



## Artigo Original / Original Paper

# Banco de sementes no solo e ecologia morfofuncional de plântulas em remanescente de Floresta Tropical conectado com matriz agrícola

*Soil seed bank and morphofunctional ecology of seedlings in remnants of Tropical Forest connected with agricultural matrix*

Joselane Priscila Gomes da Silva<sup>1,2,6</sup>, Luiz Carlos Marangon<sup>1,3</sup>, Ana Licia Patriota Feliciano<sup>1,4</sup>  
& Rinaldo Luiz Caraciolo Ferreira<sup>1,5</sup>

### Resumo

O banco de sementes no solo é um dos mecanismos de regeneração natural que contribui para o surgimento de espécies em áreas florestais ou degradadas, no entanto, a composição de espécies pode ser influenciada pelo histórico de uso da terra, pela matriz em que o fragmento está inserido, entre outros. O objetivo dessa pesquisa foi avaliar a composição florística, abundância e ecologia morfofuncional de plântulas de espécies arbóreas encontradas no banco de sementes no solo em fragmento de Floresta Tropical. Foram retiradas amostras de solos e levadas para o viveiro florestal e cobertas por tela sombrite 70%. As plântulas emergidas foram contadas, identificadas e classificadas quanto à síndrome de dispersão, grupo sucessional e ecologia morfofuncional dos cotilédones. Emergiram 3.441 plântulas, em 14 famílias e 28 morfoespécies. Predominaram *Miconia prasina* e *Cecropia pachystachya* com 22,20 e 17,78%, respectivamente; a síndrome zoocórica com 64%; houve predominância de espécies secundárias iniciais, seguida de pioneiras. 78% das plântulas são do tipo PEF (fanero-epígeo-foliáceo). Embora o remanescente esteja inserido em uma matriz agrícola possui uma média riqueza de espécies arbóreas no banco de sementes, sendo a maioria das espécies classificadas como fanero-epígeo-foliáceo, demonstrando a dinâmica e capacidade de autorregeneração da área estudada.

**Palavras-chave:** autorregeneração, dispersão, mecanismo de regeneração.

### Abstract

The seed bank in the soil is one of the mechanisms of natural regeneration that contributes to the emergence of species in forest or degraded areas, however, the composition of species can be influenced by the history of land use, by the matrix in which the fragment is inserted, among others. The objective of this research was to evaluate the floristic composition, abundance and morphofunctional ecology of seedlings arboreal species found in the soil seed bank in tropical forest fragment. Soil samples were taken and taken to the forest nursery and covered by shading screens 70%. The emerged seedlings were counted, identified and classified in terms of dispersion syndrome, successional group and morphological and functional ecology of cotyledons. 3,441 seedlings emerged in 14 families and 28 morphospecies. *Miconia prasina* and *Cecropia pachystachya* predominated with 22.20 and 17.78%, respectively; zoochoric syndrome with 64%; there were predominance of early secondary species, followed by pioneers. 78% of the seedlings are of the PEF type (phanero-epigeal-foliaceous). Although the remnant is inserted in an agricultural matrix, it has an average tree species richness in the seed bank, most species being classified as phanero-epigeal-foliaceous, demonstrating the dynamics and self-regeneration capacity of the studied area.

**Key words:** self-regeneration, dispersion, mechanism of regeneration.

<sup>1</sup> Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE, Depto. Ciência Florestal, Recife, PE, Brasil.

<sup>2</sup> ORCID: <<https://orcid.org/0000-0002-2496-9516>>

<sup>3</sup> ORCID: <<https://orcid.org/0000-0002-8637-2125>>

<sup>4</sup> ORCID: <<https://orcid.org/0000-0001-8423-141X>>

<sup>5</sup> ORCID: <<https://orcid.org/0000-0001-7349-6041>>

<sup>6</sup> Autor para correspondência: joselane.gomess@gmail.com

## Introdução

A exploração desordenada dos recursos naturais, a forma de uso da terra e a fragmentação são alguns dos fatores que continuam ameaçando o equilíbrio das florestas naturais (Avila *et al.* 2013), deixando em algumas regiões pequenos remanescentes florestais que se encontram isolados e circundados apenas por matriz agrícola, aceiros e estradas.

A existência de paisagens isoladas provocada pela crescente urbanização, agricultura, construções de estradas e canais, entre outros, tem dificultado a travessia de dispersores entre os pequenos fragmentos florestais (Tischendorf & Fahrig 2000). Essas florestas, quando sofrem distúrbios intensos necessitam de mecanismos próprios que contribuam para sua regeneração, sendo fundamentais a chuva e o banco de sementes e, ainda, o banco de plântulas.

O banco de sementes no solo pode ser compreendido como o estoque de sementes viáveis encontrado em período e área determinada, capaz de germinar em condições ambientais favoráveis, formar o banco de plântulas e futuramente ocupar o lugar dos indivíduos adultos (Fenner & Thompson 2005).

A formação do banco de sementes no solo de uma floresta é um dos principais determinantes da potencialidade de estabelecimento das espécies, que além de dispersar suas sementes espacialmente pelos diferentes agentes dispersores, muitas sementes podem ser armazenadas por um longo período próximo da árvore-mãe (Schulz *et al.* 2018).

Devido a essas sementes armazenadas, o banco de sementes pode ser considerado um indicador da capacidade de resiliência de um ecossistema degradado e dos diferentes estágios sucessionais da floresta (Magnago *et al.* 2015). Dessa forma, pode ser utilizado para avaliar o potencial de recuperação de uma área que sofre influência antrópica (Capellesso *et al.* 2015).

No entanto, a riqueza florística e a densidade das sementes podem ser afetadas pelo histórico de uso da terra, a matriz em que o fragmento está inserido, prática de queimadas, intensidade de luz, tamanho dos fragmentos e composição da vegetação (Martins & Engel 2007; Miranda *et al.* 2009; Camargos *et al.* 2013; Capellesso *et al.* 2015; Sousa *et al.* 2017).

A ausência ou a chegada de um número reduzido de sementes viáveis em uma determinada área, também limitam o recrutamento e o

crescimento das populações para formação do banco de plântulas (Muller-Landau *et al.* 2002) que, por sua vez, pode ser influenciado pelo tipo de semente.

Alguns estudos têm analisado aspectos ecológicos e funcionais das sementes e das plântulas quanto às variações morfológicas dos cotilédones em relação a sua posição, exposição e função (Miquel 1987; Garwood 1996; Ibarra-Manríquez *et al.* 2001; Ressel *et al.* 2004; Alves *et al.* 2016), pois diferentes tipos morfológicos de plântulas implicam em diferentes estratégias ecológicas de adaptação das espécies, devido às variações ocasionadas na absorção de luz, proteção dos tecidos nutritivos e defesa a ataques de herbívoros (Ibarra-Manríquez *et al.* 2001; Kitajima 2002; Green & Juniper 2004; Zanne *et al.* 2005).

Diante do exposto, essa pesquisa teve como objetivo avaliar a composição florística, abundância e ecologia morfofuncional de plântulas de espécies arbóreas encontradas no banco de sementes no solo em fragmento de Floresta Tropical, a fim de conhecer o potencial de recuperação de uma área inserida em uma matriz agrícola.

## Material e Métodos

### Área de estudo

A área de estudo está situada em um remanescente de Mata Atlântica inserido em uma matriz de cana-de-açúcar, rodeada pela construção de aceiros e estradas, possui área, aproximadamente, de 243,40 ha, está inserida no Engenho Camurim sob as coordenadas 07°56'10,9"S e 35°03'43,7"O, localizado no município de São Lourenço da Mata, em terras pertencentes à Usina Petribú S/A distante, aproximadamente, 30 km da cidade do Recife, capital de Pernambuco, Brasil.

A vegetação é classificada como Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas (IBGE 2012). O clima da região é do tipo As', tendo características de clima tropical chuvoso, apresentando a estação chuvosa concentrada entre maio e julho e a estação seca na primavera (Alvares *et al.* 2013), com temperatura média 27 °C e precipitação de 1.710 mm (INMET 2016).

Os solos da região são representados pelos Latossolos nos topos planos, sendo profundos e bem drenados; pelos Podzólicos nas vertentes íngremes, sendo pouco a medianamente profundos e bem drenados, e pelos Gleissolos de Várzea nos fundos de vales estreitos, com solos orgânicos e encharcados (Silva *et al.* 2001).

### Coleta dos dados

As amostras de solo superficial juntamente com a manta orgânica, foram retiradas no centro de parcelas já existentes, localizadas nas bordas e interior do fragmento, onde foi realizada a amostragem do componente arbóreo adulto e regenerante no levantamento florístico e análise fitossociológica (Santos 2014; Torres 2014). A borda foi considerada a uma distância de 100 m da margem do fragmento e como interior, aproximadamente, 350 m das bordas (Fig. 1).

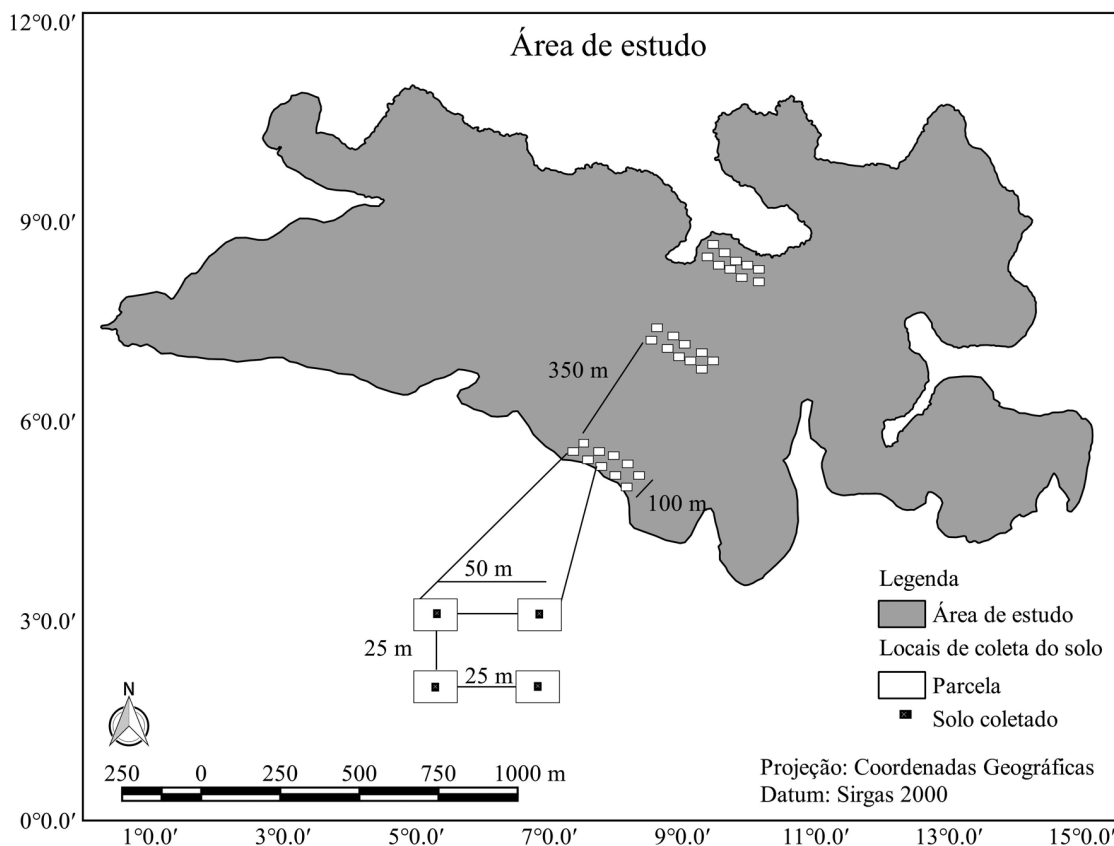
Para a retirada das amostras foram utilizados gabaritos de ferro (50 cm × 50 cm × 5 cm) e pá. Cada amostra de solo ficou distante, aproximadamente, 50 metros uma da outra. Sendo retiradas em duas fileiras nas bordas e duas fileiras no interior, totalizando 30 amostras (0,375 m<sup>3</sup>) (Fig. 1).

Durante a coleta do solo, as espécies que se apresentavam frutificadas, tiveram seus frutos fotografados, coletados e beneficiados para retirada

das sementes, que foram colocadas em areia lavada em casa de vegetação no viveiro florestal do Departamento de Ciência Florestal (DCFL) da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) para germinar e auxiliar na identificação das plântulas emergidas no banco de sementes.

As amostras de solo foram coletadas uma única vez, no mês de janeiro, colocadas em sacos de polietileno, identificados com o número da parcela, em seguida transportadas para o viveiro florestal (DCFL/UFRPE). Posteriormente, foram retiradas dos sacos e colocadas em caixas de madeiras e enumeradas conforme o número da parcela, disposta de forma aleatória em canteiros com 20 cm de altura e cobertas por tela sombrite 70%, regadas duas vezes ao dia (manhã e tarde), com exceção de dias chuvosos.

Junto às caixas com o solo, foram colocadas cinco caixas, de forma aleatória, contendo areia lavada e esterilizada, para o controle de eventual



**Figura 1** – Área de estudo e representação da coleta do solo em remanescente de Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas, Região Nordeste do Brasil.

**Figure 1** – Study area and representation of soil collection in remnant of Dense Ombrophylous Forest of the Lowlands, Northeastern Region of Brazil.

contaminação das amostras, que pudessem ocorrer por chuva de sementes do local.

A contagem das plântulas emergidas foi realizada diariamente, durante um período de seis meses (fevereiro a julho de 2015) e todas as plântulas foram enumeradas com numeração crescente. Considerou-se como plântulas emergidas, após abertura do protófilo.

Aos 120 dias, as plântulas foram retiradas e transplantadas para sacos de polietileno e deixadas em canteiros para que pudessem se desenvolver e adquirir uma diferenciação morfológica que permitisse a identificação confiável. Após a retirada das plântulas, o solo foi revolvido para facilitar a germinação de algumas sementes viáveis que ainda pudessem existir no solo, sendo avaliado por um período de dois meses.

### Análise dos dados

As plântulas emergidas foram contadas, separadas em morfoespécies e identificadas em famílias, gêneros e, quando possível, em espécie, com os nomes científicos e seus respectivos autores, atualizados conforme a base de dados de International Plant Names Index (<<https://www.ipni.org/>>). O sistema de classificação utilizado foi Angiosperm Phylogeny Group IV (APG IV 2016), conforme a base de dados de Missouri Botanical Garden, através do site <[https://www.tropicos.org](https://www.tropicos.org/)>. Para identificação, foram consultadas literaturas (Barroso *et al.* 2004; Santos 2014; Torres 2014) e especialistas, sendo também, anotados os nomes regionais.

Quanto à síndrome de dispersão, foram classificadas em zoocórica, anemocórica e barocórica (Van der Pijl 1982). Quanto à classificação sucessional em: pioneiras, secundárias iniciais, secundárias tardias e sem classificação ou não categorizada (Gandolfi *et al.* 1995). Na categoria sem classificação também foram incluídas as plântulas que foram classificadas como morfoespécies ou que foram identificadas em nível de família e gênero.

Para as características morfológicas das plântulas foi utilizada a classificação proposta por Miquel (1987) modificada por Garwood (1996) que compreende cinco tipos morfofuncionais de plântulas: fanero-epígeo-foliáceo (PEF), fanero-epígeo-reserva (PER), fanero-hipógeo-reserva (PHR), cripto-hipógeo-reserva (CHR) e cripto-epígeo-reserva (CER). Estas abreviações representam as características dicotômicas de exposição, fanerocotiledonar (P) e criptocotiledonar

(C); posição, epígea (E) e hipógea (H); e textura, foliáceo (F) e reserva (R).

Para cada espécie identificada se estimaram os parâmetros: densidade absoluta (DA) e relativa (DR) e frequência absoluta (FA) e relativa (FR), descritos por Mueller-Dombois & Ellenberg (1974). Os cálculos foram processados com auxílio do aplicativo Microsoft Excel for Windows™ 2013.

### Resultados e Discussão

Durante o período de observações foram contadas 3.441 plântulas distribuídas em 14 famílias botânicas, 28 morfoespécies, das quais 19 identificadas em nível específico, seis em nível genérico, uma em família e duas classificadas como morfoespécie (Tab. 1). Estas últimas, não cresceram o suficiente no período de estudo e não apresentaram características morfológicas confiáveis para comparação com indivíduos adultos e possível identificação.

Em relação às amostras que continham areia, colocadas para identificação de eventual contaminação durante a avaliação, não foi verificada emergência de plântulas.

Em *Miconia* sp.1 estão incluídos todos os indivíduos que foram identificados em nível de gênero, mas que morreram antes da possível identificação em nível de espécie. A mortalidade pode ter sido causada devido às fortes chuvas ocorridas nos meses de março, junho e julho e, também, devido à repicagem (plântulas menores que 5 cm, aproximadamente) realizada aos quatro meses após a instalação do experimento, para revolvimento do solo.

A densidade média de sementes de espécies arbóreas foi 459 sementes.m<sup>-2</sup>, diferindo dos valores encontrados por outros autores ao avaliarem a germinação do banco de sementes em fragmento de Floresta Ombrófila Densa, sendo superior ao encontrado por Correia & Martins (2015), com 251,48 (± 168,69 sementes de espécies arbóreas e lianas); inferior ao de Vinha *et al.* (2011), que encontraram 1.308,9 sementes.m<sup>-2</sup> em fragmento urbano no sudeste do Brasil; e Schorn *et al.* (2013), em Floresta Ombrófila Mista, Região Sul, que encontraram 154 sementes.m<sup>-2</sup>. Essa diferença nos valores de densidade pode estar relacionada às espécies predominantes na área, bem como ao estado de conservação do remanescente, uma vez que a composição do banco de sementes e, consequentemente, sua densidade podem ser influenciadas pelo histórico de uso da terra, pela matriz em que o fragmento está inserido,

**Tabela 1** – Lista das espécies arbóreas registradas no banco de sementes no solo. Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas-Pernambuco, Brasil, organizadas por famílias e espécies.  $N_i$  = número de indivíduos da espécie  $i$ ; MFC = morfologia funcional dos cotilédones; PEF = fanero-epígeo-foliáceo; PER = fanero-epígeo-reserva; PHR = fanero-hipógeo-reserva; CHR = cripto-hipógeo-reserva; CER = cripto-epígeo-reserva;; GE = grupo ecológico; Pi = pioneira; Si = secundária inicial; St = secundária tardia; Nc = não categorizada; SD = síndrome de dispersão; Zoo = zoocórica; Ane = anemocórica; Aut = autocórica; Nc = não categorizada.

**Table 1** – anized by families and species.  $N_i$  = number of individuals of species  $i$ ; MFC = functional morphology of cotyledons; PEF = phanero-epigeal-foliaceous; PER = phanero-epigeal-reserve; PHR = phanero-hypogeal-reserve; CHR = crypto-hypogeal-reserve; CER = crypto-epigeal-reserve; GE = ecological group; Pi = pioneer; Si = initial secondary; St = late secondary; Nc = not categorized; SD = dispersion syndrome; Zoo = zoochoric; Ane = anemochoric; Aut = autochoric; Nc = not categorized.

Família / Nome da espécie	Nome comum	$N_i$	MFC	GE	SD
Annonaceae					
<i>Xylopia frutescens</i> Aubl.	Embira vermelha	22	PEF	Si	Zoo
Araliaceae					
<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire et al.	Sambaqui	26	PEF	Si	Zoo
Cannabaceae					
<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	Periquiteira	61	PEF	Pi	Zoo
Fabaceae					
<i>Albizia pedicellaris</i> (DC.) L. Rico	Jaguarana	11	PER	Pi	Aut
<i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth	Sucupira	2	PER	St	Ane
<i>Parkia pendula</i> (Willd.) Benth. ex Walp.	Visgueiro	1	PER	St	Aut
<i>Tachigali densiflora</i> (Benth.) L. G. Silva & H.C.Lima	Ingá porco	2	PEF	Nc	Ane
Fabaceae 1	---	1	PER	Nc	Nc
Hypericaceae					
<i>Vismia guianensis</i> (Aubl.) Choisy	Lacre	7	PEF	Pi	Zoo
Lauraceae					
<i>Ocotea glomerata</i> (Nees) Mez	Louro	4	CHR	Si	Aut
Malpighiaceae					
<i>Byrsonima sericea</i> DC.	Murici	4	PEF	Si	Zoo
Malvaceae					
<i>Apeiba albiflora</i> Ducke	Pau de jangada	25	PEF	Pi	Aut
Melastomataceae					
<i>Miconia affinis</i> DC.		159	PEF	Si	Zoo
<i>Miconia hypoleuca</i> Triana		415	PEF	Si	Zoo
<i>Miconia minutiflora</i> (Bonpl.) DC.	Camudé	66	PEF	Si	Zoo
<i>Miconia prasina</i> (Sw.) DC.	Brasa apagada	764	PEF	Pi	Zoo
<i>Miconia</i> sp. 1		1.047	PEF	Nc	Zoo
<i>Miconia</i> sp. 2		32	PEF	Nc	Zoo
<i>Miconia</i> sp. 3		109	PEF	Si	Zoo
<i>Miconia</i> sp. 4		8	PEF	Nc	Zoo
<i>Miconia</i> sp. 5		17	PEF	Nc	Zoo



Família / Nome da espécie	Nome comum	N <sub>i</sub>	MFC	GE	SD
Moraceae					
<i>Ficus</i> sp.		3	PEF	Nc	Zoo
Salicaceae					
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	Pimentinha	1	PEF	Si	Zoo
Siparunaceae					
<i>Siparuna guianensis</i> Aubl.	Erva de rato	30	PEF	Si	Zoo
Urticaceae					
<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	Embaúba	612	PEF	Pi	Zoo
Peraceae					
<i>Pera glabrata</i> (Schott) Poepp. ex Müll.Arg.		3	PEF	Si	Aut
Morfoespécie					
Morfoespécie 1		1	PEF	Nc	Nc
Morfoespécie 2		8	CHR	Nc	Nc
<b>Total geral</b>		<b>3.441</b>			

intensidade de luz e composição da vegetação presente na área (Martins & Engel 2007; Miranda *et al.* 2009).

A composição da vegetação, por sua vez, pode ser resultado da fragmentação florestal, pois fragmentos menores tendem a possuir espécies dos estágios iniciais de sucessão, as quais produzem frutos abundantes com sementes pequenas que fazem parte do banco de sementes. Sousa *et al.* (2017) relataram que a densidade de plântulas encontrada no banco de sementes do solo em Floresta de Terra Firme, na Floresta Amazônica, foi inversamente proporcional ao tamanho do fragmento, sendo maior nos fragmentos de 1 ha e menor em floresta primária e fragmentos de 100 ha.

As famílias botânicas com maior riqueza foram Melastomataceae e Fabaceae, sendo representadas com 31% e 17% das espécies identificadas, respectivamente. Sua presença no banco foi causada pela vegetação estabelecida, em que essas famílias também apresentaram maior riqueza na amostragem da vegetação arbórea adulta (Santos 2014) e na avaliação da chuva de sementes (Silva *et al.* 2018).

Alta representatividade de Melastomataceae, principalmente *Miconia*, também tem sido observada em outros estudos de banco de sementes no solo. Em Floresta Estacional Semidecidual Montana por Camargos *et al.* (2013) e Floresta Estacional Semidecidual Submontana por

Figueiredo *et al.* (2014), sendo estas fitofisionomias associadas à Floresta Atlântica.

A presença de *Miconia* spp. no banco de sementes é atribuída às características dos frutos e das sementes. Os frutos, por serem facilmente dispersos por aves e por possuírem várias sementes pequenas, quando estas chegam em determinada área, conseguem facilmente passar pela camada de serrapilheira e penetrar no solo onde ficam armazenadas. Sua importância ecológica no banco de sementes está relacionada à capacidade de germinação com o surgimento de clareiras ou revolvimento do solo ocasionado por animais ou queda de árvores.

Em estudo realizado na mesma área de estudo avaliando a chuva de sementes e o estabelecimento de plântulas, foi constatado por Silva *et al.* (2018) que as sementes das espécies da família Melastomataceae foram representadas, aproximadamente, por 87% de todas as sementes contadas na chuva de sementes e que no banco de plântulas avaliado no interior do fragmento não foi identificada nenhuma espécie desta família, podendo ser observado sua facilidade de penetrar no solo e formar o banco de sementes.

Em relação à riqueza de espécies arbóreas (28 morfoespécies), ainda que a área de estudo esteja inserida em uma matriz agrícola, que sofre frequente influência do fogo por causa das constantes queimas que antecedem o corte da cana-de-açúcar,

o valor encontrado no presente estudo foi superior aos encontrados por alguns autores como Moressi *et al.* (2014), que encontraram cinco espécies arbóreas em remanescente de Floresta Estacional Semidecidual-MS, Correia & Martins (2015) em Floresta Ombrófila Densa-ES encontraram sete espécies arbóreas e Capelesso *et al.* (2015) com 11 espécies em área de transição entre Floresta Ombrófila Mista e Floresta Estacional-RS inserida em uma matriz predominantemente agrícola.

A diferença no número de espécie também pode estar relacionada ao local e à época de coleta do solo para avaliação, uma vez que a coleta foi realizada apenas uma vez na estação seca. Embora a região apresente chuvas bem distribuídas durante o ano (INMET 2016), o mês de coleta (janeiro) é considerado como parte da estação seca, devido a menor precipitação. Dessa forma, as espécies que foram dispersas no inverno e não germinaram para formar o banco de plântulas da área de estudo estão formando o banco de sementes transitório, como *Ocotea glomerata* e persistente, como *Cecropia pachystachya*, *Miconia* spp., *Trema micrantha*, *Schefflera morototoni* entre outras.

Outro fator que pode ter causado a diferença na riqueza de espécie é a vegetação estabelecida, bem como a idade da floresta. Segundo Baidier *et al.* (2001) existe uma correlação positiva entre a idade da floresta e a riqueza de espécies arbóreas no banco de sementes. Em estudos realizados por esses autores em Floresta Atlântica, no estado de São Paulo, Brasil, foram encontradas 4, 14, 15 e 19 espécies arbóreas no banco de sementes de florestas com 5, 18 e 27 anos de regeneração e floresta madura, respectivamente.

Do total das espécies registradas, foi observada predominância de dispersão zoocórica 64%, seguida pela autocórica 18% e por anemocórica, 7% das espécies identificadas (Tab. 1). Estes resultados estão corroborando com os estudos desenvolvidos por Howe & Smallwood (1982), os quais afirmaram que, em florestas tropicais, pelo menos 50% e frequentemente 75% ou mais das espécies arbóreas produzem frutos adaptados para o consumo de aves ou mamíferos. Nesse sentido, demonstra a importância do fragmento como fonte de alimento para os animais frugívoros, que por sua vez contribuem na dispersão primária e secundária, bem como na dinâmica dentro do fragmento.

Além das plântulas emergidas, oriundas das espécies contidas na vegetação, foram identificadas plântulas de *Trema micrantha*, espécie pioneira e indicadora de ambientes degradados (Sousa *et al.*

2017). Suas sementes podem ter sido trazidas por agentes dispersores de indivíduos remanescentes de áreas vizinhas, pois foram identificadas apenas nas amostras retiradas de uma borda do fragmento.

Em relação ao grupo sucessional, houve predominância das espécies classificadas como secundárias iniciais (39,3%), seguida das pioneiras com (21,4%) e secundárias tardias (7,1%). A presença de espécies arbóreas no banco de sementes classificadas nos três grupos ecológicos indica potencial de regeneração do componente arbóreo, no caso de formação de clareira na estrutura florestal. No entanto, com o avançar da sucessão florestal, existe a tendência de ocorrer a diminuição gradativa da presença de espécies pioneiras e secundárias iniciais no banco de sementes (Calegari *et al.* 2013), uma vez que essas espécies tendem a diminuir em quantidade de indivíduos adultos.

Quanto à classificação morfofuncional das plântulas, foram apenas identificados três tipos em que 78% das plântulas são do tipo PEF, 14% são classificadas como PER e apenas 11% são CHR. A predominância de espécies classificadas como PEF também tem sido registrada em alguns estudos que avaliam as características morfológicas das plântulas (Miquel 1987; Ibarra-Manríquez *et al.* 2001; Zanne *et al.* 2005; Ressel *et al.* 2004; Alves *et al.* 2016). Espécies com cotilédones fotossintetizantes, provavelmente, tem vantagem em ambientes com incidências luminosas por começarem a usar luz como fonte de energia mais cedo do que aquelas com cotilédones de reserva (Kitajima 2002; Zanne *et al.* 2005). Ainda, sua predominância no banco de sementes pode estar relacionada com o tamanho das sementes, por serem pequenas penetram facilmente na camada de serrapilheira (Silva *et al.* 2018).

As plântulas com cotilédones foliáceas geralmente se desenvolvem a partir de pequenas sementes que possuem poucas reservas, resultando em rápido desenvolvimento e rápida colonização nos estágios iniciais da sucessão. Em contraste, as plântulas que possuem cotilédones com reservas, geralmente, se originam de sementes grandes com maior quantidade de reservas e desenvolvimento lento, associado a estágios sucessionais mais tardios (Ibarra-Manríquez *et al.* 2001; Ressel *et al.* 2004).

Ressel *et al.* (2004) avaliaram a classificação morfofuncional de plântulas de 122 espécies arbóreas da Estação Ecológica do Panga-MG, em três formações florestais contíguas - mata de galeria, mata mesófila semidecídua e cerradão, tendo encontrado uma predominância de espécies

pioneiras, quase exclusivamente apresentando plântulas PEF. Em sua maioria as pioneiras possuem sementes pequenas e leves, enquanto espécies tolerantes à sombra, possuem um menor número de sementes maiores e com maior quantidade de reservas, apresentando, predominantemente, plântulas CHR.

Em relação à densidade e frequência dos indivíduos (Tab. 2), a presença de espécies pioneiras e secundárias iniciais como *Miconia prasina*, *Miconia minutiflora*, *Cecropia pachystachya*, *Miconia affinis* e *Miconia hypoleuca* com maiores densidade e frequência absoluta, demonstra a importância ecológica dessas espécies na autorregeneração da área de estudo mediante a

formação de clareiras. Provavelmente, estas são as espécies que mais podem contribuir na formação do banco de plântulas em decorrência de algum distúrbio que proporcione a abertura do dossel.

Em estudo realizado por Silva *et al.* (2018) na mesma área de estudo avaliando a chuva de sementes e o estabelecimento de plântulas, os autores encontraram as mesmas espécies entre as com maiores densidade e frequência na chuva de sementes. Dessa forma, pode-se observar um fluxo constante de entrada de sementes na formação do banco e sua capacidade de proporcionar o suporte inicial para colonização da área, uma vez que são consideradas espécies colonizadoras de áreas abertas.

**Tabela 2** – Parâmetros fitossociológicos das plântulas de espécies arbóreas emergidas no banco de sementes, no período de fevereiro a julho de 2015.  $N_i$  = número de indivíduos da espécie  $i$ ;  $DA_i$  = densidade absoluta da espécie  $i$  ( $m^2$ );  $DR_i$  = densidade relativa da espécie  $i$  (%);  $FA_i$  = frequência absoluta da espécie  $i$  (%);  $FR_i$  = frequência relativa da espécie  $i$  (%).

**Table 2** – Phytosociological parameters of seedlings of tree species emerged in the seed bank, from February to July 2015.  $N_i$  = number of individuals of species  $i$ ;  $DA_i$  = absolute density of species  $i$  ( $m^2$ );  $DR_i$  = relative density of species  $i$  (%);  $FA_i$  = absolute frequency of species  $i$  (%);  $FR_i$  = Relative frequency of species  $i$  (%).

Nome da espécie	$N_i$	$DA_i(m^2)$	$DR_i(%)$	$FA_i(%)$	$FR_i(%)$
<i>Miconia</i> sp. 1	1.047	139,60	30,43	100	10,53
<i>Miconia prasina</i>	764	101,87	22,20	96,67	10,18
<i>Cecropia pachystachya</i>	612	81,60	17,79	100,00	10,53
<i>Miconia hypoleuca</i>	415	55,33	12,06	96,67	10,18
<i>Miconia affinis</i>	159	21,20	4,62	93,33	9,82
<i>Miconia</i> sp. 3	109	14,53	3,17	93,33	9,82
<i>Miconia minutiflora</i>	66	8,80	1,92	60,00	6,32
<i>Trema micrantha</i>	61	8,13	1,77	26,67	2,81
<i>Miconia</i> sp. 2	32	4,27	0,93	56,67	5,96
<i>Siparuna guianensis</i>	30	4,00	0,87	40,00	4,21
<i>Schefflera morototoni</i>	26	3,47	0,76	36,67	3,86
<i>Apeiba albiflora</i>	25	3,33	0,73	6,67	0,70
<i>Xylopia frutescens</i>	22	2,93	0,64	16,67	1,75
<i>Miconia</i> sp. 5	17	2,27	0,49	23,33	2,46
<i>Albizia pedicellaris</i>	11	1,47	0,32	3,33	0,35
<i>Miconia</i> sp. 4	8	1,07	0,23	13,33	1,40
Morfoespécie 2	8	1,07	0,23	6,67	0,70
<i>Vismia guianensis</i>	7	0,93	0,20	16,67	1,75
<i>Ocotea glomerata</i>	4	0,53	0,12	13,33	1,40
<i>Byrsonima sericea</i>	4	0,53	0,12	6,67	0,70



Nome da espécie	N <sub>i</sub>	DA <sub>i</sub> (m <sup>2</sup> )	DR <sub>i</sub> (%)	FA <sub>i</sub> (%)	FR <sub>i</sub> (%)
<i>Ficus</i> sp.	3	0,40	0,09	10,00	1,05
<i>Bowdichia virgilioides</i>	2	0,27	0,06	3,33	0,35
<i>Tachigali densiflora</i>	2	0,27	0,06	6,67	0,70
<i>Pera glabrata</i>	3	0,40	0,09	10,00	1,05
Fabaceae 1	1	0,13	0,03	3,33	0,35
<i>Parkia pendula</i>	1	0,13	0,03	3,33	0,35
Morfoespécie 1	1	0,13	0,03	3,33	0,35
<i>Casearia sylvestris</i>	1	0,13	0,03	3,33	0,35
	<b>3.441</b>	<b>458,80</b>	<b>100,00</b>	<b>950,00</b>	<b>100</b>

Embora esteja inserido em uma matriz agrícola que sofre influência do fogo, o remanescente possui uma riqueza média de espécies arbóreas no banco de sementes, como observado na composição florística identificada pelas plântulas emergidas.

A predominância de plântulas classificadas como fanero-epígeo-foliáceo, possivelmente, pode contribuir com a capacidade de autorregeneração do remanescente em caso de surgimento de uma clareira.

### Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001; ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), a concessão de bolsa de Produtividade em Pesquisa ao quarto autor; e à Usina Petribú S/A, a disponibilização da área de estudo.

### Referências

- Alvares CA, Stape JL, Sentelhas PC, Gonçalves JLM & Sparovek G (2013) Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift* 22: 711-728.
- Alves MCJL, Medeiros DPW, Pompelli MF & Zickel CS (2016) Morphofunctional characteristics of seedlings of 30 woody species from a Tropical Coastal Vegetation Restinga Forest, area of Northeastern Brazil. *International Journal of Ecology and Environmental Sciences* 42: 257-264.
- APG IV - Angiosperm Phylogeny Group (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.
- Avila AL, Araujo MM, Gasparin E & Longhi SJ (2013) Mecanismos de regeneração natural em remanescente de floresta ombrófila mista, RS, Brasil. *Cerne* 19: 621-628.
- Baider C, Tabarelli M & Mantovani W (2001) The soil seed bank during Atlantic Forest regeneration in southeast Brazil. *Revista Brasileira de Biologia* 61: 35-44. <<https://doi.org/10.1590/s0034-71082001000100006>>.
- Barroso GM, Morim PM, Peixoto AL & Ichaso CLF (2004) Frutos e sementes: morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas. UFV, Viçosa. 443p.
- Calegari L, Martins SV, Campos LC, Silva E & Gleriani JM (2013) Avaliação do banco de sementes do solo para fins de restauração florestal em Carandaí, MG. *Revista Árvore* 37: 871-880.
- Camargos VL, Martins SV, Ribeiro GA, Carmo FMS & Silva AF (2013) Influência do fogo no banco de sementes do solo em floresta estacional semidecidual. *Ciência Florestal* 23: 19-28.
- Capellesso ES, Santolin SF & Zanin EM (2015) Banco e chuva de sementes em área de transição florestal no sul do Brasil. *Revista Árvore* 39: 821-829.
- Correia GGS & Martins SM (2015) Banco de sementes do solo de floresta restaurada. *Reserva Natural Vale, ES. Floresta e Ambiente* 22: 79-87.
- Fenner M & Thompson K (2005) Soil seed banks. *In: Fenner M & Thompson K (eds.) The ecology of seeds. Cap. 4. Cambridge University Press, Cambridge. Pp. 76-96.*
- Figueiredo PHA, Miranda CC, Araujo FM & Valcarcel R (2014) Germinação ex-situ do banco de sementes do solo de capoeira em restauração florestal espontânea a partir do manejo do sombreamento. *Scientia Forestalis* 42: 69-80.
- Gandolfi S, Leitão Filho HF & Bezerra CLF (1995) Levantamento florístico e caráter sucessional das espécies arbustivo-arbóreas de uma Floresta Mesófila Semidecídua no município de Guarulhos, SP. *Revista Brasileira de Biologia* 55: 753-767.
- Garwood NC (1996) Functional morphology of tropical tree seedlings. *In: Swaine MD (ed.) The Ecology of Tropical Forest tree seedlings. Parthenon, Carnforth. Pp. 59-129.*

- Green PT & Juniper PA (2004) Seed-seedling allometry in tropical rain forest trees: seed mass-related patterns of resource allocation and the 'reserve effect'. *Journal of Ecology* 92: 397-408.
- Howe HF & Smallwood J (1982) Ecology of seed dispersal. *Annual Review of Ecology and Systematics* 13: 201-228.
- Ibarra-Manríquez G, Ramos MM & Oyama K (2001) Seedling functional types in a lowland rain forest in Mexico. *American Journal of Botany* 88: 1801-1812.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2012) Manual técnico da vegetação brasileira. Série Manuais Técnicos em Geociências, n. 1. IBGE, Rio de Janeiro. 271p.
- INMET - Instituto Nacional de Meteorologia (2016) Banco de dados meteorológicos. Disponível em <<https://bdmep.inmet.gov.br>>. Acesso em 26 agosto 2020.
- Kitajima K (2002) Do shade-tolerant tropical tree seedlings depend longer on seed reserves? Functional growth analysis of three Bignoniaceae species. *Functional Ecology* 16: 433-444.
- Magnago LFS, Martins SV, Venzke TS & Ivanauskas NM (2015) Os processos e estágios sucessional da Mata Atlântica como referência para a restauração florestal. In: Martins SV (ed.) *Restauração ecológica de ecossistemas degradados*. 2ª ed. Cap. 3. Editora UFV, Viçosa. Pp. 70-101.
- Martins AM & Engel VL (2007) Soil seed banks in tropical forest fragments with different disturbance histories in southeastern Brazil. *Ecological Engineering* 31: 165-174.
- Miranda IS, Mitja D & Silva TS (2009) Mutual influence of forests and pastures on the seedbanks in the Eastern Amazon. *Weed Research* 49: 499-505.
- Miquel S (1987) Morphologie fonctionnelle de plantules d'espèces forestières du Gabon. *Bulletin du Muséum National d'Histoire Naturelle* 9: 101-121.
- Moressi M, Padovan MP & Pereira ZV (2014) Banco de sementes como indicador de restauração em sistemas agroflorestais multiestratificados no sudoeste de Mato Grosso do Sul, Brasil. *Revista Árvore* 38: 1073-1083.
- Mueller-Dombois D & Ellenberg H (1974) Aims and methods of vegetation ecology. John Wiley & Sons, New York. 547p.
- Muller-Landau HC, Wright SJ, Calderon O, Hubbell SP & Foster RB (2002) Assessing recruitment limitation: concepts, methods and case-studies from a Tropical Forest. In: Levey DJ, Silva WR & Galetti M (eds.) *Seed dispersal and frugivory: ecology, evolution and conservation*. Cap. 3. CAB International, Wallingford. Pp. 35-53.
- Ressel K, Guilherme FAG & Schiavini I (2004) Ecologia morfofuncional de plântulas de espécies arbóreas da Estação Ecológica do Panga, Uberlândia, Minas Gerais. *Revista Brasileira de Botânica* 27: 311-323.
- Santos WB (2014) Estrutura do componente arbóreo da borda e interior do fragmento de Floresta Ombrófila, Mata do Camurim, em São Lourenço da Mata - PE, Brasil. Dissertação Mestrado. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. 77p.
- Schorn LA, Fenilli TAB, Krüger A, Pellens GC, Budag JJ & Nadolny MC (2013) Composição do banco de sementes no solo em áreas de preservação permanente sob diferentes tipos de cobertura. *Floresta* 43: 49-58.
- Schulz B, Durka W, Danihelka J & Eckstein RL (2018) Differential role of a persistent seed bank for genetic variation in early vs. late successional stages. *PLoS ONE*, 13:12:1-19 e0209840.
- Silva FBR, Santos JCP, Silva AB, Cavalcanti AC, Silva FHBB, Burgos N, Parahyba RBV, Oliveira Neto MB, Sousa Neto NC, Araújo Filho JC, Lopes OF, Luz LRPP, Leite AP, Souza LGMC, Silva CP, Varejão-Silva MA & Barros AHC (2001) Zoneamento agroecológico do estado de Pernambuco. Embrapa Solos, Recife. (Embrapa Solos. Documentos, 35). 1 CD-ROM.
- Silva JPG, Marangon LC, Feliciano ALP & Ferreira RLC (2018) Chuva de sementes e estabelecimento de plântulas em floresta tropical na região nordeste do Brasil. *Ciência Florestal* 28: 1478-1490.
- Sousa TR, Costa FRC, Bentos TV, Leal Filho N, Mesquita RCG & Ribeiro IO (2017) The effect of forest fragmentation on the soil seed bank of Central Amazonia. *Forest Ecology and Management* 393: 105-112.
- Tischendorf L & Fahrig L (2000) On the usage and measurement of landscape connectivity. *Oikos* 90: 7-19.
- Torres JEL (2014) Espécies arbóreas da regeneração natural na borda e interior de um fragmento de Floresta atlântica do estado de Pernambuco, Brasil. Dissertação de Mestrado em Ciências Florestais. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. 77p.
- Van der Pijl L (1982) Principles of dispersal in higher plants. 2nd ed. Springer-Verlag, Berlin. 214p.
- Vinha D, Alves LF, Zaidan LBP & Grombone-Guaratini MT (2011) The potential of the soil seed bank for the regeneration of a tropical urban forest dominated by bamboo. *Landscape and Urban Planning* 99: 178-185.
- Zanne AE, Chapman CA & Kitajima K (2005) Evolutionary and ecological correlates of early seedling morphology in East African trees and shrubs. *American Journal of Botany* 92: 972-978.

Editor de área: Dr. Pedro Higuchi

Artigo recebido em 28/06/2018. Aceito para publicação em 15/12/2019.



This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License.