que mede valores próximos de 1, com leves traços de diversidade maiores na área mais recente, ambas as regiões demonstram índice alto de diversidade e de certa forma bem parelhos de acordo com este índice.

Já os valores para o índice de Shannon (H') da área recente e da antiga foram de 1,191 e 1,139nats/ind, respectivamente, indicando semelhança entre a diversidade das duas áreas, porém, comparado a outros estudos na Mata Atlântica este valor é considerado baixo como em estudo realizado em Ubatuba/SP no núcleo Picinguaba do Parque Estadual da Serra do Mar onde o valor de H' foi de 4,051.

CONCLUSÃO

A baixa similaridade entre o fragmento com regeneração recente e o fragmento com regeneração no estágio avançado, reflete a ideia de que há um processo de substituição nas comunidades arbóreas.

Esses resultados demonstram que, apesar do período de intervenção antrópica nessas áreas, elas estão conseguindo se recuperar e manter a diversidade característica do bioma onde estão inseridas.

Os fragmentos de Mata Atlântica estudados apresentaram baixo compartilhamento de espécies. Este baixo número de espécies compartilhadas pode ser reflexo da variação nas condições ambientais ao longo do tempo ou da própria ecologia de algumas espécies. Além disso, as diferenças florísticas observadas entre os fragmentos podem estar ligadas à distribuição natural das Florestas Estacionais Deciduais, bem como à localização fitogeográfica dos fragmentos.

Ambas as áreas da RPPN Santa Fé, localizada no município de Tanque D'Arca, Alagoas, indicam grande índice de diversidade, apesar de diferenças estruturais como a altura dos indivíduos como seu diâmetro, ou seja, a diversidade é pouco afetada pela estrutura nas duas áreas com leve influência destes fatores para a diversidade área mais antiga onde os fatores estruturais de diâmetro e altura foram superiores na área mais antiga.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- APG (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: 1-20.
- CPRM - Serviço Geológico do Brasil (2005). *Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea*. Diagnóstico do município de Tanque D'Arca, estado de Alagoas, 1. ed. Recife: CPRM/PRODEEM. 13p.
- Delelis CJ, Rehder T, Cardoso TM (2010). *Mosaicos de áreas protegidas: reflexões e propostas da cooperação franco-brasileira*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, MMA; Embaixada da França No Brasil - CDS UnB. 148p.
- Felfili JM, Roitman I, Medeiros MM, Sanchez M (2011). Procedimentos e métodos de amostragem de vegetação. In: Felfili JM, Eisenlohr PV, Melo MMRF, Andrade LA, Meira-Neto JAA (Eds.). *Fitossociologia no Brasil – Métodos e estudo de casos*. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1: 86-121.
- Finegan B, Delgado D (2000). Structural and floristic heterogeneity in a 30-year-old Costa

- Rican rain forest restored on pasture through natural secondary succession. *Restoration Ecology* 8: 380-393.
- Instituto Brasileiro De Florestas- IBF (2015). *Bioma Mata atlântica*. Disponível em: <https://www.ibflorestas.org.br/bioma-mata-atlantica.html>. Acesso em: 20 de jan. de 2019.
- Krebs CJ (1999) *Ecological Methodology*. 2 ed. Benjamin Cummings, Menlo Park, 620p.
- Lorenzi H (2002). *Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil*. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 1: 384.
- Marangon L, Soares JJ, Feliciano ALP (2003). Florística arbórea da Mata da Pedreira, município de Viçosa, Minas Gerais. *Revista Árvore*, 27(2): 207-215.
- Morais CKT, Lima SA, Almeida GEM (2011). Meio ambiente ecologicamente equilibrado: direito ambiental, fundamental e humano, dever social. *Qualitas Revista Eletrônica*, 11 (1): 1-15.
- Myers NRA, Mittermeier CG, Mittermeier GAB, Fonseca JK (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403: 53-858.
- Oliveira ANS, Amorim CMF, Lemos RPL (2014). *As Riquezas das Áreas Protegidas no Território Alagoano*. Instituto do Meio Ambiente, Maceió: PIJL, L.V.D. 328.
- Oliveira RL (2009). *Unidades de conservação da natureza*. 3. ed. São Paulo: Secretaria do meio ambiente. 104.
- Oliveira Filho AT, Carvalho DA, Vilela EA, Curi N, Fontes MAL (2004) Diversity and structure of the tree community of a fragment of tropical secondary Forest of the Brazilian Atlantic Forest domain 15 and 40 years after logging. *Rev. bras. Bot.* [online], 27(4): 685-701.
- Paulus RI (2005). *Caracterização morfológica e métodos para superação de dormência de sementes de Randia armata (De Candolle SW.)*. Dissertação. (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Sementes). Universidade Federal de Pelotas. 111p.
- SOS Mata Atlântica (2012). *Florestas: A Mata Atlântica*. Disponível em: <https://www.sosma.org.br/nossas-causas/mata-atlantica/>. Acesso em: 20 de jan. 2019.
- Souza VC, Lorenzi H (2005). *Botânica sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II*. Nova Odessa: Instituto Plantarum. 640p.
- Wirth CC, Messier Y, Bergeron D, Frank AF (2009). *Old-growth forests: function, fate and value*. New York: Springer, 207: 11-33.

Análise do componente arbóreo adulto e regenerante e da serapilheira em um remanescente de Floresta Atlântica em Rio Largo, Alagoas

Recebido em: 20/07/2020

Aceito em: 25/07/2020

 10.46420/9786588319000cap5

Carlos Frederico Lins e Silva Brandão^{1*} 

Anne Carolyne Silva Vieira¹ 

Débora dos Santos Farias¹ 

Lucas Galdino da Silva¹ 

Elmadã Pereira Gonzaga¹ 

Mayara Dalla Lana² 

Raquel Elvira Cola³ 

Sthéfany Carolina de Melo Nobre³ 

INTRODUÇÃO

As formações florestais presentes nos trópicos apresentam vulnerabilidades para a biodiversidade (Beer et al., 2010), pois estão suscetíveis a diversas alterações humanas, como, fragmentação e desmatamento (Malhi et al., 2014). No Brasil, a Floresta Atlântica é o bioma mais ameaçado devido à degradação, exploração madeireira e novas formas de paisagem e recobrimento da terra (Costa et al., 2016; Laurance, 2009; Padilha; Júnior, 2018).

Atualmente, este bioma está resumido a áreas de protegidas denominadas Unidades de Conservação e a diversas manchas remanescentes em uma enorme matriz antropizada (Santos et al., 2020). Da vegetação restante no planeta, aproximadamente 13% da Floresta Atlântica permanece no Brasil (Fundação SOS Mata Atlântica/INPE, 2018), sendo 83,4% dos fragmentos menores que 50 ha, em que apenas 9% correspondem a reservas naturais (Ribeiro et al., 2009). Segundo Silva et al. (2020) essa redução influencia diretamente no processo de degradação florestal e, quando associado à perda de condições ecológicas, leva à transformação de grandes matrizes em fragmentos secundários.

¹ Campus de Engenharias e Ciências Agrárias, Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, Alagoas, Brasil;

² Instituto Federal de Pernambuco, Garanhuns, Pernambuco, Brasil;

³ Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil.

*Autor de correspondência: carlos.brandao@ceca.ufal.br.

Todas as ações antropogênicas em ambientes naturais elevaram a proporção de florestas secundárias (FAO, 2018). Esses fragmentos em reequilíbrio exercem uma função primordial na manutenção e retomada da biodiversidade (Gibson et al., 2011; Powers; Marín-Spiotta, 2017; Sullivan et al., 2017), sobretudo os remanescentes capazes de readquirir naturalmente seus processos em estrutura vertical e horizontal e funções, caracterizando-se como ecossistemas flexíveis (Safar et al., 2019; Willis et al., 2018).

O declínio da Floresta Atlântica relacionado à qualidade do habitat evidencia o aumento nos riscos de extinção, defaunação e redução de interações ecológicas, pois a maior parte dos indivíduos lenhosos têm sua dispersão feita por zoocoria (Dixo et al., 2009; Bello et al., 2015; Mittermeier et al., 2011). Em decorrência da fragmentação, a composição florística e estrutural desse bioma foi alterada, muitas vezes comprometendo sua estabilidade, reduzindo sua resiliência e a resistência a distúrbios (Arroyo-Rodriguez et al., 2013; Baynes et al., 2015).

Avaliações fitossociológicas são indispensáveis para proteger a biodiversidade e os ecossistemas florestais (Rao et al., 2015). Os estudos sobre as condições estruturais da Floresta Atlântica permitem melhor planejamento e implementação de estratégias relacionadas à conservação, como também a restauração de áreas com espécies endêmicas, fornecendo informações sobre sua composição e riqueza, além da influência nas condições geoclimáticas atuais (Kurtz et al., 2018; Chandran et al., 2020), e também, como as árvores abastecem os habitats para outros organismos (Das et al., 2015).

As espécies arbóreas ditam a dinâmica de sucessão nas florestas e, a realização das análises sobre a riqueza da floresta, fisionomia, distribuição espacial e como a comunidade interage, configurando informações valiosas para o manejo florestal (Battles et al., 2001). Todos os dados sobre os ecossistemas servem como apoio para avaliar de fato as consequências dos distúrbios, a captação da regeneração e os níveis de diversidade e riqueza florística que ocorrem nas unidades florestais (Sarkar, 2015).

Portanto, com base nas considerações acima e diante da necessidade da importância de se ampliar as informações sobre a vegetação da Floresta Atlântica, principalmente para o Estado de Alagoas, o objetivo do estudo foi analisar em dois monitoramentos o componente arbóreo adulto e regenerante, a partir de indicadores ecológicos e de estrutura, bem como analisar a serapilheira e banco de sementes da Mata da Frascalli, em Rio Largo – AL.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

Os dois levantamentos foram realizados, em um período de seis meses, em um fragmento florestal conhecido como Mata da Frascalli, posicionado entre as coordenadas geográficas com latitude: 188442.17 m E, e longitude: 8953666.9 m S, com 134 m de altitude (Figura 1). O domínio da floresta pertence à empresa Água Mineral Frascalli, onde abriga uma nascente natural para seu abastecimento.

Encontra-se situado na zona rural do município de Rio Largo – Alagoas, estando esse inserido na zona da mata alagoana. Apresenta uma extensão territorial de 197 ha e sua fitofisionomia é descrita por Veloso et al. (1991) como Floresta Ombrófila Aberta.

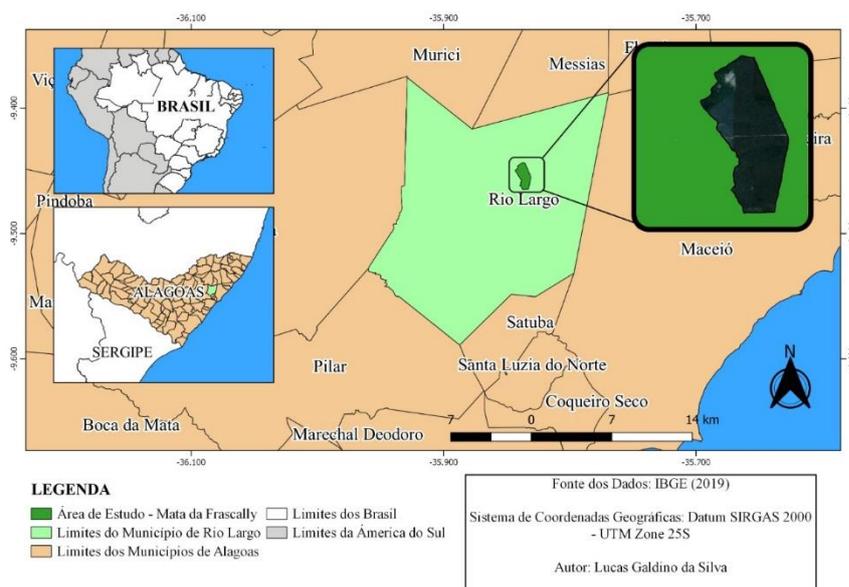


Figura 1. Localização da Mata da Frascalli, em Rio Largo – AL. Fonte: Os autores.

O solo da área é classificado como Latossolo Amarelo Coeso Argissólico (Carvalho, 2003), e de acordo com a classificação Thornthwaite (Thornthwaite; Mather, 1955), o clima da região é caracterizado como úmido, megatérmico, média deficiência de água no verão e água substancial excesso no inverno. A precipitação média anual é de 1.818 mm, a temperatura do ar varia entre 19,3 °C (agosto) e 31,7 °C (janeiro), com uma taxa anual média de 25,4 °C e a média mensal relativa a umidade está acima de 70% (Souza et al., 2005).

Metodologia

Para a medição dos indivíduos adultos, foram instaladas oito parcelas de 10 x 20 m (200 m²), totalizando 1.600 m² de área amostral, de forma sequencial com 10 m de distância entre elas. Foram mensurados a circunferência a altura do peito (CAP) e altura total, com auxílio de uma tesoura alta de poda com quatro módulos de dois metros, de todos os indivíduos arbóreos adultos que possuíam CAP ≥ 15 cm. Dentro das parcelas, foram

montadas subparcelas de 5 x 5 m (25 m²) para análise da regeneração natural, totalizando 200 m² de área amostral, onde a altura mínima estabelecida para os indivíduos regenerantes foi de 50 cm até os indivíduos com circunferência a altura do peito (CAP) < 15 cm.

Todos os indivíduos mensurados, adultos e regenerantes, foram etiquetados com placas de alumínio através de contagem crescente. A identificação das espécies foi realizada em campo por um especialista em botânica e dendrologia e as nomenclaturas foram conferidas de acordo com a classificação APG IV (2016). As espécies não identificadas foram coletadas ou, dependendo da situação, foi realizado seu registro fotográfico para comparação em herbários virtuais. O estágio de regeneração foi classificado de acordo com a Resolução CONAMA n.º. 28, de 7 de dezembro de 1994, que define vegetação primária e secundária nos diferentes estágios de regeneração da Mata Atlântica em Alagoas.

A coleta de serapilheira e banco de sementes ocorreram dentro das subparcelas montadas para o levantamento regenerante, obedecendo às dimensões de 0,25 x 0,25 m do gabarito utilizado, de acordo com a metodologia utilizada por Fonseca (2011), totalizando uma área amostral de 0,5 m². Foram analisadas a altura de serapilheira de cada parcela e a quantidade de sementes existentes na área que correspondia o gabarito. As amostras foram submetidas a separação dos resíduos e, posteriormente, a pesagem com auxílio de uma balança de precisão. Todo material coletado foi devidamente identificado quanto a sua subparcela correspondente.

As amostras foram submetidas aos seguintes processos: separação da serapilheira e solo – com o auxílio de uma peneira e localização de sementes em algumas amostras. Posteriormente, todo o material separado (serapilheira, solo, sementes) foi transferido para sacos de papel com identificação específica, em seguida cada material de cada amostra foi pesado – com o auxílio de uma balança de precisão.

Análise de dados

Através dos dados coletados, foram realizadas as análises dos parâmetros fitossociológicos, a classificação das espécies em grupos sucessionais, síndromes de dispersão e quanto à origem (espécies nativas regionais ou exóticas), bem como as distribuições de diâmetro e altura dos indivíduos (Tabela 1). Todos esses parâmetros baseados em estudos disponíveis na literatura.

Tabela 1. Indicadores ecológicos e estruturais utilizados para analisar o componente arbóreo adulto e regenerante da Mata da Frascalli, em Rio Largo – AL.

Indicadores	Descrição
Diversidade de espécies	Parâmetros Fitossociológicos: Densidade Absoluta (DA), Densidade Relativa (DR), Frequência Absoluta (FA), Frequência Relativa (FR), Dominância Absoluta (DoA), Dominância Relativa (DoR) e Valor de Importância (VI). Índice de Diversidade e Equabilidade: estimativa do índice de diversidade de Shannon (H') e equabilidade (J), pelo Índice Pielou.
Presença de espécies exóticas	No levantamento florístico da regeneração natural será verificado se há ocorrência de espécies exóticas dentro do fragmento.
Altura média	As alturas dos indivíduos arbóreos adultos e regenerantes foram distribuídas em classes para posterior obtenção da altura média, iniciando em 0 com amplitude de 5 cm para adultos e 0,5 m com amplitude 0,5 m para os regenerantes,
Diâmetro médio	As circunferências dos indivíduos arbóreos adultos de regenerantes foram transformadas em diâmetro, classificando-os em classes e depois obtida o diâmetro médio. Essas dispostas em 4,7 cm com amplitude de 5 cm para indivíduos adultos, e em 0,3 cm com amplitude de 5 cm para regenerantes.
Grupos ecológicos	As espécies encontradas no levantamento florístico foram classificadas em pioneiras, secundárias iniciais, secundárias tardias e sem caracterização, quantificando qual tipo de grupo ecológico tem predominância nas áreas (Budowski, 1965; Gandolfi, 1995).
Síndrome de dispersão	Baseada na classificação de Van der Pijl (1982), as espécies arbóreas e arbustivas foram classificadas quanto à forma de dispersão de suas diásporas em: zoocóricas e abióticas; avaliando que tipo de dispersão predomina na área.

Fonte: Os autores.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Componente arbóreo adulto

No primeiro monitoramento foram registrados 127 indivíduos, e no segundo monitoramento houve um aumento de 9,4% no número de indivíduos, totalizando 139

indivíduos pertencentes a 46 espécies e 26 famílias botânicas. Esse incremento aumentou o percentual de riqueza de espécies em 12,1% (Tabela 2).

A densidade total da população foi de 793,75 ind.ha⁻¹ na primeira medição e 868,75 ind.ha⁻¹ na segunda, resultando em um aumento de 9,4% no valor. A densidade encontrada por Cola et al. (2020) e Lima et al. (2020) foram, respectivamente, 1888 e 868 ind.ha⁻¹ em Floresta Atlântica nos estados de Pernambuco e Alagoas, respectivamente. Nota-se que o resultado obtido está dentro dos valores encontrados para densidade na Floresta Atlântica nordestina, ressaltando a diferença da área amostral dos estudos, onde os dois estudos em comparação amostraram 0,5 ha de floresta, e o presente estudo 0,16 ha.

Com relação à dominância na área, observa-se que o valor encontrado após a segunda medição (32,75 m².ha⁻¹) é superior a trabalhos realizados por Cola et al. (2020) e Lima et al. (2020), que encontraram 21,64 e 30,4 m².ha⁻¹, respectivamente. É importante salientar que o valor observado nesse estudo se trata de uma amostragem que está bem abaixo das análises dos outros estudos.

Tabela 2. Índices gerais do componente arbóreo adulto da Mata da Frascalli, Rio Largo – AL.

Índices	1ª medição	2ª medição
Riqueza de espécies	41	46
Nº de indivíduos	127	139
Densidade (ind.ha ⁻¹)	793,75	868,75
Dominância (m ² .ha ⁻¹)	32,37	32,75
Diâmetro médio (cm)	17,8	16,9
Altura média (m)	12,9	12,5

Fonte: Os autores.

As espécies de maior valor de importância, após a segunda medição, foram *Pogonophora schomburgkiana* Miers ex Benth. (23,31%), *Eschweilera ovata* (Cambess.) Mart ex Miers. (22,54%), *Thyrsodium spruceanum* Benth. (21,76%), *Parkia pendula* (Willd.) Benth. ex Walp. (13,55%), Indeterminada (11,92%) (Figura 2).



Figura 2. Espécies arbóreas adultas com maior Valor de Importância na Mata Frascalli, Rio Largo – AL. Fonte: Os autores.

A *Pogonophora schomburgkiana* é uma secundária inicial, com ampla ocorrência na Floresta Atlântica nordestina e indicada para recuperação de áreas degradadas por atrair diversas espécies de fauna (Lorenzi, 2009). A segunda espécie com maior valor de importância, *Eschweilera ovata*, apesar de não possuir características de uma espécie pioneira em uma floresta madura, atua como pioneira em áreas perturbadas ou degradadas, sendo considerada uma espécie chave em processos de restauração (Kageyama; Gandara, 2000; Gusson et al., 2005).

Quanto aos indicadores ecológicos analisados reunindo os dados dos dois monitoramentos, os resultados indicaram que as espécies secundárias iniciais foram mais representadas (56%) em relação as espécies secundárias tardias (18%) e pioneiras (9%), respectivamente. As sem caracterização representaram 17% das espécies. Resultados semelhantes já foram encontrados por Cola et al. (2020), Lima et al. (2020) e Brandão et al. (2011), e remete a padrões de remanescentes florestais secundários que se encontram em estágio de desenvolvimento médio (Figura 3).

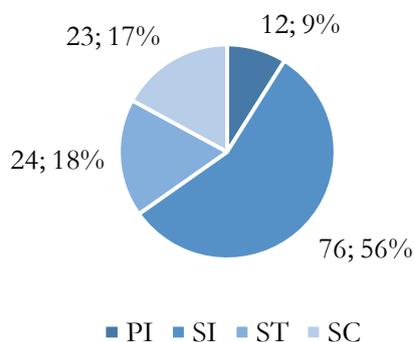


Figura 3. Classificação dos grupos ecológicos das espécies arbóreas adultas, presentes na segunda medição, encontradas na Mata Frascalli, Rio Largo – AL, sendo PI = Pioneiras; SI = Secundárias Iniciais; ST = Secundárias Tardias; e SC = Sem Classificação. Fonte: Os autores.

O componente arbóreo adulto foi representado em 53% pela dispersão zoocórica, seguido de 27% por elementos abióticos e 20% sem caracterização (Figura 4). As florestas tropicais apresentam majoritariamente síndromes de dispersão efetuadas por elementos bióticos, ou seja, a fauna (Silva; Rodal, 2009). Nos ecossistemas úmidos, devido à proteção das folhagens, os frutos carnosos se mantem viáveis por mais tempo, favorecendo a zoocoria (Weiser; Godoy, 2001). Resultados semelhantes foram encontrados por Lima et al. (2020) e Brandão et al. (2011) em Floresta Atlântica de Alagoas e Pernambuco respectivamente.

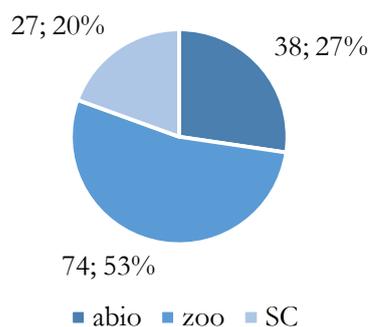


Figura 4. Classificação da síndrome de dispersão das espécies arbóreas adultas, nas medições 1 e 2, encontradas na Mata Frascalli, Rio Largo – AL, sendo abio = elementos abióticos; zoo = zoocoria; e SC = sem classificação. Fonte: Os autores.

A distribuição diamétrica dos indivíduos em ambos os monitoramentos apresentaram o padrão de exponencial negativo indicando um sub-bosque abundante e um padrão típico que é observado em florestas inequiâneas (Figura 5). Esse tipo de padrão demonstra que o trecho estudado apresenta maior quantidade de indivíduos finos que estão em desenvolvimento e que a ausência de árvores de maior porte pode estar sendo associada aos impactos sofridos dentro deste fragmento como a extração de lenha (Dalla Lana et al., 2013; Araújo et al., 2018).

Ainda sobre as classes diamétricas, percebe-se um aumento de uma classe diamétrica final em relação ao primeiro monitoramento. Essa classe apresenta um único indivíduo da espécie *Eriotheca macrophylla* (K.Schum.) A.Robyns com DAP de 108,22 cm. De uma forma em geral foi verificado que o desenvolvimento em área basal praticamente não ocorreu no intervalo de tempo entre os dois monitoramentos.

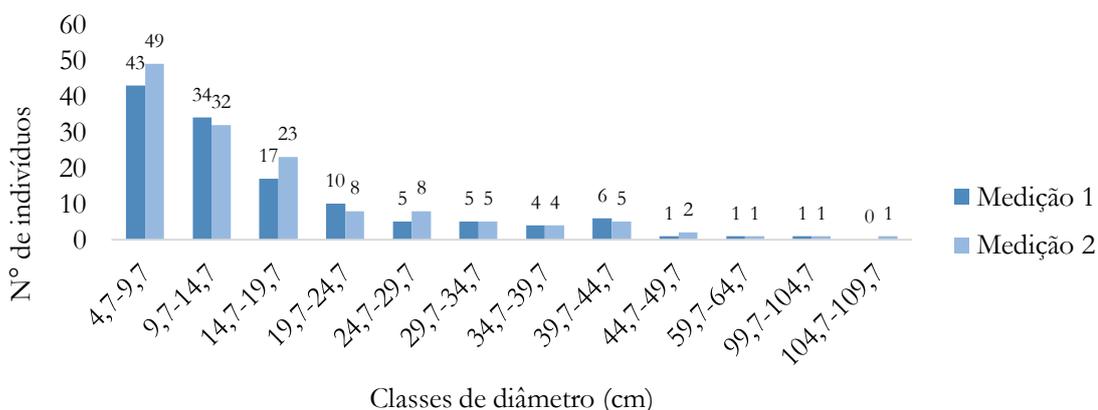


Figura 5. Distribuição diamétrica do componente arbóreo adulto da Mata Frascalli, Rio Largo – AL. Fonte: Os autores.

Em relação à altura (Figura 6), o gráfico da distribuição hipsométrica indicou, em

ambos os monitoramentos, que a maioria dos indivíduos estão concentrados nas classes intermediárias, porém foi observado um crescimento significativo nas árvores de médio porte.

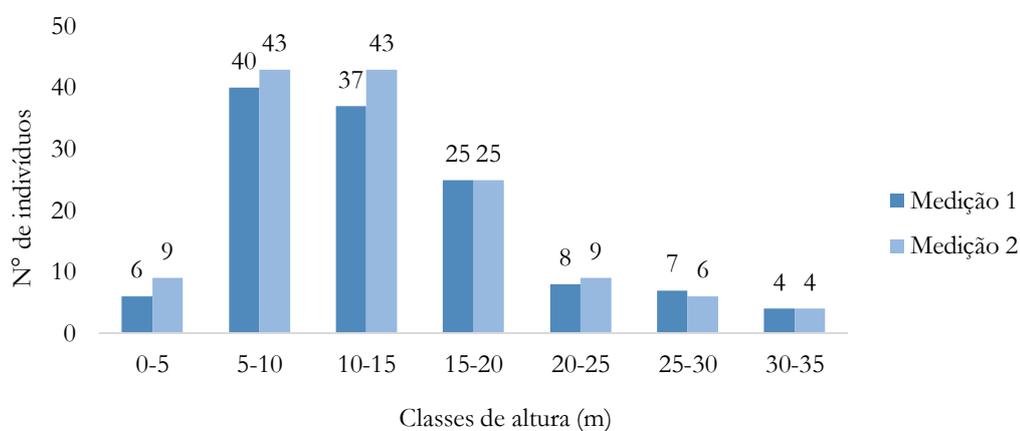


Figura 6. Distribuição hipsométrica do componente arbóreo adulto da Mata Frascalli, Rio Largo – AL. Fonte: Os autores.

Os indivíduos com altura de 5-15 m apresentaram 60,6% e 61,8% do total de indivíduos amostrados nas duas medições, respectivamente. Na classe de 15-20 m de altura, estabilizou-se uma média de 25 indivíduos nas duas etapas de monitoramento, enquanto na classe de 20-30 m obteve-se menor quantidade de indivíduos, totalizando apenas 11,8% na medição 1 e 10,7% na medição 2 da população mensurada. Essa configuração do gráfico é comum em florestas secundárias inequidâneas (Pinto; Oliveira Filho, 1999).

O dossel é dominado por indivíduos arbóreos que variam de 20 a 30 metros. Algumas espécies possuem indivíduos que superam esta média, como foi o caso da *Schefflera morototoni* (Aubl.) Maguire et al. alcançando 35 m.

Reunindo as informações sobre o componente arbóreo adulto, verifica-se que o fragmento se encaixa nas exigências tanto de estágio médio quanto avançado de regeneração, de acordo com a Resolução CONAMA nº 28, de 7 de dezembro de 1994. Portanto, a área está em momento de transição entre as fases do desenvolvimento.

Componente arbóreo regenerante

Foram mensurados 671 indivíduos na primeira medição, totalizando 60 espécies sendo 4 a nível de família, 8 a nível de gênero, 43 a nível de espécie e cinco indeterminadas. Na segunda medição, houve um incremento de 102 indivíduos, totalizando 773 com os indivíduos da medição anterior (Tabela 3).

A densidade populacional do fragmento analisado foi de 33.550 ind.ha⁻¹ na medição 1, e 38.650 indivíduos.ha⁻¹ na medição 2. Esses dados demonstram que houve um incremento

de 15,2% em cerca de sete meses na quantidade de indivíduos da população. Sendo assim, é possível definir que, em um ano, a densidade da população da Mata Frascalli tem o potencial de crescer cerca de 26%.

Tabela 3. Índices gerais do componente arbóreo regenerante da Mata da Frascalli, Rio Largo – AL.

Índices	1ª medição	2ª medição
Riqueza de espécies	60	60
Nº de indivíduos	671	773
Densidade (ind.ha ⁻¹)	33.550	38.650
Dominância (m ² .ha ⁻¹)	1794,76	2138,74
Diâmetro médio (cm)	1,55	1,80
Altura média (m)	1,48	1,65

Fonte: Os autores.

As espécies com maior valor de importância (Figura 7) foram *Eschweilera ovata* Mart. ex DC. (23,72%), *Tapirira guianensis* Aubl. (21,83%), Indeterminada (17,61%), *Cordia nodosa* Lam. (16,45%) e *Himatanthus bracteatus* (A. DC.) Woodson (14,68%), respectivamente.

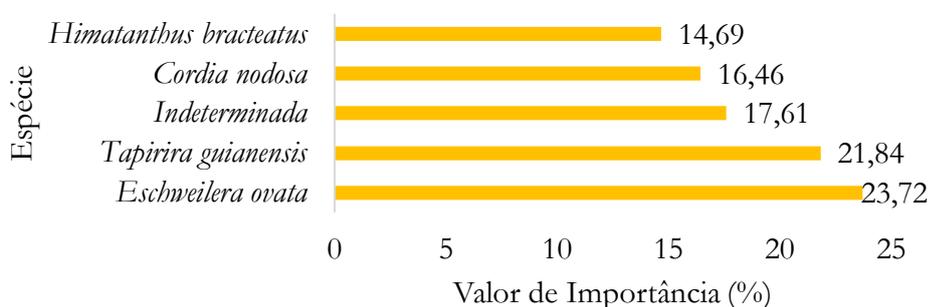


Figura 7. Espécies regenerantes com maior Valor de Importância na Mata Frascalli, Rio Largo – AL. Fonte: Os autores.

Segundo Mori (1995) e Lorenzi (1998), a *Eschweilera ovata* é uma espécie arbórea tropical comum, secundária tardia, que se comporta como pioneira antrópica em áreas degradadas exclusiva das matas pluviais Atlântica e Amazônica. A *Tapirira guianensis* é uma espécie nativa amplamente distribuída no Brasil, ocorrendo em todos os estados, exceto no Rio Grande do Sul (Costa et al., 2014). A espécie é altamente qualificada para reflorestamentos heterogêneos de áreas degradadas e de matas ciliares, também servindo como chamado para a fauna em geral por conta de seus frutos (Lorenzi, 2002; Silva-Luz, 2011).

Quando as espécies regenerantes encontradas foram classificadas de acordo com seus respectivos grupos ecológicos (Figura 8), notou-se que 44% delas são classificadas como secundárias iniciais. Cerca de 28% das espécies não foram classificadas por serem identificadas como indeterminadas ou apenas à nível de gênero ou família. As secundárias tardias foram representadas por 15% das espécies, e as pioneiras por 13%.

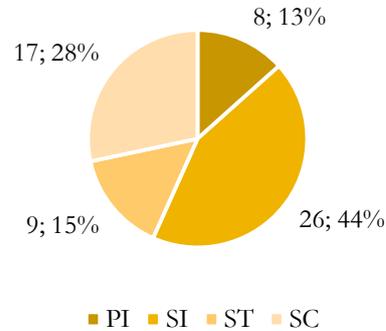


Figura 8. Classificação dos grupos ecológicos das espécies regenerantes encontradas na Mata Frascalli, Rio Largo – AL, sendo PI = Pioneiras; SI = Secundárias Iniciais; ST = Secundárias Tardias; e SC = Sem Classificação. Fonte: Os autores.

Na classificação da síndrome de dispersão (Figura 9), a zoocoria foi a que se destacou, com 73% das espécies sendo dispersadas por animais, enquanto que apenas 14% são dispersadas por elementos abióticos. O mesmo resultado foi obtido por Silva (2020), Silva et al. (2019) e Silva et al. (2018) no componente regenerante de fragmentos de Floresta Atlântica em Pernambuco. Por essa predominância de agentes da fauna na dispersão das sementes, para assegurar os processos ecológicos das florestas e permitir que o desenvolvimento ocorra, é necessário manter ou tornar possível que os mecanismos de dispersão ocorram (Reid; Holl, 2013).

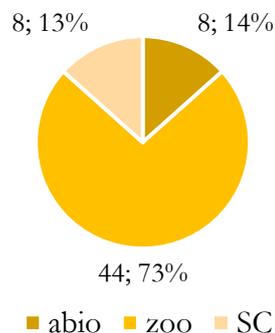


Figura 9. Classificação da síndrome de dispersão das espécies regenerantes encontradas na Mata Frascalli, Rio Largo – AL, sendo abio = elementos abióticos; zoo = zoocoria; e SC = sem classificação. Fonte: Os autores.

A distribuição diamétrica (Figura 10) foi dividida em quatro classes de diâmetro, na qual, em ambas as medições, a maior quantidade de indivíduos (96% na medição 1 e 95,5% na medição 2) se estabeleceu na primeira classe de 0,3 a 5,3 cm. A primeira medição apresentou uma média diamétrica de 1,55 cm, enquanto a segunda medição de 1,80 cm. A partir desse dado, é possível afirmar o aumento de 0,25 cm na média de diâmetro entre as duas medições, demonstrando pequeno desenvolvimento dos indivíduos. Mesmo assim, a segunda medição não proporcionou a adição de classes maiores de diâmetro, demonstrando que não houve crescimento horizontal significativo das espécies da área.

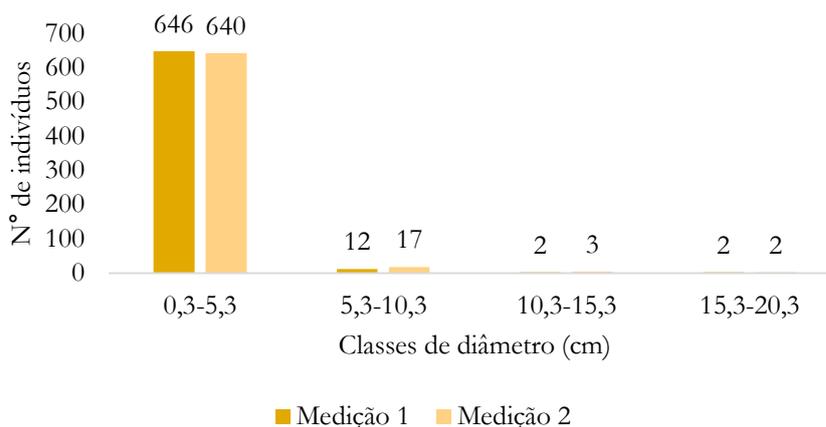


Figura 10. Distribuição diamétrica do componente arbóreo regenerante da Mata Frascalli, Rio Largo – AL. Fonte: Os autores.

Quanto a distribuição hipsométrica (Figura 11), a primeira medição apresentou média de 1,48 m e a segunda medição de 1,65 m, havendo um acréscimo de 0,17 m na média entre o período de medição. Em relação às classes, foi possível observar o crescimento dos indivíduos regenerantes, visto que houve a adição de duas classes no gráfico. Além disso, é possível observar a alternância da quantidade de indivíduos das duas medições entre as duas primeiras classes. Na primeira classe, a medição 1 apresentou mais indivíduos que a medição 2 (21,7% a mais). Já na segunda, a quantidade de indivíduos na medição 2 ultrapassou a quantidade na medição 1 (12,5% a mais).

Cerca de 40,8% dos indivíduos da medição 1 e 33,5% dos indivíduos da medição 2 se estabeleceram na primeira classe de altura (0,5 a 1 m), com a quantidade de indivíduos decrescendo gradativamente ao longo das classes. Essa configuração de gráfico infere que o recrutamento de indivíduos entre as classes de altura é cada vez menor conforme a altura aumenta.

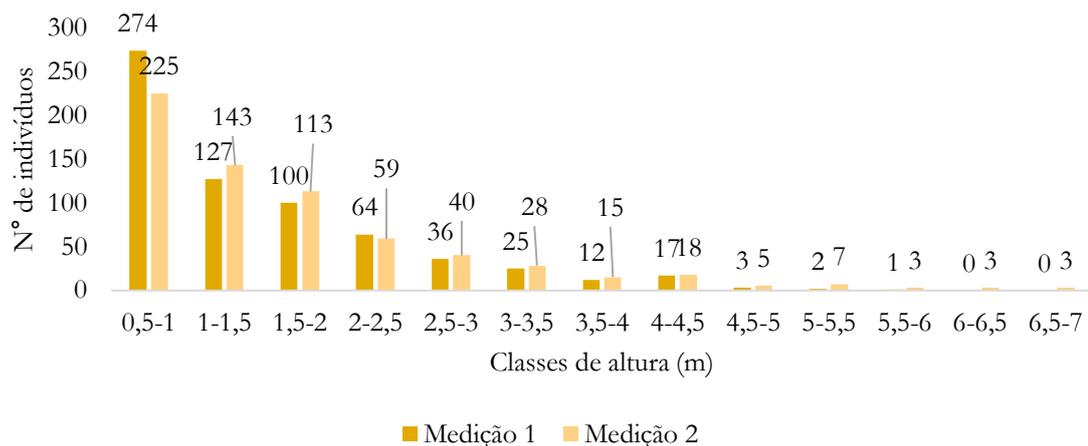


Figura 11. Distribuição hipsométrica do componente arbóreo regenerante da Mata Frascalli, Rio Largo – AL. Fonte: Os autores.

Quantificação de serapilheira e banco de sementes

Na Tabela 4, é possível verificar o comparativo entre os dois monitoramentos com relação as alturas e quantidade de serapilheira coletadas, sendo possível constatar que não houve disparidade entre as mensurações dos dois monitoramentos. Porém, houve aumento na altura e quantidade da serapilheira à medida que as parcelas adentraram o fragmento. Este resultado pode indicar que, partindo da borda do fragmento, a riqueza e quantidade de indivíduos arbóreos adultos tende a aumentar contribuindo assim para o aumento da quantidade de serapilheira nas parcelas. Sanches et al. (2009) afirma que a serapilheira de florestas tropicais é rica em nutrientes e apresenta uma função importante na manutenção da estrutura do ecossistema, dessa forma, quanto maior for a sua quantidade mais nutrientes estarão sendo disponibilizados para o solo ao longo do tempo.

Tabela 4. Altura e quantidade da serapilheira das amostras coletadas nas subparcelas implantadas na Mata da Frascalli, Rio Largo – AL.

Subparcela	Altura (cm) / quantidade de serapilheira (kg)	
	Coleta 1	Coleta 2
1	2,8 / 0,114	3,2 / 0,230
2	3,0 / 0,190	4,0 / 0,176
3	3,5 / 0,130	3,5 / 0,150
4	3,5 / 0,158	4,8 / 0,232
5	3,8 / 0,140	3,0 / 0,206
6	6,0 / 0,096	6,8 / 0,170
7	5,9 / 0,660	5,2 / 0,302
8	6,1 / 0,760	6,0 / 0,228

Fonte: Os autores.

A quantidade de sementes encontradas apresentou números bens significativos, sendo encontradas ao todo 215 sementes na coleta 1 e 250 na coleta 2 na área amostral de 0,5 m², levando em consideração as dimensões do gabarito utilizado e os processos de antropização sofridos pela área (Tabela 5).

Tabela 5. Quantidade de sementes das amostras coletadas nas subparcelas implantadas na Mata da Frascalli, Rio Largo – AL.

Subparcela	Quantidade de sementes	
	Coleta 1	Coleta 2
1	11	22
2	6	42
3	78	105
4	6	8
5	2	15
6	58	35
7	13	5
8	41	18
Total	215	250
Densidade (sementes.m ⁻²)	430	500
Densidade (sementes.ha ⁻¹)	4300000	5000000

Fonte: Os autores.

Sendo assim, a densidade total de sementes na coleta 1 e 2, respectivamente, foram de 430 e 500 sementes.m⁻². A densidade de sementes de uma determinada área é essencial para o entendimento do potencial de regeneração, autoecologia e conservação do ecossistema estudado (Silva, 2020). Resultados obtidos por Kunz e Martins (2016) apresentam densidade de 3.869 sementes.m⁻² em áreas de pastagem, 7.089 sementes.m⁻² em área de estágio intermediário de regeneração e 1.188 sementes.m⁻² em área de estágio avançado de regeneração. Pode-se observar que a densidade de sementes do fragmento analisado está muito abaixo em comparação a outros estudos, podendo indicar que o banco de sementes da área é baixo e está comprometido.

Verifica-se também que a parcela 3 apresentou maior quantidade no total de sementes coletadas no segundo monitoramento, com 36,2% e 42% do total de sementes encontradas nas coletas 1 e 2, respectivamente.

CONCLUSÃO

A densidade do componente arbóreo adulto após a segunda medição foi de 868,75 ind.ha⁻¹, sendo as espécies com maior valor de importância *Pogonophora schomburgkiana* (23,31%), *Eschweilera ovata* (22,54%), *Thyrsodium spruceanum* (21,76%), *Parkia pendula* (13,55%)

e Indeterminada 1 (11,92%). A distribuição diamétrica, com padrão exponencial negativo, e hipsométrica com maior quantidade de indivíduos nas classes centrais, seguiu padrões comuns de remanescentes de Floresta Atlântica.

Através da interpretação de todos os dados, juntamente com os critérios da Resolução CONAMA nº 28, de 7 de dezembro de 1994, é possível afirmar que a Mata da Frascalli está em momento de transição entre as fases média e avançada de regeneração. Apesar dos bons índices encontrados para essa área, é necessário destacar que a conservação dela deve ser mantida, devido ao fato de abrigar uma nascente e prestar serviços ecológicos essenciais.

Para o componente arbóreo regenerante, a densidade encontrada após a segunda medição foi de 38.650 ind.ha⁻¹, e as espécies mais importantes foram *Eschweilera ovata* (23,72%), *Tapirira guianensis* (21,83%), Indeterminada 1 (17,61%), *Cordia nodosa* (16,45%) e *Himatanthus bracteatus* (14,68%). Ambas distribuições diamétrica e hipsométrica apresentaram padrão exponencial negativo, demonstrando que o recrutamento de indivíduos para classes superiores diminui à medida que o diâmetro e a altura aumentam.

Tanto o componente adulto, quanto regenerante, apresentaram maior parte de espécies classificadas como secundárias iniciais e com predominância de síndrome de dispersão zoocórica.

Em relação a coleta de serapilheira, à medida que as parcelas adentram no interior do fragmento, a altura e quantidade de serapilheira aumenta. Somado a isso, a densidade de sementes encontradas foi de 430 e 500 sementes.m⁻², número muito abaixo em relação a outros estudos em fragmentos de Floresta Atlântica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- APG IV (2016). Na update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 181: 1–20.
- Araújo LHB, Vieira FA, Santana JAS, Nóbrega CC, Borges CHA (2018). Spatial Distribution and Diametric Structure of Tree Species in a Dense Ombrophilous Forest in Rio Grande do Norte, Brazil. *Journal of Experimental Agriculture International*, 28(2): 1-10.
- Arroyo-Rodríguez V, Rös M, Escobar F, Melo FP, Santos BA, Tabarelli M, Chazdon R (2013). Plant β -diversity in fragmented rain forests: testing floristic homogenization and differentiation hypotheses. *Journal of Ecology*, 101(6): 1449-1458.
- Battles JJ, Shlinsky AJ, Barrett RH, Heald RC, Allen-Diaz BH (2001). The effects of forest

- management on plant species diversity in a Sierran conifer forest. *Forest Ecology and Management*, 146(1-3): 211-222.
- Baynes J, Herbohn J, Smith C Fisher R, Bray D (2015). Key factors which influence the success of community forestry in developing countries. *Global Environmental Change*, 35: 226-238.
- Beer C, Reichstein M, Tomelleri E, Ciais P, Jung M, Carvalhais N, Rödenbeck C, Arain MA, Baldocchi D, Bonan GB, Bondeau A, Cescatti A, Lasslop G, Lindroth A, Lomas M, Luysaert S, Margolis H, Oleson KW, Rouspard O, Veenendaal E, Viovy N, Williams C, Woodward FI, Papale D (2010). Terrestrial gross carbon dioxide uptake: Global distribution and covariation with climate. *Science*, 329 (5993): 834-838.
- Bello C, Galetti M, Pizo MA, Magnago LFS, Rocha MF, Lima RAF, Peres CA, Ovaskainen O, Jordano P (2015). Defaunation affects carbon storage in tropical forests. *Science advances*, 1(11): e1501105.
- Brandão C, Junior FT, Dalla Lana M, Marangon LC, Feliciano ALP (2011). Distribuição espacial, sucessão e dispersão do componente arbóreo em remanescente de floresta atlântica, Igarassu, Pernambuco. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 6(2): 218-229.
- Budowski G (1965). Distribution of tropical American forest species in a light of successional processes. *Turrialba*, 15(1): 40-42.
- Carvalho OM (2003). *Classificação e caracterização físico-hídrica de solos de Rio Largo cultivado com cana-de-açúcar*. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo. 74p.
- Chandran MV, Gopakumar S, Mathews A (2020). Comparative phytosociological assessment of three terrestrial ecosystems of Wayanad Wildlife Sanctuary, Kerala, India. *Journal of Threatened Taxa*, 12(5): 15631-15645.
- Cola RE, Vieira ACS, Silva LG da, Nobre SC de M, Barros ML, Dalla Lana M, Longhi RV, Brandão CFL e S. (2020). Phytosociology, Diversity and Ecological Groups of the Adult Tree Component of a Forest Remnant in Pernambuco – Brazil. *Journal of Experimental Agriculture International*, 42(3): 88-106.
- Costa A dos S, Malhado ACM, Bragagnolo C, Correia RA, Ladle RJ (2016). Ecological outcomes of Atlantic Forest restoration initiatives by sugar cane producers. *Land Use Policy*, 52: 345-352.
- Costa CC, Gurgel ESC, Gomes JI, Luz CL da S, Carvalho LT de, Margalho LF, Martins-da-Silva RCV, Macieira AP, Souza AS de (2014). Conhecendo espécies de plantas da

- Amazônia: Tatapiririca (*Tapirira guianensis* Aubl. – Anacardiaceae). *Embrapa Amazônia Oriental-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)*. 6p.
- Dalla Lana M, Brandão CFLS, Netto SP, Marangon LC, Retslaff FAS (2013). Distribuição diamétrica de *Eschweilera ovata* em um fragmento de Floresta Ombrófila Densa Igarassu, PE. *Floresta*, 43(1): 59-68.
- Das D, Pramanik BK, Mollay SK (2015). A Model Classical Ecological report on Vegetation dynamics in Gorumara National Park in West Bengal, India. *International Journal Pharmacy & Biomedical Research*, 2(2): 1-14.
- Dixo M, Metzger JP, Morgante JS, Zamudio KR (2009). Habitat fragmentation reduces genetic diversity and connectivity among toad populations in the Brazilian Atlantic Coastal Forest. *Biological Conservation*, 142 (8): 1560-1569.
- FAO (2018). Global forest resources assessment 2015 Desk reference. *Food and agriculture organization of the United Nations, Rome*. 256p.
- Fonseca VHC (2011). *Seleção de indicadores ecológicos para avaliação de planos de restauração de áreas degradadas*. Dissertação (Mestrado em Diversidade Biológica e Conservação) – Universidade Federal de São Carlos – UFSCar, Sorocaba. 86p.
- Fundação SOS Mata Atlântica/INPE (2018). Fundação SOS Mata Atlântica e Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. *Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica período 2016-2017*, São Paulo.
- Gandolfi S, Leitão Filho HF, Bezerra CLE (1995). Floristic survey and successional character of shrub-tree species from a semideciduous mesophilic forest in the city of Guarulhos, SP. *Brazilian Journal of Biology*, 55(4): 753-767.
- Gibson L, Lee TM, Koh LP, Brook BW, Gardner TA, Barlow J, Peres CA, Bradshaw CJA, Laurance WF, Lovejoy TE, Sodhi NS (2011). Primary forests are irreplaceable for sustaining tropical biodiversity. *Nature*, 478(7369): 378-381.
- Gusson E, Sebbenn AM, Kageyama PY (2005). Diversidade e estrutura genética espacial em duas populações de *Eschweilera ovata*. *Scientia forestalis*, 1(67): 123-135.
- Kageyama PY, Gandara FB (2000). Recuperação de áreas ciliares. In: Rodrigues RR, Filho HFL (Eds.). *Matas Ciliares: conservação e recuperação*. Editora da Universidade de São Paulo/Fapesp, 2(1): 249-269.
- Kunz SH, Martins SV (2016). Soil seed bank in seasonal semideciduous forest and abandoned pasture. *Revista Árvore*, 40(6): 991-1001.
- Kurtz BC, Magalhães AM, Seabra VDS, Richter M, Caris EAP (2018). Integrating remote sensing and phytosociology of the Atlantic Forest to map a small continental island in

- southeastern Brazil: subsidies to protect the habitat of critically endangered species. *Rodriguésia*, 69(4): 2081-2092.
- Laurance WF (2009). Conserving the hottest of the hotspots. *Biological Conservation*, 142 (6): 1137.
- Lima ARS de, Lima RC de, Nepomuceno ITG, Nascimento HHC do, Prata AP do N, Silva RR da S (2020). Influence of edge in the structure of the vegetation of an open Ombrophilous Forest in Alagoas. *Bioscience Journal*, 36(2): 591-601.
- Lorenzi H (1998). Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. *Nova Odessa: Plantarum*, 2: 351.
- Lorenzi H (2002). Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de novas plantas arbóreas nativas do Brasil. *Nova Odessa: Instituto Plantarum*, 1: 368.
- Lorenzi H (2009). Árvores Brasileiras: Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil. 3 ed. *Nova Odessa: Instituto Plantarum*, 2: 364.
- Malhi Y, Gardner TA, Goldsmith GR, Silman MR, Zelazowski P (2014). Tropical Forests in the Anthropocene. *Annual Review of Environment and Resources*, 39: 125-159.
- Mittermeier RA, Turner WR, Larsen FW, Brooks TM, Gascon C (2011). Global Biodiversity Conservation: The Critical Role of Hotspots. In: Zachos FE, Habel JC (Eds). *Biodiversity hotspots: distribution and protection of conservation priority areas*. Heidelberg: Springer. 3-22.
- Mori AS (1995). Observações sobre as espécies de Lecythidaceae do leste do Brasil. *Boletim de Botânica*, 14: 1-31.
- Padilha DL, Júnior P M (2018). A gap in the woods: wood density knowledge as impediment to develop sustainable use in Atlantic Forest. *Forest Ecology and Management*, 424: 448-457.
- Pinto JRR, Oliveira Filho AT (1999). Perfil florístico e estrutura da comunidade arbórea de uma floresta de vale no Parque Nacional da Chapada dos Guimarães, Mato Grosso, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, 22(1): 53-67.
- Powers JS, Marín-Spiotta E (2017). Ecosystem Processes and Biogeochemical Cycles in Secondary Tropical Forest Succession. *Annual Review Ecology, Evolution, and Systematics*, 48: 497-519.
- Rao SD, Murthy PP, Kumar OA (2015). Plant biodiversity and phytosociological studies on tree species diversity of Khammam District, Telangana State, India. *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 7(8): 518-522.
- Reid JL, Holl KD (2013). Arrival \neq survival. *Restoration Ecology*, 21(2): 153-155.

- CONAMA (Brasil) (1994). Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 28, de 7 de dezembro de 1994. *Biomass – Estágios sucessionais da vegetação da Mata Atlântica*, 30 dez.
- Ribeiro MC, Metzger JP, Martensen AC, Ponzoni FJ, Hirota MM (2009). The Brazilian Atlantic Forest: how much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. *Biological Conservation*, 142(6): 1141-1153.
- Safar NVH, Magnago LFS, Rolim SG, Schaefer CEGR (2019). Atlantic Forest topsoil nutrients can be resistant to disturbance and forest clearing. *Biotropica*, 51 (3): 342-354.
- Sanches L, Valentini CMA, Biudes MS, Nogueira JS (2009). Dinâmica sazonal da produção e decomposição de serrapilheira em floresta tropical de transição. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 13(2): 183-189.
- Santos AR dos, Araújo EF, Barros QS, Fernandes MM, Fernandes MRM, Moreira TR, Souza KB, Silva EF da, Silva JPM, Santos JS, Billo D, Silva RF, Nascimento GSP, Gandine SM da S, Pinheiro AA, Ribeiro WR, Gonçalves MS, Silva SF da, Senhorelo AP, Heitor FD, Berude LC, Telles LA de A (2020). Fuzzy concept applied in determining potential forest fragments for deployment of a network of ecological corridors in the Brazilian Atlantic Forest. *Ecological Indicators*, 115: 106423.
- Sarkar AK (2015). Phytosociological studies of tree vegetation of Moraghat forest range, India. *Asian Journal of Biological Life Science*, 4(3): 217-220.
- Silva JPG da, Marangon LC, Feliciano ALP, Ferreira RLC, Torres JEL, Santos WB dos (2019). Soil Seed Bank in the Tropical Rainforest Inserted in Agricultural Matrix, Northeast Region of Brazil. *Journal of Experimental Agriculture International*, 30(4): 1-11.
- Silva JPG da, Marangon LC, Feliciano ALPF, Ferreira RLC (2018). Chuva de sementes e estabelecimento de plântulas em floresta tropical na região Nordeste do Brasil. *Ciência Florestal*, 28(4): 1478-1490.
- Silva JPG da (2020). *Regeneração Natural e Morfologia de Sementes e Plântulas de Espécies Arbóreas em Remanescente de Floresta Tropical Úmida, Pernambuco, Brasil*. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. 155p.
- Silva LG da, Tavares ACF, Brandão CFL e S, dos Santos Verçosa, J. P., Cola, R. E., da Silva NL, Dalla Lana M (2020). Effect of Land Cover Change on Atlantic Forest Fragmentation in Rio Largo, AL, Brazil. *Journal of Experimental Agriculture International*, 42(5): 102-114.
- Silva MCNA, Rodal MJN (2009). Padrões das síndromes de dispersão de plantas em áreas com diferentes graus de pluviosidade, PE, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, 23(4): 1040-

1047.

- Silva-Luz CL. Anacardiaceae R. BR (2011). *Na flora fanerogâmica do Estado de São Paulo*. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Programa de Pós-Graduação em Botânica IBUSP, Universidade do Estado De São Paulo, São Paulo. 94p.
- Souza JL, Nicácio RM, Moura MAL (2005). Global solar radiation measurements in Maceió, Brazil. *Renewable Energy*, 30(8): 1203-1220.
- Sullivan MJP, Talbot J, Lewis SL, Phillips OL, Qie L, Begne SK, Chave J, Cuni-Sanchez A, Hubau W, Lopez-Gonzalez G, Miles L..., Zemagho L (2017). Diversity and carbon storage across the tropical forest biome. *Scientific Reports*, 7(1): 1-12.
- Thorntwaite CW, Mather JR (1955). The water balance. Centerton: Drexel Institute of Technology. *Laboratory of Climatology*, 8(1): 104.
- Van Der Pijl (1982). *Principles of dispersal*. Berlin: SpringerVerlag. 218p.
- Veloso HP, Rangel-Filho ALR, Lima JCA (1991). *Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal*. Rio de Janeiro: IBGE. 124p
- Weiser VL, Godoy SAP (2001). Florística em um hectare de cerrado stricto sensu na arie – Cerrado Pé-de-Gigante, Santa Rita do Passo Quarto, SP. *Acta Botanica Brasilica*, 15(1): 201-212.
- Willis KJ, Jeffers ES, Tovar C (2018). What makes a terrestrial ecosystem resilient?. *Science*, 359(6379): 988-989.

Comparação da regeneração natural entre fragmentos florestais com tamanhos diferentes em Pernambuco, Brasil

Recebido em: 20/07/2020

Aceito em: 25/07/2020

 10.46420/9786588319000cap6

Carlos Frederico Lins e Silva Brandão^{1*} 

Ana Lícia Patriota Feliciano² 

Luiz Carlos Marangon² 

Mayara Dalla Lana³ 

Anderson Francisco da Silva² 

Raquel Elvira Cola² 

Sthéfany Carolina de Melo Nobre² 

Lucas Galdino da Silva¹ 

INTRODUÇÃO

A destruição das florestas resulta na transformação de áreas contínuas em um alto número de remanescentes isolados e de diferentes tamanhos. Como os fragmentos possuem área reduzida, os mesmos abrigam um número menor de espécies e de populações menores, o que reduz a probabilidade de persistência de sua biodiversidade tanto em escala local quanto regional. Mensah et al. (2014) e Selwood et al. (2014) afirmam que os distúrbios antrópicos e alterações na paisagem são os principais causadores de modificações severas na população vegetal de ecossistemas e, conseqüentemente, aumentam o risco de extinção de espécies.

Essa diferença associada ao tamanho dos remanescentes florestais causa diretamente distúrbios na estrutura física, acarretando um empobrecimento funcional do componente arbóreo e também da regeneração natural, que fica mais exposto principalmente nos menores fragmentos.

De acordo com Miranda Neto (2011), a regeneração natural decorre do processo de desenvolvimento e estabelecimento de um ecossistema florestal. É, portanto, parte do ciclo de crescimento da floresta e refere-se às fases iniciais de seu crescimento e desenvolvimento.

¹ Campus de Engenharias e Ciências Agrárias, Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, Alagoas, Brasil;

² Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil.

³ Instituto Federal de Pernambuco, Garanhuns, Pernambuco, Brasil.

*Autor correspondente: carlos.brandao@ceca.ufal.br.

Se processos ligados a fragmentação ocorrem de maneiras mais severas e intensas, parte desse restabelecimento fica comprometido dificultando a evolução desses remanescentes.

Os fatores que afetam a regeneração natural podem ser locais, como uso intensivo e qualidade do solo, relevo, espécies invasoras (Chazdon e Arroyo, 2013; Scheffer et al., 2012; Rezende et al., 2015; Chazdon et al., 2003; Holz et al., 2009); ou advindos da paisagem, como cobertura florestal próxima, chuva de sementes e proximidade de centros urbanos (Molin et al., 2017; Rezende et al., 2015; Jakovac et al., 2015).

Como boa parte dessas florestas apresentam uma formação secundária por causa de alterações e distúrbios em sua estrutura por conta de processos relacionados com a fragmentação, estes podem oferecer mesmo assim, habitats adequados a várias espécies florestais (Dent e Wright, 2009). A importância cada vez maior das florestas secundárias alerta para a necessidade urgente de se entender os fatores biofísicos e sociais subjacentes que afetam sua regeneração após o abandono de práticas agrícolas e distúrbios naturais (Chazdon, 2012).

O estudo da regeneração natural se torna uma importante ferramenta para analisar o estabelecimento das espécies arbóreas nos fragmentos florestais, permitindo obter dados sobre a estrutura da comunidade, podendo estimar o tempo necessário para que essas espécies se recomponham, aumentando e conservando a biodiversidade no remanescente florestal (Campos e Martins, 2016). Dentro deste contexto o objetivo deste trabalho foi comparar a regeneração natural arbórea em fragmentos de tamanhos diferentes, localizados no município de Sirinhaém, Pernambuco.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

As áreas de estudo estão localizadas no município de Sirinhaém - PE, situadas sob o domínio da Usina Trapiche (Figura 1), que ocupa uma área de 26.850 ha, dos quais cerca de 7000 ha é ocupado por remanescentes da Floresta Atlântica e Manguezais. Segundo Martins e Cavarro (2012), a floresta é classificada como Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas e estes estão localizados em áreas que são mais inclinadas, declinadas e de difícil acesso, padrão encontrado na zona da mata de Pernambuco (Trindade et al., 2008). A região apresenta clima do tipo As' tropical chuvoso, segundo a classificação de Köppen (Vianello; Alves, 2000), com temperatura média anual de 25,1°C e precipitação média anual é de 2.445 mm.

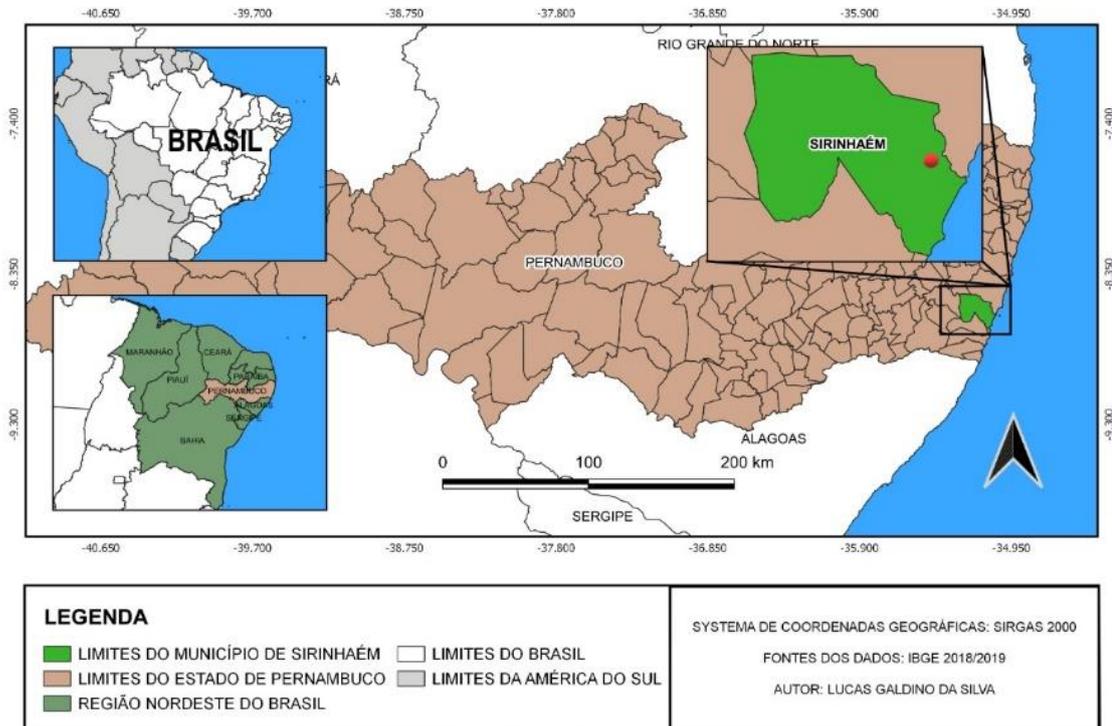


Figura 1. Localização da sede da Usina Trapiche, no município de Sirinhaém, Pernambuco, Brasil. Fonte: Os autores.

Metodologia

Para o estudo foram escolhidos seis fragmentos que estão localizados próximos e circundados por uma matriz canavieira. Os mesmos foram divididos em dois grupos ou classes de tamanho: (1) fragmentos acima de 100 ha (F1, F2 e F3) e (2) abaixo de 100 ha (F4, F5 e F6). (Tabela 1) (Figura 2).

Tabela 1. Tamanho (ha) dos fragmentos florestais relacionados com o grupo 1 (acima de 100 ha) e grupo 2 (abaixo de 100 ha).

Remanescentes Florestais		Tamanho (ha)
Grupo 1	F1	320
	F2	181
	F3	131
Grupo 2	F4	26
	F5	57
	F6	38

Fonte: Os autores.

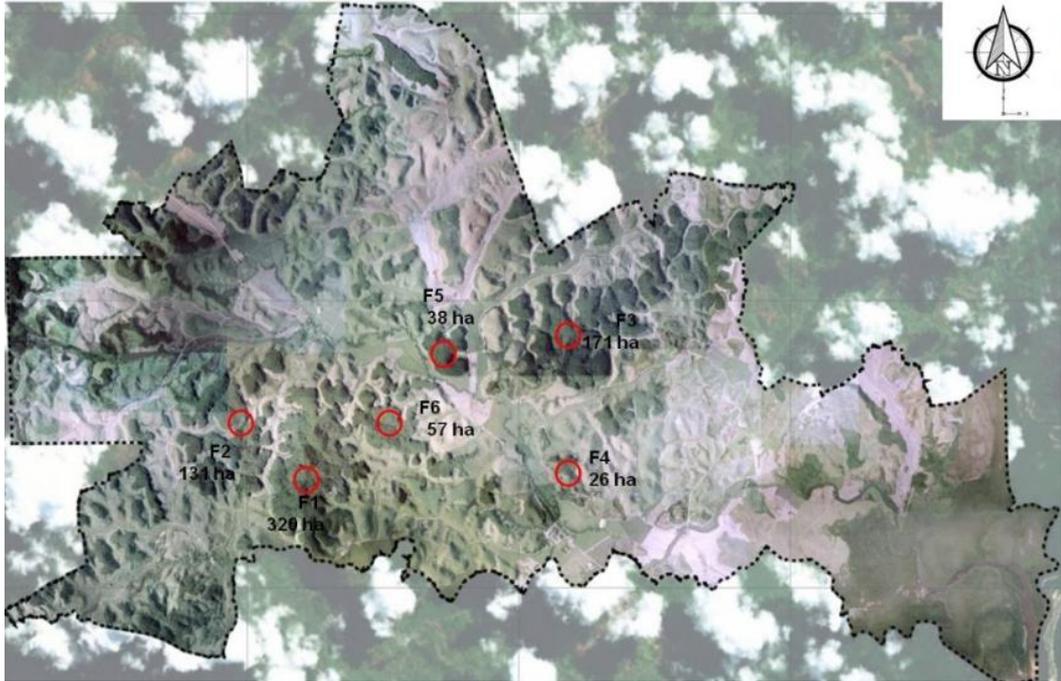


Figura 2. Distribuição dos seis fragmentos analisados, no município de Sirinhaém, Pernambuco, Brasil. Fonte: Os autores.

Para a regeneração natural foram utilizadas 12 parcelas de 5 x 5 m (25 m²), no interior de cada fragmento, gerando uma área de 300 m² em cada fragmento e no total uma área de 1800 m².

Para a regeneração natural foram amostrados todos os indivíduos arbóreos com alturas acima de 1 metro e circunferência a altura do peito (CAP) < 15 cm, sendo mensurada a circunferência na altura da base (CAB). Optou-se por essa altura mínima, pois, nesta altura as espécies apresentam uma melhor definição das suas características morfológicas (Marangon et al., 2008).

Foram analisados os seguintes parâmetros: número de indivíduos, densidade (ha), riqueza (número de espécies), área basal (m²ha⁻¹), índice de diversidade de Shannon, índice de dominância de Simpson e equabilidade de Pielou, média do diâmetro na altura da base (DAB) e altura média. Foi retirada uma média para cada parâmetro analisado de cada grupo e para a comparação desses parâmetros, entre os grupos, foi utilizado o teste t.

Além dos parâmetros já mencionados, ainda foi realizada a estimativa da regeneração natural, por classe de tamanho e total, hierarquizando os indivíduos em três classes de altura, conforme utilizado por Marangon et al. (2008): 1,0 ≤ H ≤ 2,0 m; 2,0 < H ≤ 3,0 m; H > 3,0 m. Para definição dos parâmetros foi utilizado o software Mata Nativa 2© (CIENTEC, 2006).

Para análise da similaridade florística na regeneração natural, nos seis fragmentos estudados utilizou-se a distância euclidiana como função de semelhança, por ser a mais utilizada nas análises de agrupamento e apresentar maior facilidade de cálculo.

Para desenvolver melhor a análise de similaridade, passa-se a escolher um processo de agrupamento ou aglomeração. Para a análise e elaboração do dendrograma foi utilizado o método de ligação simples de Ward (método da mínima variância). A análise foi feita utilizando o programa Pcord (McCune; Mefford, 1999).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação às variáveis e médias analisadas dispostas na Tabela 2, percebe-se que as mesmas não apresentaram diferenças nos dois grupos. De uma forma geral, os valores não apresentaram significância quando comparados aos grupos, sugerindo que não teve diferença na estrutura regenerativa entre os remanescentes tanto acima quanto abaixo de 100 ha.

Tabela 2. Variáveis analisadas na regeneração natural em cada fragmento de Floresta Atlântica, Sirinhaém – PE. Onde: NI: número de indivíduos; DA: densidade absoluta; DoA: dominância absoluta; DAB: diâmetro a altura da base; H': índice de diversidade de Shannon; J': índice de equabilidade de Pielou; S': O índice de concentração de Simpson e n.s: médias não significativas a 5% de probabilidade.

Variáveis	Grupo 1			Média	Grupo 2			Média
	F1	F2	F3	Grupo 1	F4	F5	F6	Grupo 2
Espécies	60	55	61	58,7 ^{n.s}	52	65	46	54,3 ^{n.s}
NI	315	298	334	315,6 ^{n.s}	313	279	375	322,3 ^{n.s}
DA	10500	9933	11133	10522 ^{n.s}	10433	9300	12500	10744 ^{n.s}
DoA	2,83	3,13	4,04	3,30 ^{n.s}	4,51	3,62	3,92	4,02 ^{n.s}
média DAB	1,64	1,72	1,85	1,74 ^{n.s}	2,08	1,97	1,77	1,94 ^{n.s}
média Altura	2,2	2,42	2,29	2,3 ^{n.s}	2,31	2,65	2,22	2,4 ^{n.s}
H'	3,43	3,68	3,73	3,6 ^{n.s}	3,38	3,78	2,99	3,4 ^{n.s}
J'	0,84	0,92	0,91	0,89 ^{n.s}	0,86	0,91	0,78	0,85 ^{n.s}
S	0,94	0,97	0,97	0,96 ^{n.s}	0,95	0,97	0,92	0,95 ^{n.s}

Fonte: Os autores.

Em relação aos resultados descritos, o fato de não haver diferenças significativas entre os parâmetros pode estar indicando uma perturbação ocasionada pelos processos de fragmentação que impedem o trânsito e deslocamento de propágulos. Esses valores quando comparados a alguns trabalhos de regeneração natural como os de: Gomes et al. (2009), Lima (2011), Aparício et al. (2011), Pessoa (2012) e Oliveira et al. (2013), apresentam valores e padrões semelhantes, demonstrando uma simplificação na estrutura regenerativa e funcional

para os remanescentes da Floresta Atlântica da Zona da Mata Pernambucana, independentemente do tamanho de cada fragmento.

Santos et al. (2008) analisaram fragmentos florestais localizados também na região nordeste circundados pela mesma matriz deste estudo. Segundo os autores, o processo de fragmentação com a criação de bordas dispara um processo de degeneração florestal no qual as comunidades de plantas reterão, ao longo dos anos, gradualmente menos espécies sendo conduzido por uma combinação de mecanismos que reduzirão as populações de árvores simplificando-as a poucas espécies.

Dessa forma os dados analisados mostram que o processo de fragmentação na floresta Atlântica vem, ao longo dos séculos, juntamente com o histórico de perturbação associado ao plantio secular de cana-de-açúcar, modificando os fragmentos florestais de tal forma que, mesmo em áreas maiores de 100 ha processos ecológicos importantes para a regeneração natural já não está ocorrendo de forma adequada. O plantio de cana-de-açúcar transforma-se numa barreira ecológica que inviabiliza o trânsito de sementes e dispersores importantes como os grandes vertebrados que fogem dessas áreas comprometendo os processos naturais que ocorrem nesses remanescentes.

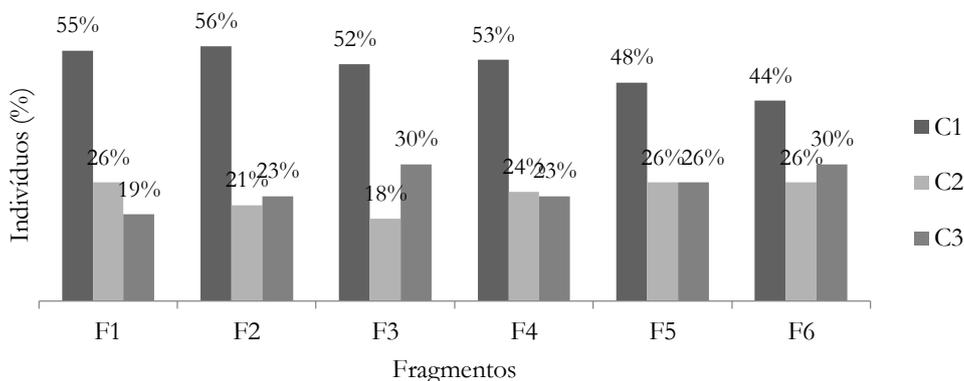


Figura 3. Porcentagem de indivíduos por classe de altura da regeneração natural presente em seis fragmentos de Floresta Atlântica, em Sirinhaém - PE. Onde: C1- classe de altura entre 1 e 2 metros; C2 – classe de altura entre 2 e 3 metros e C3 – classe de altura acima de 3 metros. Fonte: Os autores.

Quanto ao número de indivíduos encontrados nas classes de altura da regeneração, foi observada maior concentração de indivíduos na primeira classe, nos seis fragmentos analisados (Figura 3).

Em relação ao resultado apresentado, percebe-se que este tipo de comportamento, em que a classe de menor tamanho apresenta elevada densidade, é comum em trabalhos como de Lima (2011), Pessoa (2012) e Oliveira et al. (2013) em florestas localizadas no Nordeste, indicando um alto índice de regeneração, contudo é necessário haver estudos

relacionados a dinâmica da regeneração para avaliar se, com o tempo, a diminuição para as outras classes de tamanho (observados neste estudo) ocorre por motivos naturais relacionados ao filtros ambientais e biológicos que ocorrem sobre a regeneração natural ou estão relacionados aos efeitos que os processos ecológicos sofrem devido a fragmentação dos remanescentes florestais.

Quanto aos motivos, Fragoso et al. (2017) afirmam que a regeneração natural é dependente das condições favoráveis para o estabelecimento do banco de sementes e posterior desenvolvimento do banco de plântulas, ou seja, as barreiras sejam elas naturais ou antrópicas que impeçam esse processo afetam desde a dispersão de sementes até o estabelecimento de plantas nativas.

Neste contexto, é um processo natural, que nas fases iniciais de estabelecimento, as plantas encontram-se no período de maior vulnerabilidade de seus ciclos de vida (Chazdon; Guariguata, 2016), de forma que a redução do tamanho populacional observada nas classes de maiores tamanhos é esperada uma vez que, durante a fase de estabelecimento, os propágulos, ao chegarem ao solo florestal, ficam sujeitos a filtros ecológicos, abióticos (e.g., stress ambientais) e bióticos (e.g., competição inter e intra-específica, herbivoria, presença de organismos simbióticos) (George; Bazzaz, 1999; Webb et al., 2006; Larpkern et al., 2011) e dessa forma é normal haver perdas nas classes posteriores de altura.

Magnago et al. (2012) também destacam a importância da permeabilidade da matriz, efeito de borda e do tamanho de fragmentos florestais na estruturação da regeneração natural principalmente em relação a presença de fauna na condução de processos ecológicos. Áreas florestais conectadas na paisagem potencializam a colonização, dispersão e desenvolvimento de espécies nativas de áreas vizinhas (Lourenço, 2016). Dessa forma a interferência e diminuição da qualidade do habitat põe em risco à extinção e sua consequente perda de processos ecológicos, como a dispersão, polinização que interferem diretamente sobre a regeneração natural (Bello et al., 2015; Mittermeier et al., 2011).

Os processos causados pela fragmentação afetam os remanescentes de tal ponto que existe um maior empobrecimento substancial na riqueza causado por um colapso estrutural da camada regenerante da floresta ocasionado por essas perturbações (Oliveira et al., 2008).

De acordo com Alves e Metzger (2006), alterações na estrutura do componente de regeneração, como diminuição na densidade e riqueza do estoque de novos indivíduos, poderiam ser bons indicadores da degradação de florestas secundárias. Porém outros indicadores, como histórico de perturbação, tipo de matriz circundante também ajudariam a avaliar o estágio de alteração nesses remanescentes.

Para a análise da similaridade florística nos remanescentes florestais, pela distância euclidiana, verificou a formação, com a utilização da linha de fenon, de três grupos florísticos (Figura 4).

O primeiro grupo é formado apenas pelo fragmento F1, que apresentou uma semelhança abaixo de 50% do segundo grupo florístico. No segundo grupo houve a junção de quatro fragmentos pertencentes aos dois grupos (F3, F5, F2 e F4).

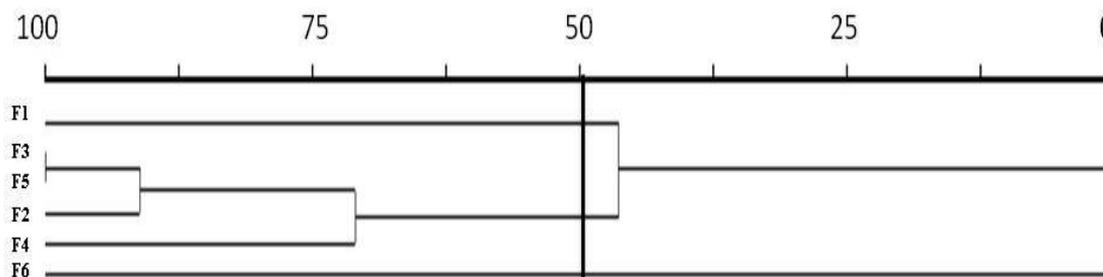


Figura 4. Análise da similaridade florística, com a utilização da linha de fenon, nos seis fragmentos de Floresta Atlântica, localizados em Sirinhaém – PE. Fonte: Os autores.

Os remanescentes F3 e F5 obtiveram maior semelhança entre os remanescentes. Entre eles e o fragmento F2 a semelhança ficou em torno de 90%. O fragmento F4 apresentou semelhança de aproximadamente 70% dos demais.

No terceiro grupo apenas o fragmento F6 foi agrupado apresentando a maior diferença florística que os outros fragmentos. Pelos resultados obtidos pode-se inferir que floristicamente os remanescentes florestais também não obtiveram diferenças entre os dois grupos analisados.

Para a similaridade florística observada no presente estudo, percebe-se que não houve diferenças entre os remanescentes. Oliveira et al. (2006), sugerem que, para a regeneração natural, a similaridade entre remanescentes florestais dentro de um mesmo tipo de fisionomia poderá diminuir à medida em que o processo sucessional avance. Também diminuirá as perturbações ocasionadas pela fragmentação, ocasionando diferenças florísticas e estruturais entre o sub-bosque quando comparados com os demais fragmentos existentes na região.

CONCLUSÃO

Em relação aos parâmetros analisados, estatisticamente, a média dos dois grupos não apresentou significância inferindo que o processo de fragmentação tanto os fragmentos acima quanto abaixo de 100 ha apresentaram o mesmo comportamento e isso é evidenciado quando se compara com outros trabalhos mostrando que existe uma simplificação estrutural

e funcional da regeneração natural dos fragmentos localizados na Zona da Mata Pernambucana.

Na similaridade florística realizada na regeneração natural, ocorreu à formação de três grupos florísticos e esses grupos formados não diferiram em relação aos fragmentos tanto acima quanto abaixo de 100 ha.

De uma forma em geral pode-se constatar que processos ligados a fragmentação ocorrem de maneira mais severas e intensas para regeneração natural e parte desse restabelecimento fica comprometido dificultando o desenvolvimento desses remanescentes dentro de um processo sucessional.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alves LF, Metzger JP (2006). Regeneração florestal em áreas de floresta secundárias na Reserva Florestal do Morro Grande, Cotia, SP. *Biota Neotropica*, 6: 1-26.
- Aparício WCS, Marangon LC, Ferreira RLC, Feliciano ALP, Aparício PS, Costa Junior RF (2011). Estrutura da regeneração natural de espécies arbóreas em um fragmento de Mata Atlântica, Pernambuco. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 6(3): 483-488.
- Bello C, Galleti M, Pizo MA, Magnano LFS, Rocha MF, Lima RAF, Peres CA, Ovaskainen O, Jordano P (2015). Defaunation affects carbon storage in tropical forests. *Sci. Adv.*, 1(11): 1501105.
- Campos WH, Martins SV (2016). Natural regeneration stratum as an indicator of restoration in area of environmental compensation for mining limestone, municipality of Barroso, MG, Brazil. *Revista Árvore*, 40(2): 189-196.
- Chazdon RL (2012). Regeneração de florestas tropicais. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi*, 7(3): 195-218.
- Chazdon RL, Careaga S, Webb C, Varga O (2003). Community and phylogenetic structure of reproductive traits of woody species in wet tropical forests. *Ecological Monographs*, 73(3): 331-348.
- Chazdon RL, Arroyo JP (2013). Tropical forests as complex adaptive systems. In: Managing forests as complex adaptive systems: Building resilience to the challenge of global change. In: Messier CK, Puettmannand JK, Coates D (Eds): *Managing forests as complex adaptive systems: building resilience to the challenge of global change*. New York: Routledge. 35-59.
- Chazdon RL, Guariguata MR (2016). Natural regeneration as a tool for large-scale forest restoration in the tropics: prospects and challenges. *Biotropica*, 48(6): 716-730.

- CIENTEC (2006). Mata Nativa: Sistema para análise fitossociológica e elaboração de planos de manejo de florestas nativas. Viçosa, MG: CIETEC.
- Dent DH, Wright SJ (2009). The future of tropical species in secondary forests: a quantitative review. *Biological Conservation*, 142: 2833-2843.
- Fragoso RO, Carpanezzi AA, Koehler HS, Zuffellato-Ribas KC (2017). Barreiras ao estabelecimento da regeneração natural em áreas de pastagens abandonadas. *Ciência Florestal*, 27(4): 1451-1464.
- George LO, Bazzaz FA (1999). The fern understory as an ecological filter: emergence and establishment of canopy-tree seedlings. *Ecology*, 80: 833-845.
- Gomes JG, Silva ACGL, Rodal MJN, Silva HCH (2009). Estrutura do sub-bosque lenhoso em ambientes de borda e interior de dois fragmentos de Floresta Atlântica em Igarassu, Pernambuco, Brasil. *Rodriguésia*, 60(2): 295-310.
- Holz S, Placci G, Quintana RD (2009). Effects of history of use on secondary forest regeneration in the Upper Parana Atlantic Forest (Misiones, Argentina). *Forest Ecology and Management*, 258(7): 1629-1642.
- Jakovac CC, Peña-Claros M, Kuyper TW, Bongers F (2015). Loss of secondary-forest resilience by land-use intensification in the Amazon. *Journal of Ecology*, 103(1): 67-77.
- Larpkern P, Moe SR, Totland O (2011). Bamboo dominance reduces tree regeneration in a disturbed tropical forest. *Oecologia*, 165: 161-168.
- Lima AS (2011). *Regeneração natural em fragmentos de Floresta Ombrófila Densa na bacia do Rio Capibaribe, Pernambuco*. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – UFRPE, Recife. 82p.
- Lourenço AF (2016). *Regeneração natural como indicador de restauração florestal em trechos de Floresta Estacional Semidecidual no Espinhaço Meridional, MG*. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – UFVJM, Diamantina. 35p.
- Magnano LFS, Martins SV, Venzke TS, Ivanauskas NM (2012). Os processos e estágios sucessionais da Mata Atlântica como referência para a restauração florestal. In: Martins SV (Ed.): *Restauração ecológica de ecossistemas degradados*. Viçosa: UFV, 69-100.
- Marangon LC, Soares JJ, Feliciano ALP, Brandão CFLS (2008). Regeneração natural em um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual em Viçosa, Minas Gerais. *Revista Árvore*, 32(1): 183-191.
- Martins L, Cavarro R (2012). *Manual Técnico da Vegetação Brasileira*. 2. ed. rev. e aum. Rio de Janeiro, RJ: IBGE. 271p.

- McCune B, Mefford MJ (1999). *Multivariate analysis of ecological data, version 4.0*. Glenden Beach, OR: MJM Software Design.
- Mensah S, Houehanou TD, Sogbohossou EA, Assogbadjo AE, Kakai RG (2014). Effect of human disturbance and climatic variability on the population structure of *Afzelia africana* Sm. Ex pers. (Fabaceae-Cesalpinioidae) at country broad-scale (Bénin, West Africa). *S. Afr. J. Bot.*, 95: 165-173.
- Miranda Neto A (2011). *Avaliação do componente arbóreo, da regeneração natural e do banco de sementes de uma floresta restaurada com 40 anos*. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – UFV, Viçosa. 146p.
- Mittermeier RA, Turner WR, Larsen FW, Brooks TM, Gascon C (2011). Global Biodiversity Conservation: The Critical Role of Hotspots. In: Zachos FE, Habel JC (eds.), *Biodiversity Hotspots*. 3-22.
- Molin PG, Gergel SE, Soares-Filho BS, Ferraz SFB (2017). Spatial determinants of Atlantic Forest loss and recovery in Brazil. *Landscape Ecology*, 32(4): 857-870.
- Oliveira FX, Andrade LA, Félix LP (2006). Comparações florísticas e estruturais em comunidades de Floresta Ombrófila Aberta, no Município de Areia, Paraíba, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, 20(4): 861-873.
- 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*, 8(1): 119-124.
- Oliveira M, Santos A, Tabarelli M (2008). Profound impoverishment of the large-tree stand in a hyper-fragmented landscape of the Atlantic forest. *Forest Ecology and Management*, 10: 215-223.
- Pessoa MML (2012). *Estudo sucessão ecológica em fragmento de floresta atlântica e em sub-bosques de Corymbia citriodora (hook.) k.d. hill & l.a.s. johnson, em Sirinhaém, Pernambuco*. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – UFRPE, Recife. 91p.
- Rezende CI, et al. (2015). Atlantic Forest spontaneous regeneration at landscape scale. *Biodiversity and Conservation*, 24: 2255-2272.
- Santos BA, Peres CA, Oliveira MA, Grillo A, Alves-Costa CP, Tabarelli M (2008). Drastic erosion in functional attributes of tree assemblages in Atlantic forest fragments of Northeastern Brazil. *Biological Conservation*, 141: 249-260.
- Selwood KE, Mcgeoch MA, Nally RC (2014). The effects of climate change and land-use change on demographic rates and population viability. *Biological Review*, 90(3): 837-853.

- Scheffer M, Carpenter SR, Lenton TM, Bascompte J, Brock W, Dakos V, Koppel J, Leemput IA, Levin SA, Nes EH, Pascual M, Vandermeer J (2012). Anticipating critical transitions. *Science*, 288(6105): 344-348.
- Trindade MB, Lins-e-Silva ACB, Silva HP, Figueira SB, Schessl M (2008). Fragmentation of the Atlantic rainforest in the northern coastal region of Pernambuco, Brazil: Recent changes and implications for conservation. *Bioremediation, Biodiversity and Bioavailability*, 2: 5-13.
- Vianello RL, Alves AR (2000). *Meteorologia básica e aplicações*. Viçosa, MG: UFV, 449 p. Webb CO, Gilbert GS, Donoghue MJ. (2006) Phylogenetic diversity dependent seedling mortality, size structure, and disease. *Ecology*, 87: 123.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Altura, 10, 11, 13, 26, 27, 28, 41, 42, 54, 73, 74, 78, 81, 93.

B

Bagacilho de cana, 38, 44, 48, 51, 52, 53, 54, 55.

C

Caatinga, 7, 19, 20, 22, 27, 32, 33, 34
 Conservação, 3, 20, 34, 35, 58, 59, 68, 70, 82, 83, 85.
 Craibeira, 37, 38, 39, 55.
 Crescimento, 4, 10, 12, 13, 15, 17, 23, 26, 27, 33, 34, 37, 41, 43, 45, 46, 47, 49, 54, 59, 77, 80, 90.

D

Degradação, 5, 6, 7, 12, 13, 17, 20, 22, 34, 35, 69, 70, 95.
 Densidade, 59, 61, 64, 65, 73, 77, 82, 83, 92, 93, 94, 95.
 Diâmetro, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 23, 25, 26, 28, 29, 32, 38, 40, 41, 46, 47, 48, 49, 54, 55, 56, 59, 60, 61, 66, 67, 73, 79, 83, 92, 93.
 Distância euclidiana, 92, 96.
 Distribuição diamétrica, 76, 79, 82.
 Distribuição hipsométrica, 76, 80.
 Dominância, 64, 65, 74, 92, 93.

E

Espécies, 3, 6, 12, 18, 22, 23, 27, 36, 37, 47, 56, 57, 59, 60, 61, 63, 64, 65, 67, 70, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 82, 83, 84, 86, 89, 90, 92, 94, 95, 97.
 Esterco, 6, 7, 8, 10, 11, 14, 16, 18, 22, 23,

24, 26, 27, 28, 29, 32, 39, 42, 43, 45, 46, 47, 49, 50, 52, 53, 55, 56.
 Exploração, 22, 37, 59, 69.
 Extração, 7, 8, 10, 11, 14, 16, 18, 21, 22, 23, 24, 26, 27, 29, 32, 76.

F

Famílias, 21, 61, 63, 68, 73.
 Faveleira, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 16, 17, 18, 20.
 Floresta Atlântica, 4, 59, 60, 69, 70, 74, 75, 79, 83, 90, 93, 94, 96, 98.
 Floresta Ombrófila Densa, 85, 90, 98, 99.
 Florestas secundárias, 4, 58, 59, 70, 77, 90, 95.
 Fragmentação, 3, 58, 69, 70, 90, 93, 94, 95, 96, 97.

G

Grupos ecológicos, 73, 75, 78, 79.

I

Índice, 41, 42, 54, 55, 61, 64, 65, 66, 67, 73, 92, 93, 94.

J

Jurema branca, 12, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33.

M

Massa seca, 9, 16, 30, 31, 41, 52.
 Mineração, 5, 6, 20, 21, 22, 34, 35.

P

Parcelas, 9, 25, 60, 61, 72, 81, 83, 92
Pó de coco, 38, 42, 43, 46, 47, 49, 50, 55,
56.
Produção de mudas, 6, 7, 8, 10, 11, 14,
18, 19, 22, 23, 24, 29, 31, 32, 33, 36, 37,
38, 39, 40, 43, 57.

R

Regeneração natural, 4, 72, 73, 89, 90, 92,
93, 94, 95, 96, 97, 98, 99.
Remanescentes florestais, 75, 89, 95, 96

S

Sementes, 7, 8, 24, 33, 37, 38, 40, 68, 71,
72, 79, 81, 82, 83, 87, 90, 94, 95, 99.

Serapilheira, 4, 69, 71, 72, 81, 83.
Similaridade florística, 64, 92, 96, 97.
Síndrome de dispersão, 73.
Sistema radicular, 28, 37, 41.
Solo, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17,
18, 19, 22, 23, 24, 26, 27, 28, 29, 30, 31,
32, 33, 34, 39, 40, 42, 43, 45, 46, 47, 49,
50, 52, 53, 55, 56, 60, 71, 72, 81, 90, 95.
Substrato, 6, 7, 8, 10, 11, 13, 14, 15, 16,
18, 19, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30,
31, 32, 33, 38, 42, 43, 45, 46, 47, 49, 52,
53, 55, 56.

V

Valor de importância, 64, 65, 74, 75, 78,
82.
Vermiculita, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13,
14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 23, 24, 26,
27, 28, 29, 30, 31, 32, 33.

SOBRE OS ORGANIZADORES

MARIA JOSÉ DE HOLANDA LEITE



Doutora em Ciências Florestais pelo Programa de Pós-graduação em Ciências Florestais (PPGCF) da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) (2018). Mestre em Ciências Florestais pelo Programa de Pós-graduação em Ciências Florestais (PPGCF) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) (2014) e Engenheira Florestal pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) (2012). Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho, pela Faculdade Integradas de Patos (FIP) (2017) e Técnica de Saúde e Segurança do Trabalho, pela Escola técnica Redentorista (ETER) (2007). Presentemente é Professora Voluntária na Universidade Federal de Alagoas (UFAL). Com experiência nas áreas de Segurança do Trabalho e Ecologia e Conservação dos Recursos Florestais e Engenharia Florestal, com ênfase em: Ecologia Funcional de Plantas (aspectos morfológicos e fisiológicos), Silvicultura, Recuperação e Manejo de Áreas Degradadas, Produção e Fertilização de Mudas Florestais, Licenciamento Ambiental, Análise e Avaliação de Impactos Ambientais, Educação Ambiental e Engenharia de Segurança do Trabalho.

ANDRÉA DE VASCONCELOS FREITAS PINTO



Concluiu a graduação em Engenharia Florestal pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) em 2008, onde participou ao longo de sua graduação do Programa de Educação Tutorial do curso de Engenharia Florestal, estando sempre engajada em atividades de Ensino, Pesquisa e Extensão. No ano de 2011 tornou-se Mestre em Ciências Florestais - UFRPE. Em 2015 tornou-se Doutora pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais na UFRPE. Atualmente é vice-coordenadora do Programa de Pós-Graduação stricto sensu em Energia da Biomassa e professora Adjunta da graduação na Universidade Federal de Alagoas (UFAL), Centro de Ciências Agrárias (CECA), Rio Largo-AL. Tem experiência na área de Segurança do Trabalho, Recursos Florestais e Engenharia Florestal, com ênfase em Silvicultura e Conservação de Recursos Florestais (Viveiros Florestais, Restauração Florestal, Levantamentos Fitossociológicos, Polinização, Dispersão e Diversidade Funcional).

ID CARLOS FREDERICO LINS E SILVA BRANDÃO



Possui graduação em Bacharelado em Ciências Biológicas pela Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE (2003), Mestrado em Ciências Florestais pela Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE (2007) e Doutorado em Ciência Florestal pela Universidade Federal Rural de Pernambuco-UFRPE (2013). Desde 2017 é Professor no Campus de Engenharia e Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas (CECA/UFAL). Atua principalmente nas áreas de Recuperação de Áreas Degradadas, Ciências do Ambiente, Manejo e Conservação do Meio Ambiente e estrutura e funcionamento de ecossistemas florestais.

ID MAYARA DALLA LANA



Possui graduação em Engenharia Florestal pela Universidade Federal de Santa Maria-UFSM (2010), mestrado em Engenharia Florestal pela Universidade Federal do Paraná- UFPR (2013) e doutorado em Ciência Florestal pela Universidade Federal Rural de Pernambuco-UFRPE (2017). Desde 2014 é Professora do curso Técnico em Meio Ambiente do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de Pernambuco (IFPE)-Campus Garanhuns. Atua principalmente nas áreas de Agroecologia, Recuperação de Áreas Degradadas, Biomassa e Carbono.



ISBN 978-658831900-0



Frente aos avanços do desmatamento e a fragmentação de biomas importantes como a Mata Atlântica se torna imprescindível haver mais estudos que auxiliem na conservação e preservação de seus ecossistemas.

Os capítulos contemplam pesquisas que abordam sobre a produção e desenvolvimento de mudas de espécies florestais nativas visando principalmente a restauração de áreas degradadas, assim como pesquisas sobre os processos ecológicos e estruturais do componente arbóreo adulto e regenerante em fragmentos localizados nos estados de Alagoas e Pernambuco.

Pantanal Editora

Rua Abaete, 83, Sala B, Centro. CEP: 78690-000

Nova Xavantina – Mato Grosso – Brasil

Telefone (66) 99682-4165 (Whatsapp)

<https://www.editorapantanal.com.br>

contato@editorapantanal.com.br