

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BOTÂNICA

**REDE DE INTERAÇÕES PLANTAS-VISITANTES FLORAIS EM UM
FRAGMENTO DE FLORESTA ATLÂNTICA NO NORDESTE BRASILEIRO**

**RECIFE- PE
2017**

GEIZA DE OLIVEIRA LIMA

**REDE DE INTERAÇÕES PLANTAS-VISITANTES FLORAIS EM UM
FRAGMENTO DE FLORESTA ATLÂNTICA NO NORDESTE BRASILEIRO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Botânica da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como requisito para a obtenção do grau de Mestra em Botânica.

RECIFE- PE

2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Biblioteca Central, Recife-PE, Brasil

L732r Lima, Geiza de Oliveira
 Rede de interações plantas-visitantes florais em um
 fragmento de floresta atlântica no nordeste brasileiro / Geiza de
 Oliveira Lima . – 2017.
 81 f.: il.

 Orientadora: Ana Virginia de Lima Leite.
 Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural de
 Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Botânica, Recife,
 BR-PE, 2017.
 Inclui referências e anexo(s).

 1. Plantas 2. Polinização 3. Rede de interações mutualísticas
 I. Leite, Ana Virginia de Lima, orient. II. Título

CDD 581

GEIZA DE OLIVEIRA LIMA

Rede de interações plantas-visitantes florais em um fragmento de Floresta Atlântica no
nordeste brasileiro

Dissertação defendida em 06.02.2017

Presidente da banca/ orientadora:

Profª Drª Ana Virginia de Lima Leite
Universidade Federal de Pernambuco (UFRPE)

Examinadores

Titulares:

Profª Drª Tarcila Correia de Lima Nadia (Titular)
Universidade Federal de Pernambuco (UFPE-CAV)

Profº Dr. Natan Messias de Almeida (Titular)
Universidade Estadual de Alagoas (UNEAL)

Dr. Artur Maia Wanderley (Titular)

Suplente:

Drª Patricia Barbosa de Lima
Universidade Federal de Pernambuco (UFRPE)

RECIFE, 2017

Agradecimentos

À minha mãe-avó, Maria Aurea Santos Lima por ter me instruído e me inserido na jornada acadêmica. Às minhas mães Deuza e Zuleide, mães adotiva e biológica respectivamente, por terem me dado a vida, cada uma de uma forma diferente. Às minhas tias-mães de coração Maria Aurea (filha), Isabel e Inês por sempre estarem me instruindo. Ao meu filho Gabriel, por me fazer querer ser uma pessoa melhor a cada dia.

Agradeço às professoras Ana Virginia Leite, Elisangela Bezerra e Cibele Castro pela paciência em me orientar nesses dois anos.

Agradeço a Douglas Melo pelas identificações das borboletas, ao professor Airton Carvalho (UAST-UFRPE) e as professoras Danuncia Urban (UFPA) e Favizia Freitas (UFBA), pelas identificações das abelhas e a professora Mirian Nunes Morales (UFL) pela identificação das benditas mosquinhas. Agradeço também a Genialdo por me ajudar nos metódicos cálculos de redes e a Ana Paula pelas identificações das plantas.

Agradeço a amizade e o incentivo de Silmar, Joana e Asenate que me apoiaram durante todo o mestrado. Agradeço a força, de Jorge Parra, um grande que está distante, mas que sempre me aconselhou a dar o meu melhor em tudo que eu fizesse na vida. Agradeço às minhas companheiras de campo, laboratório e lamúrias: Catarina, Bruna, Cristiane e Taís por todos os momentos em que estivemos juntas e pudemos, graças a nossa união, vencer os obstáculos; ao apoio e incentivo do pai de meu filho, Bruno, que me incentiva a continuar e seguir para o doutorado; à Carol, minha irmã do coração e a Artur Ribeiro pelo companheirismo, paciência e apoio. Enfim, agradeço a todos que direta ou indiretamente contribuíram para o desenvolvimento desse trabalho, inclusive ao meu fiel cãozinho Tobênio, que me fez rir nos momentos de angústia.

À CPRH, e a toda a equipe gestora da Estação Ecológica de Caetés pela concessão da área de estudo para a realização da pesquisa e por nos receber com tanto carinho.

Ao CNPQ pela concessão da bolsa, ao PPGb/UFRPE pela estrutura e assistência durante o desenvolvimento desse trabalho.

Lima, Geiza de Oliveira. Mestrado em Botânica. Universidade Federal Rural de Pernambuco. Rede de Interações plantas-visitantes florais em um fragmento de Floresta Atlântica no nordeste brasileiro. Orientadora: Dr^a Ana Virginia de Lima Leite. Coorientadoras: Dr^a Cibele Castro e Dr^a Elisangela Bezerra.

RESUMO GERAL

A vegetação herbácea desempenha importante função ecológica para ecossistemas florestais sobretudo com relação à interação com visitantes florais. A polinização é um processo ecológico indispensável para a reprodução da maioria das Angiospermas e essencial para a existência de animais que dependem dos recursos florais oferecidos pelas plantas. Interações entre herbáceas e visitantes florais são geralmente especializadas, no entanto, herbáceas presentes em bordas de florestas em processo de regeneração podem apresentar um sistema de polinização generalista para assegurar sua reprodução em ambientes antropizados. O objetivo deste estudo foi caracterizar as interações herbáceas e visitantes florais, identificando polinizadores e pilhadores, na borda de um fragmento de Floresta Atlântica. Análises de conectância, grau, dependência de interação entre as espécies, assimetria de dependência, especialização na comunidade e modularidade foram realizadas a partir da abordagem da Teoria de Redes Complexas. Nossos resultados mostram que abelhas foram os principais polinizadores e as moscas atuaram principalmente consumindo recurso sem polinizar. Herbáceas apresentaram-se mais dependentes dos insetos, enquanto que a maioria dos insetos visitaram grande parte das herbáceas. A rede de interações geral apresentou baixa conectância, e a rede de polinizadores foi menos especializada que a de pilhadores. Concluímos que uma parte das interações herbáceas-visitantes florais ocorre aleatoriamente e a outras interações são especializadas. Isso pode indicar o restabelecimento de interações entre estas plantas e a guilda de insetos que delas dependem de alguma forma. Informações dessa natureza são importantes para a conservação das herbáceas de borda de fragmentos de floresta ainda em fase de restauração ecológica, pois evidenciam a importância de espécies desse hábito na manutenção de insetos, bem como o oposto.

Palavras-chave: melitofilia, polinização, rede de interações mutualísticas.

Lima, Geiza de Oliveira. Mestrado em Botânica. Universidade Federal Rural de Pernambuco. Networks interações between plants and floral visitors in a fragment of the Atlantic Forest in northeastern Brazil. Orientadora: Dr^a Ana Virginia de Lima Leite. Coorientadoras: Dr^a Cibele Castro e Dr^a Elisangela Bezerra.

ABSTRACT

Herbaceous vegetation plays an important ecological role for forest ecosystems, especially in relation to interaction with flower visitors. Pollination is an indispensable ecological process for the reproduction of most Angiosperms and essential for the existence of animals that depend on the floral resources offered by the plants. Interactions between herbaceous and floral visitors are generally specialized; however, grasses present on forest edges in the process of regeneration may present a generalist pollination system to ensure their reproduction in anthropogenic environments. The objective of this study was to characterize herbaceous interactions and floral visitors, identifying pollinators and plunderers, on the edge of a fragment of the Atlantic Forest. Connectivity, degree, interaction dependence among species, dependency asymmetry, community specialization and modularity were performed based on the Complex Networks Theory approach. Our results show that bees were the main pollinators and the flies acted mainly consuming resource without pollinating. Herbaceous plants were more dependent on insects, while most insects visited most herbaceous plants. The general interaction network showed low connectivity, and the pollinator network was less specialized than that of plover. We conclude that a part of the floral herbaceous-visitors interactions occurs randomly and other interactions are specialized. This may indicate the reestablishment of interactions between these plants and the guild of insects that depend on them in some way. Information of this nature is important for the conservation of the herbaceous edge of fragments of forest still in the phase of ecological restoration, as evidences the importance of species of this habit in the maintenance of insects, as well as the opposite.

Key-words: melittophily, pollination, mutualistic network.

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Interações registradas entre os visitantes florais (linhas) e plantas (colunas) da Estação Ecológica de Caetés, destacando: abelhas, borboletas, moscas e vespas. Valores hachurados expressam atividade de pilhagem. Os nomes abreviados das espécies podem ser visualizados nos anexos 1 e 3. Na coluna à direita destacada na cor verde, está o somatório das interações inseto-planta. 50
- Tabela 2.** Análise da dependência polinizador-planta (D_{ji}) registrada na assembleia de espécies de plantas ruderais da Estação Ecológica de Caetés. Os nomes abreviados das espécies podem ser visualizados nos anexos 1 e 3. 52
- Tabela 3.** Análise da dependência planta-polinizador (D_{ij}) registrada na assembleia de espécies de plantas ruderais da Estação Ecológica de Caetés. Os nomes abreviados das espécies podem ser visualizados nos anexos 1 e 3. 53
- Tabela 4.** Análise da assimetria de dependência planta-polinizador registrada na assembleia de espécies de plantas ruderais da Estação Ecológica de Caetés. As primeiras interações expressam os maiores valores de assimetria e os destaques em azul as interações independentes. Os nomes abreviados das espécies podem ser visualizados nos anexos 1 e 3. 54

LISTA DE FIGURAS

- Fig. 1.** Localização da Estação Ecológica de Caetés, Pernambuco, Brasil. O ponto amarelo em destaque (denominado marcador sem título) indica o local do estudo. 55
Fonte: Google Earth.
- Fig. 2.** Ilustração da rede de interações plantas-visitantes florais da Estação Ecológica de Caetés, Pernambuco, Brasil. Os círculos amarelos representam as plantas, os triângulos verdes representam as abelhas, os vermelhos representam as borboletas, os azuis representam as moscas e os róseos representam as vespas. 56
- Fig. 3.** Frequência de visitas por grupo taxonômico de inseto para cada planta observada na borda da floresta da Estação Ecológica de Caetés. Os nomes abreviados das espécies podem ser visualizados no anexo 1. 57
- Fig. 4.** Quantidade e natureza das visitas por planta observada na borda da Estação Ecológica de Caetés. Os nomes abreviados das espécies podem ser visualizados no anexo 1. 58
- Fig. 5.** Análise qualitativa e quantitativa das interações por planta, observada na borda da floresta da Estação Ecológica de Caetés. Os nomes abreviados das espécies podem ser visualizados no anexo 1. 59
- Fig. 6.** Análise da natureza das visitas por grupo taxonômico, observadas nas interações plantas-visitantes florais na borda da Estação Ecológica de Caetés. A terceira coluna, denominada “misto” representa a dupla atuação de alguns visitantes florais, como polinizadores e pilhadores 60
- Fig. 7.** Rede de interações plantas-visitantes florais da Estação Ecológica de Caetés, Pernambuco, Brasil. Os nomes abreviados das espécies podem ser visualizados nos anexos 1 e 3. As linhas mais delgadas representam poucas interações enquanto que as mais espessas representam mais interações. A largura das barras representa a quantidade de interações para cada espécie. 61

Fig. 8. Rede de interações plantas-polinizadores da Estação Ecológica de Caetés, Pernambuco, Brasil. Os nomes abreviados das espécies podem ser visualizados nos anexos 1 e 3. As linhas mais delgadas representam poucas interações enquanto que as mais espessas representam mais interações. A largura das barras representa a quantidade de interações para cada espécie. 62

Fig. 9. Rede de interações plantas-pilhadores da Estação Ecológica de Caetés, Pernambuco, Brasil. Os nomes abreviados das espécies podem ser visualizados nos anexos 1 e 3. As linhas mais delgadas representam poucas interações enquanto que as mais espessas representam mais interações. A largura das barras representa a quantidade de interações para cada espécie. 63

Fig. 10. Distribuição do grau da rede plantas-visitantes florais da Estação Ecológica de Caetés, Pernambuco, Brasil: a) espécies de baixo nível trófico; b) espécies de alto nível trófico. 64

Fig. 11. Análise da Modularidade na rede plantas-visitantes florais da borda de floresta da Estação Ecológica de Caetés, Pernambuco, Brasil. As plantas estão nas linhas e os insetos nas colunas. Não foram identificados sub-grupos coesos na rede e a distribuição aleatória das interações é visualizada nos quadrados preenchidos. 65

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	12
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
Plantas herbáceas e subarbustivas de Floresta Atlântica.....	14
Rede de interações ecológicas.....	16
Rede mutualística planta-polinizador.....	17
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	18
Artigo a ser enviado ao periódico	25
RESUMO	26
INTRODUÇÃO	27
MATERIAIS E MÉTODOS	29
Espécies vegetais estudadas e frequência de visitas	30
Análise da rede de interações	31
RESULTADOS	32
Composição da assembleia de plantas e seus visitantes florais	32
Estrutura das redes: planta-visitante floral, planta-polinizador e planta-pilhador.....	34
DISCUSSÃO	36
Plantas, visitantes florais e suas interações	36
Estrutura das redes: planta-visitante floral, planta-polinizador e planta-pilhador	40
AGRADECIMENTOS	42
REFERÊNCIAS	43
ANEXOS	66

1. INTRODUÇÃO GERAL

As sinúsias herbácea e subarbusciva em borda de floresta desempenham importante função ecológica nos ecossistemas terrestres. Herbáceas e subarbuscos contribuem com a melhoria das condições edáficas através da interação com o meio físico em processos de regeneração florestal (MARASCHIN-SILVA et al., 2009), além de apresentarem grande diversidade e serem capazes de determinar a sucessão inicial de espécies de estratos maiores, tais como as arbóreas (GILLIAM, 2007). Espécies de borda de floresta apresentam alta diversidade e podem estar presentes apenas nas bordas ou ter uma distribuição mais ampla (ERDÖS et al., 2013), favorecendo a dinâmica florestal. Apesar dessas contribuições ecológicas, a vegetação herbácea, ainda é pouco estudada quanto à composição e estrutura em regiões tropicais e subtropicais (MÜLLER; WAECHTER, 2001).

Além dessas funções ecológicas, existe a relevância das herbáceas em interação com visitantes florais. A floração da comunidade herbácea é um dos fatores reguladores da distribuição de diversos visitantes através da oferta de recursos florais (BOSCH et al., 1997). Sendo assim, estudos acerca da interação planta-polinizador podem fornecer valiosas informações sobre processos adaptativos/coevolutivos, dinâmica reprodutiva e estrutura de comunidades (BAWA, 1990) ressaltando o papel dos polinizadores na estabilidade dos ecossistemas (POTTS et al., 2010).

Bawa et al. (1985), caracterizaram os sistemas de polinização generalistas de pequenas flores de cor esverdeada ou branca e polinizadas por pequenos insetos, na Síndrome D.P.I. (diversos pequenos insetos). Porém, várias espécies herbáceas e subarbuscivas de Floresta Atlântica vêm sendo estudadas quanto à polinização, com registros de ambofilia (COSTA; MACHADO, 2012), interações com os mais variados grupos de polinizadores, tais como abelhas (especializadas ou não) (NADIA; MACHADO, 2005, LEITE; MACHADO, 2007), moscas (MACHADO; LOYOLA, 2000), beija-flores (MISSAGIA; VERÇOZA, 2011), (SIGRIST; SAZIMA, 2002) beija-flores e borboletas, e morcegos (MACHADO et al., 1998). No entanto, estes foram estudos com espécies isoladas.

Em relação a comunidades vegetais, há registros de trabalhos direcionados à polinização de famílias, como o de Grombone-Guarantini et al. (2004), que identificaram himenópteros e lepidópteros como os principais polinizadores de

espécies do gênero *Bidens* (Asteraceae). Quirino e Machado (2001) estudaram a biologia da polinização de três espécies da família Combretaceae, onde observaram 20 espécies de visitantes florais, lepdópteros e hymenópteros, sendo *A. mellifera* a abelha mais frequente; Sigrist e Sazima (2002) estudaram a floração e polinização da subarbustiva *Ruellia brevifolia* Pohl, identificando beija-flores e borboletas como polinizadores com variação de acordo com a densidade floral. Paz e Pigozzo (2013) constataram que as abelhas são predominantemente, os principais visitantes florais de Convolvulaceae e defendem que sejam realizados mais estudos sobre visitantes florais em nível de comunidades.

Para compreender o amplo contexto das inter-relações nas comunidades biológicas, podem ser utilizados conceitos de redes complexas, que tem colaborado grandemente com o estudo dos sistemas biológicos (ALBERT; BARABÁSI, 2000; PROULX et al., 2005; GUIMARÃES JR., 2010). Além de revelar a ocorrência das interações, as métricas de redes complexas ressaltam a natureza das mesmas (HILLEBRAND; MATTHIESSEN, 2009). Cada espécie é um componente diferenciado nas relações ecossistêmicas, onde a biodiversidade tem um papel chave na manutenção e funcionamento do mesmo. O equilíbrio dos ecossistemas depende tanto de espécies com diferentes papéis funcionais quanto de espécies com funções similares (BLÜTHGEN et al., 2007; 2008; BLÜTHGEN; KLEIN, 2011).

No presente estudo, buscamos avaliar as interações entre visitantes florais e espécies herbáceas e subarbustivas com o objetivo de caracterizar a estrutura das redes de polinização e de pilhagem e quantificar a dependência ecológica relativa entre as espécies. Para isso, buscamos responder as seguintes perguntas: Espécies herbáceas e subarbustivas de borda de floresta interagem aleatoriamente com uma ampla gama de visitantes florais generalistas por estarem em ambiente antropizado? Quais as espécies mais generalistas e as mais especialistas da comunidade? Qual das duas redes, polinização ou pilhagem, é mais especializada?

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

PLANTAS HERBÁCEAS E SUBARBUSTIVAS DE FLORESTA ATLÂNTICA

Conforme um levantamento florístico realizado por Martins-Ramos et al. (2011) espécies herbáceas e subarbustivas além de serem encontradas em ambientes heterogêneos, são mais abundantes que as arbóreas. Herbáceas e subarbustivas contribuem com a diversidade do sub-bosque de Floresta Atlântica (KOZERA et al., 2009), portanto são úteis em estudos sobre as condições ambientais e o estado de conservação de comunidades florestais (MÜLLER; WAECHTER, 2001), estágios de regeneração florestal a partir da estimativa de sua riqueza (POLISEL, 2011) e pela interação com o ambiente abiótico contribuindo com as condições edáficas e regeneração da vegetação durante a sucessão secundária (MARASCHIN-SILVA et al., 2009).

A regeneração florestal é um processo de sucessão secundária em uma comunidade ou ecossistema, que ocorre em uma área desmatada que onde anteriormente existia floresta (CHAZDON et al., 2012). A composição, dinâmica e diversidade da vegetação herbácea responde de forma diferente a distúrbios naturais e antrópicos, devido ao tipo e severidade, como também ocorre variação entre ecorregiões e tipos florestais na sucessão inicial de habitats (ELLIOTT et al., 2011).

Além dessas contribuições ecológicas, plantas herbáceas e subarbustivas interagem com diversas espécies de visitantes florais, o que é importante para a polinização. A polinização é a transferência de grãos de pólen para o estigma da flor (BRONSTEIN et al., 2006) e se bem-sucedida, leva a formação de frutos com sementes viáveis, beneficiando o sucesso reprodutivo vegetal. Nesse contexto, polinizadores realizam um trabalho essencial na maioria dos ecossistemas, necessário para a manutenção de comunidades de plantas (POTTS et al., 2010) e conforme Santos et al., (2009), a melitofília é a síndrome predominante em fragmentos de Floresta Atlântica, tanto no interior como na borda da vegetação.

Apesar da relevante interação com visitantes florais, a maior parte dos trabalhos sobre a interação dos visitantes florais com herbáceas e subarbustivas em floresta tropical aborda poucas espécies ou gêneros e poucos tratam de comunidades, deixando lacunas a serem preenchidas quanto ao conhecimento geral sobre a importância ecológica dessas plantas.

Machado et al., (1998) verificaram a polinização por morcegos na espécie *Irlbachia alata* Aubl. (Gentianaceae); Machado e Loyola (2000) estudaram a partilha de polinizadores da família Syrphidae, entre *Borreria alata* DC. (Rubiaceae) e *Cordia multispicata* Cham. (Boraginaceae); Nadia e Machado (2005) verificaram que a polinização por vibração em duas espécies do gênero *Sauvagesia* L. (Ochnaceae) é dependente de quatro espécies de abelhas das famílias Apidae e Halictidae.

Leite e Machado (2007), estudaram a polinização de *Stromanthe porteana* A. Gris. e *Ischinosiphon gracilis* Rudge. (Koern) (Marantaceae), identificando beija-flores e abelhas da tribo Euglossini (Apinae), respectivamente, como os polinizadores efetivos; Missagia e Verçoza (2011) estudaram a reprodução de *Heliconia spathocircinata* Aristeg (Heliconiaceae), identificando beija-flores como polinizadores efetivos, alguns insetos pilhadores e oferta de recurso para a fauna antófila do ambiente; Costa e Machado (2012) estudaram o sistema reprodutivo de *Rhynchospora ciliata* (Vahl) Kukenth (Cyperaceae) e constataram a ambofilia como estratégia reprodutiva.

Estudos em comunidades foram realizados por Grombone-Guaratini et al. (2004) que estudaram a comunidade de polinizadores de três espécies de *Bidens* L. (Asteraceae), Kaehler et al. (2005) estudaram a polinização de oito espécies de bromélias herbáceas, caracterizando as guildas de polinizadores formada por morcegos, beija-flores e abelhas; Santana e Machado (2010) estudaram a polinização de cinco espécies de bromélias ornitófilas polinizadas por sete espécies de beija-flores e três de abelhas. Matias e Consolaro (2015) analisaram aspectos reprodutivos, incluindo a polinização da família Acanthaceae e identificaram beija-flores, abelhas, borboletas, morcegos e besouros como polinizadores.

As interações planta-polinizador em florestas tropicais podem explicar a coevolução, pois neste bioma existe grande riqueza e especialização na polinização biótica, sendo possível avaliar os efeitos dessas interações na estrutura de comunidades vegetais (BAWA, 1990). De acordo com Murcia (1996), a fragmentação florestal pode causar efeitos diretos e indiretos em plantas e polinizadores, como, por exemplo, mudanças na densidade floral e redução no número de visitantes florais. Fragoso e Varanda (2011), argumentam que a recuperação da biodiversidade e dos processos ecológicos, como o estabelecimento

de interações biológicas, são essenciais em áreas sob processo de restauração, porém, estudos acerca dessas interações geralmente envolvem mais as espécies arbóreas.

REDE DE INTERAÇÕES ECOLÓGICAS

A Teoria de Redes Complexas facilita a compreensão do funcionamento de sistemas complexos, sendo assim, utilizada em estudos sobre ecossistemas naturais (AMARAL; OTTIMO, 2004). As análises são baseadas na frequência das interações, ou seja, no número de visitas realizadas à planta por um determinado visitante floral, desses valores de visitas obtemos a conectividade da rede, que envolve análises como a conectância (C). Tal termo que representa todas as interações observadas e ressalta o grau de dependência entre as espécies (JORDANO, 1987). A conectância é obtida pela fórmula: $C=I/(AP)$, onde I representa o número das interações observadas e P e A correspondem ao número de espécies de plantas e animais respectivamente.

A análise de conectividade inclui ainda o grau de espécie, através do número total de interações que incidem sobre uma espécie, sendo assim um alto valor de grau representa a generalização (DORMANN, 2011). Vale salientar que diferenças na abundância das espécies podem prejudicar a interpretação do grau (GUIMARÃES JÚNIOR, 2010; STANG et al., 2009). Em algumas redes mutualísticas a distribuição do grau, ou seja, do número de ligações por espécie, segue sem interrupções, mas na maioria das redes, é regida por fatores ecológicos que limitam a interação entre espécies, a “Lei de Potência Truncada”, que é representada por um corte acentuado em valores de alto grau (VÁZQUEZ et al., 2009). Além dessas métricas, existe ainda a força da espécie é uma extensão quantitativa do grau, descrita pela soma da dependência de uma planta por um determinado animal ou de um animal por uma planta específica (BASCOMPTE; JORDANO, 2007).

A estrutura das interações em comunidades pode apresentar três tipos de configuração: 1) em gradiente, quando as interações aparecem ao longo da diagonal, como uma faixa; 2) em compartimentos, onde se observa subconjuntos de animais e plantas com mais interação dentro do subconjunto do que com outras espécies fora dele, ou 3) aninhada, caracterizada por espécies de animais especialistas associadas principalmente as plantas mais generalistas, ou seja, que interagem com uma quantidade maior de espécies (LEWINSOHN et al., 2006).

Redes mutualísticas apresentando de modo geral, estrutura aninhada, ou seja, espécies generalistas interagem entre si e com subconjuntos de espécies especialistas, assim, existe uma coesão nas interações que propiciam a persistência de espécies raras na comunidade (BASCOMPTE et al., 2003).

A especialização de uma espécie refere-se ao número de parceiros que ela possui, considerando todos os potenciais parceiros da rede (BASCOMPTE et al., 2006) e de acordo com Mello et al., (2011), a especialização ecológica seria a melhor maneira de utilizar diferentes fontes de recursos conforme a disponibilidade dos mesmos. O índice de especialização na rede (H_2'), varia de 0 (completa generalização) a 1 (completa especialização) (BLÜTHGEN et al., 2006).

A modularidade, que representa mais interações entre espécies dentro de módulos do que com espécies de outros módulos da rede (OLESEN et al., 2007) pode ser identificada por interações muito específicas devido a, por exemplo, espécies conectoras que mantêm determinados serviços ecológicos (BEZERRA et al., 2009) e pela influência de espécies antagonistas (GENINI et al., 2010) que influenciam a estrutura em módulos.

De acordo com Guimarães Jr. (2010), a abordagem de redes complexas permite investigar não apenas a estrutura de redes mutualísticas, mas a evolução das interações entre as espécies. É importante entender quais fatores condicionam a estrutura de uma rede (BASCOMPTE; JORDANO, 2006; BASCOMPTE, 2010), para assim caracterizar a dinâmica das interações planta-polinizador e realçar padrões encontrados em comunidades interativas (ATMAR; PATTERSON, 1993; OLESEN et al., 2006, 2007).

REDE MUTUALÍSTICA PLANTA-POLINIZADOR

Sistemas de polinização são importantes na configuração de redes, pois os padrões estruturais em uma sub-rede podem nos ajudar a entender por que e de que forma e as interações variam no tempo e no espaço (CARSTENSEN et al., 2016).

O papel ecológico dos parceiros mutualísticos pode ser evidenciado pela análise da dependência, que representa o quanto cada planta depende de cada animal através da razão entre as visitas que a planta recebe de cada polinizador pelo somatório de todas as interações observadas (DORMANN et al., 2011). Da mesma forma, também pode ser calculada no sentido inverso, para cada animal. Assim, obtêm-se a

dependência planta-animal (Dpa) e a dependência animal-planta (Dap). Associado a este fator, a análise da assimetria investiga possíveis aleatoriedades na rede, podendo apresentar valores entre 0 (para uma interação simétrica) e 1 (para uma interação assimétrica) (VÁSQUEZ et al., 2007). Deste modo, as fracas interações são caracterizadas por forte assimetria e pouca dependência, percebidas diretamente na configuração da rede (BASCOMPTE et al., 2006).

Estudos das redes de interações planta-polinizador auxiliam a compreensão de diversas questões ecológicas, como por exemplo, a tolerância à extinção antrópica de polinizadores (MEMMOTT et al., 2004; KAISER-BUNBURY et al., 2010), a ocorrência de um subgrupo com elevada importância ecológica dentro de uma rede de polinização (MELLO et al., 2011), a fusão de vários tipos de interação no estudos de rede, visando a compreensão da dinâmica ecológica e evolutiva das comunidades (FONTAINE et al., 2011), a relação entre síndromes de polinização e a existência de grupos funcionais (DANIELLI-SILVA et al., 2012), e a deposição polínica como alternativa para identificar polinizadores efetivos (BALLANTYNE et al., 2015).

Conclui-se que, a abordagem de rede de interações fornece suporte para analisar dados de várias áreas da biologia, inclusive da ecologia da polinização.

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBERT, R.; BARABÁSI, A. L. Topology of Evolving Networks: Local Events and Universality, **Physical Review Letters**, v.85, n.24, p.5234-5237, dez. 2000

AMARAL, L.A.N.; OTTIMO, J. M. Complex Networks: Augmenting the framework for the study of complex systems, **The European Physical Journal B**, v.38, p. 147-162, mar. 2004.

ATMAR, W.; PATTERSON, B.D. The measure of order and disorder in the distribution of species in fragmented habitat, **Oecologia**, v.96, n.3, p. 373-382, jul.1993.

BALLANTYNE, G.; BALDOCK, K.C.R.; WILLMER, P. G. Constructing more informative plant-pollinator networks: visitation and pollen deposition networks in a heathland plant community, **The Royal Society Publish**, p.01-09, ago. 2015.

BASCOMPTE, J. Structure and dynamics of ecological networks, **Science**, v.329, n.5993, p. 765-766, ago. 2010.

BASCOMPTE, J. et al. The nested assembly of plant-animal mutualistic networks, **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 100, n.16, p. 9383-9387, jun. 2003.

BASCOMPTE, J.; JORDANO, P. The structure of plant-animal mutualistic networks. *In*: Pascual, M.; Dunne, J, **Ecological Networks Oxford University Press**, 143-159, 2006.

BASCOMPTE, J.; JORDANO, P. Plant-Animal Mutualistic Networks: The Architecture of Biodiversity, **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, v. 38, p.567-593, dez. 2007.

BASCOMPTE, J.; JORDANO, P.; OLESEN J, M. Asymmetric coevolutionary networks facilitate biodiversity maintenance, **Science**, v.312, n. 5772, p. 431–433, abr. 2006.

BAWA, K. S.; PERRY, D. R.; BEACH, J. H. Reproductive Biology of Tropical Lowland Rain Forest Trees. I. Sexual Systems and Incompatibility Mechanisms, **American Journal of Botany**, v.72, n.3, p. Mar. 1985.

BAWA, K. S. Plant-Pollinator Interactions in Tropical Rain Forests, **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 21, p.399-422, nov.1990.

BEZERRA, E. L. S.; MACHADO, I. C.; MELLO, M. A. Pollination networks of oil-flowers: a tiny world within the smallest of all worlds, **Journal of Animal Ecology**. v. 78, p. 1096-1101, 2009.

BLÜTHGEN, N.; MENZEL, F.; BLÜTHGEN, N. Measuring specialization in species interaction networks, **BMC Ecology**, v. 6, n.9, ago. 2006.

BLÜTHGEN, N. et al. Specialization, Constrains and Conflicting Interests in Mutualistic Networks, **Current Biology**, v. 17, p. 341-346, fev. 2007.

BLÜTHGEN, N. et al. What do interaction network metrics tell us about specialization and biological traits, **Ecology**, v. 89, n. 12, p. 3387–3399, dez. 2008.

- BLÜTHGEN, N.; KLEIN, A. M. functional complementarity and specialisation: the role of biodiversity in plant–pollinator interactions, **Basic and Applied Ecology**, v.12, n. 4, p.282–291, jun. 2011.
- BOSCH, J; RETANA, J.; CERDA, X. Flowering phenology, floral traits and pollinator composition in a herbaceous Mediterranean plant community, **Oecologia** v.109, n.4, p.583–591,1997
- BRASIL. Agência Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (CPRH) **Plano de Manejo Estação Ecológica Caetés, Fase I**. Recife, 2006.
- BRASIL. Agência Estadual de Meio Ambiente (CPRH) **Plano de Manejo Estação Ecológica Caetés (Vol II), Zoneamento e Programas de Manejo**. Recife, 2012.
- BRONSTEIN J. L.; ALARCÓN, R.; GEBER, M. The evolution of plant-insect mutualisms, **New Phytologist**, v.172, p.412–428, jul. 2006.
- CARSTENSEN, D. W.; SABATINO, M.; MORELLATO, L. P. C. Modularity, pollination systems, and interaction turnover in plant-pollination networks across space, **Ecology**, mai. 2016.
- COSTA, A. C. G.; MACHADO, I. C. Flowering dynamics and pollination system of the sedge *Rhynchospora ciliata* (Vahl) Kükenth (Cyperaceae): does ambophily enhance its reproductive success? **Plant Biology**, v.14, n.6, p.881–887, mai.2012.
- CHAZDON, R. Regeneração de Florestas Tropicais, **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi Ciências Naturais**, v.7, n.3, p.195-218. set-dez. 2012.
- DANIELLI-SILVA, A. et al. Do pollination syndromes cause modularity and predict interactions in a pollination network in tropical high-altitude grasslands? **Oikos**, v.121, p.35-43, 2012.
- DORMANN, C. F. How to be a specialist? Quantifying specialization in pollination networks, **Network Biology**, v.1, n.1, p.1-20, mai.2011.
- ELLIOTT, K. J.; HARPER, C. A.; COLLINS, B. **Herbaceous Response to Type and Severity of Disturbance**, cap.7 p. 97-119, 2011.
- FONTAINE, C. et al. The ecological and evolutionary implications of merging different types of networks, **Ecology Letters**, v. 14 p. 1170-1181, 2011.

- FRAGOSO, F. P.; VARANDA, E. M. Flower-Visiting Insects of Five Tree Species in a Restored Area of Semideciduous Seasonal Forest, **Neotropical Entomology**, v. 40, n.4, p. 431-435, 2011.
- GENINI, J. et al. Cheaters in mutualism networks, **Biology Letters**, v. 1, p. 1-4, 2010.
- GILLIAM, F.S. The Ecological Significance of the Herbaceous Layer in Temperate Forest Ecosystems, **BioScience**, v. 57, n.10, p.845-858. nov. 2007.
- GROMBONE-GUARATINI, M.T.; SOLFERINI, V. N.; SEMIR, J. Reproductive biology in species of *Bidens* L. (Asteraceae), **Science Agric.**, v.61, n.2, p.185-189, mar-abr. 2004.
- GUIMARÃES-JÚNIOR, P. R. A estrutura e a dinâmica evolutiva de redes mutualísticas, **Ciência & Ambiente**, v. 39, p.137-148, jul-dez. 2010.
- HERDÖS, L. et al. Species composition and diversity of natural edges: edge responses and local edge species, **Community ecology**, v.14, n.1, p. 48-58, set. 2013.
- HILLEBRAND, H.; MATTHIESSEN B. Biodiversity in a complex world: consolidation and progress in functional biodiversity research, **Ecology letters**, v.12, n.12, p.1405–1419, dez. 2009.
- JORDANO, P. Patterns of mutualistic interactions in pollination and seed dispersal: connectance, dependence asymmetries, and coevolution, **American Naturalist**, v.129 n.125, p.657–677, mai. 1987.
- KAEHLER, M; VARASSIN, I.G.; GOLDENBERG, R. Polinização em uma comunidade de bromélias em Floresta Atlântica Alto-Montana no Estado do Paraná, Brasil, **Revista Brasileira de Botânica**, v.28, n.2, p.219-228, abr-jun. 2005.
- KAISER-BUNBURY, C. N. et al. The robustness of pollination networks to the loss of species and interactions: a quantitative approach incorporating pollinator behaviour, **Ecology Letters**, v. 13, p. 442-452, 2010.
- KOZERA, C.; RODRIGUES, R.R.; DITTRICH, V. A. O. Composição florística do sub-bosque de uma Floresta Ombrófila Densa-Montana, Morretes, PR, Brasil **Floresta**, v.39, n. 2, p. 323-334, abr-jun. 2009.

LEITE, A.V.L.; MACHADO, I.C. Fenologia reprodutiva, biologia floral e polinizadores de duas espécies simpátricas de Marantaceae em um fragmento de Floresta Atlântica, Nordeste do Brasil, **Revista Brasileira de Botânica**, v.30, n.2, p.221-231, jun. 2007.

LEWINSOHN, T. M.; LOYOLA, R. D.; PRADO, P. I. Matrizes, redes e ordenações: A detecção de estrutura em comunidades interativas, **Oecologia Brasiliensis**, v.10, n.1, p. 90-104, 2006.

MACHADO, I.C.; SAZIMA, I.; SAZIMA, M. Bat pollination of the terrestrial herb *Irlbachia alata* (Gentianaceae) in northeastern Brazil, **Plant Systematics and Evolution**, v.209, p.231-237, out.1998.

MACHADO, I.C.; LOIOLA, M.I. Fly pollination and pollinator sharing in two synchronopatric species: *Cordia multispicata* (Boraginaceae) and *Borreria alata* (Rubiaceae), **Revista Brasileira de Botânica**, v.23, n.3, p.305-311, set. 2000.

MARASCHIN-SILVA, F.; SCHERER, A.; BAPTISTA, L.R.M. Diversidade e estrutura do componente herbáceo-subarbustivo em vegetação secundária de Floresta Atlântica no sul do Brasil 1, **Revista Brasileira de Biociências**, v.7, n.1, p.53-65, mar. 2009.

MARTINS-RAMOS, D. et al. Florística de Floresta Ombrófila Mista Alto-Montana e de Campos em Urupema, Santa Catarina, Brasil, **Revista Brasileira de Biociências**, v.9, n.2, p. 156-166, abr-jun. 2011.

MATIAS, R.; CONSOLARO H. Polinização e sistema reprodutivo de Acanthaceae juss. no Brasil: Uma revisão, **Bioscience Journal**, v. 31, n. 3, p. 890-907, mai-jun 2015.

MELLO, M.A.R. et al. High Generalization in flower-visiting networks of social wasps, **Acta Ecologica**, v.37, p. 37-42. jan-fev. 2011.

MEMMOTT, J.; WASER, N. M.; PRICE, M. V. Tolerance of pollination networks to species extinctions, **Proc. R. Soc. Lond. B.**, v. 271, p.2605–2611, dez, 2004.

MISSAGIA, C.C.C.; VERÇOZA, F.C. Fenologia reprodutiva, polinização e frutificação de *Heliconia spathocircinata* Aristeg (Heliconiaceae) em fragmento

de Floresta Atlântica do município do Rio de Janeiro, **Biotemas**, v.24, n.3, p.13-23, set. 2011.

MULLER, S.C.; WAECHTER, J.L. Estrutura sinusal dos componentes herbáceo e arbustivo de uma floresta costeira subtropical, **Revista Brasileira de Botânica**, v.24, n 4, p.395-406, dez.2001.

MURCIA, C. **Forest patches in tropical landscapes**, Forest fragmentation and the pollination of Neotropical plants, cap. 2, p. 19-36, 1996.

NADIA, T.L.; MACHADO, I.C. Polinização por vibração e sistema reprodutivo de duas espécies de *Sauvagesia* L. (Ochnaceae), **Revista Brasileira de Botânica**, v.28, n.2, p.255-265, abr-jun. 2005.

OLESEN, J.M. et al. The smallest of all worlds: Pollination networks, **Elsevier**, v. 240, n.2, p. 270-276, mai. 2006.

OLESEN, J.M. et al. The modularity of pollination networks, **Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA**, v. 104, p.19891–19896, out. 2007.

PAZ, J. R. L.; PIGOZZO, C. M. Guilda de visitantes florais de quatro espécies simpátricas de Convolvulaceae: composição e comportamento¹, **Acta Biológica Paranaense**, v. 42, p. 7-27, 2013.

POLISEL, R. T. Florística e fitossociologia do estrato herbáceo e da regeneração arbórea de trecho de floresta secundária em Juquitiba, SP, Brasil, **Ciência Florestal**, v.21, n. 2, p. 229-240, abr-jun.2011.

POTTS, S.G. et al. Global pollinator declines: trends, impacts and drivers, **Trends in Ecology and Evolution**, v.25, p.345-353, jun. 2010.

PROULX, S.R.; PROMISLOW, D.E.L.; PHILLIPS, P.C. Network thinking in ecology and evolution, **Trends in ecology and evolution**, v.20, n.6, p.345-353, jun. 2005.

QUIRINO, Z. G. M.; MACHADO, I. C. Biologia da polinização e da reprodução de três espécies de *Combretum* Loefl. (Combretaceae), **Revista Brasileira de Botânica**, v.24, n.2, p. 181-193, jun. 2001.

SANTANA, C.S.; MACHADO, C.G. Fenologia de floração e polinização de espécies ornitófilas de bromeliáceas em uma área de campo rupestre da Chapada Diamantina, BA, Brasil, **Revista Brasileira de Botânica**, v.33, n.3, p.469-477, jul.-set. 2010

SANTOS, M. F. O; QUEIROZ, E. P.; PIGOZZO, C.M. Síndromes de polinização em fragmento urbano de Mata Atlântica do 19º Batalhão de Caçadores, Cabula, Salvador, Bahia, **Candombá**, v.5, n.1, p. 26-39, jan-jun. 2009.

SIGRIST, M. R.; SAZIMA, M. *Ruellia brevifolia* (Pohl.) Ezcurra (Acanthaceae): fenologia da floração, biologia da polinização e reprodução, **Revista Brasileira de Botânica**, v. 25, n.1, p.35-42, mar. 2002

STANG, M. et al. Size-specific interaction patterns and size matching in a plant–pollinator interaction web, **Annals of Botany**, v.103, p.1459–1469, jun. 2009.

VÁZQUEZ, D.P. et al. Species abundance and asymmetric interaction strength in ecological networks, **Oikos**, v. 116, p. 120-127, mar. 2007.

Rede de interações plantas-visitantes florais: Qual o perfil dessas interações em
borda de fragmentos florestais?

**Artigo a ser enviado ao
Periódico Journal of Plant
Ecology.**

Rede de interações plantas-visitantes florais: Qual o perfil dessas interações em
borda de fragmentos florestais?

Geiza de Oliveira Lima¹; Cibele Cardoso de Castro²; Elisangela Lucia de Santana
Bezerra³; Ana Virgínia Leite^{3*}

¹ Programa de Pós-Graduação em Botânica, Departamento de Biologia, Univ. Federal Rural de Pernambuco, Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos. Recife, PE 52171-900, BR. Tel: +55 (081) 3320-6351.

² Prof. Associado, Univ. Federal Rural de Pernambuco–Centro Acadêmico de Garanhuns.

³ Prof. Adjunto, Departamento de Biologia, Univ. Federal Rural de Pernambuco; E-mail: anavlleite@yahoo.com.br

RESUMO

Objetivos

Devido às funções ecológicas que plantas herbáceas e subarborescentes desempenham nos ecossistemas florestais, inclusive pela interação com visitantes florais, nosso objetivo foi investigar a estrutura da rede de interações plantas-visitantes florais, diferenciando polinizadores de pilhadores.

Métodos

Analisamos as interações plantas-visitantes florais a partir da frequência e do tipo de visita para diferenciar, polinizadores de pilhadores. Utilizamos alguns conceitos da Teoria de Redes Complexas para analisar: a conectância na rede, o grau de espécie, a distribuição do grau, a dependência relativa entre espécies nas interações planta-polinizador e polinizador-planta, a força da assimetria de dependência dessas interações. Verificamos ainda, o índice de especialização nas redes de pilhagem e de polinização (H_2'), o Aninhamento e a ocorrência da Modularidade.

Descobertas importantes

Das 48 espécies de insetos, as abelhas foram os polinizadores mais frequentes, moscas realizaram mais visitas para pilhagem de recursos e borboletas desempenharam um papel misto, envolvendo pilhagem e polinização de 12 espécies herbáceas e subarborescentes. A análise da dependência relativa da interação planta-polinizador aponta que 48,64% das plantas dependem de quase todos os grupos de insetos e que apenas uma espécie de abelha depende de uma das espécies de plantas estudadas. A espécie de maior grau foi *Turnera subulata* e a de menor grau, *Crotalaria stipularia*. A conectância de 33,86 na rede e o índice de especialização (H_2') = 0,664 e 0,771 (para as redes de polinização e de pilhagem respectivamente), indicam a assimetria das interações entre metade das conexões que ocorrem aleatoriamente. Não identificamos aninhamento e a análise da modularidade não revelou módulos na rede.

Palavras-chave: melitofilia, polinizadores, pilhadores, redes mutualísticas.

INTRODUÇÃO

Plantas herbáceas e subarborescentes de sub-bosque são geralmente estudadas sob o enfoque da riqueza, estrutura e composição florística (Vieira e Pessoa 2001; Souza *et al.* 2009; Santos *et al.* 2010; Citadini-Zanette *et al.* 2011; Oliveira *et al.* 2013), pela contribuição para a produção de biomassa de curta duração que melhora as condições edáficas na sucessão secundária (Maraschin-Silva *et al.* 2009) e pela influência na restauração de diferentes ecossistemas (Gómez-Aparicio 2009). No entanto, são necessários mais estudos que avaliem a interação dessas plantas com visitantes florais, visto que, a floração herbácea regula padrões de distribuição de diversas ordens de visitantes através de recompensas florais (Bosch *et al.* 1997).

Espécies herbáceas e subarborescentes de borda de Floresta Atlântica vêm sendo estudadas isoladamente quanto à polinização, com registros de ambofilia (Costa e Machado 2012) e interações com os mais variados grupos de polinizadores, tais como abelhas (Nadia e Machado 2005, Leite e Machado 2007), moscas (Machado e Loyola 2000), beija-flores (Missagia e Verçosa 2011), borboletas (Fonseca *et al.* 2006) e

morcegos (Machado *et al.* 1998). Em relação à comunidade vegetal, há registro de trabalhos direcionados para a polinização de algumas famílias vegetais (Grombone-Guaratini *et al.* 2004; Kaehler *et al.* 2005; Santana e Machado 2010; Matias e Consolaro 2015). Esses estudos evidenciam a importância dessas plantas na interação com diversificada fauna em ecossistemas terrestres.

Processos coevolutivos e a dinâmica reprodutiva são analisados na abordagem da interação planta-polinizador (Bawa 1990), porém a interface entre o ambiente abiótico e as complexas interações bióticas no tempo e no espaço, transformam os ecossistemas naturais em algo aparentemente de difícil compreensão (Hagen *et al.* 2012). Nesse contexto, novas ferramentas analíticas de dados, como a análise de redes, são essenciais no estudo de sistemas complexos, com implicações para a pesquisa da biodiversidade (Heleno *et al.* 2009), pois fornecem uma abordagem mais abrangente para estudar as interações entre espécies.

Aparentemente as interações de plantas herbáceas e subarbustivas com visitantes florais em borda de fragmentos florestais são predominantemente generalistas, devido aos danos antrópicos que favorecem espécies ecologicamente generalistas. Portanto, nosso objetivo é caracterizar a estrutura da rede de interações entre essas plantas e visitantes florais, separando-os em polinizadores e pilhadores, por meio dos seguintes questionamentos:

Qual o padrão de floração observado para espécies herbáceas, subarbustivas e arbustivas estudadas? Essas plantas apresentam tipos florais mais generalistas para facilitar a interação com seus visitantes florais devido a antropização? Qual o grupo de visitante floral mais atuante? Onde existe mais especialização, na rede de pilhagem ou de polinização?

Respondendo essas perguntas pretendemos contribuir com mais informações acerca da importância das interações plantas-visitantes florais para a manutenção de serviços ecológicos essenciais na regeneração de fragmentos de floresta após ações antrópicas.

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de estudo

O estudo foi desenvolvido na unidade de proteção integral Estação Ecológica (ESEC) de Caetés, uma área de Floresta Ombrófila Densa localizada no município do Paulista-PE, (7°55'15''S 34°55'15''W), com 157,1 ha, que correspondem a 1,54% da área do município (CPRH 2006). Os dados climáticos são referentes à Estação Meteorológica do Curado, bairro localizado na cidade do Recife, pois, o município do Paulista não dispõe de estação meteorológica, mas pertence a Região Metropolitana do Recife.

De acordo com Reis (1970), o clima do Recife se enquadra no tipo AS´ tropical quente úmido, apresentando chuvas de outono-inverno, segundo a classificação de Köppen. A precipitação anual é de 2.000 mm de acordo com a classificação de Thornthwaite & Mather e na estação chuvosa (da metade de março até o fim de agosto) ocorrem excessos hídricos, com pluviosidade mensal entre 200 e 400 mm. Na estação seca, que corresponde à primavera, ocorrem poucas chuvas em outubro e novembro, e as chuvas mais intensas ocorrem em junho e julho (CPRH 2006; 2012). A temperatura média mensal nos meses de janeiro e fevereiro apresentam médias de (27°C), enquanto a temperatura mais baixa (24°C) encontra-se nos meses de junho e agosto.

O estudo ocorreu na zona de recuperação I, que corresponde ao ambiente onde está sendo realizado um processo de restauração florestal induzida (Fig. 1). Há alguns anos, a área seria transformada em aterro sanitário, porém as obras foram embargadas após intervenções da comunidade local e da Agência Estadual de Meio Ambiente (CPRH). Atualmente, algumas culturas agrícolas são mantidas em determinados pontos no entorno da ESEC e servem para o sustento familiar de pequenos agricultores que moram próximo a esse fragmento florestal. Além disso, a área onde foram realizadas as observações da frequência de visitantes florais, abriga três colmeias das espécies *Tetragonisca angustula* Latreille e *Mellipona scutellaris* Latreille, mantidas pela Associação Pernambucana de Apicultores e Meliponicultores (APIME) em parceria com a CPRH.

De acordo com os registros de Soares Jr. *et al.* (2008), a área abriga 75 espécies herbáceas distribuídas em 60 gêneros e 27 famílias com destaque para: Cyperaceae

(14 spp.), Poaceae (11 spp.), Asteraceae (8 spp.), Fabaceae (6 spp.) e Rubiaceae (4 spp.). Dentre as herbáceas, quatro são exclusivas de Floresta Atlântica: *Hypolytrum bullatum* C.B. Clarke, *Stromanthe porteana* A. Gris, *Bertolonia marmorata* Naudin, e *Sarcoglottis metallica* (Rolfe) Schltr. As espécies *Rynchospora cephalotes* (L.) Vahl, *Ichmanthus grandifolius* (Döll) Zuloaga & Soderstr e *Tridax procumbens* L. foram as mais abundantes (CPRH 2012).

Espécies vegetais estudadas e Frequência de visitas

Durante o período de julho de 2015 a maio de 2016 foram selecionadas 12 espécies herbáceas e subarbustivas, classificadas quanto ao hábito de acordo com a lignificação na base do caule e medindo até 1,5 m de altura. A identificação das espécies vegetais foi feita através de lista publicada para o local (Soares Jr. et al. 2008), comparações com espécimes no Herbário PEUFR (UFRPE) e consulta a especialistas. Espécimes testemunho foram depositados no Herbário PEUFR.

Foram analisados antese, recurso ofertado, tipo floral e a frequência de floração das doze espécies. A frequência de floração foi realizada de acordo com a classificação em níveis de floração, como descrito por Bawa et al. (2003), com adaptações. Adotamos apenas dois níveis: espécies contínuas, que florescem o ano todo e espécies episódicas, que florescem de duas a seis vezes por ano. A partir dessas análises, identificamos a cofloração nos períodos de precipitação e relacionamos com a partilha de polinizadores entre as plantas.

A observação da frequência e tipo de visita dos visitantes florais, foi realizada nos agrupamentos de indivíduos cuja espécie apresentasse floração enquadrada entre os níveis 3 e 4, em uma escala que vai de 0 a 4, segundo estimativa da intensidade de floração de Fournier (1974), com adaptações. Foram registrados os insetos que visitavam as flores, o número de visitas e o horário, considerando-se “visita” cada vez que o espécime se alimentava do néctar ou pólen da flor. Para observar o máximo de indivíduos possível, realizamos um rodízio, observando por duas horas cada agrupamento, com um número equilibrado de flores disponíveis para a quantidade de insetos visitantes da mesma espécie.

Realizamos 40h de observação para cada planta, no período de 07h às 16h, totalizando 480h, distribuídas em dias não sequenciais, com intervalos de um a dois dias. A classificação como polinizador ou pilhador realizada a partir do tipo de

interação (legítima ou ilegítima) de acordo com a classificação de Alves-dos-Santos *et al.* (2016). Foi considerada ainda a classificação quanto a atuação como polinizador em uma planta e pilhador em outra, ou seja, comportamento “misto”.

Foram coletados dois espécimes de cada visitante floral após a observação da frequência de visitas. Os animais foram sacrificados em câmara mortífera, montados a seco, identificados por especialistas e depositados no Laboratório de Ecologia Reprodutiva de Angiospermas da Universidade Federal Rural de Pernambuco.

Análise da rede de interações

A partir da rede geral formada pelas interações das plantas com todos os visitantes florais, foram obtidas outras duas, uma com polinizadores e outra apenas com pilhadores de recursos florais, para avaliar as interações de acordo com o tipo de visita dos insetos. Com os valores obtidos das observações da frequência de visitas, foram realizadas as seguintes análises:

No Excel: 1) todas as efetivas interações realizadas – Conectância: $C = (I/AP)$, onde I representa todas as interações observadas, A e P indicam o nº de visitantes florais e plantas, respectivamente (Jordano 1987); 2) das interações que incidem sobre cada espécie – Grau da espécie; 3) da análise quantitativa do grau de espécie, que indica a probabilidade de um elemento na rede ter grau fixo – Distribuição do grau; 4) da dependência relativa Planta-Polinizador (A_{ij}) e Polinizador-Planta (A_{ji}) a partir da frequência relativa de interação (Jordano 1987; Bascompte e Jordano 2007; Olesen *et al.* 2006). A dependência polinizador-planta aqui tratada, refere-se a dependência do animal para obter recurso (néctar e/ou pólen) das flores visitadas; 5) do quanto as interações podem ser aleatórias na rede – Assimetria das interações (Vázquez *et al.* 2007).

No pacote do programa R Bipartite: foram analisados o índice de especialização (H_2') nas redes de polinização e de pilhagem, que varia entre 0, não especializado e 1, especializado (Blüthgen *et al.* 2007); das interações entre espécies generalistas com generalistas e especialistas com generalistas – Aninhamento; e a ocorrência de grupos coesos na rede – Modularidade.

Através do programa Pajek (32.4.10): foi obtida a ilustração da rede geral, onde é possível visualizar as interações plantas-visitantes florais (Fig. 2).

RESULTADOS

Composição da assembleia de plantas, visitantes florais e suas interações

Das 12 espécies de plantas (Anexo 1), 11 são herbáceas/subarbusivas e apenas uma é subarbustiva/arbustiva, a espécie *Turnera subulata* Sm. Diante da classificação que adotamos para o hábito das plantas, com lignificação apenas na base e medindo até 1,5 metro de altura.

Em relação a abertura da flor, onze espécies têm antese diurna, iniciando por volta de 7h, sendo o horário de fechamento/murcha variável para cada uma. As plantas que passaram mais tempo com suas flores abertas pertencem a família Asteraceae, e fecharam entre 16h e 17h. *Crotalaria stipularia* Desv. foi a única planta de antese vespertina, das 12h às 17h aproximadamente. Quanto à oferta de recurso, apenas *Urochloa brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) R.D. Webster e *Scoparia dulcis* L., apresentam pólen como único recurso, enquanto as demais possuem néctar (principal recurso) e pólen.

Quanto à morfologia, oito espécies apresentam tipo floral mais restritivo a todos os grupos de insetos visitantes, sendo destas oito, cinco flores de morfologia tubular (*Stachytarpheta cayennensis* (Rich.) Vahl., *Buchnera longifolia* Kunth., *Ageratum conyzoides* L., *Tridax procumbens* L. e *Sphagneticola trilobata* (L.) Pruski) e três flores de morfologia estandarte (*Zornia latifolia*, *Polygala violacea* Aubl. e *Crotalaria stipularia*). Entre as demais, quatro apresentaram tipo floral generalista, sendo duas de morfologia em funil (*T. subulata* e *Richardia grandiflora* (Cham. & Schltdl.) Steud., uma em disco (*S. dulcis*) e uma flor aperiantada (*U. brizantha*) (Anexo 2).

As observações dos eventos de floração revelaram padrão contínuo para *T. subulata*, *A. conyzoides*, *T. procumbens*; *U. brizantha* e *R. grandiflora*; bem como *Z. latifolia*, *B. longifolia*; *C. stipularia*, *S. dulcis*, *S. cayennensis*, *S. trilobata* e *P. violacea* sendo espécies episódicas.

A cofloração ocorreu entre: *Z. latifolia*, *R. grandiflora*, *T. procumbens*, *A. conyzoides* e *T. subulata* no período com mais precipitação, que corresponde ao período de agosto a dezembro. Em fevereiro, também um mês de pouca precipitação, presenciamos além de *T. procumbens*, *A. conyzoides* e *T. subulata*, a cofloração de *S. trilobata* e *S. cayennensis*. Observamos no período de precipitação a cofloração de:

T. procumbens, *A. conyzoides*, *T. subulata*, *S. trilobata* e *S. cayennensis*, em janeiro; e: *T. procumbens*, *A. conyzoides*, *T. subulata*, *R. grandiflora*, *S. dulcis*, *Z. latifolia*, *P. violacea* e *C. stipularia*, em maio; *U. brizantha*, *R. grandiflora*, *T. procumbens*, *A. conyzoides*, *T. subulata*, *S. trilobata*, *Z. latifolia*, *C. stipularia*, *B. longifolia*, *S. dulcis* e *S. cayennensis* em março; em abril, as mesmas espécies de março com uma floração reduzida de *Z. latifolia* e uma floração mais evidente de *P. violacea*; e em julho: *U. brizantha* e *P. violacea*.

A guilda de visitantes observada é composta por 48 espécies, distribuídas nas ordens Hymenoptera, Lepidoptera e Diptera (25, 16 e 7, respectivamente). As abelhas são as mais representativas (n=23), distribuindo-se em 13 gêneros e três famílias. Duas espécies da ordem Hymenoptera pertencem a família Vespidae. As borboletas são representantes de 13 gêneros 5 famílias e dentre as moscas, encontramos 4 gêneros de uma família e um representante da família Tachinidae (Anexo 3).

Analisando a quantidade de visitas, destaca-se a Ordem Hymenoptera (14.237), seguido por Lepidoptera (3.377) e Diptera (1.680). No que se refere a visita por grupo taxonômico de inseto, pode-se observar que *C. stipularia*, *Z. latifolia* e *S. dulcis* foram visitadas exclusivamente por abelhas; *B. longifolia* e *S. cayennensis* foram visitadas por abelhas e borboletas, enquanto *A. conyzoides* foi visitada por todos os grupos de insetos (Fig. 3).

Na tabela 1, temos a análise qualitativa das interações, onde identifica-se a atuação de 21 animais apenas como polinizadores (visita legítima) em todas as suas visitas, com destaque às abelhas. Das quinze espécies que apresentaram comportamento “misto”, sete foram de borboletas e dentre os 11 registros de animais exclusivamente pilhadores (visita ilegítima), quatro foram espécies de mosca. Apenas duas moscas apresentaram comportamento “misto” e uma foi exclusivamente polinizadora.

O reflexo da natureza das visitas na comunidade vegetal é ilustrado na figura 4, onde é possível observar que a maior parte das visitas foi voltada à polinização. *Buchnera longifolia*, *Crotalaria stipularia* e *Scoparia dulcis* não sofreram pilhagem, porém *Richardia grandiflora*, *Tridax procumbens*, *Urochloa brizantha* e *Ageratum conyzoides* foram as espécies com mais registro de pilhagem, principalmente esta última, que apresentou o número de visitas para pilhagem maior que a quantidade de visitas para polinização.

A análise das interações de pilhagem e polinização por cada planta é observada na figura 5, onde constata-se que *Richardia grandiflora*, *Urochloa brizantha* e *Turnera subulata* foram mais visitadas para pilhagem que para polinização, enquanto as demais espécies apresentaram o contrário. Através da análise qualitativa das interações por grupo taxonômico, percebe-se que as abelhas formam um grupo predominantemente polinizador, borboletas representam um grupo misto em relação à natureza das visitas e que as moscas realizaram mais visitas para pilhar recursos florais (Fig. 6).

A partilha de abelhas polinizadoras no período com pouca precipitação ocorreu entre: *T. procumbens*, *A. conyzoides*, *T. subulata*, *Z. latifolia*, *S. trilobata* e *R. grandiflora*. E no período chuvoso, partilharam polinizadores as espécies *T. procumbens*, *A. conyzoides*, *T. subulata*, *R. grandiflora*, *S. dulcis*, *Z. latifolia*, *P. violacea*, *U. brizantha*, *B. longifolia* e *S. trilobata*. *A. conyzoides*, também partilhou uma espécie de borboleta com *S. cayennensis*. Partilharam apenas borboletas as espécies *B. longifolia* e *S. cayennensis*. Apenas uma espécie de mosca foi partilhada por *A. conyzoides*, *T. procumbens* e *S. trilobata*, assim como uma espécie de vespa foi partilhada entre *A. conyzoides* e *U. brizantha*.

Estrutura das redes planta-visitante floral, planta-polinizador e planta-pilhador.

O valor de conectância na rede plantas-visitantes florais foi de 576, no entanto, as interações reais somaram 19.502, resultando numa conectância de 33,86. Das 12 conexões possíveis (nicho fundamental), *Apis mellifera* e *Plebeia flavocincta* apresentaram grau 6 (nicho realizado correspondente a 50% da comunidade). Dentre as plantas, *Turnera subulata* apresentou 21 conexões com espécies de abelhas, borboletas, vespas e moscas, sendo destacadamente a mais generalista da rede, enquanto *Crotalaria stipularia* obteve grau 1.

Na análise da dependência planta-polinizador, 18 conexões atingiram o valor máximo 1, e 11 com valores entre 0,50 e 1 (Tabela 2). Quanto à relação polinizador-planta, correu apenas uma dependência de valor 1 para *Epanthidium tigrinum* e *C. stipularia* (única interação de completa dependência) e outras 5 interações próximas de 1 (Tabela 3).

A assimetria de dependência das interações, que representa a diversidade de nicho, revelou duas espécies com valor 1 em suas conexões, foram elas: *S. cayennensis* com *Hylephila phyleus phyleus* e *Sphagneticola trilobata* com o díptero representante da família Tachinidae. Observa-se ainda mais 20 espécies atingindo valores próximos de 1 (Tabela 4). O índice de especialização (H_2') nas redes planta-polinizador e planta-pilhador, apresentaram valores próximos: 0,664 e 0,771 respectivamente, sendo este último o mais próximo de 1.

Na rede planta-visitante floral destacam-se as plantas com mais conexões: *T. subulata*, *Richadia grandiflora*, *Ageratum conyzoides* e *S.cayennensis*; e os insetos com mais conexões: *Plebeia flavocincta*, *Apis mellifera* e *Bombus* (Fervidobombus) *brevivillus* (Fig. 7). Na rede formada apenas por polinizadores, as espécies de plantas com mais interações foram *S.cayennensis*, *A.conyzoides*, *T. subulata* e *B. longifolia*; e as de conexões com valores mais altos, *Z. latifolia*, *R. grandiflora*, *U.brizantha* e *C. stipularia*. Os insetos com mais conexões foram: *A. mellifera* e *B.* (Fervidobombus) *brevivillus*, e os que apresentam conexões mais fortes com as plantas: *A. mellifera*, *B.* (Fervidobombus) *brevivillus*, *T. grupo fuscipennis* e *E. tigrinum*. (Fig. 8).

A rede de pilhadores revela as plantas *T. subulata* e *R. grandiflora* com mais interações; e as espécies *A. conyzoides*, *U. brizantha* e *T. procumbens* com interações apresentando altos valores; dentre os insetos, destacam-se os com conexões mais fortes: *Corticea corticea*, *Toxomerus pictus*, *Toxomerus lacrimosus*, *Pyrgus orcus*, *Urbanus proteus*, *Plebeia flavocincta*, *Plebeia grupo minima*, *Hylephila phyleus phyleus* e *Hemiargus hanno hanno* (Fig.9).

A distribuição do grau nas redes mostra que seis espécies de insetos exploram recurso em uma fonte, apresentando baixo nível trófico, foram elas: *Epanthidium tigrinum*, Halictidae sp., *Ceratina* (Crewella) sp.1, *Ceratina* (Crewella) sp.2, *Ceratina* (Ceratinula) sp. e *Hemiargus hanno hanno*; enquanto onze espécies são generalistas, obtendo recurso de diversas fontes: *Plebeia flavocincta*, *Apis mellifera*, *Bombus* (Fervidobombus) *brevivillus*, *Trigona* sp. grupo *fuscipennis*, *Trigona* sp. grupo *fulviventris*, *Plebeia* sp. grupo *minima*, *Agraulis vanillae maculosa*, *Corticea corticea*, *Toxomerus pictus*, *Palpada vinetorum* e *Toxomerus lacrimosus* (Fig. 10). Não identificamos aninhamento e a análise da modularidade (Fig. 11) revelou que não existem subgrupos coesos nas interações plantas-visitantes florais.

DISCUSSÃO

Plantas, visitantes florais e suas interações

A maioria das plantas herbáceas e subarbustivas apresentaram antese diurna e ofertaram néctar como principal recurso coletado principalmente por abelhas, o que era de se esperar visto que o néctar é o recurso floral mais comum dentre as Angiospermas (Galletto 1997) e que as abelhas são os principais polinizadores (Ollerton *et al.* 2012). Insetos são, geralmente, polinizadores de espécies de estratos florestais inferiores, e características florais como recurso e forma determinam os principais polinizadores (Momose *et al.* 1998).

Os tipos florais especialistas tubo e estandarte favorecem a polinização por abelhas devido a adaptação desses insetos a coleta de recursos em diversos tipos florais. Apesar de em áreas de sub-bosque de Floresta Atlântica a síndrome de polinização predominante ser a melitofilia (Kinoshita *et al.* 2006), o conceito de síndrome de polinização não descreve com êxito a diversidade de fenótipos florais ou infere os polinizadores de muitas espécies de plantas (Ollerton *et al.* 2009).

Algumas espécies apresentam características generalistas que as destacam em relação às demais na interação com os insetos. *Ageratum conyzoides* e *Turnera subulata* foram as espécies que interagiram com todos os grupos de visitantes florais, mas apenas Hymenopteros são seus polinizadores. Porém, *T. subulata* apresentou mais interações com abelhas, destacando 11 representantes, o que parece refletir sua dependência por abelhas para alcançar o sucesso reprodutivo (Schlindwein e Medeiros 2006). Conforme um estudo realizado por (Kozera *et al.* 2009) e outro por Schlindwein e Medeiros (2006), *T. subulata* será aqui considerada subarbusto para delimitarmos dois perfis de hábito para as espécies desse estudo.

Outras espécies foram estudadas quanto a interação com visitantes florais, reforçando a importância ecológica das herbáceas e subarbustivas na atração de polinizadores, como é o caso de *R. grandiflora*, que atraiu principalmente abelhas (Cruz e Martins 2015) e *S. cayennensis*, uma valiosa fonte de recurso para borboletas (Fonseca *et al.* 2006). *S. cayennensis* também recebeu muitas visitas, assim como *T. subulata* e apesar de algumas abelhas terem visitado essa espécie, borboletas foram mais atuantes, provavelmente devido a morfologia floral em tubo.

Outros trabalhos são relacionados às síndromes de polinização, como o de Santos *et al.* (2009) que analisaram dentre várias espécies, *A. conyzoides*, identificando-a como uma espécie anemófila, e *S. trilobata* como melitófila. Já no trabalho realizado por Souza *et al.* (2016), *S. trilobata* é considerada generalista morfológica por atrair uma ampla gama de visitantes florais.

Nossos resultados indicam grande relevância de espécies da família Asteraceae, por estarem floridas o ano todo e porque suas flores são as que passam mais tempo abertas na assembleia de plantas estudada. Conforme foi contatado por Pinheiro *et al.* (2008), essa família, possui espécies que representam a principal fonte de recursos florais utilizada durante o ano, para a manutenção das populações de espécies de abelhas, borboletas, moscas e vespas.

As espécies *C. stipularia*, *S. dulcis*, *P. violacea* e *Zornia latifolia*, apresentam interações com poucas espécies, evidenciando uma certa restrição a outros grupos de insetos e especialização às abelhas. *Apis mellifera*, *Bombus* (*Fervidobombus*) *brevivillus*, *Trigona* grupo *fuscipennis* e *Trigona* grupo *fulviventris* foram os polinizadores generalistas mais atuantes. Em estudo realizado por Momose *et al.* (1998), e corroborado por Beekman e Ratnieks (2000), *A. mellifera* pode alcançar longas distâncias. Portanto, a presença dessa espécie pode facilitar o fluxo polínico entre indivíduos relativamente distantes e contribuir com o sucesso reprodutivo das plantas, e isso é importante visto que a área é antropizada e passa por um processo de recuperação. A presença das espécies *Tetragonisca angustula* e *Trigona spinipes* também é essencial, pois estas são importantes na reconstituição de florestas tropicais e conservação de fragmentos, conforme Silva e Paz (2012).

Ainda que polinizadores tenham comportamento mais generalista em ambientes com grande distúrbio ecológico (Taki e Kevan, 2007), para Sahli e Conner (2006) os índices de diversidade devem ser incorporados em qualquer estudo sobre a generalização dos polinizadores e não apenas estimar a riqueza de espécies. Portanto, nossa avaliação inicial talvez necessite de análises mais detalhadas em relação a caracterização de generalização desses insetos.

As borboletas polinizaram *S. cayennensis* e *B. longifolia*, ambas de tipo floral tubo que favorece o contato da probóscide com as estruturas reprodutivas. De acordo com Kevan e Baker (1983), lepidópteros são visitantes florais diurnos e visitam flores com longas corolas tubulares frequentemente providas de uma plataforma de pouso e para Freitas e Sazima (2006), lepidópteros podem ser polinizadores de espécies

com sistema de polinização generalista. Contudo, constatamos que as borboletas atuaram bastante como pilhadoras de espécies generalistas, provavelmente, devido ao tipo floral funil de *T. subulata* e *R. grandiflora* e também das asteráceas, que apesar de terem flores tubulares, não observamos o contato das probóscides com as estruturas reprodutivas. Enfim, observamos uma atuação mista no tipo de interação das borboletas, assim como Quirino e Machado (2001), ao constatarem que *Agraulis vanillae maculosa* e *Junonia evarete*, espécies do gênero *Urbanus* foram polinizadores frequentes, e representantes de Hesperiiidae foram pilhadores de recursos.

Dípteros, como os da família Syrphidae, são importantes polinizadores generalistas (Borkent e Harder 2007) e os gêneros *Palpada*, *Ornidia* e *Toxomerus* representam abundantes polinizadores (Morales e Köhler 2006). Porém, as espécies de *Toxomerus* realizaram muitas visitas a *Urochloa brizantha* para pilhar, visto que essa espécie é anemófila e necessita de grande quantidade de pólen para sua reprodução, mas, por ser uma flor aperiantada, teve seu pólen consumido exaustivamente pelas moscas. De acordo com Morales e Köhler (2008), um dos atrativos para Syrphídeos é o fácil acesso aos recursos florais. Poucos estudos acerca da polinização foram direcionados para a família Poaceae na região neotropical, embora os traços florais de anemofilia que evoluíram em Poaceae sejam notáveis (Wolowski e Freitas 2015).

A floração contínua das espécies *T. subulata*, *A. conyzoides*, *T. procumbens*, *U. brizantha* e *R. grandiflora* garante recurso (pólen e néctar) para os visitantes autóctones durante todo o ano. No entanto, observamos que ainda que nas espécies com floração contínua, a intensidade é maior com a precipitação. As espécies episódicas *Z. latifolia*, *B. longifolia*, *C. stipularia*, *S. dulcis*, *S. cayennensis*, *S. trilobata* e *P. violacea*, são bem mais dependentes da precipitação para florescerem, ofertando mais alimento para os insetos aproximadamente três vezes por ano, quando ocorrem chuvas frequentes na região. A maioria das espécies estudadas apresentaram indivíduos floridos o ano todo, com exceção de *B. longifolia*. Munhoz e Felfili (2005), defendem que apesar da floração na comunidade herbácea e subarbustiva estar presente por todo o ano, há uma concentração na estação chuvosa.

A cofloração das espécies *T. procumbens*, *A. conyzoides*, *T. subulata*, *Z. latifolia*, *S. trilobata* e *R. grandiflora* que compartilham polinizadores no período sem chuvas é essencial no ambiente pois garante alimento a todos os grupos de

visitantes florais em um período de poucas espécies floridas. Geralmente as plantas de cofloração compartilham os visitantes florais e tem capacidade para influenciar indiretamente a polinização uma da outra, sendo maior para plantas com mais flores e recursos mais abundantes e acessíveis (Carvalho *et al.* 2014).

No período chuvoso as espécies *T. procumbens*, *A. conyzoides*, *T. subulata*, *R. grandiflora*, *S. dulcis*, *Z. latifolia*, *P. violacea*, *U. brizantha*, *B. longifolia* e *S. trilobata*, partilham polinizadores através de uma floração intensa. *B. longifolia* e *S. cayennensis* compartilham apenas borboletas, garantindo as visitas desses insetos adaptados ao tipo floral tubular.

Consideramos que as espécies *T. procumbens*, *A. conyzoides*, *T. subulata*, *Z. latifolia*, *S. trilobata* e *R. grandiflora* são as mais importantes da comunidade vegetal estudada por ofertarem recurso floral durante todo o ano independente da chuva. *Ageratum conyzoides* apresenta-se como um importante elo entre diferentes grupos de polinizadores e outras plantas da comunidade vegetal, independente da presença de chuva, visto que compartilhou as visitas de uma espécie de borboleta com *S. cayennensis*, de uma espécie de mosca com *T. procumbens* e *S. trilobata* e de uma espécie de vespa com *U. brizantha*.

De acordo com Bosch *et al.* (1997), os visitantes de uma dada área são definidos por vários fatores, sendo um deles a sobreposição entre os períodos de floração de cada espécie e de atividade dos insetos antófilos. Embora as interações indiretas entre plantas através de polinizadores compartilhados sejam frequentemente esperadas para serem competitivas, a partilha de polinizadores pode ser benéfica quando espécies de plantas atraem, em comum, populações de polinizadores, sendo assim um mecanismo de facilitação (Moeller 2004)

Estratégias de reflorestamento com arbóreas podem acelerar a sucessão e expandir a cobertura florestal no processo de regeneração de florestas tropicais em casos de degradação do solo (Chazdon 2012). Em contrapartida, as plantas herbáceas e subarbustivas são tão necessárias quanto as arbóreas, por ofertarem alimento para uma diversificada guilda de insetos, favorecendo paralelamente a reconstrução de florestas tropicais no que diz respeito ao restabelecimento de interações ecológicas. Áreas recentemente perturbadas possuem mais herbáceas com sistemas de polinização generalistas, enquanto que áreas em processo de sucessão avançada as interações ocorrem mais com abelhas, como foi relatado por Silva *et al.* (2012).

Consideramos que as interações das herbáceas e subarborescentes com vários grupos de visitantes florais são predominantemente generalistas e ocorrem principalmente com abelhas. Apenas estudos a longo prazo poderão fornecer dados para uma análise mais robusta sobre os fatores bióticos e abióticos que condicionam essas interações e os processos resultantes.

Estrutura das redes: planta-visitante floral, planta-polinizador e planta-pilhador.

A conectância na rede plantas-visitantes florais não apresenta valor alto em comunidades de regiões tropicais, em decorrência da alta diversidade (Olesen e Jordano 2002) e em geral não depende da riqueza, mas é influenciada pelo habitat e varia entre biomas tropicais (Biesmeijer *et al.* 2005), visto que a proporção de espécies polinizadas por vetores bióticos aumenta em torno de 94% em comunidades tropicais, realçando a importância das plantas na manutenção de polinizadores em comunidades naturais (Ollerton *et al.* 2011).

A maior dependência planta-polinizador em comparação com a dependência polinizador-planta evidencia o quanto as plantas estudadas dependem de vetores bióticos para sua reprodução. Os valores de dependência mais próximos de 1 das redes de visitantes florais e de polinização, mostram o quanto os parceiros, principalmente as plantas, são dependentes das interações e por envolver menos parceiros, a rede de pilhagem apresenta um índice de especialização menor. Redes de polinização apresentam-se como pequenos mundos, onde as interações são mais dependentes e bem conectadas do que as interações em redes tróficas, provavelmente devido a existência de apenas um nível trófico (Olesen *et al.* 2005).

Onze espécies de insetos de alto nível trófico, ou seja, que não dependem de apenas uma fonte de recurso, são as mais propensas a estabilidade enquanto seis espécies de baixo nível trófico podem sofrer com a falta de recursos caso não encontrem as plantas das quais dependem. A distribuição do grau em associação com o valor de conectância desenham a topologia de redes tróficas (Dunne *et al.* 2002), e apontam conexões bem distribuídas na rede de visitantes florais.

A única interação restrita para ambas as partes observada na rede de polinização, pode refletir uma tendência à especialização, mas de acordo com Vázquez *et al.* (2007), algumas espécies são mais registradas que outras, por causa

da distribuição da abundância, assim, sendo assim, o registro único tem pouca influência na medida da especialização/ assimetria (Blüthgen *et al.* 2006).

Já a ausência de altos valores de generalização, indica a restrição de algumas interações (Jordano *et al.* 2003), como por exemplo, diferenças morfológicas inseto-planta, visto que, relações morfológicas e abundância de flores são importantes estruturadores de uma rede, facilitando a compreensão de padrões de partilha de recursos e processos coevolutivos (Stang *et al.* 2006). Pode ser que características particulares de cada espécie, como por exemplo, o recurso, direcionem mais visitas para alguns indivíduos, como também, pode favorecer a interação com outras espécies próximas. Florestas tropicais em regeneração não conseguem manter todas as espécies de antes do desmatamento (Dent e Wright 2009), portanto as plantas herbáceas e subarborescentes são importantes em áreas em regeneração por atrair e manter uma diversa fauna associada.

Redes mutualísticas apresentam comumente estrutura aninhada (Bascompte e Jordano 2006), como é o caso de redes de polinização com mais de 50 espécies (Bascompte *et al.* 2003), porém mesmo com uma quantidade razoável de espécies, nossa rede de polinização não apresentou estrutura aninhada. Aparentemente a pilhagem não favorece a polinização, no entanto, apenas estudos mais específicos nessa questão podem confirmar essa suposição, visto que pilhadores apresentam forte influência na topologia de redes mutualísticas (Genini *et al.* 2010).

Em redes mutualísticas, o grau de especialização é assimétrico, com um dos lados da interação mais especializado que o outro e dependente de um grupo coeso de generalistas (Bronstein *et al.* 2006) e as assembleias com muitos parceiros em interação tendem a ser mais assimétricas do que as assembleias menores, com poucas interações (Vásquez e Aizén 2004). A sobreposição das interações entre as espécies pode favorecer a manutenção de todas, principalmente daquelas com fracas interações. Se uma espécie possui diferentes visitantes que realizam um serviço de polinização semelhante e beneficiam a planta de forma parecida, a especialização a um grupo particular de polinizadores não é incentivada (Mitchel *et al.* 2009).

A modularidade não revelou subgrupos coesos nas conexões, o que significa que as interações ocorrem de forma assimétrica. Hernández-Yañez *et al.* (2013), também realizaram um estudo acerca da interação planta-visitantes florais em floresta tropical, identificando modularidade e uma tendência a generalização. Eles avaliaram dois atributos florais: cor e forma e associaram essas características a chegada de

visitantes florais. Sugerem que a relação da sazonalidade com a oferta de alimento seja um dos fatores a serem analisados para explicar a modularidade encontrada na estrutura rede de interações planta-visitantes florais. Avaliamos os períodos de precipitação e percebemos que com chuvas mais frequentes existe uma oferta maior de recurso floral e não identificamos módulos na rede, no entanto não sabemos se a comunidade analisada é na borda ou no interior da floresta, o que pode apresentar resultados diferentes.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao CNPQ pela concessão da bolsa, ao Programa de Pós-Graduação em Botânica da UFRPE pela estrutura oferecida e à CPRH por disponibilizar o acesso à área de estudo.

REFERÊNCIAS

- Alves-dos-Santos I, Silva CI, Pinheiro M, Kleinert AMP (2016) Artigo de Opinião/: Quando um visitante floral é um polinizador? *Rodriguésia* **67**: 295-307.
- Araújo ED, Costa M, Chaud-Netto J, Fowler HG (2004) Body size and flight distance in stingless bees (Hymenoptera: Meliponini): inference of flight range and possible ecological implications. *Brazilian Journal Biology* **64**: 563-568.
- Bascompte J, Jordano P, Melián CJ, Olesen JM (2003) The nested assembly of plant–animal mutualistic networks. *PNAS* **16**:9383–9387.
- Bascompte J, Jordano P (2006) The structure of plant-animal mutualistic networks. In: Pascual M Dunne J. *Ecological Networks Oxford Press* 143-159.
- Bascompte J, Jordano P (2007) Animal Mutualistic Networks: The Architecture of Biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* **38**:567–93.
- Bawa KS (1990) Plant-Pollinator Interactions in Tropical Rain Forests. *Annual Review of Ecology and Systematics* **21**:399-422.
- Bawa KS, Kang H, Grayum M H (2003) Relationships among time, frequency, and duration of flowering in tropical rain forest trees¹. *American Journal of Botany* **90**: 877–887.
- Batagelj V, Mrvar A (2003) Pajek: Analysis and visualization of large networks *Preprint series* **41**:1-28.
- Beekman M, Ratnieks FLW (2000) Long-range foraging by the honey-bee, *Apis mellifera* L. *Blackwell Science Functional Ecology* **14**:490–496.
- Biesmeijer JC, Slaa EJ, Castro MS, Viana BF, Kleinert AMP, Imperatriz-Fonseca VL (2005) Connectance of brazilian social bee – food plant networks is influenced by habitat, but not by latitude, altitude or network size. *Biota Neotropica* **5**:1-9.
- Borkent CJ, Harder LD (2007) Flies (Diptera) as pollinators of two dioecious plants: behaviour and implications for plant mating. *Canadian Entomology* **139**: 235-246.
- Bosch J, Retana J, Cerda X (1997) Flowering phenology, floral traits and pollinator composition in a herbaceous Mediterranean plant community *Oecologia* **109**: 583–591.
- Blüthgen N, Menzel F, Blüthgen N (2006) Measuring specialization in species interaction networks. *Ecology* **6**: 1–12.

- Blüthgen N, Menzel F, Hovestadt T, Fiala B, Blüthgen N (2007) Specialization, constraints and conflicting interests in mutualistic networks. *Current Biology* **17**:341-346.
- Blüthgen N, Fründ J, Vázquez DP, Menzel F (2008) What do interaction network metrics tell us about specialization and biological traits? *Ecology* **89**: 3387–3399
- Brasil. Agência Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (CPRH) Plano de Manejo Estação Ecológica Caetés. Fase I, Recife, 2006.
- Brasil. Agência Estadual de Meio Ambiente (CPRH) Plano de Manejo Estação Ecológica Caetés. Vol II, Zoneamento e Programas de Manejo, Recife, 2012.
- Bronstein JL, Alarcón R, Geber M (2006) The evolution of plant-insect mutualisms. *New Phytologist* **172**:412-428.
- Citadini-Zanette V, Pereira JL, Jarenkow JA, Klein AS, Santos R (2011) Estrutura da sinúsia herbácea em Floresta Ombrófila Mista no Parque Nacional de Aparados da Serra, sul do Brasil, *Revista Brasileira de Biociências* **9**: 56-63.
- Costa ACG, Machado IC (2012) Flowering dynamics and pollination system of the sedge *Rhynchospora ciliata* (Vahl) Kükenth (Cyperaceae): does ambophily enhance its reproductive success? *Plant Biology* **14**:881–887.
- Chazdon R (2012) Regeneração de Florestas Tropicais. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi Ciências Naturais* **7**:195-218.
- Cruz RM, Martins CF (2015) Pollinators of *Richardia Grandiflora* (Rubiaceae): An Important Ruderal Species for Bees. *Neotropical Entomology* **44**: 21-29.
- Dent DH, Wright SJ (2009) The future of tropical species in secondary forests: a quantitative review. *Biological Conservation* **142**: 2833-2843.
- Dunne JA, Williams RJ, Martinez ND (2002) Food-web structure and network theory: The role of connectance and size. *PNAS* **99**: 12917-12922.
- Fonseca NG, Kumagai AF, Mielke O H H (2006) Lepidópteros visitantes florais de *Stachytarpheta cayennensis* (Rich.) Vahl (Verbenaceae) em remanescente de Mata Atlântica, Minas Gerais, Brasil. *Revista Brasileira de Entomologia* **50**: 399-405.
- Fournier LA (1974) Un método cuantitativo para la medición de características fenológicas en árboles. *Turrialba* **4**:422-423.
- Fragoso SP, Varanda EM (2011) Flower-Visiting Insects of Five Tree Species in a Restored Area of Semideciduous Seasonal Forest. *Neotropical Entomology* **40**: 431-435.

- Freitas L, Sazima M (2006) Pollination Biology in a tropical high-altitude grassland in Brazil: Interactions at the community level. *Annals of the Missouri Botanical Garden* **93**:465-516.
- Galleto L (1997) Flower structure and nectar chemical composition in three Argentine Apocynaceae. *Flora* **192**: 197-207.
- Genini J, Morellato LPC, Guimarães-Junior PR, Olesen JM (2010) Cheaters in mutualism networks. *Biology Letters* **1**:1-4.
- Gilliam FS (2007) The Ecological Significance of the Herbaceous Layer in Temperate Forest Ecosystems. *BioScience* **10**: 845-858.
- Ghazoul J (2006) Floral diversity and the facilitation of pollination. *Journal of Ecology* **94**: 295-304.
- Gómez-Aparicio L (2009) The role of plant interactions in the restoration of degraded ecosystems: a meta-analysis across life-forms and ecosystems. *Journal of Ecology* **97**: 1202-1214.
- Grombone-Guarantini MT, Solferini VN, Semir J (2004) Reproductive biology in species of *Bidens* L. (Asteraceae) *Scientia Agricola* **2**:185-189.
- Hagen M et al (2012) Biodiversity, species interactions and ecological networks in a fragmented world *Advances in Ecological Research* **46** 89-210.
- Heleno RH, Ceia RS, Ramos JA, Memmott J (2009) Effects of alien plants on insect abundance and biomass: a food-web approach. *Conserv. Biol.* **23**:410–419.
- Hernández-Yáñez H, Lara-Rodríguez N, Díaz-Castelazo C, Dáttilo W, Rico-Gray V (2013) Understanding the Complex Structure of a Plant-Floral Visitor Network from Different Perspectives in Coastal Veracruz, Mexico. *Sociobiology* **60**:329-336.
- Jordano P (1987) Patterns of mutualistic interactions in pollination and seed dispersal: connectance, dependence asymmetry and coevolution. *The American Naturalist* **129**:657–677.
- Jordano P, Bascompte J, Olesen JM (2003) Invariant properties in coevolutionary networks of plant–animal interactions. *Ecology Letters* **6**: 69–81
- Kaehler M, Varassin IG, Goldenberg R (2005) Polinização em uma comunidade de bromélias em Floresta Atlântica Alto-montana no Estado do Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* **2**:219-228.
- Kevan PG, Baker HG (1983) Insects as flower visitors and pollinators. *Ann. Rev. Entomol* **28**:407-53.

- Kinoshita LS, Torres RB, Forni-Martins ER, Spinelli T, Ahn YJ, Constâncio SS (2006) Composição florística e síndromes de polinização e de dispersão da mata do Sítio São Francisco, Campinas, SP, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* **20**: 313-327.
- Kozera C, Rodrigues RR, Dittrich VAO (2009) Composição florística do sub-bosque de uma floresta ombrófila densa montana, Morretes, PR, Brasil *Floresta* **39**:329-334.
- Leite AV, Machado IC (2007) Fenologia reprodutiva, biologia floral e polinizadores de duas espécies simpátricas de Marantaceae em um fragmento de Floresta Atlântica, Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* **30**: 221-231.
- Lorenzon MCA, Matrangolo CAR, Schoereder JH. (2003). Flora Visitada Pelas Abelhas Eussociais (Hymenoptera, Apidae) na Serra da Capivara, em Caatinga do Sul do Piauí. Ecology, Behavior and Bionomics. *Neotropical Entomology* **32**:27-36.
- Machado IC, Sazima I, Sazima M (1998) Bat pollination of the terrestrial herb *Irlbachia alata* (Gentianaceae) in northeastern Brazil. *Plant Systematics and Evolution* **209**:231-237.
- Machado IC, Loiola MI (2000) Fly pollination and pollinator sharing in two synchronopatric species: *Cordia multispicata* (Boraginaceae) and *Borreria alata* (Rubiaceae) *Revista Brasileira de Botânica* **23**:305-311.
- Maraschin-Silva F, Scherer A, Baptista LRM (2009) Diversidade e estrutura do componente herbáceo-subarbustivo em vegetação secundária de Floresta Atlântica no sul do Brasil. *Revista Brasileira de Biociências* **1**:53-65.
- Matias R, Consolaro H (2015) Polinização e sistema reprodutivo de Acanthaceae Juss. no Brasil: Uma revisão. *Bioscience Journal* **31**:890-907.
- Missagia CCC, Verçoza FC (2011) Fenologia reprodutiva, polinização e frutificação de *Heliconia spathocircinata* Aristeg (Heliconiaceae) em fragmento de Floresta Atlântica do município do Rio de Janeiro. *Biotemas* **24**:13-23.
- Mitchell RJ, Irwin RE, Flanagan RJ, Karron JD (2009) Ecology and evolution of plant-pollinator networks *Annals of Botany* **103**: 1355-1363.
- Moeller DA (2004) Facilitative interactions among plants via shared pollinators. *Ecology* **85**:3289–3301.
- Momose K, Yumoto T, Nagamitsu T, Kato M, Nagamasu H, Sakai S, Harrison RD, Itioka T, Hamid A A, Inoue T (1998) Pollination biology in a lowland Dipterocarp forest in Sarawak, Malaysia. I. Characteristic of the plant-pollinator community in a lowland Dipterocarp forest. *American Journal of Botany* **85**: 1477-1501.

- Morales NM, Köhler A (2006) Espécies de Syrphidae (Diptera) visitantes das flores de *Eryngium horridum* (Apiaceae) no Vale do Rio Pardo, RS, Brasil. *Iheringia, Sér. Zool.* **96**:41-45.
- Morales NM, Köhler A (2008) Comunidade de Syrphidae (Diptera): diversidade e preferências florais no Cinturão Verde (Santa Cruz do Sul, RS, Brasil) *Revista Brasileira de Entomologia* **52**: 41-49.
- Munhoz CBR, Felfili JM (2005) Fenologia do estrato herbáceo-subarbustivo de uma comunidade de campo sujo na Fazenda Água Limpa no Distrito Federal, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* **19**: 979-988.
- Nadia TL, Machado IC (2005) Polinização por vibração e sistema reprodutivo de duas espécies de *Sauvagesia* L. (Ochnaceae). *Revista Brasileira de Botânica* **28**:255-265.
- Ollerton J, Alarcón R, Waser N M, Price MV, Watts S, Cranmer L, Hingston A, Peter CI, Rotenberry J (2009) A global test of the pollination syndrome hypothesis. *Annals of Botany* **103**: 1471–1480.
- Ollerton J, Winfree R, Tarrant S (2011) How many flowering plants are pollinated by animals? *Oikos* **120**:321-326.
- Ollerton J, Price V, Armbruster WS, Memmott J, Watts S, Waser NM (2012) Overplaying the role of honey bees as pollinators: a comment on Aebi and eumann. *Trends Ecology Evolution* **27**:141–142.
- Olesen JM, Jordano P (2002) Geographic patterns in plant–pollinator mutualistic networks. *Ecology* **83**: 2416–2424
- Olesen J M, Bascompte J, Dupont YL, Jordano P (2006). The smallest of all worlds: Pollination networks. *Journal of Theoretical Biology* **240**:270-276.
- Oliveira DG, Prata AP, Ferreira RA (2013) Herbáceas da Caatinga: composição florística, fitossociologia e estratégias de sobrevivência em uma comunidade vegetal *Revista Brasileira de Ciências Agrárias* **8**: 623-633.
- Paz JRL, Pigozzo CM (2013) Guilda de visitantes florais de quatro espécies simpátricas de Convolvulaceae: composição e comportamento. *Acta Biológica Paranaense* **42**: 7-27.
- Pessoa LM, Pinheiro TS, Alves MCJL, Pimentel RMM, Zickel CS (2009) Flora lenhosa em um fragmento urbano de Floresta Atlântica em Pernambuco. *Revista de Geografia* **26**: 247-262.

- Pinheiro M, Abrão BE, Harter-Marques B, Miotto STS (2008) Floral resources used by insects in a grassland community in Southern Brazil. *Revista Brasileira de Botânica* **31**:469-489.
- Quirino ZGM, Machado I C (2001) Biologia da polinização e da reprodução de três espécies de *Combretum* Loefl. (Combretaceae). *Revista Brasileira de Botânica* **24**: 181-193.
- Rios PAF, Silva JB, Moura FBP (2010) Visitantes florais de *Aechmea constantinii* (Mez) L. B. Sm. (Bromeliaceae) em um remanescente da Mata Atlântica do Nordeste Oriental *Biotemas* **23**: 29-36.
- Sahli HF, Conner JK (2006) Characterizing ecological generalization in plant-pollination systems. *Oecologia* **148**: 365–372.
- Santana CS, Machado CG (2010) Fenologia de floração e polinização de espécies ornitófilas de bromeliáceas em uma área de campo rupestre da Chapada Diamantina, BA, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* **33**:469-477.
- Santos MFO, Queiroz EP, Pigozzo CM (2009) Síndromes de polinização em fragmento urbano de Mata Atlântica do 19º batalhão de caçadores, cabula, Salvador, Bahia. *Candombá – Revista Virtual* **5**:26-39.
- Santos LGR, Griffó CLS, Silva AG (2010) Estrutura da vegetação arbustivo-herbácea de um afloramento rochoso da ilha de Vitória, Espírito Santo, sudeste do Brasil **8**:14-23.
- Santos BYM, Leite AVL, Castro CC Biologia floral e reprodutiva de herbáceas em Floresta Atlântica. *Plant Biology* No prelo (2017).
- Schindwein C, Medeiros PCR (2006) Pollination in *Turnera subulata* (Turneraceae): Unilateral reproductive dependence of the narrowly oligolectic bee *Protomeliturga turnerae* (Hymenoptera Adrenidae). *Flora* **201**:178-188.
- Silva JB, Silva LB, Nascimento LGS, Nascimento ALB, Moura GJB, Araújo EL (2012). Status sucessional das florestas influenciam a frequência e diversidade de síndromes de polinização? *Natureza on line* **10**: 111-115.
- Soares Junior RC, Almeida-Neto EB, Pessoa LM, Pimentel RMM, Zickel CS (2008) Flora do estrato herbáceo em um fragmento urbano de Floresta Atlântica – PE. *Revista de Geografia* **25**:35-49.
- Souza CS, Aoki C, Ribas A, Pott A, Sigrist MA (2016) Floral traits as potential indicators of pollination vs. Theft. *Rodriguésia* **67**: 309-320.

- Souza ACR, Junior EBA, Zickel CS (2009) Riqueza de espécies de sub-bosque em um fragmento florestal urbano, Pernambuco, Brasil. *Biotemas* **22**:57-66.
- Stang M, Klinkhamer PGL, van der Meijden E (2006) Size constraints and flower abundance determine the number of interactions in a plant-flower visitor web. *Oikos* **112**:111–121.
- Taki H, Kevan PG (2007) Does habitat loss affect the communities of plants and insects equally in plant-pollinator interactions? Preliminary findings. *Biodiversity and Conservation* **16**:3147–3161.
- Vázquez DP, Aizen MA (2004) Asymmetric specialization: a pervasive feature of plant–pollinator interactions. *Ecology* **85**: 1251-1257.
- Vázquez DP, Melián CJ, Williams NM, Blüthgen N, Krasnov BR, Poulin R (2007) Species abundance and asymmetric interaction strength in ecological networks. *Oikos* **116**: 1120-1127.
- Vieira CM, Pessoa SVA (2001) Estrutura e composição florística do estrato herbáceo-subarbustivo de um pasto abandonado na Reserva Biológica de Poço das Antas, município de Silva Jardim, RJ. *Rodriguésia* **52**: 17-30.
- Wolowski M, Freitas L (2015) An overview on pollination of the Neotropical Poales. *Rodriguésia* **66**:329-336.

Tabela 1. Interações registradas entre visitantes florais (linhas) e plantas (colunas) da Estação Ecológica de Caetés, destacando: abelhas, borboletas, moscas e vespas. Valores hachurados expressam atividade de pilhagem. Os nomes abreviados das espécies podem ser visualizados nos anexos 1 e 3. Na coluna à direita destacada na cor verde, está o somatório das interações inseto-plantas.

	<i>Zor_lat</i>	<i>Ric_gra</i>	<i>Uro_bri</i>	<i>Tur_sub</i>	<i>Age_con</i>	<i>Tri_pro</i>	<i>Sta_cay</i>	<i>Sph_tri</i>	<i>Buc_lon</i>	<i>Cro_sti</i>	<i>Sco_dul</i>	<i>Pol_vio</i>	Σ
<i>Tri_gfu</i>	773	580	1675	0	0	0	0	0	0	0	0	18	3046
<i>Api_mel</i>	1172	799	0	13	62	405	0	0	10	0	0	0	2461
<i>Bom_bre</i>	1444	324	0	327	10	48	0	0	0	0	0	0	2153
<i>Tri_ful</i>	184	236	292	293	0	0	0	0	0	0	0	0	1005
<i>Ple_fla</i>	0	238	0	47	174	78	0	112	0	0	0	62	711
<i>Epa_tig</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	629	0	0	629
<i>Cer_mac</i>	0	0	0	125	0	0	0	0	0	0	402	0	527
<i>Ple_gmi</i>	0	183	0	0	0	109	0	0	37	0	133	0	462
<i>Tet_ang</i>	150	0	0	0	140	71	0	97	0	0	0	0	458
<i>Tri_spn</i>	0	128	0	155	130	17	0	0	0	0	0	0	430
<i>Aga_sp1</i>	0	0	0	0	3	0	0	0	323	0	0	0	326
<i>Hal_sp1</i>	0	0	0	0	0	0	323	0	0	0	0	0	323
<i>Cer_sp1</i>	0	0	0	291	0	0	0	0	0	0	0	0	291
<i>Cec_sp1</i>	0	0	0	281	0	0	0	0	0	0	0	0	281
<i>Cec_sp2</i>	0	0	0	238	0	0	0	0	0	0	0	0	238
<i>Aga_sp2</i>	0	0	0	81	133	0	0	0	0	0	0	0	214
<i>Dia_sp1</i>	0	0	121	63	0	0	0	0	0	0	0	0	184
<i>Pse_sp1</i>	0	0	21	0	0	0	0	81	0	0	0	24	126
<i>Dic_are</i>	0	0	0	0	0	37	0	0	0	0	0	84	121
<i>Aug_sp1</i>	0	0	0	0	97	0	0	0	0	0	0	0	97
<i>Pse_pan</i>	0	88	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	88
<i>Eug_cor</i>	0	0	0	0	0	0	43	0	0	0	0	0	43
<i>Aug_tha</i>	0	0	0	0	0	0	0	23	0	0	0	0	23
<i>Cor_cor</i>	2	0	0	109	466	0	127	0	0	0	0	0	704
<i>Pyr_orc</i>	0	0	0	0	336	97	0	0	0	0	0	0	433
<i>Urb_pro</i>	0	368	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	368
<i>Hyl_phy</i>	0	281	0	3	0	0	11	0	0	0	0	0	295
<i>Agr_van</i>	0	0	0	32	59	0	89	9	89	0	0	0	278
<i>Urb_tel</i>	0	0	0	6	0	0	131	0	127	0	0	0	264
<i>Hem_han</i>	0	0	0	0	0	254	0	0	0	0	0	0	254
<i>Urb_dor</i>	0	92	0	10	123	0	27	0	0	0	0	0	252
<i>Cal_cor</i>	0	0	0	3	0	0	32	93	0	0	0	0	128
<i>Urb_vel</i>	0	0	0	0	0	0	121	0	0	0	0	0	121

	<i>Zor_lat</i>	<i>Ric_gra</i>	<i>Uro_bri</i>	<i>Tur_sub</i>	<i>Age_con</i>	<i>Tri_pro</i>	<i>Sta_cay</i>	<i>Sph_tri</i>	<i>Buc_lon</i>	<i>Cro_sfi</i>	<i>Sco_dul</i>	<i>Pol_vio</i>	Σ
<i>Jun_eva</i>	0	68	0	0	0	0	16	0	16	0	0	0	100
<i>Pom_pom</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	59	0	0	0	59
<i>Pyr_nis</i>	0	0	0	0	0	0	19	0	39	0	0	0	58
<i>Vet_laf</i>	0	0	0	0	0	0	43	0	0	0	0	0	43
<i>Ari_cam</i>	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	11
<i>Ler_ery</i>	0	0	0	5	0	0	0	4	0	0	0	0	9
<i>Tox_pic</i>	0	41	481	0	0	56	0	0	0	0	0	32	610
<i>Pal_vin</i>	0	43	0	0	17	16	0	320	0	0	0	0	396
<i>Tox_lac</i>	0	102	298	58	0	0	0	0	0	0	0	0	458
<i>Tox_sp1</i>	0	0	0	0	149	0	0	0	0	0	0	0	149
<i>Pse_cla</i>	0	0	0	0	0	34	0	0	0	0	0	0	34
<i>Orn_obe</i>	0	23	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	26
<i>Tac_sp1</i>	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	7
<i>Ves_sp1</i>	0	0	171	0	18	0	0	0	0	0	0	0	189
<i>Ves_sp2</i>	0	0	0	3	16	0	0	0	0	0	0	0	19
Σ	3725	3594	3059	2154	1936	1222	982	746	700	629	535	220	19502

Tabela 2. Análise da dependência relativa planta-polinizador (Dij) registrada na assembleia de espécies herbáceas da Estação Ecológica de Caetés. Valores hachurados expressam dependência acima de 50. Os nomes abreviados das espécies podem ser visualizados nos anexos 1 e 3.

	<i>Zor_lat</i>	<i>Ric_gra</i>	<i>Uro_bri</i>	<i>Tur_sub</i>	<i>Age_con</i>	<i>Tri_pro</i>	<i>Sta_cay</i>	<i>Sph_tri</i>	<i>Buc_lon</i>	<i>Cro_sti</i>	<i>Sco_dul</i>	<i>Pol_vio</i>
<i>Epa_tig</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Cer_sp1</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cec_sp1</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cec_sp2</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dic_are</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Aug_tha</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Aug_sp1</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hal_sp1</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Ves_sp2</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pse_pan</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cor_cor</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Hyl_phy</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Cal_cor</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Urb_vel</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Pom_pom</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Vet_laf</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Tox_pic</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Tac_sp1</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Aga_sp1</i>	0	0	0	0	0,01	0	0	0	0,99	0	0	0
<i>Pal_vin</i>	0	0	0	0	0,05	0,05	0	0,91	0	0	0	0
<i>Ves_sp1</i>	0	0	0,90	0	0,10	0	0	0	0	0	0	0
<i>Urb_dor</i>	0	0	0	0	0,82	0	0,18	0	0	0	0	0
<i>Ple_gmi</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0,22	0	0,78	0
<i>Pse_sp1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0,77	0	0	0	0,23
<i>Cer_mac</i>	0	0	0	0,24	0	0	0	0	0	0	0,76	0
<i>Pyr_nis</i>	0	0	0	0	0	0	0,33	0	0,67	0	0	0
<i>Bom_bre</i>	0,67	0,15	0	0,15	0	0,02	0	0	0	0	0	0
<i>Aga_sp2</i>	0	0	0	0,38	0,62	0	0	0	0	0	0	0
<i>Urb_tel</i>	0	0	0	0	0	0	0,51	0	0,49	0	0	0
<i>Ple_fla</i>	0	0	0	0	0,48	0,21	0	0,31	0	0	0	0
<i>Api_mel</i>	0,48	0,33	0	0	0,03	0,17	0	0	0,00	0	0	0
<i>Tri_gfu</i>	0,25	0,19	0,55	0	0	0	0	0	0	0	0	0,01
<i>Tet_ang</i>	0	0	0	0	0,45	0,23	0	0,31	0	0	0	0
<i>Tri_spn</i>	0	0,30	0	0,36	0,30	0,04	0	0	0	0	0	0
<i>Tri_ful</i>	0,18	0,23	0,29	0,29	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Agr_van</i>	0	0	0	0	0	0	0,05	0	0,05	0	0	0
<i>Jun_eva</i>	0	0	0	0	0	0	0,05	0	0,05	0	0	0

Tabela 3. Análise da dependência relativa polinizador-planta registrada na assembleia de espécies herbáceas da Estação Ecológica de Caetés. Valores hachurados expressam dependência acima de 50. Os nomes abreviados das espécies podem ser visualizados nos anexos 1 e 3.

	<i>Zor_lat</i>	<i>Ric_gra</i>	<i>Uro_bri</i>	<i>Tur_sub</i>	<i>Age_con</i>	<i>Tri_pro</i>	<i>Sta_cay</i>	<i>Sph_tri</i>	<i>Buc_lon</i>	<i>Cro_sti</i>	<i>Sco_dul</i>	<i>Pol_vio</i>
<i>Epa_tig</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Cer_mac</i>	0	0	0	0,07	0	0	0	0	0	0	0,75	0
<i>Dic_are</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,67
<i>Api_mel</i>	0,33	0,37	0	0	0,07	0,59	0	0	0,01	0	0	0
<i>Bom_bre</i>	0,40	0,15	0,00	0,18	0,01	0,01	0,07	0	0	0	0	0
<i>Pse_sp1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0,13	0	0	0	0,19
<i>Aug_sp1</i>	0	0	0	0	0,11	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hal_sp1</i>	0	0	0	0	0	0	0,34	0	0	0	0	0
<i>Ves_sp2</i>	0	0	0	0	0,02	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pse_pan</i>	0	0,04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cor_cor</i>	0	0	0	0	0	0	0,14	0	0	0	0	0
<i>Hyl_phy</i>	0	0	0	0	0	0	0,01	0	0	0	0	0
<i>Cal_cor</i>	0	0	0	0	0	0	0,03	0	0	0	0	0
<i>Urb_vel</i>	0	0	0	0	0	0	0,13	0	0	0	0	0
<i>Pom_pom</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0,08	0	0	0
<i>Vet_laf</i>	0	0	0	0	0	0	0,05	0	0	0	0	0
<i>Tox_pic</i>	0	0	0	0	0	0,08	0	0	0	0	0	0
<i>Tac_sp1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0,01	0	0	0	0
<i>Aga_sp1</i>	0	0	0	0	0,00	0	0	0	0,46	0	0	0
<i>Pal_vin</i>	0	0	0	0	0,02	0,02	0	0,50	0	0	0	0
<i>Ves_sp1</i>	0	0	0,08	0	0,02	0	0	0	0	0	0	0
<i>Urb_dor</i>	0	0	0	0	0,13	0	0,03	0	0	0	0	0
<i>Ple_gmi</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0,05	0	0,25	0
<i>Cer_sp1</i>	0	0	0	0,16	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cec_sp1</i>	0	0	0	0,16	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pyr_nis</i>	0	0	0	0	0	0	0,02	0	0,06	0	0	0
<i>Cec_sp2</i>	0	0	0	0,13	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Aga_sp2</i>	0	0	0	0,05	0,14	0	0	0	0	0	0	0
<i>Urb_tel</i>	0	0	0	0	0	0	0,14	0	0,18	0	0	0
<i>Ple fla</i>	0	0	0	0	0,19	0,11	0	0,18	0	0	0	0
<i>Aug_tha</i>	0	0	0	0	0	0	0	0,04	0	0	0	0
<i>Tri_gfu</i>	0,22	0,27	0,78	0	0	0	0	0	0	0	0	0,14
<i>Tet_ang</i>	0	0	0	0	0,15	0,10	0	0,15	0	0	0	0
<i>Tri_spn</i>	0	0,06	0	0,09	0,14	0,02	0	0	0	0	0	0
<i>Tri_ful</i>	0,05	0,11	0,14	0,16	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Agr_van</i>	0	0	0	0	0	0	0,09	0	0,13	0	0	0
<i>Jun_eva</i>	0	0	0	0	0	0	0,02	0	0,02	0	0	0

Tabela 4. Análise da assimetria de dependência relativa planta-polinizador registrada na assembleia de espécies herbáceas da Estação Ecológica de Caetés. As interações em destaque expressam valores de assimetria acima de 50. Os nomes abreviados das espécies podem ser visualizados nos anexos 1 e 3.

	<i>Zor_lat</i>	<i>Ric_gra</i>	<i>Uro_bri</i>	<i>Tur_sub</i>	<i>Age_con</i>	<i>Tri_pro</i>	<i>Sta_cay</i>	<i>Sph_tri</i>	<i>Buc_lon</i>	<i>Cro_sit</i>	<i>Sco_dul</i>	<i>Pol_vio</i>
<i>Hyl_phy</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Tac_sp1</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Ves_sp2</i>	0	0	0	0	0,99	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cal_cor</i>	0	0	0	0	0	0	0,98	0	0	0	0	0
<i>Pse_pan</i>	0	0,97	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Aug_tha</i>	0	0	0	0	0	0	0	0,97	0	0	0	0
<i>Tox_pic</i>	0	0	0	0	0	0,93	0	0	0	0	0	0
<i>Pom_pom</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0,92	0	0	0
<i>Cec_sp2</i>	0	0	0	0,88	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ves_sp1</i>	0	0	0,83	0	0,08	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bom_bre</i>	0,27	0,00	0	0,03	0,01	0,05	0	0	0	0	0	0
<i>Vet_laf</i>	0	0	0	0	0	0	0,96	0	0	0	0	0
<i>Aug_sp1</i>	0	0	0	0	0,90	0	0	0	0	0	0	0
<i>Urb_vel</i>	0	0	0	0	0	0	0,88	0	0	0	0	0
<i>Cor_cor</i>	0	0	0	0	0	0	0,87	0	0	0	0	0
<i>Cer_sp1</i>	0	0	0	0,85	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cec_sp1</i>	0	0	0	0,85	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Urb_dor</i>	0	0	0	0	0,69	0	0,15	0	0	0	0	0
<i>Hal_sp1</i>	0	0	0	0	0	0	0,66	0	0	0	0	0
<i>Pse_sp1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0,65	0	0	0	0,04
<i>Pyr_nis</i>	0	0	0	0	0	0	0,31	0	0,62	0	0	0
<i>Ple_gmi</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0,17	0	0,54	0
<i>Aga_sp1</i>	0	0	0	0	0,01	0	0	0	0,53	0	0	0
<i>Aga_sp2</i>	0	0	0	0,34	0,48	0	0	0	0	0	0	0
<i>Jun_eva</i>	0	0	0	0	0	0	0,49	0	0,48	0	0	0
<i>Agr_van</i>	0	0	0	0	0	0	0,41	0	0,38	0	0	0
<i>Pal_vin</i>	0	0	0	0	0,03	0,02	0	0,41	0	0	0	0
<i>Urb_tel</i>	0	0	0	0	0	0	0,37	0	0,31	0	0	0
<i>Tet_ang</i>	0	0	0	0	0,31	0,13	0	0,17	0	0	0	0
<i>Ple_fla</i>	0	0	0	0	0,19	0,11	0	0,18	0	0	0	0
<i>Tri_spn</i>	0	0,24	0	0,28	0,16	0,02	0	0	0	0	0	0
<i>Tri_gfu</i>	0,04	0,08	0,24	0	0	0	0	0	0	0	0	0,14
<i>Tri_ful</i>	0,13	0,13	0,16	0,13	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Api_mel</i>	0,15	0,04	0	0	0,04	0,42	0	0	0,01	0	0	0
<i>Cer_mac</i>	0	0	0	0,17	0	0	0	0	0	0	0,01	0
<i>Dic_are</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,34
<i>Epa_tig</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



Figura 1. Localização da Estação Ecológica de Caetés, Pernambuco, Brasil. O ponto amarelo em destaque (denominado marcador sem título) indica o local do estudo.

Fonte: Google Earth.

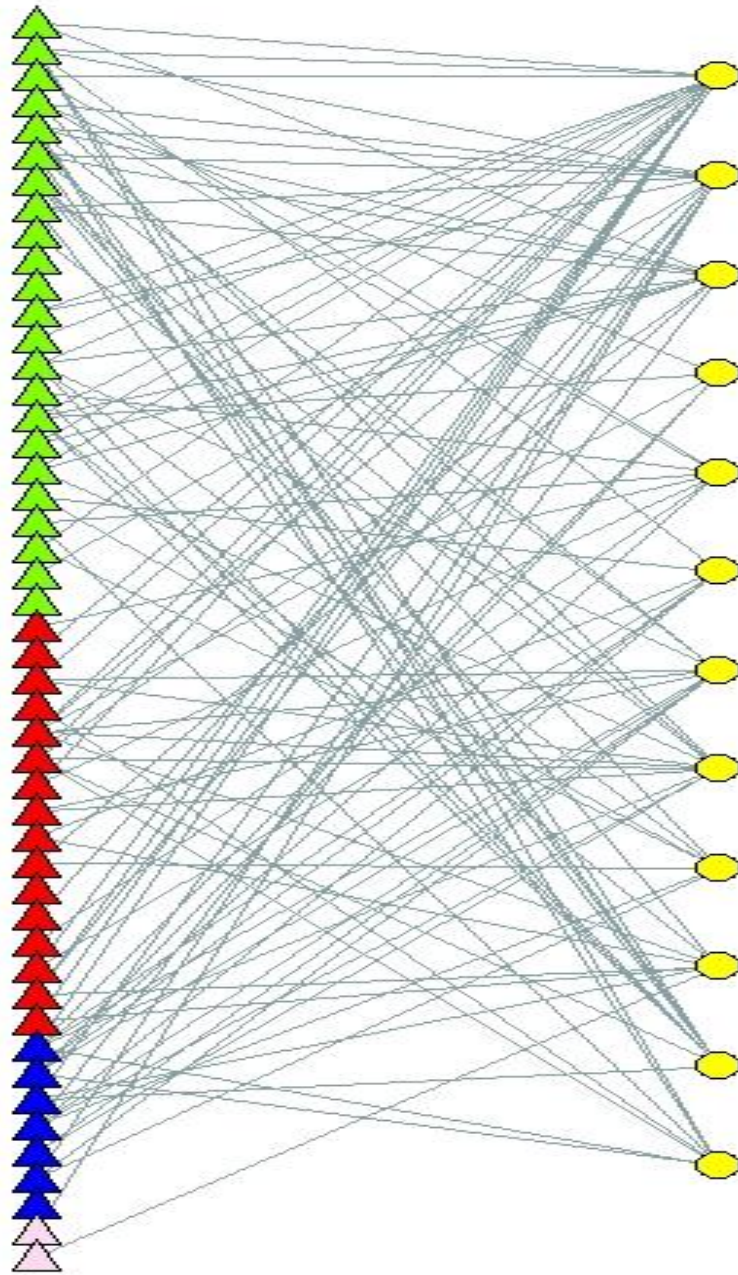


Figura 2. Ilustração da rede de interações plantas-visitantes florais da Estação Ecológica de Caetés, Pernambuco, Brasil. Os círculos amarelos representam as plantas, os triângulos verdes representam as abelhas, os vermelhos representam as borboletas, os azuis representam as moscas e os róseos representam as vespas.

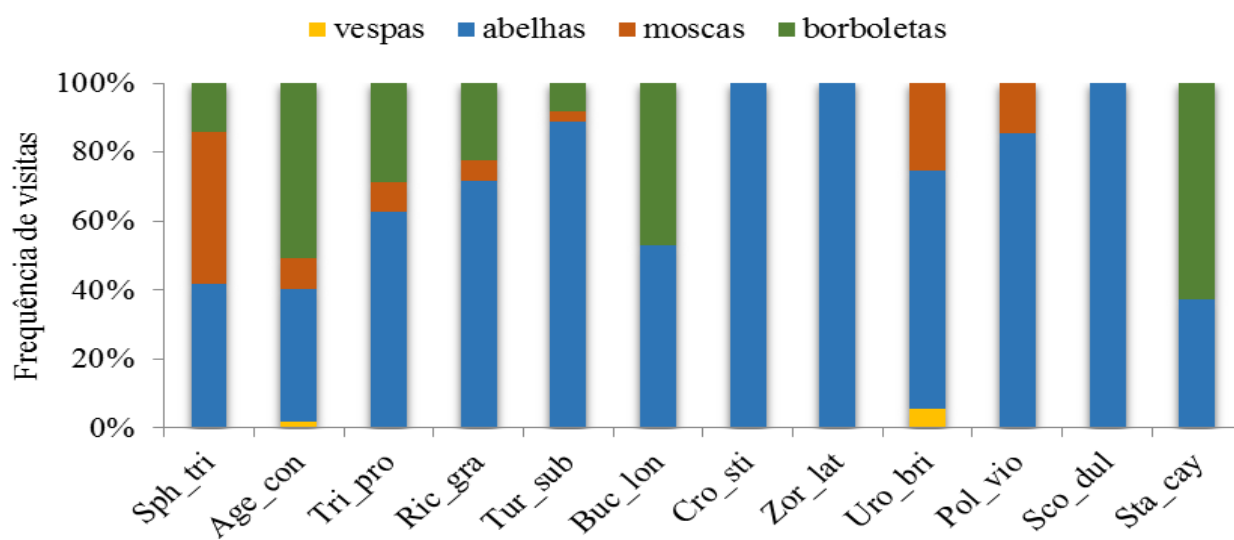


Figura 3. Frequência de visitas por grupo taxonômico de insetos para cada planta observada na borda da floresta da Estação Ecológica de Caetés. Os nomes abreviados das espécies podem ser visualizados no anexo 1.

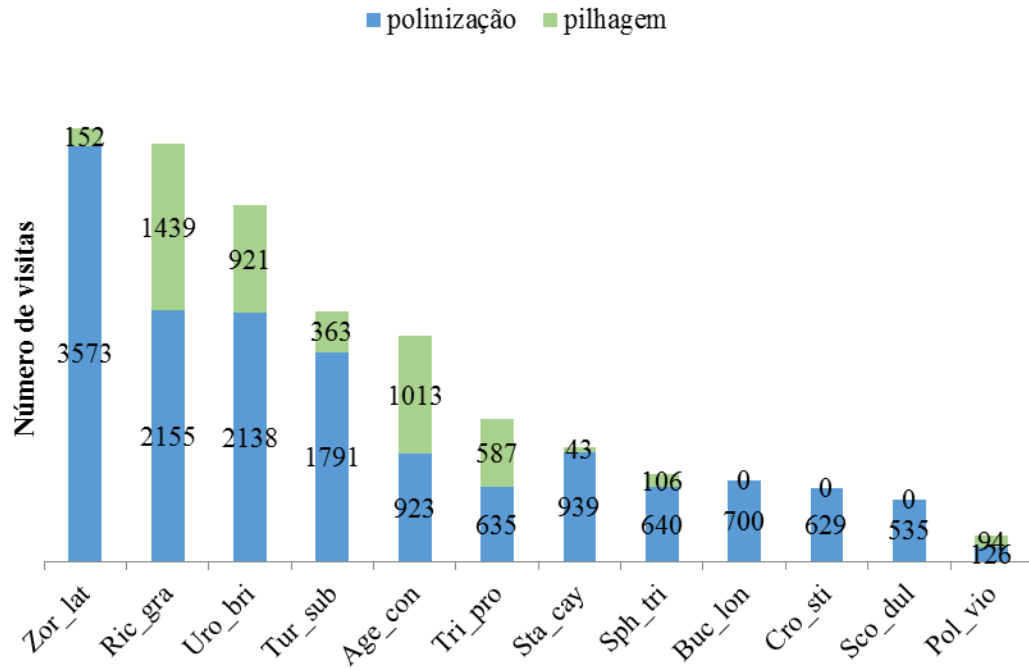


Figura 4. Quantidade e natureza das visitas por planta observada na borda da Estação Ecológica de Caetés. Os nomes abreviados das espécies podem ser visualizados no anexo 1.

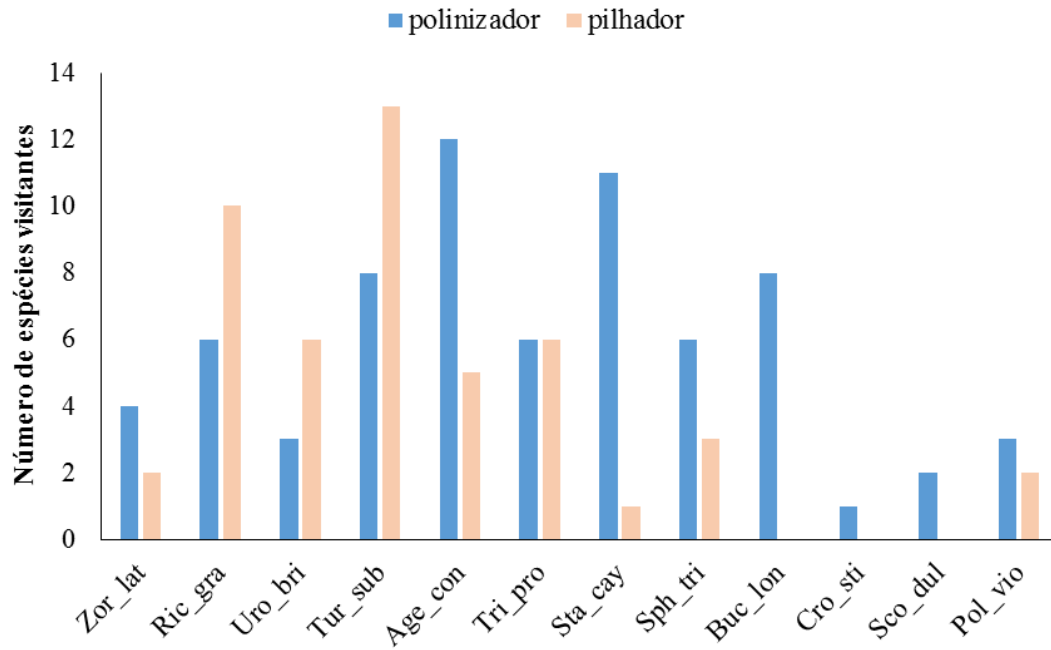


Figura 5. Análise qualitativa e quantitativa das interações por planta, observada na borda da floresta da Estação Ecológica de Caetés. Os nomes abreviados das espécies podem ser visualizados no anexo 1.

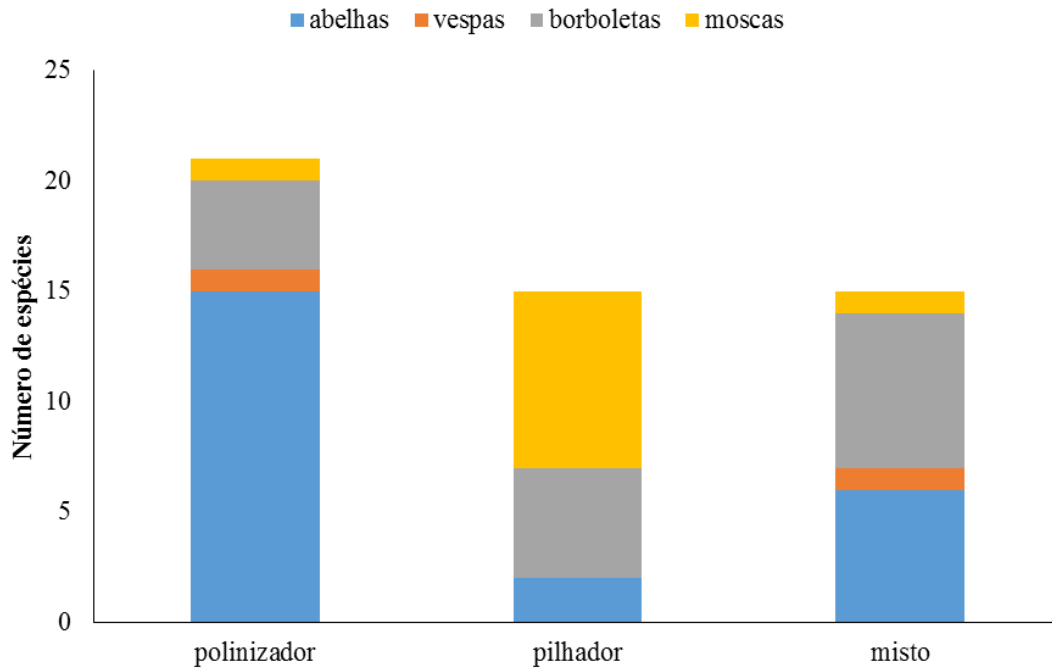


Figura 6. Análise da natureza das visitas por grupo taxonômico, observadas nas interações plantas-visitantes florais na borda da Estação Ecológica de Caetés. A terceira coluna, denominada “misto” representa a dupla atuação de alguns visitantes florais, como polinizadores e pilhadores

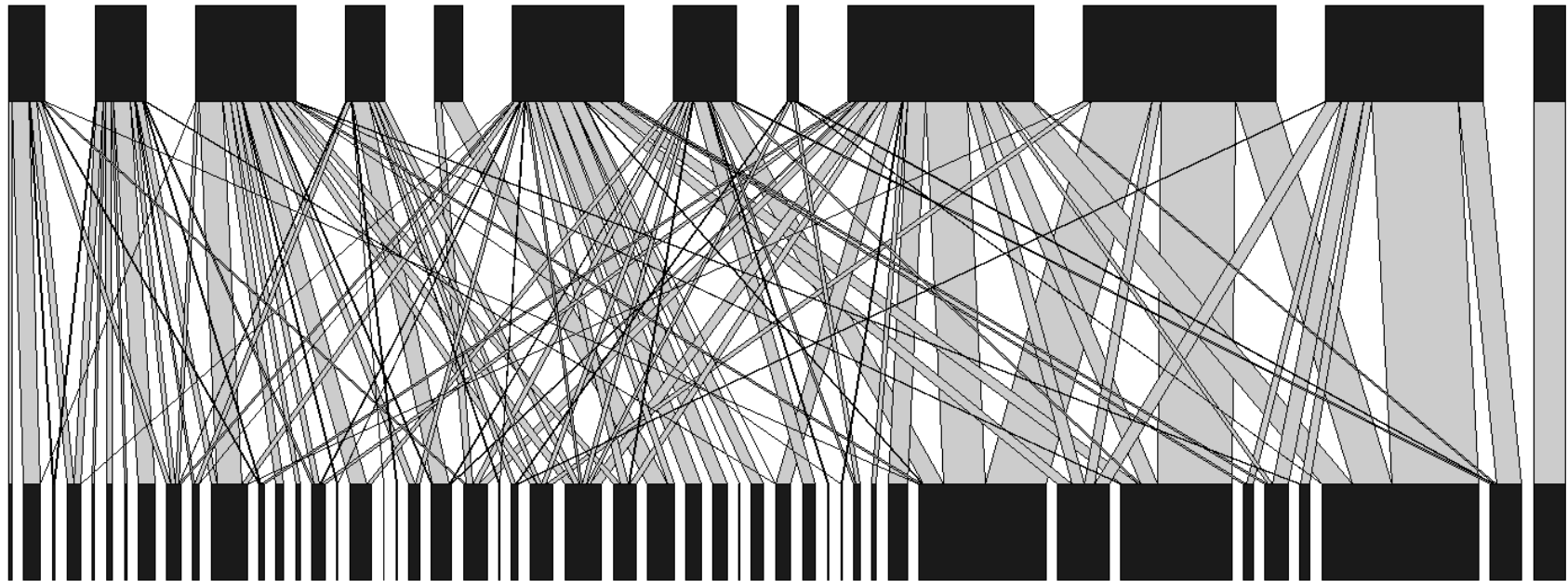


Figura 7. Rede de interações plantas-visitantes florais da Estação Ecológica de Caetés, Pernambuco, Brasil. Os nomes abreviados das espécies podem ser visualizados nos anexos 1 e 3. As linhas mais delgadas representam poucas interações enquanto que as mais espessas representam mais interações. A largura das barras representa a quantidade de interações para cada espécie.

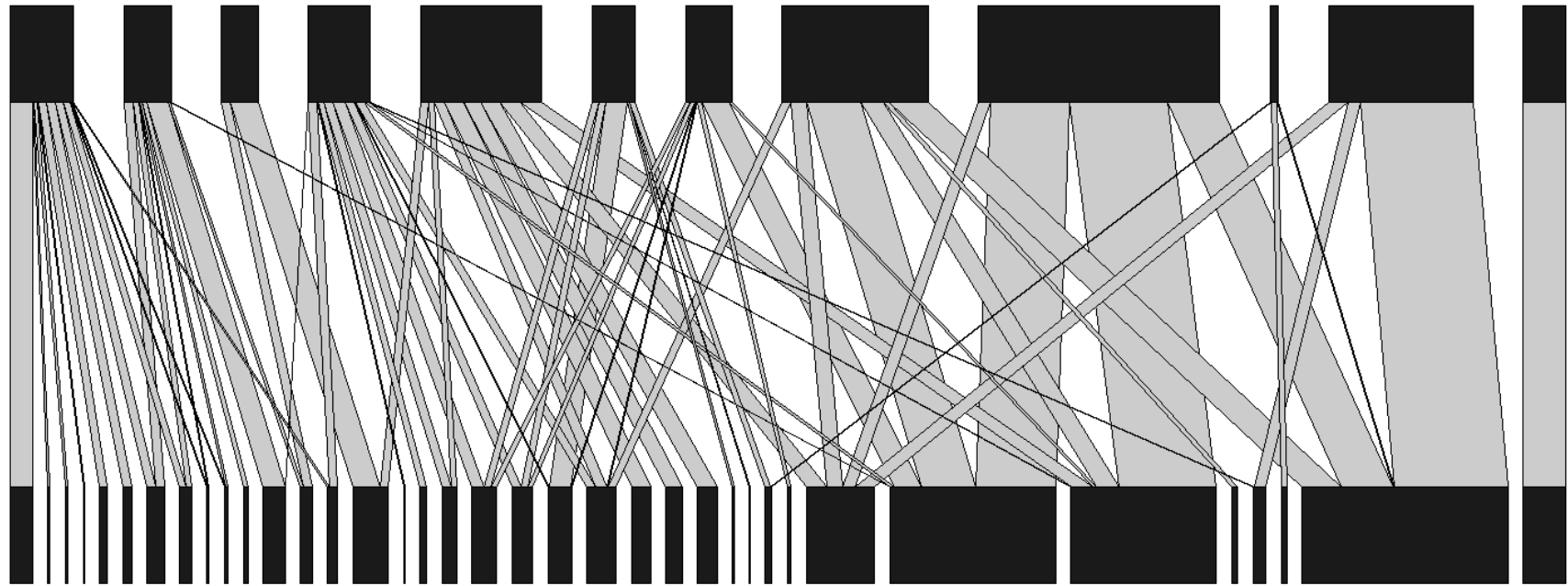


Figura 8. Rede de interações plantas-polinizadores da Estação Ecológica de Caetés, Pernambuco, Brasil. Os nomes abreviados das espécies podem ser visualizados nos anexos 1 e 3. As linhas mais delgadas representam poucas interações enquanto que as mais espessas representam mais interações. A largura das barras representa a quantidade de interações para cada espécie.

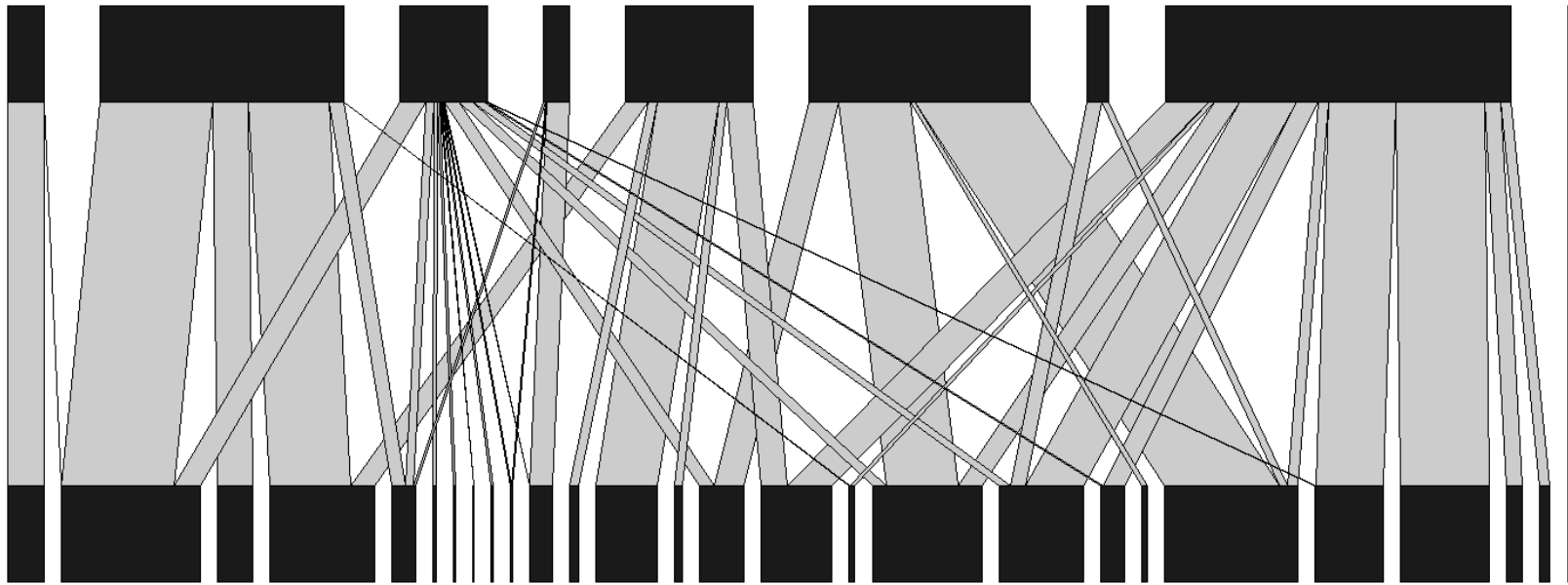


Figura 9. Rede de interações plantas-pilhadores da Estação Ecológica de Caetés, Pernambuco, Brasil. Os nomes abreviados das espécies podem ser visualizados nos anexos 1 e 3. As linhas mais delgadas representam poucas interações enquanto que as mais espessas representam mais interações. A largura das barras representa a quantidade de interações para cada espécie.

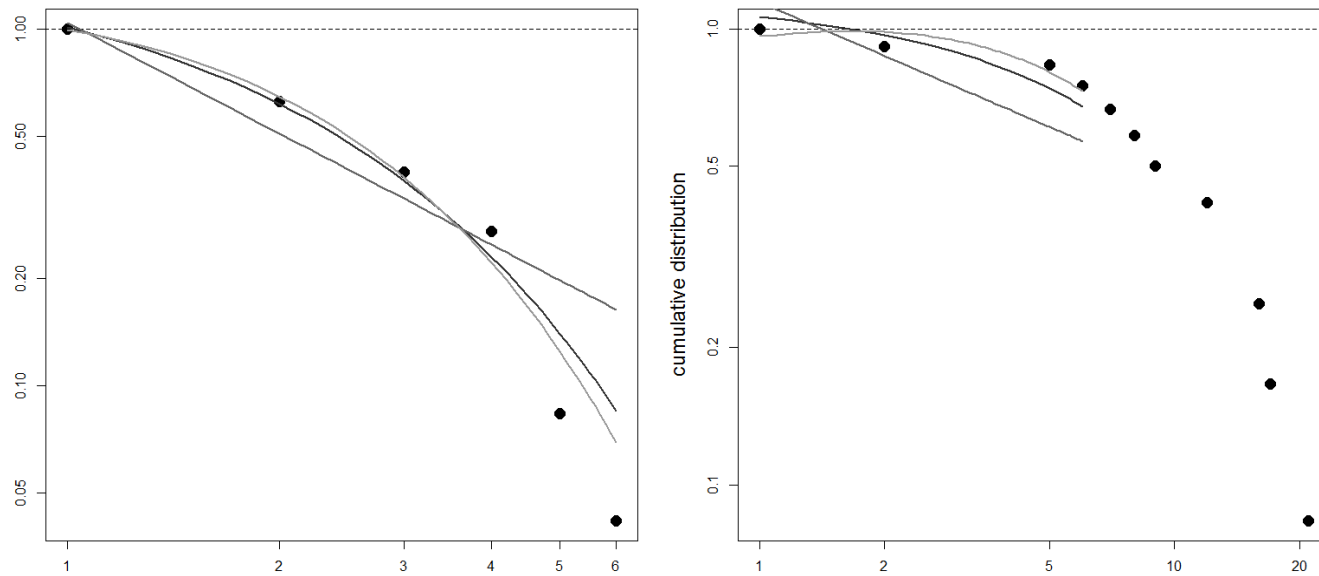


Figura 10. Distribuição do grau da rede plantas-visitantes florais da Estação Ecológica de Caetés, Pernambuco, Brasil: a) espécies de baixo nível trófico; b) espécies de alto nível trófico.

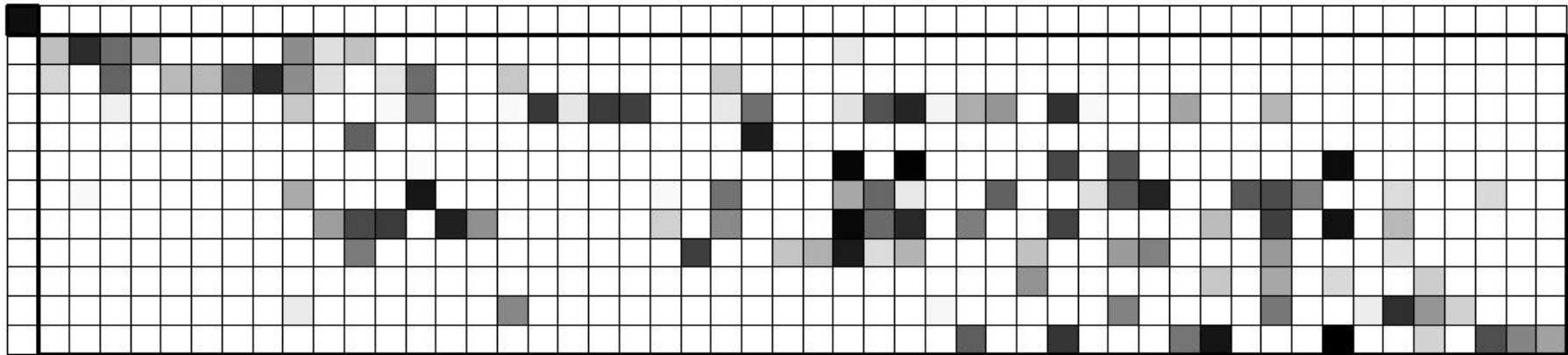


Figura 11. Análise da Modularidade na rede plantas-visitantes florais da Estação Ecológica de Caetés, Pernambuco, Brasil. As plantas estão nas linhas e os insetos nas colunas. Não foram identificados sub-grupos coesos na rede e a distribuição aleatória das interações é visualizada nos quadrados preenchidos.

Anexo 1. Espécies herbáceas e subarborescentes da borda de floresta da Estação Ecológica de Caetés, Pernambuco, Brasil.

Família/ Espécie	Abrev.	Nº Tomb.
ASTERACEAE		
<i>Ageratum conyzoides</i> L. 1753	Age_con	53136
<i>Tridax procumbens</i> L. 1753	Tri_pro	53132
<i>Sphagneticola tribolata</i> (L.) Pruski.	Sph_tri	53131
FABACEAE		
<i>Crotalaria stipularia</i> Desv. 1814	Cro_sti	53162
<i>Zornia latifolia</i> Sm. 1819	Zor_lat	53099
POACEAE		
<i>Urochloa brizantha</i> (Hochst. ex A. Rich.) R.D.Webster 1987	Uro_bri	53127
TURNERACEAE		
<i>Turnera subulata</i> Sm.1817	Tur_sub	53081
POLYGALACEAE		
<i>Polygala violacea</i> Aubl. 1775	Pol_vio	53110
RUBIACEAE		
<i>Richardia grandiflora</i> (Cham. & Schltdl.) Steud. 1841	Ric_gra	53091
OROBANCHACEAE		
<i>Buchnera longifolia</i> Kunth 1817	Buc_lon	53160
PLANTAGINACEAE		
<i>Scoparia dulcis</i> L.1753	Sco_dul	53082
VERBENACEAE		
<i>Stachytarpheta cayennensis</i> (Rich.) Vahl 1804	Sta_cay	53155

Anexo 2. Morfologia: tipo floral das espécies herbáceas e subarborescentes da borda de floresta da Estação Ecológica de Caetés, Pernambuco, Brasil.

Espécie	Tipo floral	Antese	Recurso
<i>Ageratum conyzoides</i>	Tube	Diurna	Néctar
<i>Tridax procumbens</i>	Tube	Diurna	Néctar
<i>Sphagneticola tribolata</i>	Tube	Diurna	Néctar
<i>Crotalaria stipularia</i>	Estandarte	Vespertina	Néctar
<i>Zornia latifolia</i>	Estandarte	Diurna	Néctar
<i>Urochloa brizantha</i>	Flor aperiantada	Diurna	Pólen
<i>Turnera subulata</i>	Funil	Diurna	Néctar
<i>Polygala violacea</i>	Estandarte	Diurna	Néctar
<i>Richardia grandiflora</i>	Funil	Diurna	Néctar
<i>Buchnera longifolia</i>	Tube	Diurna	Néctar
<i>Scoparia dulcis</i>	Disco	Diurna	Néctar
<i>Stachytarpheta cayennensis</i>	Tube	Diurna	Néctar

Dados obtidos de Santos (2017 dados não publicados). Foi considerado apenas o diâmetro das corolas para a classificação, de acordo com Faegri (1979). <4mm: inconspícua; 5mm-10mm: pequena; 10mm-20mm: média e >20mm: grande.

Anexo 3. Identificação dos visitantes florais das espécies herbáceas e subarborescentes da borda de floresta da Estação Ecológica de Caetés, Pernambuco, Brasil.

Ordem/Família	Gênero/Espécie	Abrev.
HYMENOPTERA		
Apidae	<i>Apis mellifera</i> Linnaeus, 1758	Api_mel
	<i>Bombus</i> (Fervidobombus) <i>brevivilus</i> Franklin, 1913	Bom_bre
	<i>Ceratina</i> (<i>Crewella</i>) <i>maculifrons</i> Smith, 1854	Cer_mac
	<i>Ceratina</i> (<i>Ceratinula</i>) sp.	Cer_sp1
	<i>Ceratina</i> (<i>Crewella</i>) sp.1	Cec_sp1
	<i>Ceratina</i> (<i>Crewella</i>) sp. 2	Cec_sp2
	<i>Euglossa</i> (<i>Euglossa</i>) <i>cordata</i> Linnaeus, 1758	Eug_cor
	<i>Plebeia flavocincta</i> Cockerell, 1912	Ple_fla
	<i>Plebeia</i> sp.grupo <i>minima</i> Gribodo, 1893	Ple_gmi
	<i>Tetragonisca angustula</i> Latreille, 1811	Tet_ang
	<i>Trigona</i> sp. grupo <i>fuscipennis</i> Friese, 1900	Tri_gfu
	<i>Trigona</i> sp. grupo <i>fulviventris</i> Guérin, 1835	Tri_ful
	<i>Trigona spinipes</i> Fabricius, 1793	Tri_spn
Halictidae	<i>Augochloropsis</i> sp.	Aug_sp.
	<i>Augochlora</i> sp.1	Aga_sp1
	<i>Augochlora</i> sp.2	Aga_sp2
	<i>Augochlora</i> (<i>Oxystoglossella</i>) cf. <i>thalia</i> Smith, 1879	Aug_tha
	<i>Dialictus</i> sp. Robertson, 1902	Dia_sp.
	Halictidae sp.	Hal_sp.
	<i>Pseudaugochlora</i> cf. <i>pandora</i> Smith, 1853	Pse_pan
<i>Pseudaugochlora</i> sp.1 Michener, 1954	Pse_sp1	
Megachilidae	<i>Epanthidium tigrinum</i> Schrottky, 1905	Epa_tig
	<i>Dicranthidium arenarium</i> Ducke, 1907	Dic_are
Vespidae	<i>Vespa</i> sp. 1	Ves_sp1
	<i>Vespa</i> sp.2	Ves_sp2

DIPTERA

Syrphidae	<i>Ornidia obesa</i> Fabricius, 1775	Orn_obe
	<i>Palpada vinetorum</i> Fabricius, 1798	Pal_vin
	<i>Pseudodorus clavatus</i> Fabricius, 1794	Pse_cla
	<i>Toxomerus</i> sp. Macquart, 1855	Tox_sp.
	<i>Toxomerus pictus</i> Macquart, 1842	Tox_pic
	<i>Toxomerus lacrymosus</i> Bigot, 1884	Tox_lac
Tachinidae	Tachinidae sp.	Tac_sp.

LEPIDOPTERA

Hesperiidae	<i>Callimormus corus</i> E. Bell, 1941	Cal_cor
	<i>Corticea corticea</i> Plötz, 1882	Cor_cor
	<i>Hylephila phyleus phyleus</i> Drury, 1773	Hyl_phy
	<i>Lerodea erythrostictus</i> Prittwitz, 1868	Ler_ery
	<i>Pyrgus orcus</i> Stoll, 1780	Pyr_orc
	<i>Pompeius pompeius</i> Latreille, 1824	Pom_pom
	<i>Urbanus dorantes</i> Stoll, 1790	Urb_dor
	<i>Urbanus proteus</i> Linnaeus, 1758	Urb_pro
	<i>Urbanus teleus</i> Hübner, 1821	Urb_tel
	<i>Urbanus velinus</i> Plötz, 1880	Urb_vel
	<i>Vetius lafrenaye</i> Herrich-Schäffer, 1869	Vet_laf
Lycaenidae	<i>Hemiargus hanno hanno</i> Stoll, 1790	Hem_han
Nymphalidae	<i>Agraulis vanillae maculosa</i> Stichel, 1907	Agr_van
	<i>Junonia evarete</i> Cramer, 1779	Jun_eva
Pieridae	<i>Pyrisitia nise tenella</i> Boisduval, 1836	Pyr_nis
Riodinidae	<i>Aricoris campestris</i> H. Bates, 1868	Ari_cam

Anexo 4. Instruções para publicação no periódico.

O Journal of Plant Ecology (JPE) é uma revista internacional de ecologia vegetal, avaliada por pares, que serve como um meio importante para que os ecologistas chineses e internacionais apresentem descobertas de pesquisa e discutam questões desafiadoras no amplo campo da ecologia vegetal. Artigos de pesquisa e revisão publicados no JPE serão de interesse para todos os tipos de ecologistas de plantas. JPE inclui questões / características especiais que focalizam as fronteiras na ecologia de plantas com revisões convidadas escritas pelos ecólogos líderes no campo.

SUBMISSÃO DE MANUSCRITOS

Os manuscritos devem ser enviados através do [sistema de](#) apresentação via [web](#)

Sugerir revisores: Por favor inclua também os nomes de 3 a 5 pessoas qualificadas para revisar seu manuscrito. Indique o nome, instituição e endereço de e-mail de cada indivíduo. Vamos tentar ter pelo menos um revisor do conjunto que você solicitou. Você também pode [solicitar](#) um membro da [equipe editorial](#) que você acha que é mais adequado para lidar com seu manuscrito. **Cartas**

de Apresentação: Todos os autores devem incluir uma carta de apresentação ao enviar um manuscrito para JPE. As cartas de apresentação devem incluir as seguintes seções: 1) Título, nomes dos autores e números de tabelas, figuras e páginas no texto principal e materiais complementares; 2) Importância e novidade dos achados da pesquisa no estudo; 3) Os autores precisam prometer que os manuscritos submetidos ao JPE são considerados no entendimento de que não foram publicados em outros lugares nem estão sendo considerados para publicação; 4) Além disso, o acordo para a submissão e endereço de e-mail de todos os autores são necessários. **Edição de Línguas:** Especialmente se o Inglês não é a sua primeira língua, antes de enviar o seu manuscrito você pode querer tê-lo editado para a linguagem. Esta não é uma etapa obrigatória, mas pode ajudar a garantir que o conteúdo acadêmico do seu artigo seja totalmente compreendido pelos editores e revisores de revistas. A edição de idiomas não garante que seu manuscrito será aceito para publicação. Se desejar mais informações, acesse:

http://www.oxfordjournals.org/for_authors/language_services.html. Existem outras empresas de edição de linguagem especializada que oferecem serviços semelhantes e você também pode usar qualquer um desses. Os autores são responsáveis por todos os custos associados a tais serviços.

MANUSCRITOS REVISADOS

Os manuscritos revistos devem ser devolvidos através do [sistema de submissão on-line](#) dentro de dois meses a partir da data em que o convite foi enviado; Manuscritos revistos recebidos após esse período serão considerados como novas submissões. Os manuscritos revistos devem ser acompanhados de uma carta de resposta detalhada sobre como todas as preocupações do editor e dos árbitros foram abordadas. Indique o (s) número (s) de página, número (s) e número (s) de linha em que cada revisão foi feita. Por favor, copie esta carta em "Resposta a comentários" durante a submissão. Formato: Arquivos originais de origem são necessários para evitar atrasos se o manuscrito for aceito. O texto principal deve ser fornecido como Microsoft Word. Referências, legendas de figuras e tabelas devem ser incluídas no arquivo do Word. As figuras devem ser fornecidas como arquivos .TIFF. A resolução mínima para as figuras é de 300 dpi para tom ou cor, 1200 dpi para arte de linha aproximadamente com o tamanho correto para publicação. As figuras de cores devem ser CMYK (Ciano-Magenta-Amarelo-Preto).

ORIENTAÇÕES PARA A APRESENTAÇÃO

Os manuscritos devem ser datilografados usando o tamanho 12 Times New Roman num lado apenas de tamanho A4, alinhado à esquerda e espaçamento duplo com margens de pelo menos 3 cm. Todas as páginas devem ser numeradas sequencialmente. Cada linha do texto também deve ser numerada consecutivamente. Os manuscritos devem ser escritos em linguagem clara, concisa e científica, devem ser usadas nomenclaturas e unidades internacionais padrão. A primeira página deve conter o título (não superior a 100 caracteres), o (s) nome (s) do (s) autor (es), o (s) nome (s) e endereço (s) da instituição onde o trabalho foi realizado, seguido pelos dados de contato do autor a quem a correspondência deve ser enviada (endereço, telefone, fax e e-mail). Quaisquer reconhecimentos ou notas

de rodapé referentes ao título, incluindo fontes de apoio financeiro (para autores chineses), devem ser inseridos na seção Agradecimentos, que precede as Referências. Os autores também devem fornecer um título em execução que aparecerá no topo da página, que não deve exceder 50 caracteres, incluindo espaços. Cada trabalho deve começar com um resumo estruturado de não mais de 450 palavras, incluindo três partes: *Objetivos, métodos e resultados importantes* (comentários e fóruns deve omitir *Métodos*). *Os objetivos* devem resumir o contexto e os objetivos primários do estudo. *Os métodos* devem descrever de forma concisa a localização (para estudos de campo) e as principais técnicas e procedimentos utilizados no estudo. *Importante: As conclusões não* devem ocupar mais de metade do resumo e resumir apenas os resultados mais importantes e sua importância. Três a cinco *palavras-chave* devem ser fornecidas após o resumo para fins de indexação. O corpo do texto deve ser subdividido nas seguintes rubricas principais: (A) A introdução deve ser concisa e definir o âmbito do trabalho em relação a outros trabalhos realizados no mesmo campo. (B) Os materiais e métodos devem ser breves mas informativos o suficiente para a reprodução do trabalho; Quando os métodos publicados em periódicos padrão são seguidos sem qualquer modificação, uma referência ao trabalho deve ser listada. (C) Resultados e Discussão devem ser apresentados com clareza e precisão. (D) Agradecimentos (E) Referências. Existem recursos para publicar dados na Internet (por exemplo, apêndices, tabelas adicionais, gráficos e outros materiais úteis para melhorar a compreensão do manuscrito) como dados suplementares, que não estariam sujeitos a essas restrições de comprimento.

ABREVIATURAS

Símbolos químicos padrão podem ser utilizados no texto quando desejável, no interesse da concisão. Para nomes químicos longos e outros termos engorrosos, abreviaturas amplamente aceitas podem ser usadas no texto (por exemplo, ATP, DNA); A lista de abreviaturas padrão publicada pelo *The Biochemical Journal* (<http://www.biochemj.org/bj/bji2a.htm>) é um guia aceitável. Podem ser usadas abreviaturas para os nomes de compostos menos comuns, mas o termo completo deve ser dado na primeira menção. É confuso e desnecessário usar abreviaturas para palavras comuns em inglês (por exemplo, L para luz).

NOMES CIENTÍFICOS

O nome científico completo (gênero, espécie, autoridade e cultivar, quando apropriado) deve ser citado para cada organismo na primeira menção. O nome genérico pode ser abreviado para a inicial depois disso, exceto onde referências intervenientes para outros gêneros com a mesma inicial podem causar confusão. Se os nomes vernaculares são empregados, devem ser acompanhados pelo nome científico correto na primeira utilização.

NOMENCLATURA DE BIOLOGIA QUÍMICA E MOLECULAR

Siga *Chemical Abstracts* e seus índices para nomes químicos. As recomendações IUPAC e IUBMB sobre nomenclatura química, bioquímica e biologia molecular devem ser seguidas (ver <http://www.chem.qmw.ac.uk/iupac> e <http://www.chem.qmw.ac.uk/iubmb>).

UNIDADES DE MEDIDA

O sistema métrico é adotado como padrão. O sistema de unidades conhecido como 'SI' deve ser usado. Se forem utilizadas abreviaturas não-padrão, elas devem ser definidas no texto. As unidades de medida devem ser especificadas, exceto quando precedidas de um número, quando devem ser abreviadas na forma normalizada: g, mg, cm³, etc., e não seguidas de parágrafos completos. Use expoentes negativos para indicar unidades no denominador (ie mmol m⁻² s⁻¹). **Números:** Até dez devem ser enunciados no texto, exceto quando se refere a medições. Os números maiores do que dez devem ser representados como números, exceto no início de uma frase. As frações devem ser expressas em decimais. **As datas** devem ser citadas assim: 7 de junho de 2001 e o relógio de 24 horas deve ser usado.

DADOS DA SEQUÊNCIA

A deposição de sequências de aminoácidos de proteínas ou sequências de nucleotídeos é necessária antes da publicação, e o número de acesso à base de dados deve ser dado no texto do manuscrito. Microarray Gene Expression Os dados devem estar em conformidade com as informações mínimas sobre microarray

experimental padrão (MIAME, consulte www.mged.org/miame para obter mais informações.)

EQUAÇÕES

Se as equações exigem mais de um nível de subscripto ou sobrescrito, use o 'Microsoft Equation Editor' ou 'Math Type'. Se qualquer outra coisa é usada, a equação precisa ser reescrita, o que a torna vulnerável a erros.

TABELAS

As tabelas devem estar em uma página separada, e devem ser numeradas em algarismos arábicos com uma legenda apropriada na cabeça. Eles devem ser incluídos no arquivo de texto (no arquivo PDF para as primeiras submissões ou no arquivo do Word para manuscritos aceitos).

FIGURAS

Os números devem ser auto-explicativos e conter tanta informação quanto é consistente com clareza. Todas as figuras devem levar o número da figura em algarismos arábicos. Citação no texto deve assumir a forma. 1a etc. A resolução mínima para as figuras é de 300 dpi (pontos por polegada) para tom ou cor, 1200 dpi para arte de linha em aproximadamente o tamanho correto para publicação. As figuras de cores devem ser CMYK (Ciano-Magenta-Amarelo-Preto).

Os desenhos de linha devem ser claros: sombras fracas ou pontuações serão perdidas após a reprodução e devem ser evitadas e sombras pesadas ou pontilhado podem aparecer em preto. Linhas e símbolos devem ser desenhados corajosamente o suficiente para suportar a redução para o tamanho desejado. Para gráficos em que se pretende reduzir a metade em dimensões lineares, uma espessura adequada para o eixo seria 0,3 mm e para as outras linhas 0,4 ou 1,0 mm dependendo da complexidade do gráfico. Os símbolos preferidos são círculo fechado, círculo aberto, quadrado fechado, quadrado aberto, triângulo fechado e triângulo aberto e não deve ser inferior a 2 mm (altura / diâmetro) para redução para metade. Os símbolos x e + devem ser evitados. *Fotografias*: não fornecidas eletronicamente, devem ser de alta qualidade, impressas em papel brilhante e montadas nitidamente

em uma base de cartão branco fino, deixando um espaço estreito entre cada impressão. Grupos de fotografias irregulares e assimetricamente distribuídos não serão aceitos. Figuras individuais devem ser letras, a, b, c, etc na fotografia usando um conjunto de letras. Outras letras, setas, etc. podem ser colocadas na fotografia pelo autor; Caso contrário, devem ser indicados na posição exata exigida numa sobreposição transparente ou translúcida auto-localizada. Em nenhuma circunstância deve ser feita qualquer marca na própria fotografia. *Figuras de cores:* Se o manuscrito for aceito para publicação, os autores serão solicitados a cobrir o custo de reprodução, que é de US \$ 200 por figura. Placas de cores devem ser combinadas para fazer uma única figura composta sempre que possível. Uma escala deve ser incluída; Caso contrário, a escala do original deve ser indicada nas legendas de modo que a escala final possa ser calculada. *Legendas:* Uma lista separada, com espaço duplo, de legendas de *todas as* figuras deve ser fornecida e incluída no arquivo de texto. Cada legenda deve conter explicação suficiente para ser significativa sem referência cruzada. Uma escala do original deve ser incluída na legenda a menos que já indicado na imagem. Uma descrição dos símbolos utilizados nas figuras deve ser escrita na íntegra. (Não inclua o símbolo de caractere na legenda). Lembre-se de que as legendas de figuras podem ser usadas por mecanismos de busca para pesquisas de figuras. *As ilustrações de capa* serão tiradas ou associadas a um artigo que apareça na revista, sempre que possível. Os autores que desejem apresentar uma ilustração da cobertura potencial devem indicá-la no momento da submissão. Os números de ilustração da cobertura em potencial devem ser fornecidos em formato eletrônico como .TIFF e a resolução deve estar acima de 300 dpi no tamanho da publicação. Forneça uma breve legenda concisa para aparecer dentro do diário. Para obter informações úteis sobre como preparar seus números para publicação, acesse <http://cpc.cadmus.com/da> . Observe que todos os rótulos usados nas figuras devem estar em minúsculas, tanto na figura quanto na legenda. A revista reserva-se o direito de reduzir o tamanho do material ilustrativo. Todas as micrografias devem ter uma barra de ampliação.

MATERIAL SUPLEMENTAR PARA PUBLICAÇÃO ON-LINE

Dados complementares podem ser submetidos para publicação on-line somente se ele agrega valor para leitores potenciais. No entanto, não deve conter material

crítico para a compreensão do manuscrito. A cópia impressa do manuscrito deve ser autônoma, mas deve ser indicado em um ponto apropriado no texto que o material suplementar está disponível on-line. Além disso, a disponibilidade de material suplementar também deve ser indicada no manuscrito por um cabeçalho da seção "Dados Suplementares" com uma breve descrição desses dados para aparecer antes do Agradecimentos e Referências. Por favor, nomeie seu material suplementar e cite-o dentro do manuscrito como Figura S1, Tabela S1, Vídeo S1, etc, e fornecer uma lenda detalhada. **Os arquivos** eletrônicos de material suplementar são preferíveis como um arquivo .PDF completo. Se as imagens são fornecidas como GIFs ou JPEGs, a resolução mínima aceitável para visualização na tela é de 120 dpi. **Vídeos:** Os formatos preferidos para vídeos são .MOV, .MPG, .AVI e arquivos .GIF animados. Os autores são aconselhados a usar um programa prontamente disponível para criar filmes de modo que possam ser vistos facilmente com, por exemplo, Windows Media Player ou QuickTime.

Os autores devem verificar cuidadosamente os dados suplementares, uma vez que estas informações não são editadas ou revisadas profissionalmente.

CITAÇÃO DA LITERATURA

Citações no texto devem ter os autores imediatamente seguido pela data para facilitar as ligações eletrônicas que estão disponíveis on-line, por exemplo: (Shen e Ma 2001) ou Shen e Ma (2001). Se forem citados vários artigos do mesmo autor no mesmo ano, devem ser escritos em sequência (2000a, b), etc. Quando os artigos são de mais de dois autores, devem ser citados assim: (Shen *et al.*, 2001). Na lista, as referências devem ser colocadas em ordem alfabética sem numeração serial. A seguinte forma padrão de citação deve ser usada, incluindo o título de cada papel ou livro: Jiang Q, Gresshoff PM (1993) Lotus japonicus --- uma planta modelo para a análise estrutura-função em nodulação e fixação de nitrogênio. Em Gresshoff PM (ed) *Tópicos atuais de biologia molecular de plantas*, Vol.II, Boca Raton, FL: CRC Press, 97-110; N'tchobo H (1998) Sacarose de descarga em frutos de tomate. II. Distribuição subcelular de invertase ácida e possíveis papéis no turnover de sacarose armazenamento de hexose em tomateiro. *Tese de doutorado*, Universidade Laval, Canadá; Richard C, Granier D, Inzé D, De Veylder L (2003) Análise de parâmetros de divisão celular e expressão do gene do ciclo celular

durante o cultivo de *suspensões de células de Arabidopsis thaliana*. *Journal of Experimental Botany* **52** : 1625-1633. Somente artigos publicados ou em imprensa devem ser citados na lista de literatura. Os resultados não publicados, incluindo manuscritos submetidos e aqueles em preparação, devem ser citados como não publicados no texto. Os títulos de revistas devem ser abreviados quando conhecidos. Citação de artigos de revistas eletrônicas e artigos de periódicos publicados antes da impressão deve ter os nomes do autor, ano, título, título do periódico seguido pelo identificador de objeto digital (DOI) atribuído ou o URL apropriado: Parry MAJ, Andralojc PJ, Mitchell RAC, Madgwick PJ, Chaves AJ. (14 de março de 2003) Manipulação de Rubisco: a quantidade, atividade, função e regulação. *Journal of Experimental Botany* 10.1093 / jxb / erg141. Citação do documento após publicação impressa deve ser: Parry MAJ, Andralojc PJ, Mitchell RAC, Madgwick PJ, Keys AJ (2003). Manipulação de Rubisco: a quantidade, atividade, função e regulação. *Journal of Experimental Botany* **54**: 1321-1333. Citação de outros endereços de URL (a menos que em referência a um e-revista) pode ser feita no texto, mas não deve ser incluído na lista de referência. A lista de literatura deve ser digitada a dois espaços e verificada cuidadosamente antes da submissão. Se a lista não estiver na forma correta, ela será devolvida ao autor para emenda e a publicação do artigo poderá ser adiada.

PERMISSÃO PARA REPRODUZIR FIGURAS

Observe que se o seu manuscrito incluir quaisquer dados em tabelas ou figuras modificadas ou extraídas de outra publicação, você precisará de permissão do editor original para reproduzi-lo antes que seu manuscrito possa ser publicado. Isto inclui figuras adaptadas de qualquer forma a outras publicações. A permissão para reproduzir figuras ou dados de outras publicações deve ser procurada pelos autores no momento da aceitação. Observe que a obtenção de permissão de direitos autorais pode levar algum tempo. Uma cópia do documento de permissão deve ser enviada para o Editor de Produção, *Journal of Plant Ecology*, Oxford University Press, Great Clarendon Street, Oxford OX2 6DP. E-mail: [JPE produção escritório](mailto:JPEproducao@oxfordjournals.org)
Para obter permissão de direitos autorais entre em contato com o departamento de permissão de direitos autorais do jornal / editor relevante.

Provas: As provas serão enviadas eletronicamente para o autor correspondente como um arquivo .PDF. O autor deve responder ao e-mail de prova com suas correções e enviar uma lista de correções no e-mail ou anexar um PDF anotado. As correções devem limitar-se a erros tipográficos e as correções devem ser devolvidas no prazo de três dias após a recepção; Caso contrário, o Editor se reserva o direito de corrigir as provas e enviar o material para publicação. Isto é essencial se todo o material numa determinada emissão não for retardado pelo recebimento tardio de uma prova corrigida.

TAXAS DE PÁGINA

Manuscritos que têm mais de dez páginas de comprimento quando composta incorrerão em uma taxa de **£ 100 / \$ 160 / € 130** por página extra depois da décima página. As primeiras dez páginas são gratuitas.

OFFPRINTS E URL ÚNICO

Na publicação de um artigo, o autor correspondente receberá um URL exclusivo que dá acesso a versões em PDF e HTML do artigo. A URL liga os visitantes para o site JPE e a versão completa do papel online com todas as funcionalidades mantidas é acessível independentemente do estado da subscrição. As retiradas podem ser adquiridas se necessário. Os pedidos atrasados enviados após a publicação do jornal estão sujeitos a uma sobretaxa de 100% (para cobrir o custo de impressão adicional). As encomendas do Reino Unido estarão sujeitas à atual taxa de IVA do Reino Unido. Para ordens de outros países da UE, você ou sua instituição devem contabilizar o IVA por meio de uma taxa reversa. Forneça-nos o número de IVA de sua instituição ou de sua instituição.

LICENÇA PARA PUBLICAR

É uma condição da publicação na revista que os autores conceder uma licença exclusiva para o Instituto de Botânica, Academia Chinesa de Ciências (IBCAS) e da Sociedade Botânica da China (BSC). Isso garante que os pedidos de terceiros para reproduzir artigos sejam tratados de forma eficiente e consistente e também permitirá que o artigo seja tão amplamente divulgado quanto possível. Ao atribuir a

licença, os autores podem usar seu próprio material em outras publicações, desde que a revista seja reconhecida como o local original de publicação, e Oxford University Press, em nome do Instituto de Botânica, Academia Chinesa de Ciências (IBCAS) Sociedade da China (BSC), é notificado por escrito e com antecedência. Após a recepção de manuscritos aceitos em Oxford Journals autores serão convidados a completar uma licença de direitos autorais on-line para publicar formulário. Por favor, note que ao enviar um artigo para publicação, você confirma que você é o autor correspondente e que a Oxford University Press ("OUP") pode manter seu endereço de e-mail com a finalidade de se comunicar com você sobre o artigo. Você concorda em notificar o OUP imediatamente se seus detalhes mudam. Se o seu artigo for aceito para publicação, o OUP entrará em contato com você usando o endereço de e-mail que você usou no processo de registro. Observe que o OUP não retém cópias de artigos rejeitados. Oxford Open artigos são publicados sob Creative Commons licenças. Os autores que publicam no Journal of Plant Ecology podem usar as seguintes licenças Creative Commons para seus artigos:

- Licença de Atribuição de Creative Commons (CC-BY)
- Licença de Creative Commons Non-Commercial (CC-BY-NC)
- Creative Commons non-Commercial No Derivatives Licença (CC-BY-NC-ND).

AUTOR AUTO-ARQUIVO / POLÍTICA DE ACESSO AO PÚBLICO

Para obter informações sobre a política desta revista, visite a nossa página de política de auto-arquivamento de autores.

CONFLITO DE INTERESSES

A política do jornal também exige que todos os autores assinem uma declaração de conflito de interesses. Se o manuscrito for publicado, essas informações poderão ser comunicadas em nota seguindo o texto e referência.

OPÇÃO DE ACESSO ABERTA PARA AUTORES

Os autores do Journal of Plant Ecology têm a opção de publicar seu artigo sob a [iniciativa de Oxford Open](#) ; Pelo que, por uma taxa, o seu papel será disponibilizado gratuitamente on-line imediatamente após a publicação. Depois que seu manuscrito for aceito, o autor correspondente será obrigado a aceitar uma

licença obrigatória para publicar um acordo. Como parte do processo de licenciamento, você será solicitado a indicar se deseja ou não pagar por acesso aberto. Se você não selecionar a opção de acesso aberto, seu trabalho será publicado com acesso padrão baseado em assinatura e você não será cobrado.

Oxford Open artigos são publicados sob Creative Commons licenças. Os autores que publicam no jornal podem usar as seguintes licenças Creative Commons para seus artigos:

- Licença Creative Commons Atribuição (CC BY)

- Licença Creative Commons Non-Commercial (CC BY-NC)

- Licença Creative Commons não-comercial sem Derivativos (CC BY -NC-ND).

Você pode pagar taxas de Acesso Aberto usando nosso site de Serviços de Autor. Isso permitirá que você pague on-line com um cartão de crédito / débito, ou solicite uma fatura por e-mail ou post. Taxas de Acesso Aberto para o Journal of Plant Ecology são: Taxa padrão: £ 1050 / \$ 1700 / € 1400; Taxa reduzida de países em desenvolvimento: £ 525 / \$ 850 / € 700; Taxa para países em desenvolvimento: £ 0 / \$ 0 / € 0. Tenha em atenção que estas taxas são adicionais a quaisquer taxas de cor que possam ser aplicadas. As encomendas do Reino Unido estarão sujeitas à atual taxa de IVA no Reino Unido. Para encomendas do resto da União Europeia, a OUP assumirá que o serviço é prestado para fins comerciais. Forneça um número de IVA para si ou para a sua instituição e certifique-se de que contabiliza corretamente o seu IVA local.

CONTEÚDO DE TERCEIROS EM PAPELES DE ACESSO ABERTO

Se você publicará o seu trabalho sob uma licença de Acesso Aberto, mas contiver material para o qual você **não** tem permissões de reutilização de Acesso Aberto, forneça a seguinte linha de crédito ao lado do material: *Título do conteúdo Autor, Publicação original, Ano de publicação original, com permissão de [detentor dos direitos] Esta imagem / conteúdo não é coberto pelos termos da licença Creative Commons desta publicação. Para obter permissão para reutilização, entre em contato com o titular dos direitos.*

FINANCIAMENTO

As seguintes regras devem ser seguidas: A frase deve começar: "Este trabalho foi apoiado por ..." O nome completo da agência oficial de financiamento deve ser dado, ou seja, "Instituto Nacional do Câncer nos Institutos Nacionais de Saúde" ou simplesmente "Institutos Nacionais de Saúde 'NCI' (uma das 27 substituições) ou 'NCI no NIH' - ver [a lista completa aprovada RIN de agências](#) de financiamento [do Reino Unido](#) para detalhes. Os números de subvenção devem ser completos e precisos e fornecidos entre parênteses como segue: ABX CDXXXXXX] '.

As agências devem ser separadas por um ponto-e-vírgula (mais' e 'antes da última agência de financiamento) Onde as pessoas precisam A especificar em relação a certas fontes de financiamento, o seguinte texto deve ser aditado após o número de agência ou de subvenção correspondente «a [iniciais do autor]». Um exemplo é dado aqui: "Este trabalho foi apoiado pelos Institutos Nacionais de Saúde [P50 CA098252 e CA118790 para RBSR] e o Conselho de Pesquisa de Álcool e Educação [HFY GR667789]. Oxford Journals irá depositar todos os artigos financiados pelo NIH no PubMed Central. Consulte [Depósito de artigos em repositórios - informações para autores](#) para obter detalhes. Os autores devem assegurar que os manuscritos são claramente indicados como financiados pelo NIH usando as diretrizes acima.

EDIÇÃO DE IDIOMA DE PRÉ-ENVIO

Se sua primeira língua não é o inglês, para garantir que o conteúdo acadêmico do seu artigo é totalmente compreendido pelos editores e revisores de revistas é opcional. A edição de idiomas não garante que seu manuscrito será aceito para publicação. Várias empresas de edição de linguagem especializada oferecem serviços semelhantes e você também pode usar qualquer um desses. Os autores são responsáveis por todos os custos associados a tais serviços.

REGISTO DE DADOS DE FINANCIAMENTO CROSSREF: A fim de atender às suas necessidades de financiamento os autores são obrigados a nomear suas fontes e financiamento ou declarar se não houver nenhum, durante o processo de submissão.