

# Chuva de sementes em dois fragmentos de mata atlântica com diferentes níveis de degradação na Região Nordeste do Brasil

*Seed rain in two fragments of Atlantic Forest with different levels of degradation in Northeast Brazil*

Milton Marques **FERNANDES**<sup>1,3</sup>; Janaína Costa Chaves **SILVA**<sup>1</sup>; Cassandra Mendonça **OLIVEIRA**<sup>1</sup>; Deniver Dehuel Souza **OLIVEIRA**<sup>1</sup>; Cilene **SANTOS**<sup>1</sup>; Alexandre de Siqueira **PINTO**<sup>1</sup>; Maiara Pedral **SANTOS**<sup>1</sup> & Renisson Neponuceno **ARAÚJO FILHO**<sup>2,3</sup>

## RESUMO

Este trabalho objetivou avaliar a chuva de sementes de espécies florestais em dois fragmentos com diferentes níveis de degradação na mata atlântica de Sergipe. O estudo foi desenvolvido em floresta estacional semidecidual no município de São Cristóvão, SE. Foram delimitados um polígono na floresta aberta (de maior degradação) e um na floresta fechada (de menor degradação). Em cada polígono, alocaram-se dez coletores, e foram coletadas as sementes por 12 meses. Depois, os propágulos foram identificados em relação à espécie e classificados quanto a síndrome de dispersão, formas de vida e grupos ecológicos. Calcularam-se a densidade absoluta de sementes, a diversidade de Shannon e a equabilidade de Pielou. A floresta fechada apresentou dominância de propágulos das espécies *Ficus clusiifolia*, *Cupania oblongifolia*, *Allophylus edulis* e *Myrcia tomentosa*, que são zoocóricas, sendo fundamentais para a formação do banco de sementes e a regeneração natural. A retirada de madeira na floresta aberta reduz a quantidade de propágulos e aumenta o número de espécies não arbóreas na chuva de sementes. Portanto, o enriquecimento ou isolamento do fragmento são necessários. Duas espécies secundárias tardias apresentaram alta densidade de propágulos na floresta aberta, provavelmente originários de fragmentos mais preservados no entorno ou por dispersores específicos dessas espécies.

**Palavras-chave:** degradação florestal; restauração ecológica; síndrome de dispersão.

## ABSTRACT

This work aimed to evaluate the rain of seeds of forest species in two fragments with different levels of degradation in the Atlantic Forest of Sergipe. The study was carried out in semideciduous seasonal forest in the municipality of São Cristóvão, SE. A polygon in the open forest (of greater degradation) and another one in the closed forest (of less degradation) were delimited. In each polygon, ten collectors were allocated, and the seeds were collected for 12 months. Afterwards, the propagules were identified in relation to species and classified according to dispersion syndrome, life forms and ecological groups. Absolute seed density, Shannon diversity and Pielou evenness were calculated. The closed forest showed dominance of propagules of the species *Ficus clusiifolia*, *Cupania oblongifolia*, *Allophylus edulis* and *Myrcia tomentosa*, which are zoochoric, being fundamental for the formation of the seed bank and natural regeneration. The removal of wood in the open forest reduces the number of propagules and increases the number of non-tree species in the seed rain. So, fragment enrichment or isolation are necessary. Two late secondary species showed high density of propagules in the open forest, probably originating from more preserved fragments in the surroundings or by specific dispersers of these species.

**Keywords:** dispersion syndrome; ecological restoration; forest degradation.

Recebido em: 11 ago. 2020

Aceito em: 26 ago. 2021

<sup>1</sup> Universidade Federal de Sergipe (UFS), Av. Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze – CEP 49100-000, São Cristóvão, SE, Brasil.

<sup>2</sup> Universidade Federal do Tocantins (UFT), Gurupi (TO), Brasil.

<sup>3</sup> Autor para correspondência: miltonmf@gmail.com

## INTRODUÇÃO

Em ecossistemas tropicais com históricos de degradação como a mata atlântica, os ciclos econômicos extrativistas, tais quais a exploração florestal, a agricultura e a pastagem para gado de corte e leite, ocorreram no passado, gerando esgotamento dos solos e perda de serviços ecossistêmicos, resultando em desmatamento e formação de inúmeras florestas secundárias (MATEUS *et al.*, 2013).

A mata atlântica brasileira apresentou, em 2018, 86% de sua cobertura como florestas primárias e 14% como florestas secundárias (MAPBIOMAS, 2019). A mata atlântica de Sergipe, no ano de 2017, tinha 11,2% de sua área florestada, estando sob frequentes pressões de desmatamento e elevado grau de fragmentação florestal (FERREIRA *et al.*, 2011; FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA & INPE, 2017). Na mata atlântica de Sergipe está inserida a Bacia Hidrográfica do Rio Piauitinga, com a paisagem dominada por pastagens e monoculturas agrícolas, tais como a cana-de-açúcar (FERNANDES *et al.*, 2017).

Propágulos advindos de fragmentos florestais circundantes em áreas perturbadas, trazidos por dispersão biótica ou abiótica, são uma fonte para a recolonização da vegetação de áreas alteradas (CARVALHO, 2010). Também um grande número de propágulos é aportado em clareiras que se formam, por causa dos espaços criados, que facilitam o deslocamento de dispersores (BARBOSA, 2000). Avifauna e morcegos são disseminadores frequentes de vãos e outros espaços abertos no interior dos fragmentos florestais, além de frequentarem áreas desestruturadas ou degradadas, movendo-se por amplos claros desobstruídos entre fragmentos florestais (MACHADO *et al.*, 2006). Esses difusores transportam, por dia, centenas de propágulos, que são depositados no banco de sementes do solo ou germinam (CLARK *et al.*, 2001). Esses propágulos são provenientes de espécies florestais pioneiras e bordas florestais em processo de sucessão ecológica (SILVA, 2003).

O processo de sucessão ecológica em áreas que sofreram intervenção antrópica, tais como campos agrícolas, pastagens abandonadas e áreas de mineração com pouca alteração na estrutura do solo, se desencadeia pela germinação de sementes recém-dispersas até o sítio e pelas sementes dormentes contidas no banco de sementes do solo (PEREIRA *et al.*, 2010a).

O banco de sementes tem demonstrado que desempenha importante papel na restauração dos ecossistemas, juntamente com a entrada de propágulos por meio da dispersão (CUBIÑA & AIDE, 2001). O banco de sementes exerce função relevante na regeneração de diferentes espécies vegetais, pois tem a característica de suportar longos períodos de condições desfavoráveis, mantendo as sementes viáveis (OOI, 2012).

Existem três tipos de ação que permitem aumentar a chuva de sementes e catalisar a restauração passiva: manutenção de fontes de propágulos próximas ao local a ser restaurado, plantio de espécies florestais zoocóricas e espécies de diferentes grupos ecológicos e implantação de poleiros artificiais (SILVA, 2003). Essas ações de restauração passiva aumentam a deposição de propágulos, acelerando o processo de sucessão ecológica (DAILLING *et al.*, 2002).

A degradação florestal pode modificar a chuva de sementes em ecossistemas florestais perturbados. Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a chuva de sementes de espécies florestais em dois fragmentos com diferentes níveis de degradação na mata atlântica de Sergipe.

## MATERIAL E MÉTODOS

O local de estudo foi o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe, localizado no município de São Cristóvão, SE (10°55' S e 37°07' W). Ele apresenta cerca de 200 ha de floresta estacional semidecidual e altitude de 20 m (IBGE, 2015).

A principal classe de solo da área é qualificada como argissolo vermelho amarelo (EMBRAPA, 2006). De acordo com a classificação climática de Köppen, a região da área de estudo caracteriza-se pelo clima do tipo As, com temperatura média de 24°C. O período chuvoso é concentrado entre os meses de abril e agosto (IBGE, 2015).

Para a execução do presente trabalho, foram selecionadas duas áreas com diferentes históricos de uso e degradação no local de estudo, uma denominada de floresta aberta, e a outra, de floresta fechada. Foi realizada a quantificação da intensidade luminosa perto de cada coletor da chuva de sementes, com auxílio de um luxímetro, e calculou-se a média da intensidade luminosa por área, caracterizando a floresta aberta com 47,69% de intensidade luminosa e a fechada com 16,53%. A floresta aberta corresponde a uma área com corte seletivo de madeira nos últimos 10 anos. Já a floresta fechada não apresenta histórico de perturbação nem de retirada seletiva de madeira nos últimos 30 anos (Figura 1).



**Figura 1** – Localização das duas áreas de estudo.

Fonte: primária.

Em cada área de estudo (floresta aberta e floresta fechada), foi delimitado um polígono em uma imagem Landsat. Em agosto de 2017, foram instalados sistematicamente, em cada polígono, 10 coletores de madeira de 1 m<sup>2</sup> cada um, com revestimento de malha fina de náilon (1 mm), apresentando 10 cm de profundidade, estando todos os coletores a 50 cm acima do solo, com alocação equidistante de 50 m entre cada um (Figura 1). Realizaram-se as coletas mensalmente de agosto de 2017 a julho de 2018.

Em cada área, analisou-se a densidade absoluta de sementes (DA) por meio da Equação 1:

$$DA = n_i/A \quad (1)$$

Em que:

DA = densidade absoluta da i-ésima espécie;

n<sub>i</sub> = número de sementes amostradas da i-ésima espécie;

A = área amostrada.

Calcularam-se, ainda, o índice de diversidade de Shannon (H') e o índice de equabilidade de Pielou (J') (KREBS, 1989).

A identificação dos frutos e das sementes, da síndrome de dispersão, das formas de vida e dos grupos ecológicos ocorreu com auxílio de literatura especializada (BUDOWSKI, 1965; PIJL, 1982; RAMIREZ, 1993) e por comparação com sementes do Herbário da Universidade Federal de Sergipe. Os taxa foram classificados em nível de família, gênero e, quando possível, espécie, de acordo com o sistema de classificação do Angiosperm Phylogeny Group IV (APG IV, 2016).

As sementes coletadas foram classificadas conforme a síndrome de dispersão, que pode ser caracterizada em zoocórica (dispersão por animais), anemocórica (dispersão pelo vento) e autocórica

(dispersão por explosão ou gravidade). Para isso, foi utilizada a classificação de Pijl (1982), que considera a dispersão zoocórica como aquela em que a semente apresenta estruturas atrativas e/ou fontes alimentares em seus diásporos, ou estruturas adesivas (ganchos, cerdas, espinhos etc.). A dispersão anemocórica é a que contém diásporos alados, plumosos, em forma de balão; e a autocórica, dispersão explosiva (balística) ou barocórica (pela gravidade).

As formas de vida (FV) foram classificadas segundo Ramirez (1993), em arbóreas (AR), arbustos (AB), herbáceas (HB) e trepadeiras (TP).

As sementes correspondentes às espécies arbóreas tiveram sua classificação conforme o grupo ecológico, que consiste em pioneira (PI), secundária inicial (SI), secundária tardia (ST) e clímax (CL), de acordo com Budowski (1965), e não determinadas (ND).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

No período avaliado, foram contabilizados 16.542 e 746 propágulos na floresta fechada e na floresta aberta, respectivamente. Portanto, a floresta fechada possui grande potencial de regeneração, caso aconteça algum distúrbio discreto na região. Essa característica é importante, pois os fragmentos estudados estão localizados próximos a povoados cujos moradores costumam extrair madeira de forma ilegal, principalmente na floresta aberta. Nesse sentido, pode-se dizer que a retirada de madeira reduz a quantidade de propágulos, sendo necessário realizar plantio de enriquecimento ou isolamento na floresta aberta.

Os propágulos coletados pertencem a 24 espécies, que se enquadram em 17 famílias – houve dois taxa que foram identificados apenas em nível de família (Tabelas 1 e 2).

As famílias mais representativas da floresta fechada foram Rubiaceae e Myrtaceae, com três espécies cada uma, e Sapindaceae, Moraceae, Lamiaceae e Bignoniaceae, com duas espécies cada uma. As demais apresentaram uma espécie cada uma.

Das três espécies da família Myrtaceae observadas na floresta aberta e na fechada, no presente estudo, uma é do gênero *Eugenia*, e a outra, do *Myrcia*. De acordo com Ferreira *et al.* (2013), na família Myrtaceae, os dois gêneros mais ricos em espécies são *Eugenia* e *Myrcia*. Todas as espécies de Myrtaceae brasileiras possuem frutos carnosos, cujas sementes são potencialmente dispersas por vertebrados frugívoros (LANDRUM & KAWASAKI, 1997; GRESSLER *et al.*, 2006).

**Tabela 1** – Famílias, espécies, síndrome de dispersão (SD), densidade absoluta de sementes (DA) e grupos ecológicos (GE) de sementes coletadas durante um ano, em um fragmento de mata atlântica (floresta fechada), em São Cristóvão, SE.

Família	Espécie	SD	DA (sem.m <sup>-2</sup> )	FV	GE
Anacardiaceae	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	Zoo	45,5	AR	PI
Araceae	Indeterminada	Zoo	0,2	HB	ND
Bignoniaceae	<i>Arrabidaea argentea</i> Wawra	Ane	14,1	TP	ND
	<i>Tabebuia</i> sp.	Ane	2,1	AR	SI
Boraginaceae	<i>Cordia taguayensis</i> Vell.	Ane	1,4	AB	ND
Burseraceae	<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	Zoo	0,2	AR	CL
Chrysobalanaceae	<i>Hirtella racemosa</i> Lam.	Zoo	0,2	AR	SI
Cucurbitaceae	<i>Cayaponia tayuya</i> (Vell.) Cogn.	Zoo	1,3	TP	ND
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum</i> sp.	Zoo	0,4	AR	ST
Fabaceae	<i>Albizia</i> sp.	Aut	0,4	AR	PI
Lamiaceae	<i>Vitex polygama</i> Cham.	Zoo	0,1	AR	ST
	<i>Vitex rufescens</i> A. Juss.	Zoo	0,2	AR	ST
Malpighiaceae	<i>Byrsonima sericea</i> DC.	Zoo	5,7	AR	ST

continua...

Continuação da tabela 1

Família	Espécie	SD	DA (sem.m <sup>2</sup> )	FV	GE
Moraceae	<i>Ficus</i> sp.	Zoo	0,3	AR	PI
	<i>Ficus clusiifolia</i> Schott	Zoo	1.067,3	AR	PI
Myrtaceae	<i>Myrcia tomentosa</i> (Aubl.) DC.	Zoo	60,4	AR	PI
	<i>Campomanesia</i> sp.	Zoo	14,2	AR	PI
	<i>Eugenia</i> sp.	Zoo	1,4	AR	PI
Polygalaceae	<i>Securidaca</i> sp.	Ane	12,4	AR	ST
Rhamnaceae	<i>Ziziphus joazeiro</i> Mart.	Zoo	9,2	AR	PI
Rubiaceae	<i>Psychotria capitata</i> Ruiz & Pav.	Zoo	0,7	AB	ND
	<i>Chomelia obtusa</i> Cham. & Schlttdl.	Zoo	1	AR	CL
	<i>Chomelia</i> sp.	Zoo	1,3	AR	CL
Sapindaceae	<i>Cupania oblongifolia</i> Mart.	Zoo	324,2	AR	SI
	<i>Allophylus edulis</i> (A. St-Hil., Cambess e A. Juss.) Radlk	Zoo	83,5	AR	SI
	NI1	-	-	6,5	-

Zoo: zoocórica; Ane: anemocórica; Aut: autocórica; AR: arbórea; AB: arbusto; HB: herbácea; TP: trepadeira; PI: pioneira; ND: não determinada; SI: secundária inicial; CL: clímax; ST: secundária tardia; FV: forma de vida; NI: não identificada.

Fonte: primária.

Em estudo realizado na mata atlântica no Parque Estadual Ilha do Cardoso, SP, foi observado que as espécies da família Myrtaceae produziram frutos durante o todo período estudado, os quais foram um recurso alimentar fundamental nos períodos de escassez (STAGGEMEIER *et al.*, 2017). A família Myrtaceae apresentou maior morfologia e espacialidade dos frutos no período estudado. Possivelmente, isso ocorreu porque os frutos dessa família contam com maior variedade de morfologias e estratégias fenológicas.

Com relação à produção de sementes, as famílias que se destacaram foram Moraceae (10.676 sementes), Sapindaceae (4.077 sementes) e Myrtaceae (760 sementes). Por conseguinte, elas tiveram as maiores DA: 1.067,6; 407,7; e 76 sem.m<sup>2</sup>, respectivamente. A maior produção de sementes de Moraceae foi em razão, sobretudo, da espécie *Ficus clusiifolia* Schott, que exibiu a maior densidade (Tabela 1). As espécies do gênero *Ficus* são espécies-chave na manutenção de florestas tropicais, pois fornecem alimentação para a sobrevivência de animais frugívoros nos ecossistemas de florestas tropicais (LAMBERT & MARSHALL, 1991). São ideais para a restauração ambiental de áreas degradadas e perturbadas, por atraírem dispersores de sementes de outras espécies vegetais (SHANAHAN *et al.*, 2001).

As espécies que apresentaram maior DA na floresta fechada foram *F. clusiifolia* (1.067,3 sem.m<sup>2</sup>), *Cupania oblongifolia* (324,2 sem.m<sup>2</sup>), *Allophylus edulis* (83,5 sem.m<sup>2</sup>) e *Myrcia tomentosa* (60,4 sem.m<sup>2</sup>) (Tabela 1). Essas espécies apresentaram alta DA em comparação com as demais espécies, o que indica grande abundância delas ou hiperdominância, ressaltando-se que essas espécies apresentam dispersão zoocórica. Espécies arbóreas com dispersão zoocórica são abundantes na chuva de sementes e, em fragmentos florestais, demonstram o seu importante papel ecológico na estrutura e na dinâmica da comunidade florestal (CAPELLESSO *et al.*, 2018).

A forma de vida predominante dos propágulos das espécies avaliadas na floresta fechada foi a de espécies arbóreas (80%) e, em menores proporções, de arbustos (8%), trepadeiras (8%) e herbáceas (4%) (Tabela 1). Uma maior proporção de espécies arbóreas pode refletir maior fechamento de dossel na floresta fechada.

Em relação aos grupos ecológicos das espécies arbóreas na floresta fechada, 40% foram representados por espécies pioneiras, 20% por secundárias iniciais, 25% por secundárias tardias, e 15% corresponderam ao grupo ecológico clímax (Tabela 1). Os valores dos diferentes grupos ecológicos da chuva de sementes obtidos no presente trabalho foram próximos aos observados por Toscan *et al.* (2017), que tiveram 37% de espécies pioneiras, 21% de secundárias iniciais, 22% de secundárias tardias e 20% de climáticas. Logo, consideraram a formação estudada uma floresta estacional semidecidual em estágio sucessional avançado.

Dessa forma, infere-se que, para a floresta fechada, pode ser uma estratégia de sustentação manter maior percentual de espécies pioneiras, que apresentam crescimento mais rápido, em caso de abertura de clareiras. A floresta fechada do presente estudo está circundada por uma matriz antrópica de pastagens e canaviais, o que promove um grande efeito de borda e favorece espécies pioneiras e heliófilas.

No que se refere à floresta aberta, as famílias mais representativas foram Rubiaceae e Myrtaceae (três espécies cada uma). Na sequência, vieram Sapindaceae, Malpighiaceae e Fabaceae (duas espécies cada uma), e as demais famílias apresentaram uma espécie cada uma. Quanto à produção de sementes, sobressaíram as seguintes famílias: Malpighiaceae (275 sementes), Fabaceae (219 sementes) e Annonaceae (36 sementes), sendo as DA das famílias 27,5; 21,9 e 3,6 sem.m<sup>-2</sup>, respectivamente (Tabela 2).

**Tabela 2** – Famílias, espécies, síndrome de dispersão (SD), densidade absoluta (DA) e grupos ecológicos (GE) de sementes coletadas, durante um ano, em um fragmento de mata atlântica (floresta aberta), em São Cristóvão, SE.

Família	Espécie	SD	DA (sem.m <sup>-2</sup> )	FV	GE
Annonaceae	<i>Annona montana</i> Macfad.	Zoo	3,6	AR	ST
Bignoniaceae	<i>Arrabidaea argentea</i> Wawra	Ane	0,3	TP	CL
Convolvulaceae	<i>Ipomoea</i> sp.	Aut	0,9	TP	ND
Euphorbiaceae	<i>Pogonophora schomburgkiana</i> Miers.	Zoo	0,2	AR	SI
Fabaceae	<i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth.	Ane	21,6	AR	ST
	Indeterminada	Ane	0,3	TP	ND
Lamiaceae	<i>Vitex rufescens</i> A. Juss.	Zoo	0,2	AR	ST
Lauraceae	<i>Ocotea</i> sp.	Zoo	0,1	AR	SI
Lecythidaceae	<i>Eschweilera ovata</i> (Cambess.) Mart. ex Miers.	Zoo	1	AR	SI
Loranthaceae	<i>Struthanthus flexicaulis</i> (Mart.) Mart.	Zoo	0,1	TP	ND
Malpighiaceae	<i>Stigmaphyllon blanchetii</i> C. E. Anderson	Ane	26,4	AB	ND
	<i>Byrsonima sericea</i> DC.	Zoo	1,1	AR	PI
Myrtaceae	<i>Campomanesia</i> sp.	Zoo	0,5	AR	PI
	<i>Myrcia</i> sp.	Zoo	0,5	AR	PI
	<i>Eugenia</i> sp.	Zoo	0,4	AR	PI
Nyctaginaceae	<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	Zoo	0,6	AR	CL
Oleaceae	<i>Jasminum azoricum</i> L.	Zoo	0,1	TP	ND
Poaceae	<i>Parodiolyra ramosissima</i> (Trin.) Soderstr. & Zuloaga	Zoo	0,1	AB	ND
Polygalaceae	<i>Securidaca diversifolia</i> (L.) S. F. Blake	Ane	0,1	AB	ND
	<i>Psychotria carthagenensis</i> Jacq.	Zoo	0,2	AB	SI
Rubiaceae	<i>Guettarda viburnoides</i> Cham. & Schtdl.	Zoo	1	AB	SI
	<i>Psychotria capitata</i> Ruiz & Pav.	Zoo	0,2	AB	ND
	<i>Serjania salzmanniana</i> Schtdl.	Ane	0,1	TP	ND
Sapindaceae	<i>Allophylus edulis</i> (A. St-Hil., Cambess & A. Juss.) Radlk	Zoo	0,3	AR	PI
	NI2	–	–	14,7	–

Zoo: zoocórica; Ane: anemocórica; Aut: autocórica; AR: arbórea; ST: secundária tardia; TP: trepadeira; CL: clímax; ND: não determinada; SI: secundária inicial; AB: arbusto; PI: pioneira; NI: não identificada.

Fonte: primária.

Na floresta aberta, as espécies presentes na chuva de sementes com maiores DA foram *Stigmaphyllon blanchetii* (26,4 sem.m<sup>-2</sup>), *Bowdichia virgilioides* (21,6 sem.m<sup>-2</sup>), NI2 (14,7 sem.m<sup>-2</sup>) e *Annona montana* (3,6 sem.m<sup>-2</sup>) (Tabela 2). As espécies arbóreas *A. montana* e *B. virgilioides* são secundárias tardias, porém, mesmo em um ecossistema com degradação pela retirada de madeira, estão entre as que têm maior densidade de propágulos (Tabela 2).

O esperado era que, em uma floresta antropizada, com maior abertura de dossel, as espécies com maior densidade na chuva de sementes fossem pioneiras ou secundárias iniciais, fato que não ocorreu no presente estudo. Rodrigues *et al.* (2010) obtiveram, em uma área florestal com maior abertura de dossel, maior percentual de espécies pioneiras na chuva de sementes e afirmam que uma maior abertura de dossel facilitaria a chegada de sementes em quantidade maior, principalmente de espécies anemocóricas. Braga *et al.* (2015) observaram maior número de propágulos na chuva de sementes presentes na floresta inicial, em comparação ao da floresta avançada, o que demonstra o ritmo de produção das espécies pioneiras, que predominam em número de indivíduos e são características do estágio sucessional da floresta inicial. Isso indica que outros fatores podem estar influenciando a quantidade de propágulos, tais como a proximidade com fontes de propágulos em fragmentos com maior presença de espécies secundárias tardias ou a presença de dispersores específicos de *A. montana* e *B. virgilioides*.

A floresta fechada conta com maior densidade de chuva de sementes em comparação à floresta aberta, por causa da alta densidade de algumas espécies dominantes na floresta fechada, que apresentam grande densidade na chuva de sementes, como, por exemplo, *F. clusiifolia*, *C. oblongifolia*, *A. edulis* e *M. tomentosa*.

Nos grupos ecológicos das espécies arbóreas na floresta aberta, foi observado que 33,33% se classificaram como pioneiras, 33,33% como secundárias iniciais, 20% como secundárias tardias e 13,34% como clímax.

As formas de vida foram: arbóreas, em frequência de 50%; arbustos, em 25%; e trepadeiras; 25% (Tabela 2). Segundo Piña-Rodrigues & Aoki (2014), quanto maior a presença de trepadeiras, maior o grau de degradação do fragmento florestal.

Assim, a floresta fechada apresenta maior percentual de propágulos de espécies arbóreas e menor de trepadeiras, em comparação à floresta aberta, o que pode ser em razão do histórico de retirada de madeira na floresta aberta e, por conseguinte, da maior abertura de dossel ocasionada. Pode-se inferir que a degradação florestal afeta as formas de vida na chuva de sementes e, provavelmente, o banco de sementes e plântulas.

Observou-se que, na floresta aberta, a riqueza específica foi próxima àquela encontrada na floresta fechada, porém a floresta aberta apresenta diversidade de Shannon e equabilidade de Pielou maiores em relação à floresta fechada. Isso ocorre possivelmente porque algumas espécies na floresta fechada exibem alta densidade e maior número de sementes, que resulta em menores diversidade e equabilidade. Corroborando com isso, por exemplo, está o fato de que, na floresta fechada, os propágulos de *F. clusiifolia*, que são dispersos por zoocoria, foram responsáveis por 65% da chuva de sementes do total contabilizado, o que acarretou baixos valores para o índice de diversidade de Shannon e para o índice de equabilidade de Pielou (Tabela 3).

**Tabela 3** – Índices da chuva de sementes nas áreas estudadas, floresta aberta e floresta fechada, em São Cristóvão, SE.

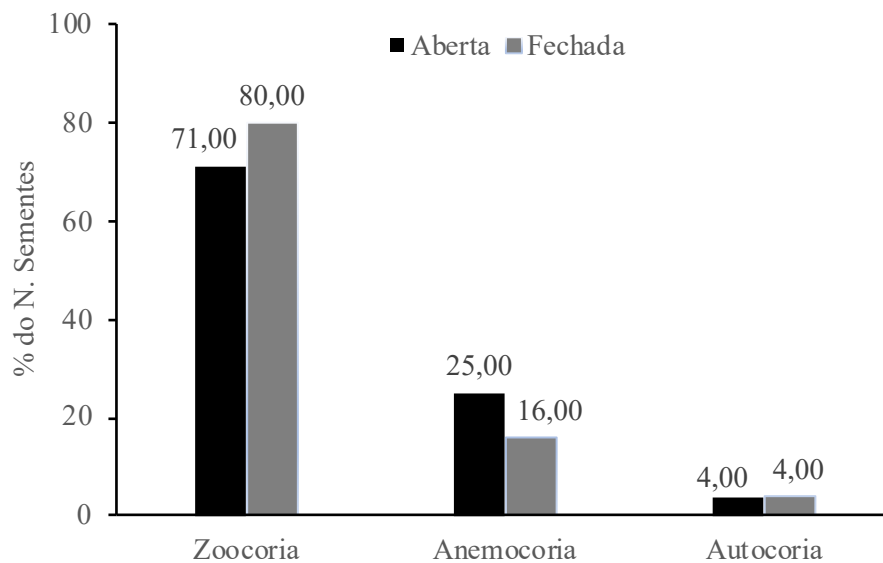
Características da população	Floresta aberta	Floresta fechada
Número de espécies	24	25
<b>Índice de diversidade de Shannon</b>	0,62	0,52
<b>Índice de equabilidade de Pielou</b>	0,45	0,37
Densidade total (sementes.m <sup>-2</sup> )	74,6	1.654,2

Fonte: primária.

Em termos de quantidade de espécies, a floresta fechada apresentou maior número, porém baixa equabilidade (0,37), significando que nessa área poucas espécies concentram grande quantidade de sementes provenientes da chuva de sementes.

O valor do índice de equabilidade de Pielou pode variar de 0 a 1, sendo 1 a máxima uniformidade. Ou seja, todas as espécies possuem igual abundância (VIEIRA, 2004). Sendo assim, a floresta aberta foi a que mais se aproximou da uniformidade, embora ainda de modo distante.

Em relação ao mecanismo de dispersão das espécies identificadas, os fragmentos apresentaram valores semelhantes, apesar de terem sido observados na floresta fechada maiores valores de zoocoria (80%) e menores de anemocoria (16%) em comparação à floresta aberta (71 e 25%, respectivamente). A autocoria foi a síndrome de dispersão com menores proporções (4% em ambas as áreas) (Figura 2).



**Figura 2** – Síndrome de dispersão de sementes observada na área aberta e na área fechada.

Fonte: primária.

Trabalhos realizados com chuva de sementes em mata atlântica demonstram que fragmentos maiores e mais estruturados apresentam maior densidade de sementes e predomínio de dispersão do tipo zoocórica (sendo os principais agentes os mamíferos e as aves) (HOWE & SMALLWOOD, 1982; MORELLATO & LEITÃO FILHO, 1992; TABARELLI & PERES, 2002; CARA, 2006; CANDIANI, 2016), enquanto a dispersão anemocórica em áreas florestais fechadas é inferior a 30% (TALORA & MORELLATO, 2000; KINOSHITA *et al.*, 2006; SCCOTI *et al.*, 2016).

Florestas tropicais mais conservadas tendem a possuir mais que 60% de espécies com síndrome de dispersão zoocórica (HOWE & SMALLWOOD, 1982; TABARELLI *et al.*, 1999; PEREIRA *et al.*, 2010b). Foi verificado que ambas as áreas do presente estudo apresentaram mais de 60% de dispersão zoocórica.



Almeida & Barbosa (2015) observaram que a chuva de sementes na mata atlântica na Serra da Cantareira, SP, apresentou predomínio do mecanismo de dispersão zoocórica, sugerindo um bom estado de conservação da vegetação. Miranda Neto *et al.* (2014) também constataram maior proporção de zoocoria em um reflorestamento com 40 anos. Em fragmentos de floresta atlântica no nordeste brasileiro, Costa *et al.* (2012) notaram que a chuva de sementes de espécies zoocóricas é influenciada por processos ecológicos relacionados ao tamanho do fragmento, ao nível de degradação e à abertura de dossel, porém não pelo grau de isolamento.

Segundo Lima *et al.* (2016), o fato de haver aproximação entre a proporção de espécies com dispersão anemocórica e a proporção com dispersão zoocórica é uma indicação de perturbação, o que não ocorreu em nenhum dos fragmentos avaliados no presente estudo. Foi possível observar, entretanto, que a dispersão anemocórica apresentou maior percentual na floresta aberta, em comparação à floresta fechada, podendo indicar que a floresta aberta está mais degradada. Portanto, pode-se projetar que, caso persista a retirada de madeira existente nesse fragmento, a área tenderá a ter maior proporção de dispersão anemocórica.

## CONCLUSÃO

A floresta fechada apresentou dominância de propágulos das espécies *F. clusiifolia*, *C. oblongifolia*, *A. edulis* e *M. tomentosa*, que são zoocóricas, sendo fundamentais para a formação do banco de sementes e a regeneração natural.

A retirada de madeira na floresta aberta reduz a quantidade de propágulos e aumenta o número de espécies não arbóreas na chuva de sementes. Portanto, o enriquecimento ou o isolamento do fragmento são necessários.

As espécies secundárias tardias *A. montana* e *B. virgilioides* apresentaram uma das maiores densidades de propágulos na floresta aberta, indicando que outros fragmentos mais preservados possivelmente estejam servindo como fonte de propágulos para a floresta aberta.

## REFERÊNCIAS

- Almeida, P.A. & Barbosa, J. M. Chuva de sementes em fragmentos de mata atlântica do Parque Estadual da Cantareira, Mairiporã (SP). *Acta Biológica Catarinense*. 2015; 2(2): 73-86.
- Angiosperm Phylogeny Group – APG IV. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *Botanical Journal of the Linnean Society*. 2016; 181: 1-20.
- Barbosa, L. M. Manual sobre princípios de recuperação de áreas degradadas. São Paulo: SMA/CEAM/CINP; 2000. 76 p.
- Braga, A. J. T., de Lima, E. E., Borges, E. & Martins, S. V. Chuva de sementes em estádios sucessionais de floresta estacional semidecidual em Viçosa-MG. *Revista Árvore*. 2015; 39(3): 475-485.
- Budowski, G. Distribution of tropical American rain forest species in the light of successional processes. *Turrialba*. 1965; 15(1): 40-42.
- Candiani, G. Regeneração natural de espécies arbóreas em sub-bosque de *Eucalyptus saligna* Sm., Caieiras, SP. *Ambiência*. 2016; 12(4): 915-931.
- Capellesso, E. S., Scrovonski, K. L., Zanin, E. M. & Sausen, T. L. Relação entre chuva de sementes e estrutura florestal em remanescentes de Floresta Atlântica no Sul do Brasil. *Iheringia, Série Botânica*. 2018; 73(2): 176-181.
- Cara, P. A. de A. Efeito de borda sobre a fenologia, as síndromes de polinização e a dispersão de sementes de uma comunidade arbórea na Floresta Atlântica ao norte do Rio São Francisco [Tese de Doutorado]. Recife: Universidade Federal de Pernambuco; 2006.
- Carvalho, F. A. Síndromes de dispersão de espécies arbóreas de florestas ombrófilas submontanas do estado do Rio de Janeiro. *Revista Árvore*. 2010; 34(6): 1017-1023.

- Clark, C. J., Poulsen, J. R. & Parker, V. T. The role of arboreal seed dispersal groups on the seed rain of a lowland tropical forest. *Biotropica*. 2001; 33: 606-620.
- Costa, J. B. P., Melo, F. P. L., Santos, B. A. & Tabarelli, M. Reduced availability of large seeds constrains Atlantic Forest regeneration. *Acta Oecológica*. 2012; 39(1): 61-66.
- Cubiña, A. & Aide, T. M. The effect of distance from forest edge on seed rain and soil seed bank in a tropical pasture. *Biotropica*. 2001; 33(2): 260-267.
- Dailling, J. W., Muller-Landau, H. C., Wright, S. J. & Hubbel, S. P. Role of dispersal in the recruitment limitation of neotropical pioneer species. *Journal of Ecology*. 2002; 90: 741-727.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2 ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos/Centro Nacional de Pesquisa de Solos; 2006. 306 p.
- Fernandes, M. R. de M., Fernandes, M. M., de Almeida, A. Q., Gonzaga, M. I. S. & Gonçalves, F. Ecologia da paisagem de uma bacia hidrográfica dos tabuleiros costeiros do Brasil. *Floresta e Ambiente*. 2017; 24(1): 1-9.
- Ferreira, N. M. M., Santos, J. U. M., Ferreira, A. M. & Gurgel, E. S. C. Germinação de sementes e morfologia de plântula de *Myrcia cuprea* (O. Berg) Kiaersk. (Myrtaceae) espécie da restinga com potencial de uso no paisagismo. *REVSBAU*. 2013; 8(1): 27-38.
- Ferreira, R. A., Aguiar Netto, A. O., Santos, T. I. S., Santos, B. L. & Matos, E. L. Nascentes da sub-bacia hidrográfica do Rio Poxim, estado de Sergipe: da degradação à restauração. *Revista Árvore*. 2011; 35(20): 265-277.
- Fundação SOS Mata Atlântica & Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. Desmatamento da mata atlântica cresce quase 60% em um ano. 2017 [Acesso em: 20 jul. 2019]. Disponível em: <https://www.sosma.org.br/>.
- Gressler, E., Ferreira, M. A. P. & Morellato, L. P. C. Polinização e dispersão de sementes em Myrtaceae do Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*. 2006; 29(4): 509-530.
- Howe, H. F. & Smallwood, J. Ecology of seed dispersal. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 1982; 13(1): 201-228.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. São Cristóvão, SE. IBGE; 2015 [Acesso em: 10 jul. 2019]. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/se/sao-cristovao>.
- Kinoshita, L. S., Torres, R. B., Forni-Martins, E. R., Spinelli, T., Ahn, Y. J. & Constâncio, S. S. Composição florística e síndromes de polinização e de dispersão da mata do Sítio São Francisco, Campinas, SP, Brasil. *Revista Acta Botânica Brasiliense*. 2006; 20(2): 313-327.
- Krebs, C. J. *Ecological methodology*. Nova York: Harper Collins; 1989. 654 p.
- Lambert, F. R. & Marshall, A. G. Keystone characteristics of bird-dispersed *Ficus* in a Malaysian lowland rain forest. *Journal of Ecology*. 1991; 79: 793-809.
- Landrum, L. & Kawasaki, M. L. The genera of Myrtaceae in Brazil – an illustrated synoptic treatment and identification keys. *Brittonia*. 1997; 49(1): 508-536.
- Lima, I., Nogueira, M. R., Monteiro, L. R. & Peracchi, A. L. Frugivoria e dispersão de sementes por morcegos na reserva natural Vale, sudeste do Brasil. In: Rolim, S. G., Menezes, L. F. T. & Srbek-Araujo, A. C. *Floresta Atlântica de Tabuleiro: diversidade e endemismos na Reserva Natural Vale*. Belo Horizonte: Rona; 2016. p. 433-452.
- Machado, E. L. M., Gonzaga, A. P. D., Macedo, R. L. G., Venturin, N. & Gomes, J. E. Importância da avifauna em programas de recuperação de áreas degradadas. *Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal*. 2006; 4(7): 3-9.
- MAPBIOMAS. Coleção 4 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso de Solo do Brasil. 2019 [Acesso em: 21 jul. 2020]. Disponível em: <http://mapbiomas.org>.
- Mateus, F. A., Miranda, C. C., Valcarcel, R. & Figueiredo, P. H. A. Estoque e capacidade de retenção hídrica da serrapilheira acumulada na restauração de áreas perturbadas na mata atlântica. *FLORAM*. 2013; 20(3): 336-342.
- Miranda Neto, A., Martins, S. V., Silva, K. A. & Gleriani, J. M. Banco de sementes do solo e serrapilheira acumulada em floresta restaurada. *Revista Árvore*. 2014; 38(4): 609-620.

- Morellato, L. P. C. & Leitão Filho, H. F. Padrões de frutificação e dispersão na Serra do Japi. In: Morellato, L. P. C. História natural da Serra do Japi: ecologia e preservação de uma floresta no Sudeste do Brasil. Campinas: Fapesp/Unicamp; 1992. p. 112-139.
- Ooi, M. Seed bank persistence and climate change. *Seed Science Research*. 2012; 22(1): 53-60.
- Pereira, I. M., Alvarenga, A. P. & Botelho, S. A. Banco de sementes do solo como subsídio à recomposição de mata ciliar. *Floresta*. 2010a; 40(4): 721-730.
- Pereira, I. M., Botelho, S. A., van den Berg, E., Oliveira-Filho, A. T. & Machado, E. L. M. Caracterização ecológica de espécies arbóreas ocorrentes em ambientes de mata ciliar, como subsídio à recomposição de áreas alteradas nas cabeceiras do Rio Grande, Minas Gerais, Brasil. *Ciência Florestal*. 2010b; 20(2): 235-253.
- Pijl, L. van der. Principles of dispersal in higher plants. 3. ed. Nova York: Springer Verlag; 1982. 218 p.
- Piña-Rodrigues, F. C. M. & Aoki, J. Chuva de sementes como indicadora do estágio de conservação de fragmentos florestais em Sorocaba – SP. *Ciência Florestal*. 2014; 24(4): 911-923.
- Ramirez, N. Producción y costo de frutos y semillas entre formas de vida. *Biotropica*. 1993; 25(1): 46-60.
- Rodrigues, M. A., Paoli, A. A. S., Barbosa, J. M. & Santos Junior, N. A. Avaliação da chuva de sementes em áreas de restinga em diferentes estágios de regeneração. *Revista Árvore*. 2010; 34(5): 815-824.
- Scoti, M. S. V., Araujo, M. M., Tonetto, T. S. & Longhi, S. J. Dinâmica da chuva de sementes em remanescente de floresta estacional subtropical. *Ciência Florestal*. 2016; 26(4): 1179-1188.
- Shanahan, M., So, S., Compton, S. & Corlett, R. Fig-eating by vertebrate frugivores: a global review. *Biological Review*. 2001; 77(1): 529-572.
- Silva, W. R. A importância das interações planta-animal nos processos de restauração. In: Kageyama, P. Y., Oliveira, R. E., Moraes, L. F. D., Engel, V. L. & Gandara, F. B. Restauração ecológica de ecossistemas naturais. Botucatu: Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais; 2003. p. 79-90.
- Staggemeier, V. G., Cazetta, E. & Morellato, L. P. C. Hyperdominance in fruit production in the Brazilian Atlantic rain forest: the functional role of plants in sustaining frugivores. *Biotropica*. 2017; 49(1): 71-82.
- Tabarelli, M. & Peres, C. A. Abiotic and vertebrate seed dispersal in the Brazilian Atlantic Forest: Implications for forest regeneration. *Biological Conservation*. 2002; 106(1): 165-176.
- Tabarelli, M., Mantovani, W. & Peres, C. A. Effects of habitat fragmentation on plant guild structure in the montane Atlantic Forest of southeastern Brazil. *Biological Conservation*. 1999; 91(1): 119-127.
- Talora, D. C. & Morellato, P. Fenologia de espécies arbóreas em floresta de planície litorânea do sudeste do Brasil. *Brazilian Journal of Botany*. 2000; 23(1): 13-26.
- DOI: 10.1590/S0100-84042000000100002
- Toscan, M. A. G., Temponi, L. G. & Guimarães, A. T. B. Caracterização da produção de serapilheira e da chuva de sementes em uma reserva de Floresta Estacional Semidecidual, Paraná. *Ciência Florestal*. 2017; 27(2): 415-427.
- Vieira, D. C. M. Chuva de sementes, banco de sementes e regeneração natural sob três espécies de início de sucessão em uma área restaurada em Iracemápolis (SP) [Dissertação de Mestrado]. São Paulo: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo; 2004.