

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BOTÂNICA – PPGB

PRISCILA SILVA DOS SANTOS

**AVALIAÇÃO DA CHUVA DE SEMENTES EM UM FRAGMENTO
URBANO DE FLORESTA ATLÂNTICA EM PERNAMBUCO, BRASIL**

RECIFE - PE

2014

PRISCILA SILVA DOS SANTOS

**AVALIAÇÃO DA CHUVA DE SEMENTES EM UM FRAGMENTO
URBANO DE FLORESTA ATLÂNTICA EM PERNAMBUCO, BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Botânica da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau em mestre em Botânica

Orientadora:

Profa. Dra. Elba Maria Nogueira Ferraz

Co-orientadores:

Prof. Dr. Kleber Andrade da Silva

Profa. Dra. Elcida de Lima Araújo

RECIFE - PE

2014

Ficha catalográfica

S237a Santos, Priscila Silva dos
Avaliação da chuva de sementes em um fragmento
urbano de floresta Atlântica em Pernambuco, Brasil / Priscila
Silva dos Santos. – Recife, 2014.
80 f. : il.

Orientadora: Elba Maria Nogueira Ferraz.

Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade
Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Biologia,
Recife, 2014.

Inclui referências e anexo(s).

1. Floresta úmida 2. Dispersão de sementes 3. Variação
espaço-temporal I. Ferraz, Elba Maria Nogueira, orientadora
II. Título

CDD 581

**AVALIAÇÃO DA CHUVA DE SEMENTES EM UM FRAGMENTO
URBANO DE FLORESTA ATLÂNTICA EM PERNAMBUCO, BRASIL**

PRISCILA SILVA DOS SANTOS

ORIENTADORA:

Profa. Dra. Elba Maria Nogueira Ferraz

Instituto Federal de Pernambuco - IFPE

Dissertação defendida e aprovada pela banca examinadora em:

___/___/___

Profa. Dra. Carmen Sílvia Zickel

Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE

Titular

Profa. Dra. Ana Carolina Borges Lins e Silva

Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE

Titular

Profa. Dra. Jarcilene Silva de Almeida Cortez

Universidade Federal de Pernambuco – UFPE

Titular

Profa. Dra. Margareth Ferreira de Sales

Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE

Suplente

RECIFE – PE

2014

DEDICO

Ao meu Deus e a minha Nossa Senhora da
Conceição, por sempre iluminar e proteger
o meu caminho;

A minha avó Marinete, a quem devo tudo
que sou;

Aos meus pais Maria Goretti e Deusdeth
pelo incentivo, amor e respeito;

Ao meu noivo Clayton pelo apoio,
incentivo, amor, paciência e compreensão.

Amo infinitamente vocês !!!

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente ao meu Deus e a minha Nossa Senhora da Conceição por estarem sempre ao meu lado guiando, iluminando os meus passos e, principalmente, dando-me força, coragem e serenidade durante toda a realização deste trabalho.

À minha orientadora Elba Maria Nogueira Ferraz que tanto me ajudou com seus ensinamentos e sabedoria. Obrigada professora pela sua dedicação, paciência, companheirismo, respeito e amizade.

Ao meu amigo e co-orientador Kleber Andrade da Silva, e a minha co-orientadora Elcida de Lima Araújo pelos seus ensinamentos, críticas e conselhos que foram essenciais para a construção desse trabalho.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudo.

A todos que formam o Programa de Pós-Graduação em Botânica (PPGB), em especial a professora Carmen Zickel, Aridne Moura e a secretária super eficiente Kênia.

Ao 4º Batalhão de Comunicação do Exército (Batalhão Arraial Novo do Bom Jesus - 4º B Com) pela logística e permissão de trabalhar em sua propriedade.

A minha banca examinadora, as professoras doutoras: Carmen Zickel, Ana Carolina, Jarcilene Cortez e Margareth Sales por todas as contribuições para a melhoria deste trabalho.

Em especial, a minha família, a minha avó Marinete, a quem devo tudo o que sou. Obrigada minha vizinha por tudo que a senhora sempre fez e continua fazendo por mim. Obrigada pelo seu amor incondicional, por sempre acreditar em mim e por estar sempre comigo, me acalmando, me protegendo e me fortalecendo em todas as horas da minha vida. Obrigada por sempre torcer e vibrar pelas minhas conquistas e principalmente por me amparar e me dar força nos momentos em que mais preciso do seu amor. É para a senhora, minha fortaleza e fonte de incentivo, a quem dedico esse trabalho. Te amo demais minha vida.

Ao meu avô José Avelino (em memória), o meu biólogo e dentista preferido, minha inspiração, orgulho e meu espelho de luta, coragem, garra e muita dedicação. O senhor, vovô, também foi fundamental na minha vida, mesmo saindo tão cedo de perto de nós.

Aos meus amados e queridos pais Deusdeth e Maria Goretti, por todo seu amor, amizade e dedicação. Obrigada pelo incentivo, por sempre respeitarem minhas

escolhas, pelas nossas conversas que foram muitas vezes fundamentais em algumas das minhas decisões, pelo nosso respeito, cuidado e principalmente por acreditarem em mim e por sempre vibrarem muito a cada conquista nossa. Amo demais vocês, e tenho muito orgulho de ser a sua filha. Também é para vocês a quem dedico esse trabalho.

A minha mana querida, minha grande amiga de todas as horas. Obrigada por tudo, pelo seu amor incondicional, incentivo, força, pelas nossas conversas, pelos seus conselhos e principalmente por me apoiar em tudo. E muito obrigada por nos dá de presente a minha sobrinha ou sobrinho mais lindo, que ainda nem conheço mais que já o amo infinitamente. Amo demais vocês!!!

Ao grande presente que Deus colocou na minha vida, Clayton o meu “Herói”, pelo seu amor, compreensão, companheirismo, respeito e paciência. Obrigada meu amor por você me fazer uma pessoa melhor, por você sempre me mostrar que eu posso vencer os meus obstáculos, por me acalmar e principalmente por você sempre acreditar em mim. Você foi essencial na construção desse trabalho. A você minha vida, com todo o meu amor, o meu muito obrigada por tudo e principalmente por acreditar em mim. Te Amo, meu Herói.

As minhas amadas e queridas tias Dione, Daniella, Dayse e Marilene. Eu só tenho que agradecer a vocês por tudo, pelo amor, amizade, confiança e por sempre me apoiarem e me darem força em tudo. Sem o apoio e conselho de vocês, minhas grandes amigas de todas as horas, eu não teria conseguido chegar a essa etapa tão importante da minha vida. Amo demais essas Tias!!!!

A Gildete, Fabiana e aos meus queridos tios Diógenes, Gilvan e Dartagnan pelo seu amor, apoio incondicional, admiração, incentivo e dedicação. Obrigada por tudo!!!

Aos primos que tanto amo, Ninho, Gui, Caio, Teteu, Luquinhas e Binha. Obrigada meus amores por fazerem parte de tantos momentos especiais na minha vida. Amo vocês demais!!!!

Aos meus queridos sogros, Venefrida e Clayton (em memória) pelo incentivo, apoio, respeito e por estarem sempre torcendo por mim. A vocês com todo o meu amor, respeito e admiração, o meu muito obrigada por tudo.

Aos meus cunhados Lucivan e Conceição, obrigada por sempre estarem torcendo por mim e me incentivando. Adoro vocês!!!

Aos meus grandes e inesquecíveis amigos Maria do Rosário, Oswaldo Ribeiro e Tonho pelo incentivo e amizade. Apesar de estarmos distantes sei que os

nossos corações estão sempre ligados pela nossa amizade. Adoro demais vocês, e muito obrigada por tudo que vocês fizeram por mim, serei grata pelo resto da minha vida!!!

As minhas colegas Ana Maria e Elhane que me acolheram durante essa nova etapa da minha vida. Obrigada meninas pelo apoio no campo, pelo incentivo e pela nossa amizade que perdurará por muitos anos.

Aos colegas do Laboratório de Ecologia Vegetal de Ecossistemas Nordestinos (LEVEN), Juli, Vanessa e Diego, pela grande amizade, conselhos e apoio. E em especial a Josi e a Dani, por todos os conselhos, pelo incentivo, apoio, respeito e principalmente pela nossa amizade. Adoro vocês!!!

Aos colegas da botânica Lili, Leo, Tássia e Patrícia, pela amizade, pelos momentos de descontração e trocas de conhecimentos.

Aos meus inesquecíveis amigos e companheiros de jornada durante todo o período da minha graduação Rê, Vivi, Gil, Nito e Cabeça, por todo seu apoio, incentivo e pela nossa infinita amizade. Apesar de estarmos distantes sabemos que os nossos corações estarão sempre ligados, afinal nossa amizade é muito maior que qualquer distância. Adoro demais vocês!!!

A minha grande amiga e cumadre Vanessa, e aos meus colegas do colégio Ideia: Fau, Virna, Paulinha, Jane e Domingos, por todo apoio, incentivo e carinho.

Aos grandes colegas Tonho, Mercia, Mabel, Mário, Jaqueline, Alícia, Andreia, Sídney, Thomas, Silvia, Jamile, Francisco, Oneida, Flávio, Alison, Kaline, Arila, Ariele, Cleide, Carmem, Darci e Claudete obrigada pelo apoio e incentivo.

A Dennis, Guaraná, Dani, Leo e Flaviano, colegas da academia que me apoiaram e que torcem tanto por mim.

E, por fim, a todos que direta ou indiretamente contribuíram na elaboração desse trabalho. Sem vocês ele não teria nenhum sentido.

SUMÁRIO

Agradecimentos.....	v
Lista de tabelas	ix
Lista de figuras.....	x
Resumo.....	xi
Abstract.....	xiii
Introdução.....	15
Revisão de literatura.....	17
2.1 Aspectos gerais da Floresta Atlântica.....	17
2.2 Síndromes de dispersão.....	18
2.3 Chuva de sementes.....	23
2.4 Padrões de chuva de sementes.....	24
Referências bibliográficas.....	33
Artigo a ser enviado ao periódico Plant Biology.....	42
Chuva de sementes em duas condições de relevo em um fragmento urbano de floresta Atlântica em Pernambuco, Brasil.....	43
Resumo.....	44
Abstract.....	44
Introdução.....	45
Material e Método.....	47
Área de estudo.....	47
Amostragem e coleta de dados da chuva de sementes.....	47
Análise dos dados.....	49
Resultados.....	50
Características gerais da chuva de sementes no fragmento.....	50
Riqueza de espécies e densidade da chuva de sementes em cada condição de relevo.....	50
Discussão.....	51
Conclusão.....	56
Agradecimentos.....	56
Referencias bibliográficas.....	57
Anexo.....	72

LISTA DE TABELAS

Tabela da Revisão de Literatura

Tabela 1. Total de sementes, densidade e síndromes de dispersão da chuva de sementes em ambientes úmidos de diferentes países do mundo e da floresta Atlântica.....32

Manuscrito

Tabela 1. Espécies da chuva de sementes em duas condições de relevo (P = plano e O = ondulado) em um fragmento urbano de floresta Atlântica em Pernambuco. Onde: HA= hábito (Ar = arbóreo; Ab = arbustivo; He = herbáceo Tr = trepadeira), SD = síndromes de dispersão (Zoo = zoocórica; Ane = anemocórica; Aut = autocórica); CS = categorias sucessionais (PI = pioneira; SI = secundária inicial; ST = secundária tardia e sem SC = caracterização); - = ausência de espécie.....63

Tabela 2. Valores percentuais das variáveis da chuva de sementes nas condições de relevo plano e ondulado em um fragmento urbano de floresta Atlântica em Pernambuco.....66

Tabela 3. Variáveis da chuva de sementes nas condições de relevo plano e ondulado em um fragmento urbano de floresta Atlântica, Pernambuco. Letras diferentes entre colunas indicam diferenças estatísticas pelo teste do Qui-Quadrado..... 69

LISTA DE FIGURAS

Manuscrito

- Figura 1. Deposição mensal de sementes e total pluviométrico mensal de um fragmento urbano de floresta Atlântica em Pernambuco, no período de outubro/2012 a julho/2013.....64
- Figura 2. Variação na densidade de sementes e riqueza de espécies médias em diferentes condições de relevo (plano e ondulado) durante as estações chuvosa e seca em um fragmento urbano de floresta Atlântica em Pernambuco. Letras diferentes entre estações de cada condição de relevo e entre os locais plano e ondulado de cada estação denotam diferença significativa pelo teste de Tukey HSD a 5%. Barras verticais denotam 95% do intervalo de confiança.....67
- Figura 3. Variação mensal da densidade (A) e riqueza de espécies (B) nas condições de relevo plano e ondulado em um fragmento urbano de floresta Atlântica em Pernambuco.....68
- Figura 4. Ordenação formada após análise de Escalonamento Multidimensional (MDS) das espécies da chuva de sementes nas condições de relevo plano e ondulado em um fragmento de floresta Atlântica em Pernambuco, nos dez meses de estudo (outubro/2012 a julho/2013), com base na riqueza de espécies. Os símbolos no gráfico representam as espécies presentes na chuva de sementes.....70
- Figura 5. Ordenação formada após análise de Escalonamento Multidimensional (MDS) das espécies da chuva de sementes em um fragmento urbano de floresta Atlântica em Pernambuco, entre estações chuvosa e seca (outubro/2012 a julho/2013) com base na riqueza de espécies. Os símbolos no gráfico representam as espécies presentes na chuva de sementes nas estações.....71

RESUMO

A heterogeneidade do relevo (plano e ondulado) que ocorre em um fragmento urbano de floresta Atlântica altera a densidade e a riqueza de espécies da chuva de sementes. Desta forma, considerando a importância de se entender como as variações espaço-temporal vão influenciar a dinâmica da chuva de sementes em duas condições de relevo presentes em um fragmento de floresta Atlântica, este estudo propõe responder as seguintes perguntas: 1. Existe similaridade entre a florísticas das duas condições de relevo? 2. A densidade e a riqueza de espécies da chuva de sementes diferem entre as condições de relevo e entre estações climáticas? 3. A densidade e riqueza de espécies variam mensalmente durante o período de estudo? 4. Dentre as espécies presentes na chuva de sementes, quais as síndromes de dispersão predominantes nas duas condições de relevo (plano e ondulado) e a quais hábitos e categorias sucessionais pertencem? Espera-se que a heterogeneidade do relevo local presente em fragmentos de floresta atlântica leve a diferenças na chuva de sementes. Dessa forma, espera-se que essas distintas condições de relevo influenciem a chuva de sementes no que se refere à riqueza de espécies, a densidade de sementes, o hábito, a síndrome de dispersão e a categoria sucessional nas duas condições analisadas. O estudo foi realizado em duas condições de relevo (plano e ondulado) em um fragmento de floresta atlântica, localizado em Tejipió, Recife - PE. Em cada condição foram instalados 20 coletores com uma área de $0,25 \text{ m}^2$ ($0,5 \text{ m} \times 0,5 \text{ m}$), distribuídos aleatoriamente em três transectos, interespaçados, na mesma linha de picada e entre linhas de forma que os mesmos ficaram bem distribuídos ao longo da área demarcada, totalizando, assim, 40 coletores. Os coletores foram colocados a 30 cm do solo e fixados com auxílio de fios de nylon em troncos de árvores. Mensalmente, de outubro de 2012 a julho de 2013, foram realizadas as coletas da chuva de sementes. As sementes coletadas foram classificadas quanto à síndrome de dispersão (zoocóricas, anemocóricas e autocórica). As espécies foram classificadas quanto ao hábito (árvore, arbusto, trepadeira e herbácea) e categoria sucessional (pioneiras, secundárias iniciais e secundárias tardias). Para verificar se as condições de relevo e a variação sazonal e mensal da chuva de sementes influenciam a densidade e riqueza de espécies foi realizada uma análise GLM (Modelo Linear Generalizado), com o teste *a posteriori* de Tukey. O teste Qui-quadrado foi utilizado para verificar se as síndromes de dispersões, o hábito e a categoria sucessional das espécies presentes na chuva de sementes diferiram entre as duas condições de relevo. A composição florística da chuva de sementes entre as duas condição de relevo do

fragmento foi testada através da análise de escalonamento multidimensional não métrico (NMDS). Após dez meses de estudo foram contabilizadas um de 9.474 sementes, sendo 8.061 sementes no plano e 1.413 no ondulado. Diferenças significativas foram registradas entre as síndromes de dispersão e hábito. A análise GLM mostrou que a densidade de sementes no plano diferiu em função da sazonalidade e a riqueza de espécies variou sazonalmente entre as duas condições. Entre estações ocorreram variações na composição florística entre o plano e o ondulado. Mensalmente a densidade de sementes variou no plano. As diferenças nas características da chuva de sementes indicam que esta é condicionada pela heterogeneidade espacial presente no fragmento florestal e pela sazonalidade climática, e que as distintas condições de relevo são importantes para conservação da diversidade biológica local.

Palavras-chave: Floresta úmida, dispersão de sementes, topografia, variação espaço-temporal

ABSTRACT

The heterogeneity of relief (flat and corrugated) that occurs in an urban fragment of Atlantic forest alter the density and species richness of seed rain. Thus, considering the importance of understanding how the spatiotemporal variations will influence the dynamics of seed rain in two relief conditions present in a fragment of Atlantic Forest, this study aims to answer the following questions: 1. Floristic similarity exists between the two relief conditions? 2. The density and species richness of seed rain conditions differ between relief and between seasons? 3. The density and species richness vary monthly during the study period? 4. Among the species present in the seed rain, which dispersal syndromes prevalent in the two relief conditions (flat and corrugated) and which habits and successional categories belong? It is expected that the heterogeneity of local relief fragments present in slight differences in the Atlantic rain forest seeds. Thus, it is expected that these different relief conditions influence the seed rain in relation to species richness, density of seeds, habit, dispersion syndrome and successional category in both conditions analyzed. The study was conducted in two relief conditions (flat and corrugated) in a fragment of Atlantic forest, located in Tejipio, Recife - PE. In each condition 20 collectors were installed with an area of 0.25 m² (0.5 mx 0.5 m) were randomly divided into three transects interespaçados, in the same line and minced between lines so that they were well distributed along the delimited area, thus totaling 40 collectors. The collectors were placed at 30 cm from the ground and secured with the help of nylon on tree trunks. Monthly from October 2012 to July 2013, the collections of the seed rain were performed. The collected seeds were classified as the dispersion (animal dispersed anemochoric and autochory) syndrome. The species were classified according to habit (tree, shrub , vine and herbaceous) and succession category (pioneer, early secondary and late secondary). To check whether the conditions for relief and seasonal and monthly variation of seed rain influence the density and species richness one GLM (Generalized Linear Model) analysis was performed with the a posteriori test of Tukey. The Chi- square test was used to verify that the syndromes of dispersions, the habit category and successional species in the seed rain differed between the two relief conditions. The floristic composition of the seed rain between the two provided relief fragment was tested by analyzing nonmetric multidimensional scaling (NMDS). After ten months of the study were accounted one of 9,474 seeds, seeds in the plane being 8.061 and 1.413 on the wavy. Significant differences were recorded between dispersal syndromes and habit. The GLM

analysis showed that the density of seeds in the plan differed depending on seasonality and species richness varied seasonally between the two conditions. Between stations were variations in floristic composition between the plane and wavy. Monthly density of seeds varied in the plan. The differences in the characteristics of the seed rain indicate that this is conditioned by the spatial heterogeneity present in the forest fragment and the seasonality and the different relief conditions are important for conservation of local biodiversity.

Key words: rain forest, seed dispersal, topography, variation space-time

INTRODUÇÃO

A chuva de sementes é definida como uma fonte de propágulos que chegam ao solo através de processos de dispersão (ARAÚJO, 2002; CAMPOS et al., 2009). A chegada dessas sementes pode ser local ou de áreas afastadas, dependendo da espécie e do tipo de dispersão (CLARK et al., 1999; ARAÚJO, 2002; WANG; SMITH, 2002).

A chuva de sementes atua como uma das principais fontes de propágulos para a regeneração da floresta (MARTINEZ-RAMOS; SOTO-CASTRO, 1993) e desempenha um importante papel na dinâmica das comunidades vegetais, uma vez que influenciam a colonização e o recrutamento de indivíduos e/ou espécies em novos habitats (PIVELLO et al., 2006). Além disso, esse processo ecológico fornece informações imprescindíveis sobre a abundância, distribuição espacial, densidade e riqueza de espécies (GROMBONE-GUARATINI; RODRIGUES, 2002).

Em diversos ecossistemas do mundo a chuva de sementes vem sendo investigada e os estudos apontam a existência de uma grande variação espaço-temporal no número total de sementes (GUEVARA; LABORDE, 1993; ARMESTO et al., 2001; HARDESTY; PARKER, 2002; LEE et al. 2008; MARTÍNEZ-GARZA et al., 2009). Em geral essas modificações no quantitativo de sementes refletem a algumas variações como: heterogeneidade ambiental (PESSOA, 2011; LAGOS; MARIMON, 2012), metodologias utilizadas, distintas formações florestais, tempo de coleta (GROMBONE-GUARATINI; RODRIGUES, 2002; CAMPOS et al., 2009), agentes dispersores (MARTÍNEZ-GARZA et al., 2009) e idade da floresta (LEE et al., 2008).

Portanto, o entendimento dessas variações que influenciam a chuva de sementes é fundamental para compreender o funcionamento das florestas, uma vez que permite inferir sobre o estágio sucessional, grau de conservação, dinâmica de dispersão (PIVELLO et al., 2006) e possíveis espécies que estão contribuindo para o banco de sementes do solo (GROMBONE-GUARATINI; RODRIGUES, 2002; MARTINI; SANTOS, 2007). Dessa forma, conhecimento desses parâmetros além de subsidiar ações ou estratégias que auxiliarão na conservação, manejo, regeneração e restauração dos ecossistemas, ainda possibilitará verificar como a floresta responderá a determinadas alterações ambientais (ARAÚJO, 2002; MARTINI; SANTOS, 2007; SCOOTI et al., 2011).

Em florestas tropicais, trabalhos que avaliam a chuva de sementes estão atrelados a alguns fatores como histórico de perturbação da área devido ao uso para agricultura

e pasto com posterior abandono (SOUZA, 2010), grau de conectividade e tamanho dos fragmentos (PIVELLO et al., 2006), distúrbios naturais (aberturas de clareiras devido à queda de árvores) e antrópicos (MARTINI; SANTOS, 2007) e variações topográficas (CARVALHO et al. 2005; LAGOS; MARIMON, 2012).

A associação desses fatores, seja de origem natural ou antrópica, atrelados a fatores abióticos, como: vento, água, gravidade, luminosidade, precipitação, clima, relevo, e temperatura (COLE, 1992; CAMPOS; OJEDA, 1997; MORENO; SCHIAVINI, 2001; RESENDE et al., 2002; DEMINICIS et al., 2009) e bióticos, como os animais e a estrutura da vegetação (CAMPOS; OJEDA, 1997; MARIMON; FELFILI, 2006; PIVELLO et al., 2006; DEMINICIS et al., 2009) promovem alterações nos solos, na composição vegetal e diversidade de espécies das florestas ao longo dos diferentes gradientes topográficos, ocasionando assim modificações nas populações e comunidades florestais (ROCHA et al., 2005).

Outro fator que atua tanto na composição florística como na estrutura das florestas é a heterogeneidade ambiental (OLIVEIRA FILHO et al., 1994; 1998; DURIGAN et al., 2000; BOTREL et al., 2002; CARVALHO et al., 2005; ROCHA et al., 2005). Para Rodrigues et al., (2007) a heterogeneidade resulta de um conjunto de fatores que interagem nas comunidades, e a resposta das espécies a esses fatores possibilita que cada local apresente características próprias e características comuns a outros locais. Em escala local, a topografia é considerada a variável mais importante na distribuição espacial e na estrutura das florestas tropicais, isso porque ela corresponde às mudanças no regime de água e nas propriedades e fertilidade dos solos (RODRIGUES et al., 2007). Esse fato foi constatado por Carvalho et al., (2005) em uma floresta ombrófila alto-montana (MG), que verificaram que o porte da floresta (distribuição dos indivíduos por classe de diâmetro e altura) reduzia com a ascensão da encosta, afirmando que este resultado provavelmente esteve relacionado com a redução da disponibilidade hídrica a partir do distanciamento do rio.

Lagos e Marimon (2012) investigaram a variação temporal e espacial da chuva de sementes em três porções (alto, meio e baixo) de uma floresta de galeria e constataram que a maior proporção do número total de sementes foi registrada na porção do meio da floresta, que também se destacou por apresentar maior fertilidade.

A escassez de informações sobre os variados mecanismos de regeneração em condições de heterogeneidade ambiental no interior de fragmentos de floresta Atlântica justificam a necessidade de gerar informações sobre a dinâmica da chuva de sementes dessas áreas. Diante disso, este trabalho propõe responder as seguintes

perguntas: 1. A composição florística das duas condições de relevo apresentam similaridade? 2. A densidade e a riqueza de espécies da chuva de sementes diferem entre condições de relevo e entre estações climáticas? 3. Durante os 10 meses de estudos a densidade e riqueza de espécies variaram mensalmente? 4. Das espécies presentes na chuva de sementes quais as síndromes de dispersão predominantes nas duas condições de relevo e a quais hábitos e categorias sucessionais pertencem? Espera-se que a heterogeneidade do relevo local presente em fragmentos de floresta atlântica leve a diferenças na chuva de sementes. Acredita-se que as diferentes condições de relevo influenciem a chuva de sementes no que corresponde à riqueza de espécies, a densidade de sementes, o hábito, a síndrome de dispersão e a categoria sucessional nas duas condições analisadas.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Aspectos gerais da floresta Atlântica

A floresta Atlântica atualmente encontra-se muito devastada, e um dos fatores que contribuíram para esse quadro foram os diferentes ciclos econômicos como: o plantio de cana-de-açúcar na região nordeste (século XVI), café na região do Rio de Janeiro e São Paulo (século XVIII), pecuária em São Paulo e Minas Gerais (século XIX) e cacau na Bahia (século XIX e XX) (CAMPANILI; PROCHNOW, 2006; COLOMBO; JOLY, 2010). No centro de endemismo Pernambuco restam cerca de 12,1% da floresta que ocorria nessa região (RIBEIRO et al., 2009). O estado de Pernambuco é um dos mais afetados com a devastação da floresta Atlântica (MARANGON et al., 2010).

A exploração incessante dos recursos naturais, presentes no Domínio atlântico fizeram com que as áreas dessas florestas reduzissem drasticamente, possibilitando assim a criação de áreas diferentes das originais (OLIVEIRA et al., 2011). Devido a redução de suas áreas e intensificada fragmentação da floresta Atlântica, o tráfego de espécies bem como as trocas genéticas que são essenciais para a manutenção da biodiversidade foram afetadas e dificultadas, comprometendo assim a conservação da floresta a longo prazo (SOS MATA ATLÂNTICA, 2008). Apesar de se encontrar muito fragmentada e apresentar pequenas áreas protegidas a floresta Atlântica se destaca como um dos hotspot de biodiversidade mais valioso do mundo, devido a sua heterogeneidade (CAMPANILI; PROCHNOW, 2006, SOS MATA ATLÂNTICA, 2008). Essa heterogeneidade é decorrente das diferentes condições climáticas, edáficas e topográficas, onde a associação de todos esses fatores contribui

para que esse bioma apresente altos índices de diversidade, elevados graus de riqueza de espécies, bem como altas taxas de endemismo (LEITÃO-FILHO, 1994; MYERS et al., 2000; RIBEIRO et al., 2009; OLIVEIRA et al., 2011).

Por estar espalhada pelo litoral brasileiro, essa floresta ocorre em condições de clima bem variado, desde quente a úmido, destacando o sub-úmido com predominância de curtas estações secas no Nordeste, a extremamente úmida na Serra do Mar. Sua temperatura apresenta média mensal de 18°C, com precipitação que chega a cerca de 4.000 mm anuais (CÂMARA, 1991; WHITMORE, 1999).

A vegetação é caracterizada por apresentar árvores de grande porte que variam de 15 a 35 metros de altura, além da presença de espécies perenifólias, lianas e epífitas (CAMPANILI; PROCHNOW, 2006). No domínio Atlântico também se incluem as diversas formações florestais tais como: floresta ombrófila densa, floresta ombrófila mista, floresta ombrófila aberta, floresta estacional decidual e semidecidual, além de um conjunto de ecossistemas associados como manguezais, restingas, campos de altitude, brejos interioranos e encaves florestais do Nordeste (CÂMARA, 1991; RODAL et al., 1998; JOLY et al., 1999; OLIVEIRA-FILHO; FONTES, 2000; PAVAN-FRUEHAUF, 2000; TONHASCA JUNIOR, 2005; CAMPANILI; PROCHNOW, 2006; SCARANO, 2009; IBGE, 2012). No entanto, vale salientar que fatores geográficos como diferenças de solo, forma de relevo, variação de altitude, temperatura, e regimes pluviométricos contribuem para as marcantes diferenças na fisionomia dessas florestas (CÂMARA, 1991; OLIVEIRA-FILHO; FONTES, 2000; TURNER, 2001).

2.2 Síndrome de dispersão

O termo dispersão representa o deslocamento dos diásporos (frutos ou sementes) da planta-mãe (HOWE; SMALLWOOD, 1982; BEGON, 2007). Para Van der Pijl (1982), a síndrome de dispersão se destaca por ser um conjunto de características da planta, fruto ou semente que foram desenvolvidos evolutivamente para promover a sua dispersão.

A dispersão é um processo ecológico que tem por função possibilitar que os indivíduos ou suas formas disseminantes se movam para dentro e para fora da população de origem, onde essa migração acaba alterando tanto a distribuição como a estrutura genética das espécies (ARAÚJO, 2002).

Na regeneração natural das florestas tropicais, esse processo vem se destacando sobre os demais, devido ao fato de ser considerado um procedimento

primário, uma vez que antecede a colonização das plantas, e também se destaca por desempenhar um papel de fundamental importância no estabelecimento, desenvolvimento e evolução das espécies florestais, possibilitando assim, uma melhor compreensão da regeneração natural, bem como, das fases de sucessão secundária presente nas florestas (MELO, 1997; RONDON NETO et al., 2001; ALMEIDA et al., 2008; DEMINICIS et al., 2009).

Sementes dispersas a longa distância aumenta tanto a sua área de distribuição, bem como amplia a sua probabilidade de alcançarem um local mais adequado para o seu estabelecimento (ARAÚJO, 2002; LEVIN et al., 2003). Segundo Jazen (1970), as chances de recrutamento próximo a planta-mãe podem ser bastante reduzidas, devido ao fato das sementes ficarem mais vulneráveis a competição, predação e à ação de patógenos. Dessa forma, sementes oriundas de outras áreas (imigrantes), resultante da dispersão a longa distância, em geral podem aumentar a diversidade e riqueza de espécies da área na qual se estabeleceu, bem como podem aumentar a variabilidade genética das populações (ARAÚJO, 2002; LEVIN et al., 2003; CAMPOS et al., 2009). Para Araújo (2002), a estrutura de uma floresta está relacionada com a junção de dois fatores: dispersão local e distância de dispersão.

Os três principais tipos de dispersão compreende: a anemocoria (espécies que possuem diásporos dispersos pelo vento, em geral os frutos se destacam por apresentar alas, o que permite o seu deslocamento de um lugar para outro, ou possuem estruturas denominadas plumas, cuja função é reduzir a velocidade de queda); a zoocoria (dispersas por animais, geralmente as sementes apresentam apêndices comestíveis ou algum tipo de polpa, que serve de atrativo para o seu dispersor, ou ainda podem apresentar outras especializações que funcionam como ganchos, que lhes possibilita o deslocamento aderido aos pelos dos animais) e a autocoria (dispersão pela força gravitacional ou mecanismos de autodispersão) (van der PIJL, 1982; HAVEN et al., 2001; MARANGON et al., 2010).

Os diferentes tipos de dispersão dependem da estrutura do ecossistema no qual as espécies estão inseridas, dos vetores bióticos (animal) e abióticos (água, vento, gravidade) de dispersão e das características morfológicas das sementes das espécies estudadas (CAMPOS; OJEDA, 1997; DEMINICIS et al., 2009). Acrescenta-se ainda que alguns fatores como: o aumento na velocidade do vento durante uma determinada época; localização e o tamanho de clareiras, a própria produção de sementes que pode ser desencadeada ou limitada pela ação das chuvas, a

temperatura e a variabilidade na luminosidade do ambiente (HARDESTY; PARKER, 2002) podem afetar a dispersão de sementes.

Estudos sobre síndromes de dispersão mostram que em florestas tropicais úmidas a zoocoria se destaca por ser a síndrome predominante (HOWE; SMALLWOOD, 1982; PENHALBER; MANTOVANI, 1997; SILVA; TABARELLI, 2000; RONDON NETO, et al., 2001; TABARELLI; PERES, 2002; PIVELLO et al., 2006; LIEBSCH; ACRA, 2007; ALMEIDA et al., 2008; MOREIRA et al., 2009; MARANGON et al., 2010; OLIVEIRA et al., 2011). Já nas florestas secas, a anemocoria (LIMA et al., 2008) e a autocoria (SOUZA, 2010) se destacam sobre as demais síndromes.

O percentual de espécies com síndrome de dispersão zoocórica na floresta Atlântica varia de 52% a 74%, enquanto que para a anemocoria e autocoria a variação é de 6% a 24% ; e 15,38% a 22%, respectivamente (SALES et al., 2007; ALMEIDA et al., 2008; MOREIRA et al., 2009; OLIVEIRA et al., 2011). O domínio de espécies zoocóricas presentes nesta floresta atesta a grande importância dos animais nessas áreas, devido ao fato deles serem responsáveis pela entrada e saída dos propágulos (RONDON NETO et al., 2001; SALES et al., 2007; MOREIRA et al., 2009). Por isso, a manutenção da fauna torna-se essencial para a dinâmica desses fragmentos florestais, principalmente porque a eliminação de frugívoros do ambiente acaba comprometendo toda a reprodução e dinâmica das espécies (RONDON NETO et al., 2001; MOREIRA et al., 2009).

Em algumas florestas tropicais úmidas do mundo o percentual de espécies que apresentam síndromes de dispersão zoocórica e anemocórica também apresenta-se bastante variado, por exemplo, em uma floresta tropical úmida do oeste africano, Hardesty e Parker (2002), verificaram que 83% das espécies presentes na chuva de sementes apresentaram características que lhes permitiram enquadrá-las como zoocóricas dispersas por vertebrados ($n = 26.739$ sementes), enquanto que os 17% restantes foram enquadradas como anemocóricas ou autocóricas. Segundo os autores, esses percentuais de sementes mostraram-se proporcionais a suas respectivas abundâncias na comunidade adulta.

No sul da Costa Rica, Holl (1999) encontrou um total de 17 morfoespécies de sementes presentes no pasto e 63 morfoespécies presentes na floresta. Nesta última, o autor verificou que 82% das sementes foram dispersas por animais. Ao comparar as duas áreas, o autor verificou que no pasto a densidade de sementes das espécies anemocóricas apresentou-se inferior (141 sementes/m²) a da floresta (275

sementes/m²), além de observar que o número de sementes zoocóricas reduziu na borda da pastagem, de forma que algumas das sementes (3 sementes/m²) foram registradas além de 5 m da borda da floresta/pastagem. Com isso, o autor infere que a chuva de sementes varia muito em pequenas distâncias, tanto na pastagem como na floresta, e essa elevada variabilidade na dispersão de sementes é considerada uma das causas da recuperação comumente observada na maioria dos ecossistemas que se encontram em início de sucessão.

Ainda na região sul da Costa Rica, Dosch et al. (2007) observaram que em todos os locais estudados, sementes dispersas por animais compuseram a maioria da chuva de sementes em todas as distâncias a partir do limite floresta/pastagem, exceto para 50m do pasto. Nessa distância, as sementes dispersas pelo vento foram as mais comuns. As sementes dispersas por mecanismos explosivos representou menos de 1% do total da chuva de sementes em todas as distâncias, exceto para 30 e 50m para o pasto onde constituíam 2,7 e 5,1% do total, respectivamente. Os autores inferiram que, embora espécies dispersas por animais tenham sido numericamente superior sobre as sementes que apresentaram outros tipos de dispersão, as abundâncias relativas dos diferentes modos de dispersão de sementes foi dependente do local e da distância.

Na China, Lee et al. (2008) verificaram que as comunidades de plantas do sub-bosque e as da chuva de sementes das plantações estudadas foram dominadas por aves dispersoras de espécies nativas. Além disso, foi visto que a maioria das sementes intactas capturadas foram encontrados nas fezes destes animais, mostrando que as aves são os mais importantes dispersores de sementes de plantas lenhosas nativas encontradas em plantações de espécies exóticas em Hong Kong.

Em alguns remanescentes de floresta Atlântica localizado no estado de Pernambuco, estudos que caracterizam as síndromes de dispersão vem apontando que a zoocoria se destaca como sendo a principal síndrome entre as espécies que compõe a vegetação (MARANGON et al., 2010; OLIVEIRA et al., 2011). A exemplo, Marangon et al. (2010) ao apresentarem os principais processos de dispersão de sementes das espécies ocorrentes em três estratos de um remanescente de floresta Atlântica subpernifolia, denominado Mata da Estiva em Bonito, registrou que o estrato superior (18 a 28 m) foi composto por quatro espécies na qual todas apresentaram dispersão zoocórica, já o estrato intermediário (10 a 18 m) foi composto por 16 espécies, sendo nove com dispersão zoocórica, quatro autocórica e três anemocóricas, enquanto que das 23 espécies que compõe o estrato inferior, 18

apresentaram dispersão zoocórica, duas anemocóricas, uma autocórica e apenas uma não foi possível a sua identificação.

Oliveira et al. (2011) ao avaliarem a síndrome de dispersão do componente arbóreo de uma floresta ombrófila densa no município de Bonito, verificaram que a zoocoria também foi a síndrome de dispersão predominante na área de estudo, apresentando um total de 74%, enquanto que a autocoria e a anemocoria esteve representada por 20% e 6% das espécies, respectivamente. Esses resultados corroboram com o que foi afirmado por Tabarelli & Peres (2002), em que nas áreas de floresta Atlântica existe uma elevada predominância de espécies com dispersão zoocórica.

A literatura vem apontando que espécies anemocóricas dispersam suas sementes no final da estação seca e início da chuvosa, e isso pode ser explicado pelo fato dessas sementes serem leves, e também por apresentarem tamanhos pequenos, o que possibilita a derrubada das mesmas pelas chuvas (PENHALBER; MANTOVANI, 1997; GROMBONE-GUARATINI; RODRIGUES 2002; MARIMON; FELFILI, 2006; LIMA et al., 2008; LAGOS; MARIMON, 2012). Outro fator que contribui para a dispersão dessas sementes anemocóricas seria a redução da precipitação, uma vez que isso aumenta a eficiência na dispersão das espécies decíduas (van der PIJL, 1982; MORELLATO, 1995). Já as espécies zoocóricas, tendem a dispersar suas sementes no início ou no decorrer da estação chuvosa (PENHALBER; MANTOVANI, 1997; GRIZ; MACHADO, 2001; GROMBONE-GUARATINI; RODRIGUES 2002; CAMPOS et al., 2009; LAGOS; MARIMON, 2012), onde existe uma maior disponibilidade de agentes dispersores (GROMBRONE-GUARATINI; RODRIGUES, 2002).

Nas florestas úmidas, a precipitação juntamente com a avifauna torna-se um dos fatores essenciais na dispersão de sementes zoocóricas (HARDESTY; PARKER, 2002; LEE et al., 2008). Sendo assim, os animais são considerados os principais agentes dispersores de frutos e sementes em florestas tropicais, sendo que os vertebrados e as formigas se sobressaem como os dois maiores grupos dispersores (JANZEN, 1986; CAMPOS; OJEDA, 1997). Para Rondon Neto et al. (2001), a ausência dos animais nos ambientes florestais pode ocasionar mudanças na estrutura da floresta, causando alterações na ocupação espacial bem como um aumento nos processos de competição intra-específica.

2.3 Chuva de Sementes

A chuva de sementes pode ser definida como sendo um conjunto de propágulos que chegam ao solo através de mecanismos de dispersão (ARAÚJO, 2002; CAMPOS et al., 2009). Para alguns autores, a chuva de sementes representa o movimento de dispersão dos diásporos e a área por essa abrangida (HOWE; SMALWOOD, 1982; FENNER, 1985; ALVAREZ-BUYLLA; MARTÍNEZ-RAMOS, 1990).

A chegada dessas sementes ao solo pode ser local (autóctone), ou seja, da própria área, ou ainda pode ser de outras áreas mais distantes (alóctones) dependendo da espécie e do tipo de dispersão (CLARK et al., 1999; ARAÚJO, 2002; WANG; SMITH, 2002). A chuva de sementes autóctone se caracteriza por manter o mosaico florístico da floresta e a composição genética da população local (MARTINEZ-RAMOS; SOTO CASTRO, 1993; ARAÚJO, 2002). Além disso, atua como potencial de auto-regeneração, proporcionando a manutenção da composição florística da área. A chuva de sementes alóctone pode aumentar tanto a diversidade de espécies da área como a variabilidade genética da população (MARTÍNEZ-RAMOS; SOTO-CASTRO, 1993; ARAÚJO, 2002; CAMPOS et al., 2009).

A chuva de sementes desempenha um importante papel na dinâmica das populações e comunidades vegetais, visto que esse processo ecológico 1) estabelece a densidade populacional futura (HARDESTY; PARKER, 2002), 2) atua influenciando a colonização e o recrutamento de indivíduos e/ou espécies em novos ambientes (PIVELLO et al., 2006), 3) possibilita a manutenção do fluxo gênico das populações e indivíduos, 4) aumenta a probabilidade da semente de encontrar um local com condições favoráveis à germinação e desenvolvimento, 5) age diminuindo os níveis de competição coespecífica e o risco de predação das sementes e plântulas e 6) ainda auxilia a troca de materiais genéticos tanto dentro como fora das diferentes populações, favorecendo assim a manutenção da biodiversidade das florestas (MELO, 1997; RONDON NETO et al., 2001; ALMEIDA et al., 2008; DEMINICIS et al., 2009).

A chuva de sementes também ajuda na recuperação de áreas degradadas por atividades antrópicas e na regeneração natural, devido ao fato de promover a disseminação e perpetuação das espécies vegetais, ocasionando a distribuição espacial e temporal dos indivíduos adultos da população (MELO, 1997; RONDON NETO et al., 2001; LIEBSCH; ACRA, 2007; MARTINI; SANTOS, 2007; ALMEIDA et al., 2008; DEMINICIS et al., 2009; SOUZA, 2010). Com isso, pode-se inferir que a disponibilidade de propágulos e agentes dispersores irá favorecer tanto a

manutenção da estrutura da floresta como o reestabelecimento da vegetação após uma perturbação (PENHALBER; MANTOVANI, 1997; GROMBONE-GUARATINI; RODRIGUES, 2002).

Por sua vez, estudos que abordam a chuva de sementes contribuem com informações imprescindíveis sobre a determinação dos padrões de diversidade, estrutura da vegetação, distribuição espacial das populações, densidade, abundância e riqueza de espécies, dinâmica sucessional dos ambientes, manutenção, renovação e formação do banco de sementes do solo e de plântulas, manejo, conservação e regeneração das florestas (CLARK et al., 1999; CLARK et al., 2001; GROMBONE-GUARATINI; RODRIGUES, 2002; HARDESTY; PARKER, 2002; WANG; SMITH, 2002; PIVELLO et al., 2006; MARTINI; SANTOS, 2007).

Outro aspecto indicado é que os estudos com essa temática à longo prazo, possibilitam uma melhor compreensão sobre como a dinâmica de dispersão de sementes varia ao longo do tempo e como isso pode afetar a regeneração da vegetação (LIMA et al., 2008).

2.4 Padrões de Chuva de Sementes

A chuva de semente vem sendo investigada em diversos ecossistemas do globo, e os estudos apontam que existe uma grande variação espaço-temporal no número total de sementes (GUEVARA; LABORDE, 1993; ARMESTO et al., 2001; HARDESTY; PARKER, 2002; LEE et al. 2008; MARTÍNEZ-GARZA et al., 2009). No Brasil, a maioria dos trabalhos sobre chuva de sementes foi realizado nas florestas úmidas da Região Sudeste, sobretudo naquelas que se destacam por apresentar diferentes tipologias da floresta Atlântica (PENHALBER; MANTOVANI 1997; ARAÚJO, 2002; GROMBONE-GUARATINI; RODRIGUES, 2002; PIVELLO et al., 2006; CAMPOS et al., 2009), sendo que em florestas tropicais úmidas pertencentes as regiões do nordeste brasileiro, estudos com essa temática ainda são bastantes escassos (PESSOA, 2011; KNORR; GOTTSBERGER, 2012).

Em florestas tropicais, trabalhos que avaliam a chuva de sementes estão atrelados a fatores como histórico de perturbação da área - área usada para agricultura e pasto com posterior abandono (SOUZA, 2010), grau de conectividade e tamanho dos fragmentos (PIVELLO et. al., 2006; KNORR; GOTTSBERGER, 2012), distúrbios naturais (aberturas de clareiras por meio da queda de árvores), antrópicos (MARTINI; SANTOS, 2007) e topografia (CARVALHO et al., 2005; ROCHA et al., 2005; LAGOS; MARIMON, 2012). A junção desses fatores associados a vetores

e/ou agentes abióticos (vento, água, gravidade, luminosidade, precipitação, clima, relevo e temperatura) (COLE, 1992; CAMPOS; OJEDA, 1997; MORENO; SCHIAVINI, 2001; RESENDE et al., 2002; DEMINICIS et al., 2009) e bióticos (animais e a estrutura da vegetação) (CAMPOS; OJEDA, 1997; MARIMON; FELFILI, 2006; PIVELLO et al., 2006; DEMINICIS et al., 2009) causam alterações tanto no hábito, densidade, riqueza, tipo funcional, e síndrome de dispersão das espécies presentes na chuva de sementes como nos solos das florestas (GUEVARA; LABORDE, 1993; PENHALBER; MANTOVANI, 1997; GROMBONE-GUARANTINI; RODRIGUES, 2002; REIS, 2005; CAMPOS et al., 2009; ZAPAROLI, 2009). Dessa forma, a influência dessas variáveis ao longo dos diferentes gradientes de topográficos, promoveram modificações nos solos, na composição vegetal e diversidade de espécies, ocasionando assim modificações nas populações e comunidades florestais (MARTINS et al., 2003; ROCHA et al., 2005).

Outro fator que atua na composição florística e na estrutura das florestas é a heterogeneidade ambiental (OLIVEIRA FILHO et al., 1994; 1998; DURIGAN et al., 2000; BOTREL et al., 2002; CARVALHO et al., 2005; ROCHA et al., 2005). Segundo Rodrigues et al., (2007) a heterogeneidade resulta de um conjunto de fatores que interagem nas comunidades, e a resposta das espécies a esses fatores possibilita que cada local apresente características próprias e características comuns a outros lugares. Os autores ainda acrescentam que em escala local a topografia se destaca por ser a variável mais importante na distribuição espacial e na estrutura das florestas tropicais, isso porque ela corresponde às mudanças no regime de água, nas propriedades e fertilidade dos solos (RODRIGUES et al., 2007). Esse fato foi constatado por Martins et al. (2003) em uma floresta estacional semidecidual em Viçosa-MG, em que objetivaram analisar possíveis correlações entre a distribuição das espécies arbóreas e variações na textura e fertilidade química do solo ao longo de um gradiente topográfico. O resultado deste estudo apontou diferenças florísticas entre as posições topográficas da baixada e topo, afirmando que parâmetros como variações na fertilidade química, acidez e textura do solo ao longo do gradiente topográfico influenciaram a distribuição da vegetação arbórea, sobretudo entre as posições de baixada e topo.

Carvalho et al., (2005) em uma floresta ombrófila alto-montana também em Minas Gerais verificaram que o porte da floresta (distribuição dos indivíduos por classe de diâmetro e altura) reduzia com a ascensão da encosta, afirmando que este resultado provavelmente esteve relacionado com a redução da disponibilidade hídrica

a partir do distanciamento do rio. Para os autores essas mudanças na estrutura vertical provavelmente não estão relacionadas à tendência de melhora das condições físicas e nutricionais dos solos à medida que se sobe a encosta, pois se as mudanças estruturais estivessem relacionadas a isto, seria esperado um aumento do porte da vegetação com o distanciamento do rio.

Lagos e Marimon (2012) investigaram a variação temporal e espacial da chuva de sementes em três porções (alto, meio e baixo) de uma floresta de galeria em Nova Xavantina, MT, e constataram que a maior proporção do número total de sementes foi registrada na porção do meio da floresta. Para os autores o maior número de sementes nessa condição de relevo é justificada pela maior fertilidade presente no solo em comparação às demais. Também em Nova Xavantina, Marimon e Felfili (2006) analisaram a variação temporal e espacial na chuva de sementes e registraram que as diferenças entre o número de sementes e a proporção da biomassa se deveu a produção maciça de frutos de algumas espécies.

Em um *continuum* entre floresta semidecidual montana e floresta paludosa, no Município de Coqueiral, Sul de Minas Gerais, Rocha et al. (2005) verificaram que o habitat de encosta (solos bem drenados) apresentou maior riqueza de espécie e diversidade, enquanto que a densidade de árvores foi estatisticamente superior no habitat paludoso (solos mal drenados).

Em florestas tropicais úmidas os trabalhos apontam que a quantidade e a densidade de sementes presentes na chuva de sementes variam no tempo e no espaço (Tabela 1). Por exemplo, em um fragmento urbano de floresta estacional semidecidual, (Viçosa, MG), Campos et al. (2009) com o objetivo de avaliar a dinâmica da chuva de sementes registraram após dois anos de estudo um total de 16.986 sementes pertencentes a 43 morfoespécies, sendo 712 sementes ($113,92 \text{ sementes.m}^{-2}$) coletadas no primeiro ano de estudo e 16.274 ($2.603,84 \text{ sementes.m}^{-2}$) sementes no segundo ano. Os autores afirmaram que essas diferenças nas densidades refletem a heterogeneidade espacial e temporal da chuva de sementes.

Na área de floresta Atlântica da Estação Ecológica de Caetés (ESEC), localizada no município de Paulista (PE), Pessoa (2011), registrou um total de 6.371 sementes para os três habitats estudados, pertencentes a 59 espécies/morfoespécies. Ao analisar os três habitats separadamente, a autora observou que a borda (3.342 sementes) do fragmento apresentou uma maior quantidade de sementes quando comparado com o interior (2.271 sementes) e com a área degradada (758 sementes). No entanto, as diferenças não foram significativas entre os três habitats.

Por outro lado, na Floresta Atlântica do Sul (FLONA- SFP), Avila et al. (2011) dividiram a área de estudo em três agrupamentos a partir da classificação dos dados florísticos verificando a existência de três comunidades sucessionais influenciadas pelos seus respectivos históricos de interferência. A densidade do grupo 2 foi superior a dos demais grupos, associando essa elevada quantidade de diásporos a predominância de espécies pioneiras. Para os autores provavelmente este grupo apresentou maior abertura no dossel, pelo fato de possuir uma exploração mais recente proporcionando assim uma maior entrada de luz e conseqüentemente maior frutificação.

Vieira e Gandolfi (2006) caracterizaram a chuva de sementes presentes sob a copa de três espécies de início de sucessão em uma floresta em processo de restauração localizada em São Paulo. Foi encontrado um total de 26.911 propágulos (frutos inteiros e sementes), sendo que destes 3.982 foram coletados sob os indivíduos de *Centrolobium tomentosum* Guill. ex Benth., 6.282 sob os de *Cordia myxa* L. e 16.647 sob *Melia azedarach* L. Os autores concluíram que o elevado número de propágulos de *M. azedarach* ocorreu devido à grande quantidade de frutos produzidos por esta espécie durante todos os meses da pesquisa, e também pela ocorrência de plantas coespecíficas na vizinhança dos indivíduos estudados. A composição da chuva de sementes de uma determinada área está intimamente relacionada com o seu entorno, ou seja, com a vizinhança e com a paisagem na qual está inserida, e por isso, muitas vezes as espécies do dossel parece não influenciar na riqueza e na abundância das demais espécies que compõem a chuva de sementes (VIEIRA; GANDOLFI, 2006).

A densidade total de deposição de sementes bem como o número de espécies presentes na chuva de sementes das florestas úmidas da região sudeste mostra grande variação. Para a densidade esses valores vão de 288 sementes/m² (MARIMON; FELFILI, 2006) a 1804,2 sementes/m² (PENHALBER; MANTOVANI, 1997), enquanto que o número de espécies varia de 54 (GROMBONE-GUARATINI; RODRIGUES, 2002) a 180 (COSTA et al., 2012). Entretanto, tais diferenças podem se dá devido as diferentes metodologias aplicadas, as diversificadas formações vegetacionais e também ao tempo de monitoramento da chuva de sementes (GROMBONE-GUARATINI; RODRIGUES, 2002; CAMPOS et al., 2009).

Além dos estudos sobre chuva de sementes descreverem padrões relacionados ao hábito, densidade, riqueza de espécie, tipo funcional e síndrome de dispersão, alguns trabalhos realizados no mundo vêm fazendo uma comparação entre a

comunidade adulta e a chuva de sementes, e também vêm mostrando o efeito da distância do fragmento na chuva de sementes. Por exemplo, em uma floresta primária semidecidual de Terras Baixas, em Camarões (África) Hardesty e Parker (2002) compararam a comunidade adulta com a da chuva de sementes nas mesmas parcelas de estudo e constataram uma baixa correlação entre a composição total de espécies da chuva de sementes com a da comunidade da floresta adulta, associando essa disparidade ao fracasso da produção de frutos das espécies locais. Isso porque maioria das espécies não se reproduziram anualmente, e também porque as espécies de lianas e de arbustos não foram incluídas na avaliação da estrutura adulta. Além disso, foi constatado que apenas 49% da comunidade adulta produziram e dispersaram sementes durante o período de estudo, e mais de 100 espécies (52%) encontradas na chuva de sementes foram representadas por sementes imigrantes, vindas de longa distância.

Por outro lado, Grombone-Guaratini e Rodrigues (2002) verificaram em uma floresta tropical semidecidual que cerca de 70% (39 espécies) das espécies presentes na chuva de sementes coincidiu com a composição da flora local, mostrando que a semelhança entre a chuva de sementes e a composição da comunidade foi de 42%. Martinez-Ramos e Soto-Castro (1993), ao compararem as espécies presentes na chuva de sementes com as da comunidade regenerante de uma floresta tropical úmida em Los Tuxtlas, México, registraram que apenas 30% do total de espécies de árvores presente na chuva de sementes foram também encontradas na comunidade regenerante.

No sul de Costa Rica Holl (1999) verificou que a densidade de sementes presentes nos coletores da floresta foi superior (1.670 sementes/ m^2) a da pastagem (190 sementes/ m^2). Além disso, foi visto que nenhuma das sementes registradas no pasto caiu de plantas que se encontravam próximas às imediações dos coletores, enquanto que 57-68% das sementes que caíram na floresta eram de plantas cuja copa estava ao longo dos coletores de sementes. Para o autor a chuva de sementes varia muito em pequenas distâncias, tanto na pastagem como na floresta.

Dosch et al. (2007) também no sul de Costa Rica, analisaram a chuva de sementes em um mosaico de fragmentos florestais e de pastagens abandonadas. A densidade da chuva de sementes foi maior na borda da floresta, e à medida que tanto a floresta como a pastagem se distanciavam da borda a densidade de ambas reduziam. Já a riqueza de espécies da chuva de sementes, em todos os locais estudados, foi substancialmente maior na floresta do que na pastagem. Segundo os

autores, esse resultado já era esperado, sendo observado uma chuva de sementes mais variada para o maior fragmento e diversidade reduzida para os menores.

Em Veracruz, no sudeste do México, Martínez-Garza et. al. (2009) estudaram a chuva de sementes em três habitats florestais: pastagem aberta, florestas primária e secundárias. Após 11 meses de estudo, verificou-se 69.135 sementes, pertencentes a 57 espécies lenhosas, com densidade média de 33,2 sementes/m². A riqueza de espécies arbóreas da chuva de sementes diferiu significativamente entre os habitats, sendo menor no pasto ($0,1 \pm 0,03$ spp. m⁻² meses⁻¹) do que na floresta primária ($1,0 \pm 0,1$ spp. m⁻² meses⁻¹) e secundária ($1,4 \pm 0,1$ spp. m⁻² meses⁻¹). Resultado similar foi encontrado para a densidade de sementes das espécies lenhosas, em que no pasto foi inferior a da floresta primária e secundária. Os autores relataram que a imigração da chuva de sementes das áreas da floresta para a área de pastagem abandonada foi quantitativamente pequena e fortemente influenciada por efeitos de amostragem impostos pelos processos de dispersão.

Lee et al. (2008) estudaram a chuva de sementes em três plantações de *Lophostemon confertus* (Myrtaceae) com diferentes idades e alturas do dossel (A – 20 m; B – 10 m e C – 13 m), em Hong Kong, China. Após 13 meses de estudo, um total de 649 sementes de 22 espécies lenhosas foram coletadas nos três locais. A chuva de sementes variou de $11,5 \pm 23,5$ sementes. m⁻².ano⁻¹ no local A para $142,3 \pm 271,5$ sementes m⁻².ano⁻¹ no local C, sendo a riqueza de espécies da chuva de sementes no local A (4 espécies) inferior quando comparada com o local C (17 espécies). Os autores enfatizaram que o local C é intermediário na idade e na altura do dossel quando comparado com os outros dois locais, apresentando sub-bosque mais diverso e estrutura mais complexa e atribuíram que as diferenças existentes são devido à presença de um maior número de sementes arbóreas nativas que permaneceram no banco de sementes do solo do local C, antes de se estabelecer as plantações.

Estudos realizados em florestas úmidas vem indicando que o hábito predominante na chuva de sementes é o arbóreo (GUEVARA; LABORDE, 1993; MARTINEZ-RAMOS; SOTO-CASTRO, 1993; PENHALBER; MANTOVANI 1997; GROMBONE-GUARATINI; RODRIGUES, 2002; PIVELLO et al., 2006; DOSCH et al., 2007; LEE et al. 2008; CAMPOS et al., 2009), enquanto que em florestas secas existe um predomínio de espécies herbáceas (SOUZA, 2010) e arbustiva (LIMA et al., 2008). A exemplo, Lee et al., (2008), em uma floresta úmida

na China, encontraram um total de 11 sementes pertencentes a espécies arbóreas, sete arbustos e duas trepadeiras. Em Los Tuxtlas na região sudeste do estado de Veracruz, México, Guevara e Laborde (1993) verificaram que 62% do total de sementes coletadas apresentaram hábito arbóreo.

Penhalber e Mantovani (1997) em uma mata secundária no estado de São Paulo observaram que na chuva de sementes 26 espécies (48% do total) apresentaram o hábito predominantemente arbóreo, e as lianas apresentaram um percentual elevado com 22% das espécies. Já Grombone-Guaratini e Rodrigues (2002) em uma floresta semi-decídua registraram que as espécies trepadeiras foram as que apresentaram os maiores percentuais (48,2%), seguidas pelas árvores (29,6%), arbusto (9,3%) e herbáceas (5,6%). Também em São Paulo, Pivello et al. (2006) registraram que das 27.873 sementes coletadas, a maioria pertenceu a espécies arbóreas (80,7% do total). Campos et al. (2009), em uma floresta estacional semidecidual em Viçosa MG, registraram que o hábito predominante presente na chuva de sementes foi o arbóreo (63,1%), enquanto que as lianas foram representadas por 28,9% das espécies amostradas, as herbáceas por 5,3% e os arbustos por 2,6%.

A partir desses resultados pode-se inferir que para a floresta Atlântica, os percentuais das formas de vida arbórea variaram de 29,6% a 63%, enquanto que para as lianas os valores variaram de 22% a 29%, para as ervas de 5,3% a 6% e arbustos de 2,6% a 9,3% (PENHALBER; MANTOVANI, 1997; GROMBONE-GUARATINI; RODRIGUES, 2002; PIVELLO et al., 2006; CAMPOS et al., 2009).

Diversos autores acreditam que um fator que pode estar dificultando a deposição das sementes de espécies herbáceas e arbustivas nos coletores são os padrões metodológicos utilizados, pois quando coletores são posicionados em torno de 1,30 m do solo, pode reduzir as chances dos diásporos dessas espécies serem encontrados nos mesmos (GUEVARA; LABORDE, 1993; PENHALBER; MANTOVANI, 1997; CAMPOS et al., 2009).

Nas florestas tropicais úmidas, a chuva de sementes reflete a sazonalidade climática (PENHALBER; MANTOVANI, 1997; GROMBONE-GUARATINI; RODRIGUES, 2002; HARDESTY; PARKER, 2002; MARIMON; FELFILI, 2006; VIEIRA; GANDOLFI, 2006; DOSCH et al., 2007; LIMA et al., 2008; CAMPOS et al., 2009; SOUZA, 2010; LAGOS; MARIMON, 2012). Em geral, o pico de maior dispersão de sementes nas florestas úmidas ocorre entre o final da estação seca e

início ou meio da estação chuvosa (GROMBONE-GUARATINI; RODRIGUES, 2002; MARIMON; FELFILI, 2006; VIEIRA; GANDOLFI, 2006, DOSCH et al., 2007). Por exemplo, em uma floresta tropical úmida no Sul da Costa Rica Dosch et al. (2007) verificaram que a maioria das sementes, cerca de 80%, se depositaram nos coletores durante a estação chuvosa (maio-novembro), constatando que a riqueza de espécies foi maior nesta estação. Hardesty e Parker (2002), em uma floresta semidecidual no sul de Camarões, analisaram que a abundância sazonal das sementes foi significativamente associada com a precipitação, tanto para o número total de sementes, como para o número de espécies presentes na chuva de sementes. Holl (1999) inferiu que o pico de sementes dispersas por animais ocorreu na primeira metade da estação chuvosa (maio e junho), enquanto que maioria das sementes dispersas pelo vento caiu durante a estação seca (janeiro e fevereiro). Diante dos resultados encontrados nestes trabalhos pode-se observar que os maiores picos de deposição de sementes em florestas tropicais úmidas ocorrem durante no final da estação seca e início ou meio da estação chuvosa.

Por fim, pode-se constatar a partir dos resultados encontrados na literatura para a floresta atlântica bem como para as demais florestas úmidas no mundo que a chuva de sementes mostra-se bastante diversificada, exercendo um papel de fundamental importância sobre a diversidade, conservação e manejo das florestas. E esse mecanismo ecológico, além de influenciar a renovação e a formação do banco de sementes do solo e de plântulas, ainda determina o potencial demográfico das populações futuras.

Tabela 1. Total de sementes, densidade e síndromes de dispersão da chuva de sementes em ambientes úmidos de diferentes países do mundo e da floresta Atlântica.

Local	Total de	Densidade (sem.m-2)	Síndrome de	Referências
-------	----------	---------------------	-------------	-------------

	sementes		dispersãopredominante	
Camarões/África	32.054	297	83% zoocórica 17% anemocórica ou autocórica	Hardesty; Parker (2002)
Sul da Costa Rica	10.499	1.670 (armadilhas florestais) 190 (armadilhas da pastagens)	82% zoocórica	Holl (1999)
Veracruz/México	8.268	710 ± 239	52% zoocórica	Guevara; Laborde (1993)
Veracruz/ México	69. 135	33,2	68,42% zoocórica 31,57% anemocórica ou autocórica	Martínez-Garza et al., (2009)
Hong Kong/China	649	11,5 ± 23,5 (local A- plantação de Lophostemon de 40 anos de idade, com uma altura de dossel de 20 m) 142,3 ± 271,5 (local C- plantação de Lophostemon 30 anos de idade, com uma altura de dossel 13 m)	Zoocórica	Lee et al., (2008)
Viçosa/MG	16.986	113,92 (ano 1) 2.603,84 (ano 2)	55,8% anemocória 44,2% zoocórica	Campos et al., (2009)
Cotia/SP	27.873	0,373 (pequeno/conectado) 0,110 (pequeno/isolado) 0,002 (grande/fonte)	73,7% zoocórica 22,8% anemocórica 3,5% autocórica	Pivello et al., (2006)
Campinas/SP	3.865	442 ± 493	57,4% anemocórica 29,6% zoocórica 9,3% autocórica	Grombrone- Guaratini; Rodrigues (2002)
Parque Estadual das Fontes do Ipiranga/SP	-	1804,2	59% zoocórica 33% anemocórica	Penhalber; Mantovani (1997)
Una/BA	19.591	-	13,7% anemocórica	Martini e Santos (2007)
Usina São José/PE	20.518	782 sementes/m ²	80,66% zoocóricas	Knorr; Gottsberger (2012)

Referências Bibliográficas

ALMEIDA, S. R.; WATZLAWICK, L. F.; MYSZKA, E.; VALERIO, A. F. Florística e síndromes de dispersão de um remanescente de Floresta Ombrófila Mista em sistema faxinal. **Ambiência - Revista do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais**, v. 4 n. 2, p. 290-297, 2008.

ALVAREZ-BUYLLA, E. R.; MARTÍNEZ-RAMOS, M. Seed bank versus seed rain in the regeneration of a tropical pioneer tree. **Oecologia**, v. 84, p. 314-325, 1990.

ARAÚJO, R. S. **Chuva de sementes e deposição de serrapilheira em três sistemas de revegetação de áreas degradadas na reserva biológica de Poço das Antas, Silva Jardim, RJ**. 2002. 102 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2002.

ARMESTO, J. J.; DÍAZ I.; PAPIC, C.; WILLSON, M. F. Seed rain of fleshy and dry propagules in different habitats in the temperate rainforests of Chiloé Island, Chile. **Austral Ecology**, v.26, p. 311–320, 2001.

AVILA, A. L.; ARAUJO, M. M.; LONGHI, S. J.; GASPARIN, E. Agrupamentos florísticos na regeneração natural em remanescente de Floresta Ombraila Mista, RS, Brasil. **Sci. For., Piracicaba**, v. 39, n. 91, p. 331-342, 2011.

BEGON, M.; TOWNSEND, C. R.; HAPER, J. L. **Ecologia: De indivíduos a ecossistemas**. Tradução: Adriano Sanches. Artmed, 4ª edição, Porto Alegre, p. 752, 2007.

BOTREL, R. T.; OLIVEIRA FILHO, A. T.; RODRIGUES, L. A.; CURI, N. Influência do solo e topografia sobre as variações da composição florística e estrutura da comunidade arbórea – arbustiva de uma floresta estacional semidecidual em Ingaí, MG. **Revista brasileira de botânica**, v.25, n.2, p. 195-213, 2002.

CÂMARA, I. G. **Plano de Ação para a Mata Atlântica**. Roteiro Para a conservação de sua diversidade. São Paulo, Fundação SOS Mata Atlântica. n. 4, p.40, 1991.

CAMPANILLI, M.; PROCHNOW, M. **Mata Atlântica uma rede pela floresta**. Brasília, RMA, p.332, 2006.

CAMPOS, C. M.; OJEDA, A. R. Dispersal and germination of *Prosopis flexuosa* (Fabaceae) seeds by desert mammals in Argentina. **Journal of Arid Environments**, v. 35, p.707–714, 1997.

CAMPOS, E. P.; VIEIRA, M. F.; SILVA, A. F.; MARTINS, S. V.; CARMO, F. M. S.; MOURA, V. M.; RIBEIRO, A. S. S. Chuva de sementes em Floresta Estacional Semidecidual em Viçosa, MG, Brasil. **Acta Botânica Brasilica**, v. 23, n. 2, p. 451-458, 2009.

CARVALHO, D. A.; OLIVEIRA FILHO, A. T.; VAN DEN BERG, E.; FONTES, M. A. L.; VILELA, E. A.; MELO MARQUES, J. J. G. S.; CARVALHO, W. A. C. Variações florísticas e estruturais do componente arbóreo de uma floresta ombrófila alto-montana às margens do rio Grande, Bocaina de Minas, MG, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v.19, n.1, p.91-109, 2005.

CLACK, J. S.; SILMA, M.; KERN, R.; MACKLIN, E.; HILLERRISLAMBERS, J. Seed dispersal near and far: patterns across temperate and tropical forest. **Ecology**, v. 80, p. 1475–1494, 1999.

CLARK, J. S.; POULSEN, J. R.; PARKER, V. T. The role of arboreal seed dispersal groups on the seed rain of a lowland tropical forest. **Biotropica**, v. 33, n. 4, p. 606-620, 2001.

COLE, M. M. Influence of physical factors on the nature and dynamics of forest-savanna boundaries, In Nature and dynamics of forest-savanna boundaries (P.A. Furley, J. Proctor & J.A. Ratter, eds.). Chapman & Hall, London, p. 63-75, 1992.

COSTA, J. B. P.; MELO, F. P. L.; SANTOS, B. A.; TABARELLI, M. Reduced availability of large seeds constrains atlantic forest regeneration. **Acta Oecologica**, v. 39, p.61-66, 2012.

COLOMBO, A. F.; JOLY C. A. Brazilian Atlantic Forest lato sensu: the most ancient Brazilian forest, and a biodiversity hotspot, is highly threatened by climate change. **Braz. J. Biol.**, v. 70, n. 3 (suppl.), p. 697-708, 2010.

- DEMINICIS, B.B.; VIEIRA, H.D.; ARAÚJO S.A.C.; JARDIM, J.G.; PÁDUA, F.T.; NETO, A. C. Dispersão natural de sementes: importância, classificação e sua dinâmica nas pastagens tropicais. **Archivos de zootecnia**. v. 58, p. 35-58, 2009.
- DOSCH, J. J.; PETERSON, C. J.; HAINES, B. L. Seed rain during initial colonization of abandoned pastures in the premontane wet forest zone of southern Costa Rica. **Journal of Tropical Ecology**, v. 23, p.151–159, 2007.
- DURIGAN, G.; RODRIGUES, R. R.; SCHIAVINI, I. A heterogeneidade ambiental definindo a metodologia de amostragem da floresta ciliar. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO, H.F. (Ed.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: EDUSP, p.159-167, 2000.
- FENNER, M.. **Seed ecology**. Chapman and Hall, London, UK. 1985.
- GUEVARA, S.; LABORDE J. Monitoring seed dispersal at isolated standing trees in tropical pastures: consequences for local species availability. **Vegetatio**, 107/108: p.319-338, 1993.
- GRIZ, L. M. S.; MACHADO, I. C. S. Fruiting phenology and seed dispersal syndromes in caatinga, a tropical dry forest in the northeast of Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, v. 17, n.2, p.303-321, 2001.
- GROMBONE-GUARANTINI, M. T; RODRIGUES, R. R. Seed bank and seed rain in a seasonal semi-deciduous forest in south-eastern Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, v. 18, p. 759-774, 2002.
- HARDESTY, B.D.; PARKER, V.T. Community seed rain patterns and a comparison to adult community structure in a West African tropical forest. **Plant Ecology**. v. 164, p. 49-64, 2002.
- HAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S.E. *Biologia vegetal*. 6. ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan, p. 522-527, 2001.
- HOLL, K. D. Factors limiting tropical rain forest regeneration in abandoned pasture: seed rain, seed germination, microclimate, and soil. **Biotropica**, v. 31, n. 2, p. 229-242, 1999.

HOWE, H. F.; SMALLWOOD, J. Ecology of seed dispersal. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 13, p. 201-228, 1982.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Manual técnico da vegetação brasileira, In , Ed.2ª, v. 1, 2012.

JANZEN, D. H. Herbivores and the number of species in tropical forest. **American Naturalist**, v. 104, p. 501-528, 1970.

JANZEN, D. **Ecologia vegetal nos trópicos**. São Paulo: EPU/EDUSP. p. 80, 1986.

JOLY, C. A.; AIDAR, M. P. M.; KLINK, C. A. Evolution of the Brazilian phytogeography classification systems: implications for biodiversity conservation. **Ciência e Cultura**, v. 51, n. 5/6, p. 331-348, 1999.

KNORR, U. C.; GOTTSBERGER, G. Differences in seed rain composition in small and large in the northeast Brazilian Atlantic Forest. **Plant Biology**, v. 14, p. 811–819, 2012.

LAGOS, M. C. C.; MARIMON, B. S. Chuva de sementes em uma floresta de galeria no parque do bacaba, em Nova Xavantina, Mato Grosso, Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa MG, v.36, n.2, p.311-320, 2012.

LEE, E. W. S.; HAU, B. C. H. e CORLETT, R. T. Seed rain and natural regeneration in *Lophostemon confertus* plantations in Hong Kong, China. **New Forests**, v.35, p.119–130, 2008.

LEITÃO-FILHO, H. F. Diversity of arboreal species in Atlantic Rain Forest. **Anais da Academia Brasileira de Ciências** 66. v.1, p.90- 96, 1994.

LEVIN, S. A.; MULLER-LANDAU, H. C.; NATHAN, R.; CHAVE, J. THE ECOLOGY AND EVOLUTION OF SEED DISPERSAL: A Theoretical Perspective. **Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.** v. 34, p. 575-604, 2003.

LIEBSCH, D.; ACRA, L. A. Síndromes de dispersão de diásporos de um fragmento de floresta ombrófila mista em Tijucas do Sul, PR. **Rev. Acad., Curitiba**, v. 5, n. 2, p. 167-175, 2007.

LIMA, A. B.; RODAL, M. J. N. & SILVA, A. C. B. L. Chuva de sementes em uma área de vegetação de caatinga no estado de Pernambuco. **Rodriguésia**, v. 59, n.4, p. 649-658, 2008.

MARIMON, B. S.; FELFILI, J. M. Chuva de sementes em uma floresta monodominante de *Brosimum rubescens* Taub. e em uma floresta mista adjacente no Vale do Araguaia, MT, Brasil. **Acta bot. bras.**, v. 20, n. 2, p. 423-432, 2006.

MARIMON, B. S.; FELFILI, J. M.; LIMA, E. S.; DUARTE, W. M. G.; MARIMON-JÚNIOR, B. H. Environmental determinants for natural regeneration of gallery forest at the Cerrado/Amazonia boundaries in Brazil. **Acta Amazonica**, v.40, n. 1, p. 107-118, 2010.

MARTINI, A. M. Z.; SANTOS, F. A. M. Effects of distinct types of disturbance on seed rain in the Atlantic forest of NE Brazil. **Plant Ecology**, v. 190, p. 81–95, 2007.

MARTINEZ-GARZA, C.; FLORES-PALACIOS, A.; DE LA PENÑA-DOMEN M., HOWE, H. F. Seed rain in a tropical agricultural landscape. **Journal of tropical Ecology**, v. 25, p. 541-550, 2009.

MARTINEZ-RAMOS, M.; SOTO-CASTRO, A. Seed rain and advanced regeneration in a tropical rain forest. **Vegetatio**, v. 107/108, p. 299-318, 1993.

MARTINS, S. V.; SILVA, N. R. S.; SOUZA, A. L.; MEIRA NETO J. A. A. Distribuição de espécies arbóreas em um gradiente topográfico de floresta estacional semidecidual em Viçosa, MG. **Scientia Forestalis**, n. 64, p. 172-181, 2003.

MELO, V. A. **Poleiros artificiais e dispersão de sementes por aves em uma área de reflorestamento, no estado de Minas Gerais**. 1997. 35p. Tese (Dotourado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais. 1997.

MOREIRA, A. L. C.; QUEIROZ, E. P.; PIGOZZO, C. M. Síndromes de dispersão de frutos e sementes do fragmento urbano (19º bc) de mata atlântica, Cabula, Salvador, Bahia. **Candombá – Revista Virtual**, v. 5, n. 1, p. 13-25, 2009.

MORELLATO, P. C. As estações do ano na floresta. In Leitão Filho, H. F. & Morellato, L. P. (eds). *Ecologia e preservação de uma floresta tropical urbana – reserva de Santa Genebra*. Editora da Unicamp, Campinas, SP. p. 37–41, 1995.

MORENO, M. I. C.; SCHIAVINI, I. Relação entre vegetação e solo em um gradiente florestal na Estação Ecológica do Panga, Uberlândia (MG). **Revista Brasileira de Botânica**, v. 24; n. 4, p. 537-544, 2001.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; FONSECA, G. A. B.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, p. 853-858, 2000.

OLIVEIRA FILHO, A. T.; FONTES, M. A. L. Patterns of floristic differentiation among Atlantic forests in Southeastern Brazil, and the influence of climate. **Biotropica**, v. 32, n. 4b, p. 793-810, 2000.

OLIVEIRA FILHO, A. T.; CURI, N.; VILELA, E. A.; CARVALHO, D. A. Effects of canopy gaps, topography, and soils on the distribution of woody species in a Central Brazilian Deciduous Dry Forest. **Biotropica**, v.30, n.3, p.362-375, 1998.

OLIVEIRA FILHO, A. T.; VILELA, E. A.; CARVALHO, D. A.; GAVILANES, M. L. Differentiation of streamside and upland vegetation in area of montane semideciduous forest in south-eastern Brazil. **Flora**, v.189, p.287-305, 1994.

OLIVEIRA, L. S. B.; MARAGON, L. C.; FELICIANO, A. L. P.; LIMA, A. S.; CARDOSO, M. O.; SILVA, V. F. Florística, classificação sucessional e síndromes de dispersão em um remanescente de Floresta Atlântica, Moreno-PE. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.6, n.3, p.502-507, 2011.

PAVAN-FRUEHAUF, S. **Plantas Medicinais da Mata Atlântica: Manejo Sustentado e Amostragem**. São Paulo: Ed. Annablume / FAPESP, 1ª Ed, 2000.

PENHALBER, E. F.; MANTOVANI, W. Floração e chuva de sementes em uma mata secundária em São Paulo, SP. **Revista brasileira de Botânica**, v. 20, n. 2, p. 205-220, 1997.

PESSOA, L. M. **Fenologia e chuva de sementes em um fragmento urbano de floresta Atlântica em Pernambuco**. 2011. 475f. Tese (Doutorado em Botânica) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. 2011.

PIVELLO, V. R.; PETENON, D.; JESUS, F. M.; MEIRELLES, S. T.; VIDAL, M. M.; ALONSO, R. A. S.; FRANCO, G. A. D. C.; METZGER, J. P. Chuva de sementes em fragmentos de floresta atlântica (São Paulo, SP, Brasil), sob diferentes situações de conectividade, estrutura florestal e proximidade da borda. **Acta Botânica Brasílica**, v. 20, n. 4, p. 845-859, 2006.

REIS, M. S. **Composição granulométrica e características químicas do solo de uma topossequência sob pastagem, numa frente pioneira da microrregião de Marabá-PA**. 2005. 71f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2005.

RESENDE M.; LANI, J. L.; REZENDE, S. B. Pedossistemas da Mata Atlântica: Considerações Pertinentes sobre a sustentabilidade. **Revista Árvore, Viçosa-MG**, v. 26, n. 3, p. 261-269, 2002.

RIBEIRO, M. C.; METZGER, J. P.; MARTENSEN, A. C.; PONZONI, F. J.; HIROTA, M. M. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological Conservation**, v. 142, p. 1141-1153, 2009.

ROCHA, C. T. V.; CARVALHO, D. A.; FONTES, M. A. L.; OLIVEIRA FILHO, A. T.; VAN DEN BERG, E.; MELO MARQUES, J. J. G. S. Comunidade arbórea de um continuum entre floresta paludosa e de encosta em Coqueiral, Minas Gerais, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 28, n. 2, p. 203-218, 2005.

RODAL, M. J. N.; SALES, M. F.; MAYO, S. J. **Florestas Serranas de Pernambuco**. Recife: Ed. Imprensa da UFRPE, 1998.

RODRIGUES, L. A.; CARVALHO, D. A.; OLIVEIRA FILHO, A. T.; CURI, N. Efeitos de solos e topografia sobre a distribuição de espécies arbóreas em um fragmento de floresta estacional semidecidual, em Luminárias, MG. **Revista Arvore**, v. 31, n 1, p. 25-35, 2007.

RONDON NETO, R. M.; WATZLAWICK, L. F.; CALDEIRA, M. V. W. Diversidade florística e síndromes de dispersão de diásporos das espécies arbóreas de um fragmento de floresta ombrófila mista. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, v. 3, n. 2, p. 2010-216, 2001.

SALES, A. B.; RIBEIRO, L. V.; LANDIM, M. F. Caracterização das síndromes de dispersão das espécies de angiospermas de um remanescente de mata atlântica no município de São Cristóvão/ SE. **Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil, 23 a 28 de Setembro de 2007, Caxambu – MG.**

SCARANO, F. R. Plant communities at the periphery of the Atlantic rain forest: Rarespecies bias and its risks for conservation. **Biological Conservation**, v. 142, p. 1201-1208, 2009.

SCCOTI, M. S. V.; ARAUJO M. M.; WENDLER, C. F.; LONGHI, S. J. Mecanismos de regeneração natural em remanescente de floresta estacional decidual. **Ciência Florestal, Santa Maria**, v. 21, n. 3, p. 459-472, 2011.

SILVA, J. M. C.; TABARELLI, M. Tree species impoverishment and the future flora of the Atlantic forest of northeastern Brazil. **Nature**, London, v. 404, p. 72-74, 2000.

SOS MATA ATLÂNTICA. Fundação SOS Mata Atlântica. 2008. Disponível em: <<http://www.sos-matatlantica.org.br/index.php?section=info&action=mata>>. Acesso em: 04 setembro. 2012.

SOUZA, J. T. **Chuva de sementes em área abandonada após cultivo próxima a um fragmento preservado de caatinga em Pernambuco, Brasil.** 2010. 60f. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. 2010.

TABARELLI, M.; C. A. PERES. Abiotic and vertebrate seed dispersal in the Brazilian Atlantic forest: implications for forest regeneration. **Biol. Conserv.** v. 106, p.165-176, 2002.

TONHASCA JUNIOR, A. **Ecologia e história natural da Mata Atlântica.** Rio de Janeiro: Editora Interciência, p. 197, 2005.

TURNER, I. M. **The ecology of trees in Tropical Rain Forest**. Cambridge University Press, Cambridge. 2001.

VAN DER PIJL, L. **Principles of dispersal in higher plants**. Springer Verlag, New York, p. 215, 1982.

VIEIRA, D. C. M.; GANDOLFI, S. Chuva de sementes e regeneração natural sob três espécies arbóreas em uma floresta em processo de restauração **Revista Brasil. Bot.**, v.29, n.4, p.541-554, 2006.

WANG, B. C.; SMITH, T. B. Closing the seed dispersal loop. Review. **Trends Ecology Evolution**, v. 17, p. 379-385, 2002.

WHITMORE, T. C. **An Introduction to tropical rain forest**. New York, Oxford University Press. 2 ed., 1999.

ZAPAROLI F. C. M. **As transformações pedológicas identificadas na topossequência Sítio São José na bacia do córrego Aratu, Florai – PR**. 2009. 143f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Estadual de Maringá, Paraná, 2009.

Artigo a ser enviado ao periódico Plant Biology

Chuva de sementes em duas condições de relevo em um fragmento urbano de floresta Atlântica em Pernambuco, Brasil

Priscila Silva dos Santos^{1*}; Kleber Andrade da Silva²; Elcida de Lima Araújo¹; Elba Maria Nogueira Ferraz³

1 Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Biologia, Área Botânica, Dois Irmãos, 52171-9000, Recife-PE, Brasil

2 Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico de Vitória, Rua do Alto do Reservatório s/n, Bela Vista, 55608-680, Vitória de Santo Antão-PE, Brasil

3 Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco (IFPE), 50.740-540, Cidade Universitária, Recife-PE, Brasil

* Autor para correspondência. E-mail: biopri13@hotmail.com

RESUMO

A influência da heterogeneidade do relevo (plano e ondulado), variação sazonal e mensal sobre a densidade, composição florística e riqueza de espécies da chuva de sementes foi verificada em um fragmento urbano de floresta Atlântica. Em cada condição de relevo foram instalados 20 coletores de 0,25 m², totalizando 40. Após dez meses de estudo foi contabilizadas 9.474 sementes, sendo 8.061 sementes no plano e 1.413 no ondulado. Diferenças significativas foram registradas entre as síndromes de dispersão e hábito. A análise GLM mostrou que a densidade de sementes no plano diferiu em função da sazonalidade e a riqueza de espécies variou sazonalmente entre as duas condições de topografia. Entre estações ocorreram variações na composição florística entre o plano e o ondulado. Mensalmente a densidade de sementes variou no plano. As diferenças nas características da chuva de sementes indicam que esta é condicionada pela heterogeneidade espacial presente no fragmento florestal e pela sazonalidade climática, e que as distintas condições de relevo são importantes para conservação da diversidade biológica local.

Palavras-chave: Floresta úmida, dispersão de sementes, topografia, variação espaço-temporal

ABSTRACT

The influence of heterogeneity of relief (flat and corrugated), seasonal and monthly variation of the density, floristic composition and species richness of seed rain was recorded in an urban fragment of Atlantic forest. In each condition 20 prominent collectors of 0,25 m², totaling 40 were installed. After ten months of study 9,474 seeds was recorded, with 8,061 and 1,413 seeds in the plane on the wavy. Significant differences were recorded between dispersal syndromes and habit. The GLM analysis showed that the density of seeds in the plan differed depending on seasonality and species richness varied seasonally between the two conditions of topography. Between stations were variations in floristic composition between the plane and wavy. Monthly density of seeds varied in the plan. The differences in the characteristics of the seed rain indicate that this is conditioned by the spatial heterogeneity present in the forest fragment and the seasonality and the different relief conditions are important for conservation of local biodiversity.

Key words : rain forest, seed dispersal, topography, time-space variation

INTRODUÇÃO

O termo chuva de sementes representa a queda de propágulos no solo resultante dos processos de dispersão, podendo ser local (autóctone) ou de áreas afastadas (alóctone), dependendo da espécie e do tipo de dispersão (Clark et al. 1999; Araújo 2002; Wang & Smith 2002; Campos et al. 2009).

A chuva autóctone mantém o mosaico florístico da vegetação e a composição genética da população local, além de atuar como potencial de autorregeneração, promovendo a manutenção da composição florística da área. A chuva alóctone pode aumentar tanto a diversidade de espécies da área como a variabilidade genética da população (Martínez-Ramos & Soto-Castro 1993; Araújo 2002).

Na dinâmica das comunidades florestais a chuva de sementes exerce um papel de extrema importância uma vez que: determina o potencial demográfico das populações futuras (Hardesty & Parker 2002); influencia a colonização e o recrutamento de indivíduos e/ou espécies em novos habitats (Pivello et al. 2006); aumenta a probabilidade da semente de encontrar um local com condições propícias à germinação e desenvolvimento; reduz os níveis de competição coespecífica e o risco de predação das sementes e plântulas e auxilia o fluxo gênico dentro e fora das diferentes populações, favorecendo a manutenção da biodiversidade das florestas (Melo 1997; Almeida et al. 2008; Deminiciis et al. 2009; Rondon Neto et al. 2001).

A chuva de sementes ainda auxilia na recuperação de áreas degradadas e na regeneração natural, uma vez que a fonte de propágulos promove a disseminação e perpetuação das espécies vegetais, causando assim a distribuição espaço-temporal dos indivíduos adultos da população (Martinez-Ramos & Soto-Castro 1993; Melo 1997; Rondon Neto et al. 2001; Liebsch & Acra 2007; Martini & Santos 2007; Almeida et al. 2008; Deminiciis et al. 2009).

Dentre os fatores que influenciam a chuva de sementes e a consequente heterogeneidade na composição florística das comunidades vegetais podemos citar os abióticos, como: vento, água, gravidade, luminosidade, precipitação, clima, relevo e temperatura (Cole 1992; Campos & Ojeda 1997; Moreno & Schiavini 2001; Resende et al. 2002; Deminiciis et al. 2009) e os bióticos, como os animais e a estrutura da vegetação (Campos & Ojeda 1997; Marimon & Felfili 2006; Pivello et al. 2006; Deminiciis et al. 2009). Esse conjunto de fatores, atrelado aos tipos de solos e as variações topográficas, também influenciam a chuva de sementes por criarem ambientes diversificados que permitem o estabelecimento diferenciado da vegetação. Os solos que compõem as diferentes florestas vão variar de acordo com as

diversificadas formas de relevo, onde em geral, aqueles mais intemperizados ocupam as posições mais altas e os menos intemperizados encontra-se em posições mais rebaixadas do relevo (Reis 2005; Zapparoli 2009).

Estudos de chuva de sementes que consideraram a influência da estrutura da vegetação (Pivello et al. 2006), do histórico de perturbação da área (Pivello et al. 2006; Martine & Santos 2007) e tipo de floresta (Marimon & Felfili 2006) apontam que alguns padrões encontrados quanto ao hábito, densidade, riqueza de espécies, tipo funcional e síndrome de dispersão das espécies na chuva de sementes são decorrentes dos diferentes tipos vegetacionais (Grombone-Guarantini & Rodrigues 2002; Marimon & Felfili 2006; Pivello et al. 2006; Vieira & Gandolfi 2006; Martini & Santos 2007; Campos et al. 2009; Lagos & Marimon 2012; Pessoa 2011).

É consenso também, entre os vários estudos, que existe uma grande variação espaço-temporal no número total de sementes (Guevara & Laborde 1993; Armesto et al. 2001; Hardesty & Parker 2002; Lee et al. 2008; Martínez-Garza et al. 2009). No Brasil, os trabalhos realizados nas florestas úmidas da Região Sudeste mostram que o total da chuva de sementes varia de 3.865 a 27.873 sementes (Grombone-Guarantini & Rodrigues 2002; Pivello et al. 2006). No nordeste, os poucos trabalhos em florestas úmidas indicam uma variação no total da chuva de sementes de 6.371 a 20.518 sementes (Pessoa 2011; Knorr & Gottsberger 2012).

Considerando que a heterogeneidade topográfica existente no interior de fragmentos florestais é um fator que pode influenciar a composição e densidade das espécies da chuva de sementes, buscou-se com este estudo avaliar a dinâmica temporal da chuva de sementes em duas condições de relevo (plano e ondulado) e responder as seguintes perguntas: 1. Existe similaridade entre a florística das duas condições de relevo? 2. A densidade e a riqueza de espécies da chuva de sementes diferem entre as condições de relevo e entre estações climáticas? 3. A densidade e riqueza de espécies variam mensalmente durante o período de estudo? 4. Dentre as espécies presentes na chuva de sementes quais as síndromes de dispersão predominantes nas duas condições de relevo (plano e ondulado) e a quais hábitos e categorias sucessionais pertencem? Espera-se que a heterogeneidade do relevo local presente em fragmentos de floresta Atlântica reflita em diferenças na chuva de sementes. Dessa forma, acredita-se que essas distintas condições de relevo influenciem a chuva de sementes no que se refere à riqueza de espécies, a densidade de sementes, o hábito, a síndrome de dispersão e a categoria sucessional nas duas condições analisadas.

MATERIAL E MÉTODO

Área de Estudo

O estudo foi realizado em um fragmento urbano de floresta Atlântica, localizado no bairro de Tejipió, região metropolitana do Recife-PE, Brasil, nas coordenadas 08° 06'' de latitude S e 34° 57'' de longitude W, com altitude variando de 15 a 64m. Esta área pertence ao 4º Batalhão de Comunicação do Exército (4º B Com 2012), que se instalou neste local desde março de 1966, sede da antiga Fazenda Modelo cedida pelo Ministério da Agricultura. Esta fazenda era utilizada para a prática da agricultura e pecuária e devido a isso, esse fragmento sofreu uma forte alteração antrópica, sendo sua vegetação submetida a um corte raso, e só depois da instalação da unidade militar, em 1966, iniciaram-se os processos de regeneração natural (Feitosa 2004).

A vegetação é classificada como Floresta Ombrófila de Terras Baixas (IBGE, 2012). Trata-se de um fragmento florestal de 172 ha, conhecido como Mata de Tejipió. Apesar de o fragmento ser contínuo, apresenta um mosaico de vegetação em função do histórico de uso e ocupação no passado, e devido a esses impactos, atualmente o fragmento é composto dos seguintes ambientes: áreas de clareiras, bosques de *Elaeis guineensis* Jacq. (dendê) e *Syzygium jambolanum* DC. (azeitona-preta), área que sofre inundação periódica, presença de curso d'água e áreas com melhor *status* de conservação.

O clima da região é do tipo As' (clima tropical chuvoso), segundo a classificação de Köppen, sendo o período chuvoso concentrado nos meses de maio a julho e o período seco de outubro a dezembro. A temperatura média anual é cerca de 24° C e sua precipitação média anual encontra-se em torno de 1.651mm (Feitosa 2004). A região onde se encontra a área de estudo faz parte da Bacia Hidrográfica do Rio Tejipió (Fidem 1993). Seus solos são formados pela junção de Argissolos vermelho amarelo distróficos e Latossolos vermelho amarelo distróficos (CPRH 2003). Os 172 ha de vegetação estão assentados em área de relevo variado. Observa-se que parte do fragmento encontra-se na condição de relevo plano (área mais baixa da floresta) e outra parte em condição de relevo ondulado (área mais alta) com declividade de aproximadamente 45° e formando um pequeno platô.

Amostragem e coleta de dados da chuva de sementes

Para avaliar se a chuva de sementes presente no interior da Mata de Tejipió varia em função das diferenças de relevo foram selecionados dois trechos do

fragmento com melhor *status* de conservação (dossel mais fechado, árvores de grande porte, espessa camada de serrapilheira, menor índice de rebrota e escassez de espécies exóticas), estando um trecho em condição de relevo plano e o outro em relevo ondulado. A distância entre uma condição e a outra dista cerca de 2 km.

Em cada tipo de relevo foram instalados 20 coletores de 0,5 m x 0,5 m a 30 cm acima do solo e fixados em troncos de árvores com auxílio de fios de nylon (Araújo 2002; Pessoa 2011) identificados com uma placa numerada. Os coletores confeccionados de forma quadrada com malha de nylon de 1 mm e \approx 20 cm de profundidade a fim de reter todo o material de deposição (Pessoa 2011) foram distribuídos em três transectos interespaçados em 2m de distância na mesma linha de picada e entre linhas, de forma que os mesmos ficaram bem distribuídos no interior das duas condições analisadas, não havendo proximidade com a borda.

A chuva de sementes foi monitorada mensalmente de outubro de 2012 a julho de 2013. Cada amostra recolhida foi acondicionada em sacos de polietileno, etiquetada de acordo com a numeração de cada coletor e colocada para secar a temperatura ambiente em pleno sol e, quando necessário, em estufas elétricas, com temperatura controlada a 30°C.

No laboratório as sementes foram separadas manualmente de outros materiais eventualmente encontrados de acordo com a metodologia usada por Araújo (2002) e classificadas com o auxílio de uma lupa. Os frutos presentes nas amostras foram abertos para a retirada das sementes.

Em seguida, todo o material foi identificado e quantificado. As sementes foram separadas e classificadas por morfotipo e cada morfotipo recebeu uma numeração até a sua identificação taxonômica de acordo com o sistema APG III (2009). A grafia do nome das espécies foi verificada a partir de consulta ao Index Kewensis (www.ipni.org/ipni/plantnamesearchpage.do) e ao banco de dados do Missouri Botanical Garden's VAST – MOBOT (www.mobot.mobot.org/W3T/Search/vast.html). A abreviação dos nomes de autores das espécies foi feita por consulta ao Brummit; Powell (1992) e ao MOBOT. O número de sementes foi expresso em m^2 . As espécies encontradas nos coletores foram classificadas de acordo com seu hábito, categoria sucessional e síndrome de dispersão.

Para identificação das sementes foi utilizada bibliografia específica (Lorenzi 1992; 1998a, 1998b; 2009; Barroso et al. 1999), consulta aos herbários Professor Vasconcelos Sobrinho (PEUFR) e Dárdano de Andrade Lima (IPA) e comparação

com as sementes das plantas com material reprodutivo que foram coletadas no entorno dos coletores nas duas condições do fragmento.

Análise dos dados

As sementes coletadas foram classificadas quanto à síndrome de dispersão, segundo a proposta de van der Pijl (1982), da seguinte forma: anemocórica - espécies que possuem diásporos dispersos pelo vento; zoocórica - quando os diásporos da espécie são dispersos por animais e autocórica - quando a dispersão se dá pela força gravitacional ou por mecanismos de autodispersão. As espécies foram classificadas quanto ao hábito em árvore, arbusto, trepadeira e herbácea e em relação à categoria sucessional em pioneiras, secundárias iniciais e secundárias tardias, segundo Gandolfi et al. (1995). Com base nessas informações foi elaborada uma lista florística das espécies registradas na chuva de sementes nas duas condições analisadas, acompanhadas do seu hábito, síndrome de dispersão e categoria sucessional.

Para verificar o efeito das variáveis preditoras (condição de relevo – plano e ondulado e variação sazonal e mensal) sobre a densidade e riqueza de espécies foi realizada análise GLM (Modelo Linear Generalizado). Diferenças na densidade e riqueza de espécies entre as condições, estações (seca e chuvosa) e ao longo dos dez meses de estudo foram verificadas pelo teste *a posteriori* de Tukey. Estas análises foram realizadas pelo programa Estatística 7.0.

O teste Qui-quadrado foi utilizado para verificar se as síndromes de dispersão, hábito e categoria sucessional das espécies presentes na chuva de sementes diferiram entre as duas condições de relevo. Para a realização deste teste foram excluídas as morfoespécies por não ser possível identificar a categoria sucessional, síndrome de dispersão e hábito.

A composição florística da chuva de sementes entre as duas condições de relevo do fragmento foi testada através da Análise de Escalonamento Multidimensional Não Métrico (NMDS), utilizando a matriz de dissimilaridade Bray-Curtis, com base na densidade das espécies presentes nos 40 coletores da área de estudo. O ANOSIM foi utilizado para verificar a significância do agrupamento formado no NMDS. Para as análises do NMDS e ANOSIM foi utilizado o programa Primer versão 6.1.6 (Clarke & Gorley 2006).

Resultados

Características gerais da chuva de sementes no fragmento

Durante o período de estudo o conjunto florístico da chuva de sementes do fragmento de floresta Atlântica, nas duas condições de relevo (plano e ondulado), apresentou um total de 9.474 sementes, pertencentes a 47 espécies e 22 famílias. Do total de espécies duas foram identificadas ao nível de família, três ao de gênero, 33 ao nível específico e apenas nove como morfoespécies (Tab. 1).

As famílias com maior riqueza de espécies foram Fabaceae (oito espécies), Melastomataceae (três espécies), Anacardiaceae, Annonaceae, Asteraceae, Chrysobalanaceae, Malpighiaceae, Myrtaceae e Sapindaceae (duas espécies cada). As espécies que apresentaram maiores números de sementes foram: *Xylopia frutescens*, *Tapirira guianensis*, *Schefflera morototoni*, *Cecropia pachystachya* e *Gouania blanchetiana* (Tab. 1).

Em geral o hábito dominante foi o arbóreo (68%), seguido pelos arbustivo e trepadeira (14% cada) e herbáceo (2,9%). A síndrome de dispersão predominante foi a zoocoria (84%), seguida pela anemocoria (9,6%) e autocoria (6,4%). Quanto à categoria sucessional das espécies, 29% foram pioneiras, 42% secundárias iniciais e 25,8% secundárias tardias (Tab. 1).

As maiores deposições de sementes ocorreram na estação seca (outubro/2012 a março/2013), totalizando 8.343 sementes, enquanto que na estação chuvosa (abril/2013 a julho/2013) foram registradas 1.131 sementes (Fig. 1).

Riqueza de espécies e Densidade da chuva de sementes em cada condição de relevo

O conjunto florístico da chuva de sementes na área plana apresentou um total de 8.061 sementes (1.612 sementes/m²) pertencentes a 21 espécies, 15 famílias e três morfoespécies, enquanto na área ondulada foi encontrado 1.413 (283 sementes/m²) pertencentes a 29 espécies, 20 famílias e seis morfoespécies. Do total de espécies, sete foram exclusivamente do plano, 20 do ondulado e 19 foram encontradas nas duas condições (Tab. 1).

Para cada condição o padrão para o hábito, síndrome de dispersão e categoria sucessional se manteve semelhante ao registrado para o fragmento em geral, variando apenas os valores percentuais (Tab. 2).

A análise GLM mostrou que condição de relevo e sazonalidade climática explicaram variações na densidade [$F_{(1, 396)} = 6.68$, $p = 0,010$] e na riqueza de

espécies [$F_{(1, 396)} = 6.2645$, $p = 0,013$] da chuva de sementes (Fig 2A e B). Apenas no plano a densidade de sementes diferiu em função da sazonalidade, sendo o maior acúmulo na estação seca (Fig. 2A). A riqueza de espécies entre locais variou sazonalmente, sendo que tanto para o plano como para o ondulado a estação seca foi a que agregou um maior número de espécies (Fig. 2B). Na estação seca a riqueza de espécies do plano foi significativamente maior que a do ondulado, não diferindo para a estação chuvosa (Fig. 2B).

Diferenças mensais na densidade e riqueza de espécies também foram explicadas pela análise GLM. A densidade de sementes variou mensalmente no local plano. As maiores deposições de sementes nessa condição ocorreram nos meses de dezembro e janeiro, que correspondem à estação seca (Fig. 3A), e as menores em dois meses da estação chuvosa (junho e julho). O ondulado não apresentou variação mensal significativa na densidade de sementes (Fig. 3A).

A riqueza mensal de espécies variou significativamente nas duas condições de relevo (Fig. 3B). No plano a riqueza foi maior na estação seca, com redução drástica na chuvosa. Este mesmo padrão de maior riqueza de espécies durante a estação seca também foi observado para o ondulado, embora com riqueza menor se comparada a condição de plano (Fig. 3B).

A análise do teste Qui-quadrado mostrou que não houve diferenças significativas entre as categorias sucessionais presentes no plano e ondulado. Diferenças significativas foram constadas entre as síndromes de dispersão no plano ($\chi^2 = 21,429$; GL = 2; $p = < 0,0001$) e ondulado ($\chi^2 = 37,556$; GL = 2; $p = < 0,0001$), sendo zoocoria à síndrome predominante em ambas às condições. Resultado semelhante foi encontrado para o hábito arbóreo, pois tanto no plano ($\chi^2 = 24,70$; GL = 2; $p = < 0,0001$) como no ondulado ($\chi^2 = 16,516$; GL = 2; $p = 0,0003$) este diferiu significativamente dos demais hábitos (Tab. 3).

Pela análise de ordenação observa-se visivelmente a formação de dois grupos florísticos (Fig.4), um formado pelas espécies do plano e o outro do ondulado ($R_{\text{global}} = 0,53$ e $p = 0,001$). Entre estações também ocorreu variações na composição florística da chuva de sementes entre o plano e o ondulado ($R_{\text{global}} = 0,18$ e $p = 0,001$), notadamente na estação seca (Fig.5).

DISCUSSÃO

Estudos de chuva de sementes em florestas tropicais úmidas evidenciam a grande variação no total de sementes (10.499 a 69.135) que anualmente são dispersas

no interior dos fragmentos florestais (Holl 1999; Hardesty & Parker 2002; Pivello et al. 2006; Campos et al. 2009; Martínez-Garza et al. 2009). Para o presente estudo o total da chuva de sementes (9.474 sementes) está dentro da faixa de variação registrada para áreas de floresta Atlântica da região nordeste do Brasil, com variação de 6.371 a 20.518 sementes (Martini & Santos 2007; Pessoa 2011; Knorr & Gottsberger 2012).

Constata-se que a variação na densidade da chuva de sementes também ocorre numa escala de fragmento florestal, como registrado para o fragmento estudado em que a densidade de sementes no plano (1.612 sementes/m²) foi superior a do ondulado (283 sementes/m²). Essa diferença possivelmente ocorre devido às diversificadas formas de relevo que condicionam diferenças ambientais no fragmento florestal. A condição de relevo ondulado (com declividade de $\approx 45^\circ$) pode atuar de forma negativa para a chuva de sementes da vegetação assentada nesse trecho e de forma favorável para a do plano, uma vez que a ação dos ventos aumenta o número de propágulos dispersos e estes são levados em direção à descida da encosta. A ação das chuvas é outro fator que pode ter contribuído, mesmo com atuação indireta, para a menor densidade de sementes no ondulado, já que esta acarreta o deslocamento dos propágulos pelo escoamento superficial. Marimon et al. (2010) ao estudarem diferentes porções (superior, médio e inferior) de uma mata ciliar no Mato Grosso afirmaram que a alta declividade na porção superior da floresta provavelmente ocasiona a perda de sementes durante a estação chuvosa. Para os autores fatores como gradiente topográfico e nível freático do solo influenciaram diretamente o padrão de estabelecimento e de imigração das espécies em cada porção desta floresta.

A influência da heterogeneidade ambiental na estrutura da vegetação também foi constatada por Rocha et al. (2005) em um *continuum* entre floresta semidecidual montana e floresta paludosa no sul de Minas Gerais, onde verificaram que o habitat de encosta (solos bem drenados) apresentou maior riqueza de espécie e diversidade, enquanto que a densidade de árvores foi estatisticamente superior no habitat paludoso (solos mal drenados).

Na avaliação da chuva de sementes de uma floresta de galeria, MT, em diferentes condições de relevo (baixo, meio e alto) Lagos e Marimon (2012) constataram que a maior proporção do número total de sementes foi registrada na porção do meio da floresta. Para os autores o maior número de sementes nessa condição de relevo é justificada pela maior fertilidade presente no solo em comparação às demais.

Esses resultados reforçam a ideia de que em áreas de floresta Atlântica a densidade de sementes presentes na chuva varia em função da heterogeneidade ambiental, do tempo e do espaço (Pivello et al. 2006; Marimon & Felfili 2006; Campos et al. 2009; Avila et al. 2011; Pessoa 2011; Costa et al. 2012; Lagos & Marimon 2012) e ressalta que para compreender a dinâmica do banco de sementes presente no interior dos fragmentos florestais é preciso abranger as distintas condições de habitats e suas respostas aos fatores que atuam controlando a chuva de sementes. Na atualidade a tendência geral é avaliar as variações na densidade da chuva de sementes entre fragmentos florestais e em relação a fatores diversos (sazonalidade, tamanho de fragmento, grau de perturbação), mas é pouco o registro de como é o seu comportamento em função da heterogeneidade ambiental presente no interior das florestas.

Quando consideramos a variação da chuva de sementes em função do tempo observa-se que na condição de plano a sazonalidade climática teve influência significativa na densidade e riqueza de espécies, com maior representatividade na estação seca, sobretudo nos meses de dezembro e janeiro. A elevada quantidade de sementes na estação seca já era esperada, pois os trabalhos realizados em florestas úmidas apontam que em geral o pico de maior deposição de sementes ocorre entre o final da estação seca e início ou meio da chuvosa (Penhalber & Mantovani 1997; Grombone-Guaratini & Rodrigues 2002; Marimon & Felfili 2006; Vieira & Gandolfi 2006, Dosch et al. 2007). Acredita-se que para as florestas úmidas não é estratégico para a maioria das plantas investirem em flores e frutos durante a estação chuvosa, visto que a ação das chuvas pode ocasionar a derrubada das flores, frutos e sementes, comprometendo, assim, os processos de polinização, fecundação e manutenção do fluxo gênico. Esse maior aporte de sementes na estação seca foi registrado para as espécies arbóreas e zoocóricas *Xylopia frutescens* e *Tapirira guianensis*, ambas comumente encontradas na vegetação assentada no plano.

O efeito da sazonalidade sobre a chuva de sementes já é apontado para florestas tropicais úmidas (Penhalber & Mantovani 1997; Grombone-Guaratini & Rodrigues 2002; Marimon & Felfili 2006; Vieira & Gandolfi 2006, Dosch et al. 2007). Entretanto, esse padrão de variação da densidade em função da sazonalidade pode não se apresentar de forma significativa em todo o fragmento, pois na condição de relevo ondulado a densidade não variou em função da sazonalidade e dos meses, o que difere da riqueza de espécies presente na chuva de sementes que variou significativamente no tempo (seca/chuva) e no espaço (plano/ondulado).

A heterogeneidade de habitats (plano/ondulado) no interior do fragmento estudado não condicionou variação na síndrome de dispersão predominante, sendo zoocoria representada em ambas às condições de relevo com valores próximos e superiores a 80%. Esse comportamento difere para as síndromes anemocórica e autocórica que foram maiores na condição de plano. Como mencionado para a densidade da chuva de sementes a condição de relevo ondulado parece ser um fator que também atua de forma positiva aumentando a densidade de sementes anemocóricas e autocóricas no plano, uma vez que estas são levadas mais facilmente pelo vento da área mais alta da floresta para a mais baixa. Para o estudo de Lagos e Marimon (2012), que avaliaram a chuva de sementes em função do relevo, o maior percentual de sementes também foi registrado para as sementes sem estrutura de voo (74%) e com maior representatividade na porção do meio da floresta.

O domínio de espécies zoocóricas (81% no plano e 89% no ondulado) neste estudo corresponde ao padrão registrado para florestas úmidas (Guevara & Laborde 1993; Penhalber & Mantovani 1997; Holl 1999; Hardesty & Parker 2002; Pivello et al. 2006; Lee et al. 2008; Martínez-Garza et. al. 2009; Knorr & Gottsberger 2012), e estão acima da faixa de variação encontrada em trabalhos feitos em áreas de florestas Atlântica que apontam uma variação de 67% a 74%. Para a anemocoria (9,5% plano e 7,0% ondulado) o percentual encontrado está dentro da faixa registrada para outros fragmentos florestais (6% a 25%), enquanto para autocoria (9,5% plano e 4% ondulado) os valores foram mais baixos (15,38% a 20%) (Almeida et al. 2008; Moreira et al. 2009; Oliveira et al. 2011).

O domínio de espécies zoocóricas na floresta Atlântica atesta a grande importância dos animais nessas áreas, devido ao fato deles serem responsáveis pela entrada e saída dos propágulos (Rondon Neto et al. 2001; Moreira et al. 2009). Portanto, a manutenção da fauna torna-se essencial para a dinâmica desses fragmentos florestais, principalmente porque a eliminação de frugívoros do ambiente acaba comprometendo toda a reprodução e dinâmica das espécies (Rondon Neto et al. 2001; Moreira et al. 2009), acrescido ao fato que a presença de polinizadores e dispersores é um dos fatores que auxiliam os processos sucessionais da floresta, isso porque interações planta-animal relacionadas à polinização e a dispersão são de extrema importância para incrementar o fluxo gênico por permitirem o estabelecimento de populações viáveis (Martins 2012). Almeida et al. (2008) ainda acrescentam que a ausência de animais pode provocar modificações na estrutura das comunidades e populações florestais, provocando aumento nos processos de

competição intraespecíficas entre algumas espécies bem como modificações na ocupação espacial.

O hábito dominante na chuva de sementes das duas condições de relevo foi o arbóreo (81% plano e 68% ondulado), o que corrobora com o padrão de florestas tropicais úmidas (Guevara & Laborde 1993, Penhalber & Mantovani 1997, Pivello et al. 2006, Dosch et al. 2007 e Campos et al. 2009). Na floresta atlântica, o percentual de espécies arbóreas na chuva de sementes foi de 29,6% a 63%; arbustivo de 2,6% a 9,3% e herbáceo de 5,3% a 6% (Penhalber & Mantovani 1997; Pivello et al. 2006; Campos et al. 2009; Grombone-Guaratini & Rodrigues 2002). Diversos autores acreditam que um fator que pode estar dificultando a deposição das sementes de espécies herbáceas e arbustivas nos coletores são os padrões metodológicos utilizados, pois quando coletores são posicionados a alturas em torno de 1,30 m do solo, pode reduzir as chances dos diásporos dessas espécies serem encontrados nos mesmos (Guevara & Laborde 1993; Penhalber & Mantovani 1997; Campos et al. 2009). Apesar dos coletores neste estudo estarem instalados a 30 cm acima do solo, o percentual de espécies herbáceas no fragmento no geral foi mais baixo (2,9%) aos de outros fragmentos de floresta Atlântica. É provável que a pouca representatividade de herbáceas na chuva de sementes deste fragmento, registrando-se apenas *Olyra latifolia* L., seja reflexo da baixa riqueza de espécies herbáceas que ocorre no sub-bosque da floresta Atlântica (Ferraz & Rodal 2008), resultante da reduzida entrada de luz.

Em relação às categorias sucessionais, pôde-se constatar que no fragmento como um todo houve um predomínio de espécies secundárias iniciais (Tab. 2). Para Silva et al. (2003) a classificação sucessional pode apresentar vários problemas, porque os critérios utilizados variam entre autores e entre populações de uma mesma espécie, pois as características genéticas da espécie podem se apresentar de forma diferente em condições edafoclimáticas distintas, mudando assim a sua classe. Por outro lado, a separação dos grupos ecológicos além de auxiliarem nos estudos de autoecologia são relevantes para o embasamento de ações que visem à restauração das florestas (Kageyama & Gandara 2001).

A heterogeneidade do relevo presente no fragmento estudado condicionou diferenças na composição florística entre as condições de relevo plano e ondulado. Resultado semelhante também foi constatado por Martins et al. (2003) em uma floresta estacional semidecidual em Viçosa-MG, onde os autores encontraram uma nítida diferenciação florística entre as posições topográficas de baixada e topo,

associando esta diferenciação da vegetação arbórea as variações na fertilidade química, acidez e textura do solo ao longo do gradiente topográfico.

Por fim observa-se que as diferenças florístico-estruturais têm efeito direto e presente na chuva de sementes do fragmento florestal em função das distintas condições de relevo da área. Assim, a maior cobertura vegetal na condição de relevo plano em comparação a do ondulado, expressa por diferentes estratos, distintas condições de interceptação de luz, maior altura e maior diversidade são aspectos que devem ter contribuído para a maior riqueza e densidade da chuva de sementes na condição de plano.

Conclusão

Conclui-se que as distintas condições de relevo e a sazonalidade climática explicaram as variações na densidade e riqueza de espécies da chuva de sementes. Além disso, pode-se constatar que a densidade de sementes variou mensalmente no local plano. Nas duas condições de relevo, a síndrome de dispersão zoocórica e o hábito arbóreo diferiram significativamente das demais síndromes e hábitos, bem como o conjunto florístico da chuva de sementes que diferiu tanto entre as duas condições de relevo quanto entre as estações. Essas diferenças demonstram que a chuva de sementes responde a heterogeneidade espacial, numa escala de fragmento, e temporal. Por sua vez, as diferenciações das condições de relevo presentes no interior da mata de Tejipió são importantes para conservação da diversidade biológica local da chuva de sementes.

Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer ao 4º Batalhão de Comunicação do Exército, (Batalhão Arraial Novo do Bom Jesus - 4º B Com) pela logística e permissão de trabalhar em sua propriedade; aos pesquisadores do Laboratório de Ecologia e Gestão Socioambiental dos Ecossistemas Nordestinos (IFPE) e do Laboratório de Ecologia Vegetal dos Ecossistemas Naturais pelo apoio, sugestões e auxílio na execução do projeto, ao Herbário Dárdano de Andrade-Lima, ao Programa de Pós-Graduação em Botânica da Universidade Federal Rural de Pernambuco-UFRPE e a CAPES pela concessão da bolsa de estudo.

Referências bibliográficas

Almeida SR, Watzlawick LF, Myszka E, Valerio AF (2008) Florística e síndromes de dispersão de um remanescente de Floresta Ombrófila Mista em sistema faxinal. *Ambiência - Revista do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais* 4: 290-297

APG III (2009) An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants. *Botanical Journal of the Linnean Society* 161: 105-202

Araújo RS (2002) Chuva de sementes e deposição de serrapilheira em três sistemas de revegetação de áreas degradadas na reserva biológica de Poço das Antas, Silva Jardim, RJ. Dissertação, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro

Armesto JJ, DÍAZ I, Papic C, Willson MF (2001) Seed rain of fleshy and dry propagules in different habitats in the temperate rainforests of Chiloé Island, Chile. *Austral Ecology* 26: 311-320

Avila AL, Araujo MM, Longhi SJ, Gasparin E (2011) Agrupamentos florísticos na regeneração natural em remanescentes de Floresta Ombrófila Mista, RS, Brasil. *Scientia Forestalis* 39: 331-342

Barroso GM, Amorim MP, Peixoto AL, Ichaso CLF (1999) Frutos e sementes: morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas. Ed da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, pp 443

Brummit RK, Powell CE (1992) Authors of plant names. Royal Botanic Gardens, Kew

Campos CM, Ojeda AR (1997) Dispersal and germination of *Prosopis flexuosa* (Fabaceae) seeds by desert mammals in Argentina. *Journal of Arid Environments* 35: 707-714

Campos EP, Vieira MF, Silva AF, Martins SV, Carmo FMS, Moura VM, Ribeiro ASS (2009) Chuva de sementes em Floresta Estacional Semidecidual em Viçosa, MG, Brasil. *Acta Botânica Brasilica* 23: 451-458

- Clack JS, Silma M, Kern R, Macklin E, Hillerislambers J (1999) Seed dispersal near and far: patterns across temperate and tropical forest. *Ecology* 80: 1475–1494
- Clarke KR, Gorley RN Primer v6 (2006) user manual/tutorial. Plymouth Marine Laboratory, Plymouth
- Cole MM (1992) Influence of physical factors on the nature and dynamics of forest-savanna boundaries, In *Nature and dynamics of forest-savanna boundaries* (P.A. Furley, J. Proctor & J.A. Ratter, eds.). Chapman & Hall, London, pp 63-75
- Costa JBP, Melo FPL, Santos BA, Tabarelli M (2012) Reduced availability of large seeds constrains atlantic forest regeneration. *Acta Oecologica* 39: 61-66
- CPRH – Companhia Pernambucana do Meio Ambiente (2003) Diagnóstico socioambiental do litoral norte de Pernambuco. Recife: Agência Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos – CPRH
- Deminicis BB, Vieira HD, Araújo SAC, Jardim JG, Pádua, FT, Neto AC (2009) Dispersão natural de sementes: importância, classificação e sua dinâmica nas pastagens tropicais. *Archivos de zootecnia* 58: 35-58
- Dosch JJ, Peterson CJ, Haines BL (2007) Seed rain during initial colonization of abandoned pastures in the premontane wet forest zone of southern Costa Rica. *Journal of Tropical Ecology* 23: 151–159
- Feitosa AAN (2004) Diversidade de espécies florestais arbóreas associada ao solo em topossequência de fragmento de mata atlântica de Pernambuco. Dissertação, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife
- Ferraz, EMN, Rodal, MJN (2008) Floristic characterization of a remnant ombrophilous montane forest at São Vicente Férrer, Pernambuco, Brasil. *Memoirs of the New York Botanical Garden* 100: 468-510
- Fidem (1993) Monitoramento das reservas ecológicas da região metropolitana do grande Recife: 55

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

Guevara S, Laborde J (1993) Monitoring seed dispersal at isolated standing trees in tropical pastures: consequences for local species availability. *Vegetatio* 107/108: 319-338

Grombone-Guarantini MT, Rodrigues RR (2002) Seed bank and seed rain in a seasonal semi-deciduous forest in south-eastern Brazil. *Journal of Tropical Ecology* 18: 759-774

Hardesty BD, Parker VT (2002) Community seed rain patterns and a comparison to adult community structure in a West African tropical forest. *Plant Ecology* 164: 49-64

Holl KD (1999) Factors limiting tropical rain forest regeneration in abandoned pasture: seed rain, seed germination, microclimate, and soil. *Biotropica* 31: 229-242

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2012) Manual técnico da vegetação brasileira, In , Ed.2ª, v 1

Kageyama PY, Gandara FB (2001) Recuperação de áreas ciliares. In: Rodrigues, R.R.; Leitão-Filho, H.F. (Org.). *Matas ciliares: conservação e recuperação*. São Paulo - SP: EDUSP, pp 249-269

Knorr UC, Gottsberger G (2012) Differences in seed rain composition in small and large in the northeast Brazilian Atlantic Forest. *Plant Biology* 14: 811–819

Lagos MCC, Marimon BS (2012) Chuva de sementes em uma floresta de galeria no parque do bacaba, em Nova Xavantina, Mato Grosso, Brasil. *Revista Árvore Viçosa, MG* 36: 311-320

Lee EWS, Hau BCH, Corlett RT (2008) Seed rain and natural regeneration in *Lophostemon confertus* plantations in Hong Kong, China. *New Forests* 35: 119–130

- Liebsch D, Acra L (2007) A. Síndromes de dispersão de diásporos de um fragmento de floresta ombrófila mista em Tijucas do Sul, PR. *Revista Acadêmica, Curitiba* 5: 167-175
- Lorenzi H (1992) *Árvores Brasileiras*. Nova Odessa, Plantarum Ed. v. I, II
- Lorenzi H (1998a) *Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. Nova Odessa: Instituto Plantarum 1: 373
- Lorenzi H (1998b) *Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. Nova Odessa: Instituto Plantarum 2: 373
- Lorenzi H (2009) *Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. Nova Odessa: Instituto Plantarum 3: 384
- Marimon BS, Felfili JM (2006) Chuva de sementes em uma floresta monodominante de *Brosimum rubescens* Taub. e em uma floresta mista adjacente no Vale do Araguaia, MT, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 20: 423-432
- Marimon BS, Felfili JM, Lima ES; Duarte WMG, Marimon-Júnior BH (2010) Environmental determinants for natural regeneration of gallery forest at the Cerrado/Amazonia boundaries in Brazil. *Acta Amazonica* 40:107-118
- Martínez-Garza C, Flores-Palacios A, De La Peña-Domen M, Howe HF (2009) Seed rain in a tropical agricultural landscape. *Journal of Tropical Ecology* 25: 541–550
- Martins SV, Silva NRS, Souza AL, Meira Neto JAA (2003) Distribuição de espécies arbóreas em um gradiente topográfico de floresta estacional semidecidual em Viçosa, MG. *Scientia Forestalis* 64: 172-181
- Martins SV (2012) *Restauração ecológica de ecossistemas degradados*. Ed. UFV, Viçosa, pp 18-293
- Martinez-Ramos M, Soto-Castro A (1993) Seed rain and advanced regeneration in a tropical rain forest. *Vegetatio* 107/108: 299-318
- Martini AMZ, Santos FAM (2007) Effects of distinct types of disturbance on seed rain in the Atlantic forest of NE Brazil. *Plant Ecology* 190: 81–95

Melo VA (1997) Poleiros artificiais e dispersão de sementes por aves em uma área de reflorestamento, no estado de Minas Gerais. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais

Mobot (www.mobot.mobot.org/W3T/Search/vast.html)

Moreira ALC, Queiroz EP, Pigozzo CM (2009) Síndromes de dispersão de frutos e sementes do fragmento urbano (19º bc) de mata atlântica, Cabula, Salvador, Bahia. *Candombá – Revista Virtual* 5: 13-25

Oliveira LSB, Maragon LC, Feliciano ALP, Lima AS, Cardoso MO, Silva VF (2011) Florística, classificação sucessiona e síndromes de dispersão em um remanescente de Floresta Atlântica, Moreno-PE. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias* 6: 502-507

Penhalber EF, Mantovani W (1997) Floração e chuva de sementes em uma mata secundária em São Paulo, SP. *Revista Brasileira de Botânica* 20: 205-220

Pessoa LM (2011) Fenologia e chuva de sementes em um fragmento urbano de floresta Atlântica em Pernambuco. Tese em Botânica, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife

Pivello VR, Petenon D, Jesus FM, Meirelles ST, Vidal MM, Alonso RAS, Franco GADC, Metzger, JP (2006) Chuva de sementes em fragmentos de floresta atlântica (São Paulo, SP, Brasil), sob diferentes situações de conectividade, estrutura florestal e proximidade da borda. *Acta Botânica Brasílica* 20: 845-859

4º B Com – 4º Batalhão de Comunicações, Batalhão Arraial Novo do Bom Jesus. Disponível em: <<http://www.4bcom.eb.mil.br/index.html>> - Acesso em 18.05.2012

Reis, MS (2005) Composição granulométrica e características químicas do solo de uma topossequência sob pastagem, numa frente pioneira da microrregião de Marabá-PA. Dissertação, Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém

Resende M, Lani JL & Rezende SB (2002) Pedossistemas da Mata Atlântica: Considerações Pertinentes sobre a sustentabilidade. *Revista Árvore*, Viçosa-MG 26: 261-269

Rondon Neto RM, Watzlawick LF, Caldeira MVW (2001) Diversidade florística e síndromes de dispersão de diásporos das espécies arbóreas de um fragmento de floresta ombrófila mista. *Revista Ciências Exatas e Naturais* 3: 2010-216

Rocha CTV, Carvalho DA, Fontes MAL, Oliveira Filho AT, Van Den Berg E, Melo Marques JJGS (2005) Comunidade arbórea de um continuum entre floresta paludosa e de encosta em Coqueiral, Minas Gerais, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 28: 203-218

Silva AF, Oliveira, RV, Santos NRL, Paula A (2003) Composição florística e grupos ecológicos das espécies de um trecho de floresta semidecídua montana da Fazenda São Geraldo, Viçosa-MG. *Revista Árvore* 27: 311-319

van der Pijl L (1982) *Principles of dispersal in higher plants*. Springer Verlag, New York, p 215

Veloso HP (1991) *Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal*. Rio de Janeiro: IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, p 124

Vieira DCM, Gandolfi S (2006) Chuva de sementes e regeneração natural sob três espécies arbóreas em uma floresta em processo de restauração. *Revista Brasileira de Botânica* 29: 541-554

Wang, BC, Smith TB (2002) Closing the seed dispersal loop. *Review. Trends Ecology Evolution* 17: 379-385

Zaparoli FCM (2009) *As transformações pedológicas identificadas na topossequência Sítio São José na bacia do córrego Aratu, Floraí – PR*. Dissertação, Universidade Estadual de Maringá

Tabela 1. Espécies da chuva de sementes em duas condições de relevo (P = plano e O = ondulado) em um fragmento urbano de floresta Atlântica em Pernambuco. Onde: HA= hábito (Ar = arbóreo; Ab = arbustivo; He = herbáceo Tr = trepadeira), SD = síndromes de dispersão (Zoo = zoocórica; Ane = anemocórica; Aut = autocórica); CS = categorias sucessionais (PI = pioneira; SI = secundária inicial; ST = secundária tardia e sem SC = caracterização); - = ausência de espécie.

Família	Espécie	HA	SD	CS	P	O
Anacardiaceae	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	Ar	Zoo	PI	X	X
	<i>Thyrsodium spruceanum</i> Benth.	Ar	Zoo	SI	-	X
Annonaceae	<i>Anaxagorea dolichocarpa</i> Sprad & Sandwith	Ar	Zoo	SI	X	X
	<i>Xylopi frutescens</i> Aubl.	Ar	Zoo	SI	X	X
Araliaceae	<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Manguire, Steyerm. & Frodi	Ar	Zoo	PI	X	X
Asteraceae	Asteraceae 1				X	-
	Asteraceae 2				-	X
Boraginaceae	<i>Cordia nodosa</i> Lam.	Ar	Ane	PI	X	X
Cecropiaceae	<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul.	Ar	Zoo	PI	X	X
Chrysobalanaceae	<i>Hirtella racemosa</i> (Lam.) Willd. ex Roem. & Schult	Ab	Zoo	ST	X	X
	<i>Licania kunthiana</i> Hook.f.	Ar	Zoo	ST	-	X
Dilleniaceae	<i>Davilla nitida</i> (Vahl.) Kubitzki	Ar	Zoo	SI	X	X
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum citrifolium</i> A. St. - Hil.	Ab	Zoo	ST	X	X
Fabaceae	<i>Bauhinia outimouta</i> Aubl.	Tr			-	X
	<i>Bauhinia</i> sp.				X	X
	<i>Crotalaria</i> sp.	Tr			-	X
	<i>Dialium guianense</i> (Aubl.) Sandwith	Ar	Aut	ST	X	-
	<i>Albizia polycephala</i> (Benth.) Killip.	Ar	Aut	SI	X	X
	<i>Stryphnodendron pulcherrimum</i> (Willd.) Hochr.	Ar	Zoo	PI	-	X
	<i>Parkia pendula</i> (Willd.) Benth. ex Walper.	Ar	Zoo	ST	X	X
Lauraceae	<i>Inga fagifolia</i> (L.) Willd. Ex. Benth	Ar	Zoo	PI	X	X
	<i>Nectandra cuspidata</i> (Ness et Mart.) Nees	Ar	Zoo	SI	X	-
Lecythidaceae	<i>Gustavia augusta</i> L.	Ar	Zoo	SI	X	X
Malpighiaceae	<i>Byrsonima sericea</i> DC.	Ar	Zoo	SI	-	X
	<i>Banisteriopsis</i> sp.	Tr			-	X
Melastomataceae	<i>Miconia albicans</i> (SW) Triana	Ab	Zoo	PI	X	X
	<i>Miconia prasina</i> (Sw.) DC.	Ar	Zoo	PI	X	-
	<i>Miconia minutiflora</i> (Bonpl.) DC.	Ar	Zoo	SI	X	X
Monimiaceae	<i>Siparuna guianensis</i> A.DC.	Ab	Zoo	ST	-	X
Moraceae	<i>Brosimum guianense</i> (Aubl.) Huber	Ar	Zoo	SI	-	X
Myrtaceae	<i>Myrcia sylvatica</i> (G. Mey.) DC.	Ar	Zoo	ST	X	X
	<i>Syzygium jambolanum</i> (Lam.) DC.	Ar	Zoo	SC	X	X
Poaceae	<i>Olyra latifolia</i> L.	He	Ane	SI	X	-
Salicaceae	<i>Casearia commersoniana</i> Cambess	Ar	Zoo	ST	-	X
Sapindaceae	<i>Cupania racemosa</i> (Vell.) Radlk.	Ar	Zoo	SI	-	X
	<i>Serjania salzmanniana</i> Schledit	Tr	Ane	PI	-	X
Rhamnaceae	<i>Gouania blanchetiana</i> Miq.	Tr			-	X

Tabela 1. Continuação

Família	Espécie	Hábito	SD	CS	P	O
Rubiaceae	<i>Psychotria barbiflora</i> DC.	Ab	Zoo	SI	-	X
Morfo 1					-	X
Morfo 2					X	X
Morfo 3					-	X
Morfo 4					-	-
Morfo 5					-	X
Morfo 6					-	X
Morfo 7					-	X
Morfo 8					X	-
Morfo 9					X	-

Figura 1. Deposição mensal de sementes e total pluviométrico mensal de um fragmento urbano de floresta Atlântica em Pernambuco, no período de outubro/2012 a julho/2013.

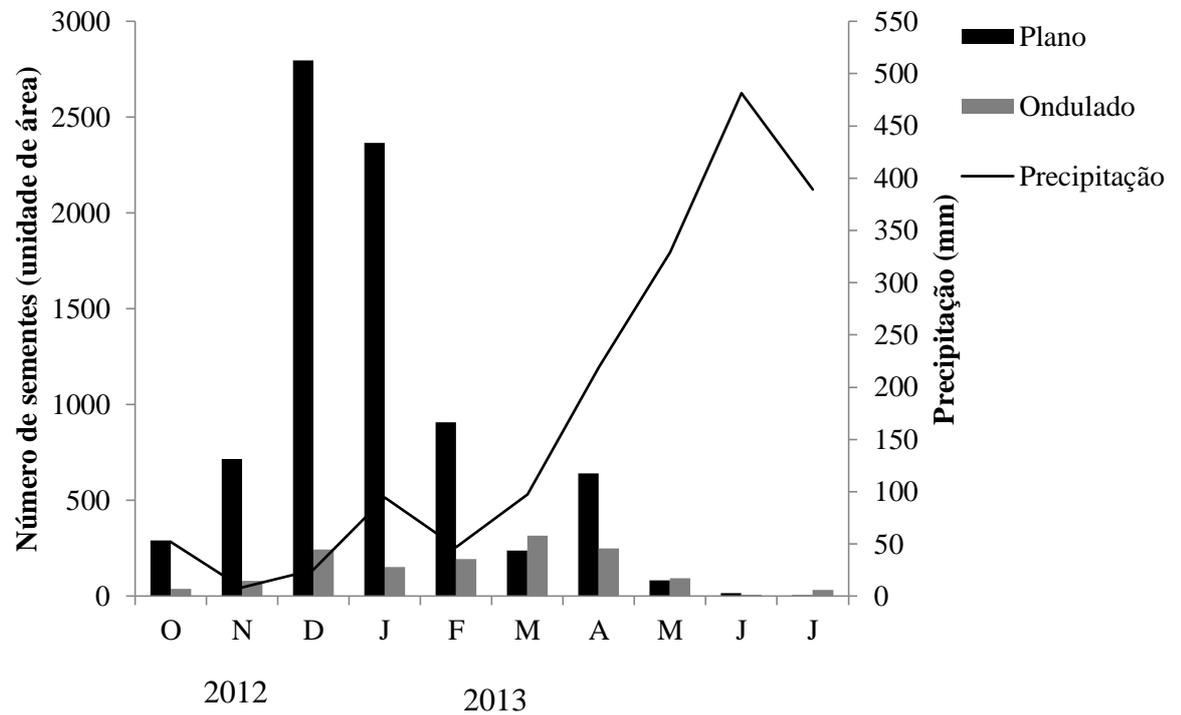


Tabela 2. Valores percentuais das variáveis da chuva de sementes nas condições de relevo plano e ondulado em um fragmento urbano de floresta Atlântica em Pernambuco.

Variáveis	Plano	Ondulado
HÁBITO		
Arbóreo	81%	68%
Arbustivo	14%	16%
Herbáceo	5%	-
Trepadeira	-	16%
SÍNDROME DE DISPERSÃO		
Zoocórica	81%	89%
Anemocórica	9,5%	7%
Autocórica	9,5%	4%
CATEGORIA SUCESSIONAL		
Pioneira	33%	31%
Secundária inicial	38%	42%
Secundária tardia	24%	27%

Figura 2. Variação na densidade de sementes e riqueza de espécies médias em diferentes condições de relevo (plano e ondulado) durante as estações chuvosa e seca em um fragmento urbano de floresta Atlântica em Pernambuco. Letras diferentes entre estações de cada condição de relevo e entre os locais plano e ondulado de cada estação denotam diferença significativa pelo teste de Tukey HSD a 5%. Barras verticais denotam 95% do intervalo de confiança.

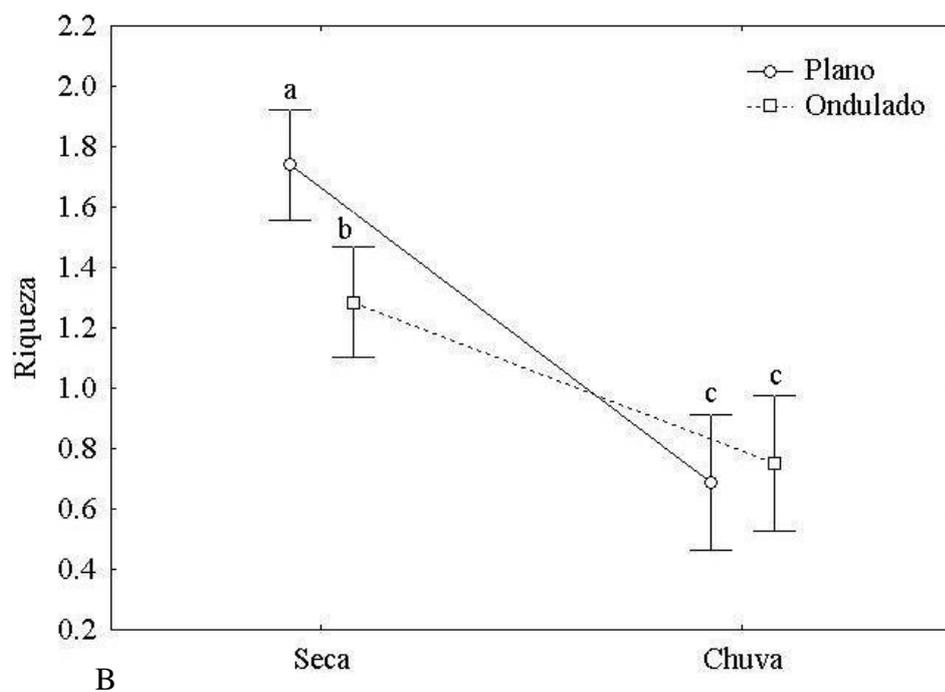
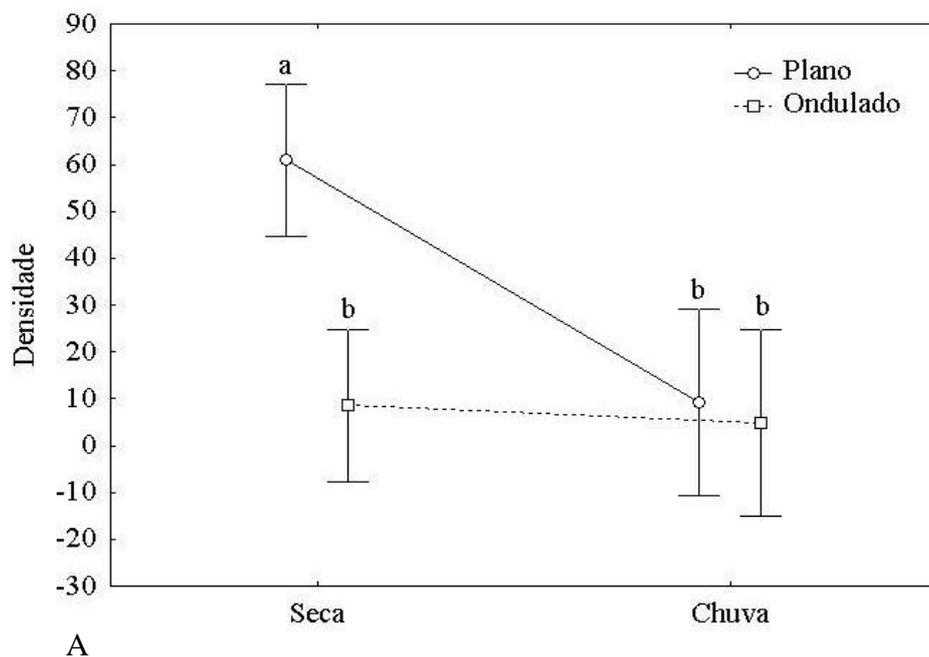


Figura 3. Variação mensal da densidade (A) e riqueza de espécies (B) nas condições de relevo plano e ondulado em um fragmento urbano de floresta Atlântica em Pernambuco.

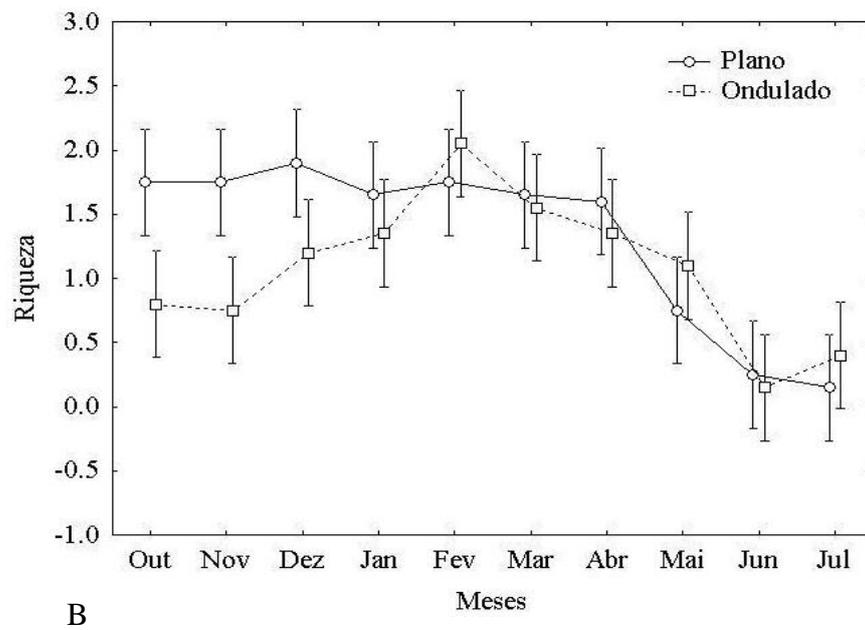
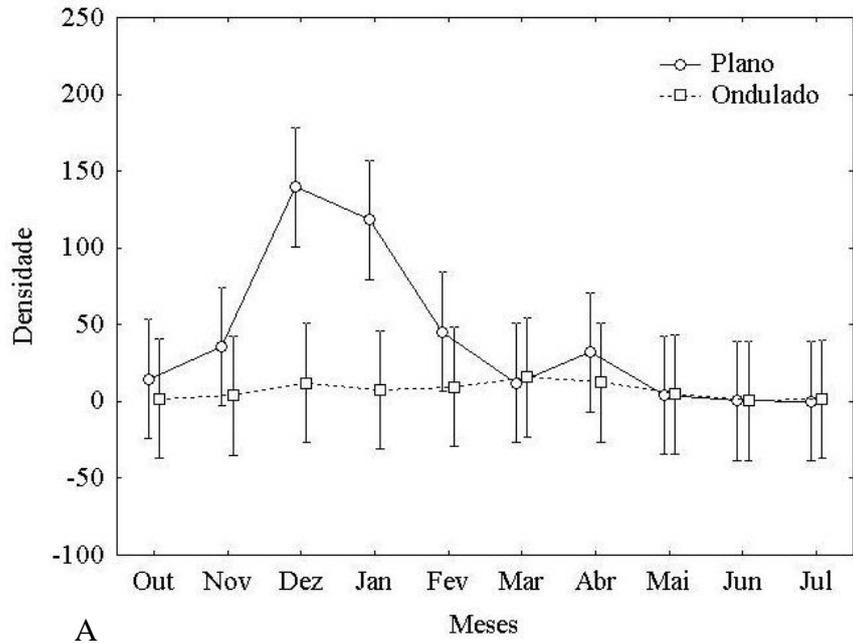


Tabela 3. Variáveis da chuva de sementes nas condições de relevo plano e ondulado em um fragmento urbano de floresta Atlântica em Pernambuco. Letras diferentes entre colunas indicam diferenças estatísticas pelo teste do Qui-Quadrado.

Variáveis	Plano	Ondulado
Categoria Sucessional		
Pioneira	7a	8a
Secundária Inicial	8a	11a
Secundária Tardia	5a	7a
Síndrome de dispersão		
Zoocórica	17a	24a
Anemocórica	2b	2b
Autocórica	2b	1b
Hábito		
Arbóreo	17a	21a
Arbustivo	3b	5b
Trepadeira	0b	5b

Figura 4. Ordenação formada após análise de Escalonamento Multidimensional (MDS) das espécies da chuva de sementes nas condições de relevo plano e ondulado em um fragmento urbano de floresta Atlântica em Pernambuco, nos dez meses de estudo (outubro 2012 a julho 2013), com base na riqueza de espécies. Os símbolos no gráfico representam as espécies presentes na chuva de sementes.

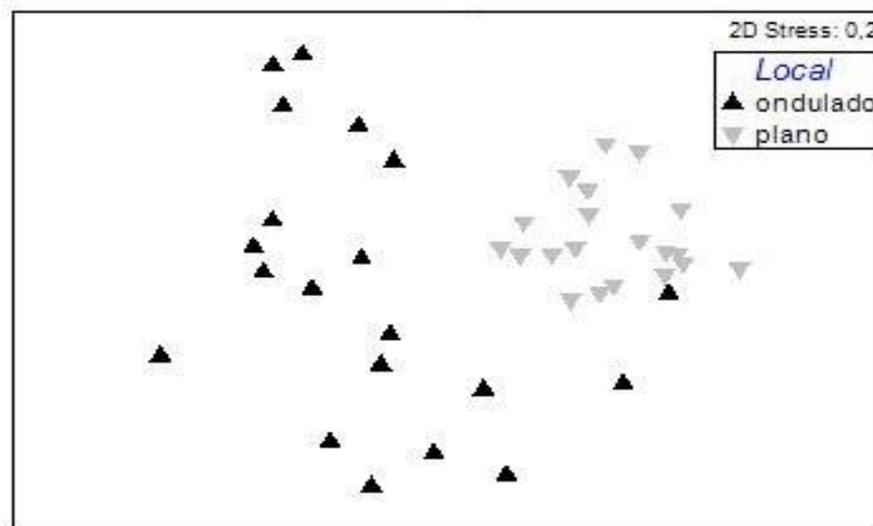
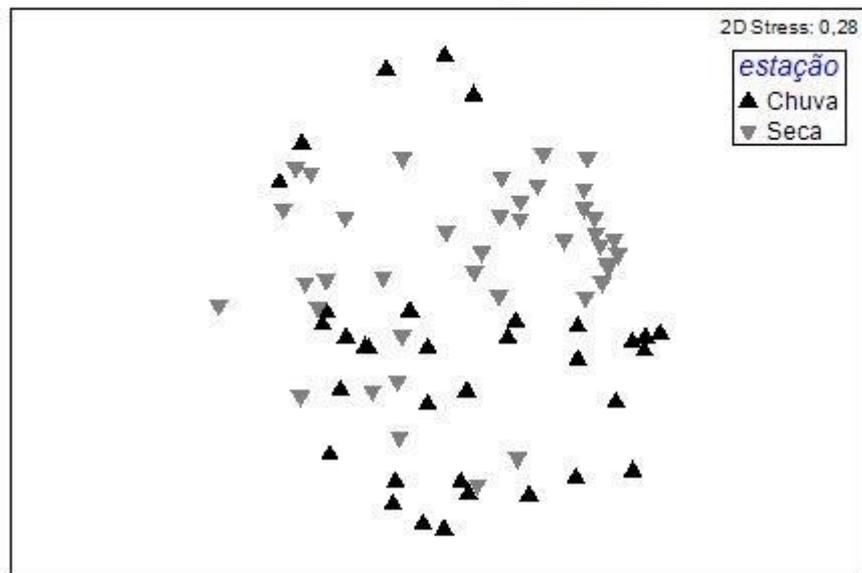


Figura 5. Ordenação formada após análise de Escalonamento Multidimensional (MDS) das espécies da chuva de sementes em um fragmento urbano de floresta Atlântica em Pernambuco, entre estações chuvosa e seca (outubro 2012 a julho 2013) com base na riqueza de espécies. Os símbolos no gráfico representam as espécies presentes na chuva de sementes nas estações.



Anexo

SCOPE OF THE JOURNAL

SCOPE OF THE JOURNAL

Journal of Plant Biology is an international journal open to papers of merit dealing with basic research in plant biology. Each manuscript submitted to Journal of Plant Biology must be an original research report that has not been submitted elsewhere, other than as an abstract of an oral or poster presentation. Manuscript in one of the following categories will be considered for publication.

- Biochemistry
- Cellular Biology
- Development
- Ecology
- Genetics
- Molecular Biology
- Physiology
- Systematics

The Journal accepts the following categories of papers:

1. Original articles -- For publication in Journal of Plant Biology the manuscript must provide a significant new contribution to our understanding of plants. All areas of plant biology are welcome. No limit on the length, but a concise presentation is encouraged.
2. Reviews -- Invited by the EiC.
3. Brief Communications -- Concise but independent report representing significant contribution to plant science.

CONFLICT OF INTEREST

All benefits in any form from a commercial party related directly or indirectly to the subject of the manuscript or any of the authors must be acknowledged. For each source of funds, both the research funder and the grant number should be given. Unless acknowledged, it is considered that authors have no conflict of interest.

HOW TO SUBMIT A MANUSCRIPT

Authors are strongly encouraged to submit manuscripts electronically using the online system available at <http://jopb.edmgr.com>. Although most of the widely used formats (e.g., JPEG) are acceptable, TIFF and EPS formats are preferred for figures. Authors are charged a handling fee of US \$300 (up to six pages) per accepted manuscript and \$60 for each additional page.

Authorship policy. Authorship credit should be based only on substantial contributions to (a) conception and design, or analysis and interpretation, of data; and to (b) drafting the article or revising it critically for important intellectual content; and on (c) final approval of the version to be published. Conditions a, b, and c must all be met. Any part of an article critical to its main conclusions must be the responsibility of at least one author. Each author should have participated sufficiently in the work to take public responsibility for the content. (This statement is taken from the authorship policy adopted by the International Committee of Medical Journal Editors and published in the Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals, 1994 .)

Distribution of Materials. Publication of a paper in Journal of Plant Biology implies that the authors agree to distribute freely cell lines, transgenic plants and mutants, plant varieties, recombinant plasmids, vectors, viruses, and experimental protocols that were used

- <http://jopb.edmgr.com>

ORGANIZATION OF THE MANUSCRIPT

Submit manuscript with elements arranged in the following order, numbering all pages consecutively. (ORGANIZAÇÃO DO MANUSCRITO - Enviar manuscrito com elementos dispostos na seguinte ordem, a numeração de todas as páginas consecutivamente.)

Page 1: Running head not to exceed 60 characters and spaces; name, address, and telephone and fax numbers and e-mail address of author to whom all correspondence should be sent.

Title of article; all authors' full names (necessary for accurate indexing and abstracting); institution address(es).

Footnotes in the following order: present address(es) of authors if different from heading; corresponding author with fax number and e-mail address; abbreviations (unnumbered footnote).

Page 2: Abstracts cannot exceed 200 words. Upto six keywords or short phrases.

Page 3 and subsequent pages: Text (cite full binomials in Materials and Methods, cite references by author last name and year of publication), Acknowledgments Literature Cited.

Figure captions and legends (numbered consecutively with Arabic numbers), grouped, and double spaced.

Tables (numbered consecutively with roman numerals) together with concise titles and legends, one table per page, double spaced).

Original figures. (See section VI, Illustrations and Digital Art Submission.)

SPECIFIC TEXT REQUIREMENTS

Style and format. Manuscripts should be written in simple declarative sentences and must conform to accepted standards of English style and usage. Consult recent issues for style and placement of main headings, subheadings, and paragraph headings and for other details of format.

Nomenclature. In the abstract, at first mention in the text, and in "Materials and Methods", include complete botanical names (genus, species, authority for the binomial, and, when appropriate, cultivar) for all experimental plants. Following first mentions, generic names should be abbreviated to the initial, except when confusion could arise by reference to genera with the same initial. Identify algae and microorganisms by a collection number or that of a comparable listing.

Abbreviations. Do not abbreviate words or measures in the title other than those standard for international usage. Chemical symbols can be used in titles. Units of measure can be abbreviated in the abstract. In the remainder of the text and the running head, use, without definition, the abbreviations listed at the end of these instructions. Define all other abbreviations alphabetically in a single, unnumbered footnote if the term is mentioned three or more times.

Units of measure. The metric system is standard, and SI units must be used as much as possible. Use negative exponents to indicate units in the denominator when three or more units are used.

Numbers and fractions. Write out numerals one through nine, except when used with units of measure. Write out all numbers or fractions that begin a sentence, or rephrase the sentence to avoid beginning with a numeral. Use the preposition "to" between numerals (do not use a hyphen): "13 to 22 min," "3 to 10°C." Exceptions: in tables, figures, graphs, legends, and within parentheses in the text, hyphens are used. Decimals are preferred over fractions; however, when simple fractions are used, write them out as a hyphenated unit: "two-thirds."

Statistical treatment. When appropriate, include statistical analysis. Define all statistical measures clearly. Identify the number of replications of experimental treatments and the number of times individual experiments were duplicated.

Ratios. In describing mixtures, use "to" if a ratio is stated in words: "the chloroform to methanol ratio"; use a colon if numerical ratio is provided: "chloroform: methanol (2:1, v/v)"; use a hyphen if numerical value is not given: "used in chloroform-methanol."

Growth room conditions. For reports of experiments in which growth rooms were used to simulate the natural environment, growth room conditions must be described according to the guidelines in *Scientific Style and Format*, Council of Biology Editors, 1994, 6th Ed., pp. 434-436. Solutions. Describe solutions of common acids and bases in terms of normality (N), e.g. 1 N NaOH, and those of salts in terms of molarity (M). Express fractional concentrations by decimals: 0.1 N acetic acid (not N/10 acetic acid). Define % as (w/w), (w/v), or (v/v); 10% (w/v) signifies 10 g/100 mL. Express concentrations as micrograms per gram ($\mu\text{g g}^{-1}$) or micrograms per milliliter ($\mu\text{g mL}^{-1}$) rather than as parts per million (ppm).

Gases. To indicate volume of gases, use microliters per liter ($\mu\text{L L}^{-1}$) or nanoliters per liter (nL L^{-1}) rather than ppm or ppb.

Ions. Represent ions as follows: Na^+ , Mn^{3+} , Br^- , PO_4^{3-} .

Isotopically labeled compounds. For simple molecules, indicate the labeling by writing the chemical formulae, for example: $^{14}\text{CO}_2$, H_2^{18}O , $^2\text{H}_2\text{O}$ (or D_2O), $\text{H}_2^{35}\text{SO}_4$. For other molecules, place the isotopic symbol in square brackets attached to the name or the formula without a hyphen or space: ^{14}C glucose, ^{32}P ATP, ^2H C_2H_2 , sodium ^{14}C lactate. In the case of generic names, write the isotope without brackets and follow with a hyphen: ^{131}I -albumin, ^{14}C -amino acids, ^{14}C -photosynthate. Place letter and symbols indicating configuration and the like before the square bracket: D- ^{14}C glucose, L- ^{14}C alanine, α - ^{14}C naphthaleneacetic acid. Indicate the positions of isotopic labeling by arabic numerals, Greek letters, or prefixes placed in the square bracket and before the symbol of the element to which they are attached by hyphen: D-[3- ^{14}C]lactate, L-[2- ^{14}C]leucine, L-[2,3- ^{14}C]malate, $[\gamma\text{-}^{32}\text{P}]$ ATP. Use the term U to indicate that the isotope is uniformly distributed among all six carbons: [U- ^{14}C]glucose.

Molecular weight and mass. Two equivalent expressions should be distinguished: "molecular weight" (M_r) is the ratio of the mass of a molecule to one-twelfth of the mass of carbon 12 and is, therefore, dimensionless. "Molecular mass" (the mass of one molecule of a substance) is not a ratio and can be expressed in daltons (D). Say

“the molecular mass of X is 20,000 daltons ” (20 kD) or “the molecular weight (M_r) is 20,000,” but do not express M_r in daltons. Expressions such as “the 20-kD peptide” and “the mass of a band on a gel is 240 kD” are acceptable for an entity that is not a definable molecule.

Trade names. Provide names and addresses of manufacturers or suppliers of special material. Capitalize trade names. Avoid the use of trade names and code numbers of experimental chemical compounds used in research; rather, identify such compounds by common name (American Standards Association) if such a name exists, or by chemical name and structural formula.

Literature cited. Cite all references in text by last names and year of publication. Text citations should be arranged from the earliest to most recent year, alphabetized by name within the same year. For entries in “Literature Cited,” alphabetize by authors' last names and follow the styles below exactly for capitalization, punctuation, and order of elements.

Journal articles

Author AB, Author CD (1995) Title of article. *J Plant Biol* 38: 15-22

Book articles

Author AB, Author CD, Author DF (1990) Title of article, In A Smith, B Jones, eds, Title of Book, Ed 2, Vol 3. Publisher, City, pp 14-19

Author AB (1995) Title of thesis. Ph.D. thesis. University, City

No authors or eds

Title of Booklet, Pamphlet, etc (1995) Publisher (or Company), City

Write out in full all one-word journal titles. Use the BIO-SIS List of Serials for abbreviations of multiple-word journal titles; write out in full the names of journals not listed there.

Articles that are “in press” may be so designated in “Literature Cited.” Note: An article may only be referred to as “in press” if it has been accepted for publication; cite the journal in which the article will appear.

Unpublished data, submitted articles, articles in preparation, and personal communications are not acceptable as literature citations, so they must be referred to parenthetically in the text. Please include initials and last names of all authors. With regard to personal communications, verify the statement with the author of the information and obtain approval for its use and include a letter of permission with the manuscript.

TABLES

General instructions. Present data either in tables or figures, not both. In addition to the enumerated guidelines below, authors may find valuable information in *Scientific Style and Format*, Council of Biology Editors, 1994, 6th Ed.

1. Number tables consecutively with Roman numerals.
2. First mention of tables in the text must be in sequential order; indicate first mention of each table in margin of text.

3. Provide each table with a short, concise title followed by a legend that will make the general meaning of the table comprehensible without reference to the text.
4. Provide a descriptive heading for each column.
5. Do not separate data within the body of the table with new column headings or data. Do not arrange tables in sections labeled as, e.g. A or B. Instead, create another table to express data unconnected to or separate from that already presented.
6. Use superscript lowercase letters to indicate footnotes.
7. Place each table and its legend, double-spaced throughout, on a separate page and write the authors' names on the back of each page.
8. Submit complex or large tables as camera-ready figures. Do not use double spaces in camera-ready tables except where they are necessary for legibility.

Numerals. Check both tabular data and numerical values reported in the text for the proper number of significant figures. For decimals smaller than one, insert a zero before the decimal point: 0.349.

Powers. To avoid numbers with many digits, express such numbers as powers of 10. The unit may be changed by the use of prefixes such as “m” or “μ.” For example: enter “5” to express a g value of 0.005 under the heading $g \times 10^{-3}$ or a g value of 5000 under the heading $g \times 10^{-3}$, conversely, express a concentration of 0.0015 M as 1.5 under the heading “concn (mM),” as 1500 under the heading “concn (μM),” or as 15 under the heading “ $10^4 \times$ concn (M).”

ILLUSTRATIONS AND DIGITAL ART SUBMISSION

Guidelines for Hard Copy Art Submission

Create only as many figures as are necessary to accompany and clarify the research. Use the following guidelines when preparing your figures.

1. Figures should be self-explanatory without much reference to the text. It is preferable to mark the treatments or variables on the figure itself with words so that the reader can easily understand the experiment illustrated in the figure.
2. When submitting an article, include one set of original figures. “Original” means first-generation prints of photographs or laser prints of line drawings. Prints of digitized images must be identified as such. Each figure must be clearly marked on the back with authors' names, figure number, and an arrow to indicate the top of the figure. Also submit 3 sets of high-quality reproductions for the reviewers. “High quality” means photocopies of line drawings and actual photographs of gels and micrographs. Photocopies of photographs are unacceptable. Do not damage the figures when labeling.
3. Type size should not be less than 6 points (2 mm) after reduction.
4. Complicated formulas, flow diagrams, and pathways should be submitted as figures.
5. Composite figures that have different parts (A, B, C, or plates of micrographs) should be grouped together and mounted on lightweight, flexible cardboard. If a

figure is a composite with several parts, they must be labeled as A, B, C, etc. and not as separate figures grouped together.

6. Figures should be numbered with arabic numerals and must be mentioned sequentially in the text. Indicate first mention of each figure in the margin of the text.

7. Provide a caption and a brief explanatory legend for each figure. Captions and legends should be typed double-spaced on a separate manuscript sheet.

8. When possible, use the journal's accepted abbreviations or those defined in the abbreviations footnote. Define in the figure legend all other symbols or abbreviations used in the figure. As described above for tables, use powers of 10 with units of measurement.

9. Extend the abscissa and the ordinate only as far as the contents of the graph demand.

10. For two-dimensional gels (e.g. combined IEF and SDS separations), present photographs with the basic side to the right. Label the maximum and minimum pIs of the IEF gels at the top of the photograph. Label the positions of the Mr markers to the left of the photograph.

11. Attach a tissue overlay to photographs, especially electron micrographs, and indicate critically important areas of the photo.

12. Color photographs. Color printing requires that photographs be mounted on flexible backing. Journal of Plant Biology will print color photographs when the costs are covered by the author. Please include a letter indicating your willingness to pay the charges.

PROCESSING OF THE MANUSCRIPT

Review. The monitoring editor usually recommends two reviewers for each manuscript. Authors are welcomed to suggest appropriate reviewers in their field. Each reviewer evaluates the manuscript, suggests improvements, and recommends accepting or declining the paper. If the reviewers disagree, the paper may be sent to a third reviewer, at the discretion of the monitoring editor.

The critiques by the reviewers and a decision letter (to accept without change, or to accept with revision) will be sent directly to the corresponding author by the monitoring editor. Editor-in-Chief will send a letter of decline. If the manuscript is accepted with revision, the corresponding author will return the revised manuscript, original artwork, and diskette to the monitoring editor. To avoid being considered as a new submission and, therefore, being reviewed a second time, a revised manuscript must be received within 60 days of the date of the decision letter. Papers that are excellent but nevertheless need extensive revision will, as a matter of policy, be declined. If a paper is declined, the resubmission must be sent to the JBP editorial office and will be reviewed as a new paper.

Proof. The printer will send to the corresponding author (a) original figures and printout of compare file, (b) two copies of the page proof, and (c) a reprint order form. The corresponding author will return (a) original figures and printout of compare file, (b) proofread and corrected original proof, and (c) the completed reprint order form.

Corrections to published articles. If necessary, corrections of significant errors in published articles will be published in a later issue of the journal. Within two months after publication, authors are requested to bring any errors to the attention of the managing editor.

Does Springer provide English language support?

Manuscripts that are accepted for publication will be checked by our copyeditors for spelling and formal style. This may not be sufficient if English is not your native language and substantial editing would be required. In that case, you may want to have your manuscript edited by a native speaker prior to submission. A clear and concise language will help editors and reviewers concentrate on the scientific content of your paper and thus smooth the peer review process.

The following editing service provides language editing for scientific articles in all areas Springer publishes in.

Use of an editing service is neither a requirement nor a guarantee of acceptance for publication.

Please contact the editing service directly to make arrangements for editing and payment.

For Authors from China

文章在投稿前进行专业的语言润色将对作者的投稿进程有所帮助。作者可自愿选择使用Springer推荐的编辑服务，使用与否并不作为判断文章是否被录用的依据。提高文章的语言质量将有助于审稿人理解文章的内容，通过对学术内容的判断来决定文章的取舍，而不会因为语言问题导致直接退稿。作者需自行联系Springer推荐的编辑服务公司，协商编辑事宜。

- 理文编辑

For Authors from Japan

ジャーナルに論文を投稿する前に、ネイティブ・スピーカーによる英文校閲を希望されている方には、Edanz社をご紹介します。サービス内容、料金および申込方法など、日本語による詳しい説明はエダンズグループジャパン株式会社の下記サイトをご覧ください。

- エダンズグループ ジャパン

For Authors from Korea

영어 논문 투고에 앞서 원어민에게 영문 교정을 받고자 하시는 분들께 Edanz 회사를 소개해 드립니다. 서비스 내용, 가격 및

신청 방법 등에 대한 자세한 사항은 저희 Edanz Editing Global 웹사이트를 참조해 주시면 감사하겠습니다.

- Edanz Editing Global

General Rules for Abbreviations
Symbols and Abbreviations Commonly Used in

Journal of Plant Biology

In the text, use without definition the abbreviations in this list. Define other abbreviations alphabetically in an unnumbered footnote if the term is mentioned three or more times in the paper. Spell out words in title and abstract (except common chemical symbols such as ATP, RNA) and numerals that begin a sentence.

Abbreviations of Units of Measurement

Prefixes to the names of units

kilo (10^3) k

mega (10^6) M

giga (10^9) G

tera (10^{12}) T

deci (10^{-1}) d

centi (10^{-2}) c

milli (10^{-3}) m

micro (10^{-6}) μ

nano (10^{-9}) n

pico (10^{-12}) p

femto (10^{-15}) f

atto (10^{-18}) a