

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL

CAROLINE RIBEIRO

DIVERSIDADE FUNCIONAL DE ABELHAS E DE PLANTAS EM
ÁREAS RESTAURADAS NA PARTE SUL DA FLORESTA
ATLÂNTICA, NO MUNICÍPIO DE ANTONINA (PR)

DISSERTAÇÃO

CURITIBA

2019

CAROLINE RIBEIRO

**DIVERSIDADE FUNCIONAL DE ABELHAS E DE PLANTAS EM
ÁREAS RESTAURADAS NA PARTE SUL DA FLORESTA
ATLÂNTICA, NO MUNICÍPIO DE ANTONINA (PR)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia Ambiental.

Área de concentração: Avaliação de Bacias Hidrográficas

Orientador: Dr. Thomaz Aurélio Pagioro

Co-orientadora: Dra. Jana M. T. de Souza

CURITIBA

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

Ribeiro, Caroline

Diversidade funcional de abelhas e de plantas em áreas restauradas na parte sul da floresta atlântica, no município de Antonina (PR) [recurso eletrônico] / Caroline Ribeiro.-- 2018.

1 arquivo texto (106 f.): PDF; 2,23 MB.

Modo de acesso: World Wide Web.

Título extraído da tela de título (visualizado em 29 out. 2019).

Texto em português com resumo em inglês.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental, Curitiba, 2018.

Inclui bibliografias.

1. Tecnologia ambiental - Dissertações. 2. Polinização por insetos - Mata Atlântica. 3. Recuperação ecológica - Antonina (PR). 4. Abelhas. I.Pagioro, Thomaz Aurélio. II.Souza, Jana Magaly Tesserolli de. III.Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental. IV. Título.

CDD: Ed. 22 - 363.7

Biblioteca Ecoville da UTFPR, Câmpus Curitiba

Lucia Ferreira Littiere - CRB 9/1271

Aluna de Biblioteconomia: Josiane Mangueira

TERMO DE APROVAÇÃO DE DISSERTAÇÃO Nº 103

A Dissertação de Mestrado intitulada DIVERSIDADE FUNCIONAL DE ABELHAS E PLANTAS EM ÁREAS RESTAURADAS NA PARTE SUL DA FLORESTA ATLÂNTICA, NO MUNICÍPIO DE ANTONINA (PR), defendida em sessão pública pelo(a) candidato(a) Caroline Ribeiro, no dia 16 de abril de 2018, foi julgada para a obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia Ambiental, área de concentração Tecnologias E Processos Ambientais, e aprovada em sua forma final, pelo Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental.

BANCA EXAMINADORA:

Prof(a). Dr(a). Jana Magaly Tesserolli de Souza - Presidente - UTFPR

Prof(a). Dr(a). Flávia Yoshie Yamamoto - UTFPR

Prof(a). Dr(a). Gabriel Augusto Rodrigues de Melo – UFPR

Prof(a). Dr(a). Vinícius Marcílio-Silva - CMC

A via original deste documento encontra-se arquivada na Secretaria do Programa, contendo a assinatura da Coordenação após a entrega da versão corrigida do trabalho.

Curitiba, 16 de abril de 2018.

Carimbo e Assinatura do(a) Coordenador(a) do Programa

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente às pessoas que me orientaram neste trabalho, oficialmente e não oficialmente, seja por terem me aberto uma porta na pós-graduação, seja por terem confiado e acreditado em mim. Agradeço ao professor Thomaz, pela disponibilidade em todos os momentos em que precisei, e pela confiança. Agradeço imensamente à Jana, pela paciência, pela confiança, pelas conversas (acadêmicas e não acadêmicas), pela relação estabelecida ao longo desses 8 anos de parceria, bem como agradeço à Isa, pelas orientações. Agradeço a ambas por me apresentarem esse mundo tão lindo e colorido das interações, e por ajudarem tanto em minha evolução de 2010 para cá (desde minha primeira iniciação científica).

À Sociedade de Pesquisa em Vida Silvestre e Educação Ambiental (SPVS), pela autorização para pesquisas realizadas em suas RPPNs, principalmente a pesquisa que forneceu os dados para este trabalho (“Redes de polinização em áreas restauradas de Floresta Atlântica do sul do Brasil”). Ao CNPq, pelo financiamento do projeto “Restauração da Floresta Atlântica no Paraná: testando teorias ecológicas em sistemas naturais e artificiais”, concedendo apoio logístico e financeiro para a pesquisa acima citada.

Ao pessoal do LEV, por toda e qualquer contribuição a este e a trabalhos anteriores. Admiro muito cada leviano! Agradeço também ao pessoal do Herbário UPCB, da Universidade Federal do Paraná - UFPR, ao Prof. Paulinho, ao Prof. Renato, à Raquel, ao Fernando e ao Fabrício, por terem aberto as portas da coleção botânica para que eu realizasse parte da pesquisa, e por terem sido sempre tão prestativos em todos os momentos em que precisei. Também ao prof. Renato por permitir utilizar as instalações do Laboratório de Fanerógamas para o exame das exsiccatas, e a todos os amigos do Departamento de Botânica, pelo mate e pelas conversas e risadas.

Ao pessoal da Coleção Entomológica Pe. Jesus Santiago Moure, da UFPR, pelo espaço cedido para o exame dos exemplares de abelhas, e aos técnicos, pelas inúmeras fotos tiradas destes exemplares. Ao Prof. Gabriel e ao Claudivã, pelo acesso ao material adicional examinado, proveniente também da Reserva Natural Guaricica. E à prof.^a Marinoni, pelo empréstimo de sua tão estimada lupa com lente graduada, herança de seu pai.

Também agradeço à prof.^a Lúcia e ao prof. Thomaz, pela disponibilização de espaço no Laboratório de Limnologia, Ecologia e Cromatografia (LLiEC) da UTFPR, para todos os momentos de pesquisa e escrita da dissertação. Aos estagiários Gabryel, Letícia, Paula e Marcela, que me ajudaram neste trabalho, no levantamento dos atributos funcionais na

literatura. À CAPES, pela concessão de bolsa de estudos, e ao PPGCTA, pela oportunidade de realizar minha pesquisa neste programa, ampliando meu conhecimento de vários assuntos na temática ambiental e também contribuindo para abrir mais ainda o leque da interdisciplinaridade no curso.

Agradeço ao Caio, pela ajuda na confecção do mapa das parcelas. Ao Adriano Aparecido Dias e Denis Gomes Missão, amigos e estudantes de Matemática da UFPR, e Luiz Antônio Ribeiro de Santana, professor do Departamento de Matemática da UFPR, pela adaptação do cálculo de comprimento da probóscide. À Ana de Angelo, pela conferência dos dados meteorológicos, ao Turista (Ricardo) pela revisão de parte do texto e pelas sugestões para melhoria, ao Chuck, pela ajuda na formatação, e à Cassi e à Helisa, pela revisão da tradução do resumo.

E, finalmente, agradeço àquelxs que deram cor à minha vida, me trouxeram alegria, me deram motivos para sorrir, para acreditar em mim, e me amar, em um período, no início do mestrado, em que nada fazia sentido e a vida estava sem cor. São elxs: minha mãe, Jussara, e meus irmãos, Ana, Paulinho e Patricia, agradeço com um amor que não cabe em mim; minhas amigas Ju, Marcela, Cassi Bittencourt, Helisa, Rô, Lara, Cassi Oliveira, Mônica, Ana Paula, Laura, Lu, e meu amigo Lucas, e à muitxs outrxs amigxs, mas especialmente às mulheres, pela força, carinho, respeito e amor mútuo.

Agradeço também à prof.^a Márcia, por toda a influência positiva ao longo desses anos. Jana, Isa, Márcia, e muitas outras mulheres, referências para mim na Ciência, me fizeram acreditar que a pesquisa é sim lugar de mulher. As admiro muito!

Também às incríveis mulheres que conheci na Frente Feminista de Curitiba, aos amigos da Geografia, aos amigos da bio da UFSC e UFRGS, e aos amigos Andreia Tanaka e Kretã Kaingang, da Aldeia Tupã Nhe'é Kretã. Todos estes que, sem saber, me dão motivo para acreditar na existência de um futuro mais justo, com garantia de direitos a todas e a todos, e a resistir. Também pela força espiritual, para o trabalho de mestrado, e para a vida.

Defender essa consciência ecológica não significa que os seres humanos estarão coagidos por um sistema de leis naturais, pois o homem é parte da natureza e, como tal, não deve estar submetido a ela. Obviamente que também não sustentamos que a relação de dominação entre seres humanos e natureza deve continuar. Ao contrário, ela deve cessar o quanto antes e dar lugar a uma relação igualitária entre seres humanos e natureza.

(“Anarquismo social e organização” - Federação Anarquista do Rio de Janeiro)

RESUMO

RIBEIRO, C. **DIVERSIDADE FUNCIONAL DE ABELHAS E DE PLANTAS EM ÁREAS RESTAURADAS NA PARTE SUL DA FLORESTA ATLÂNTICA, NO MUNICÍPIO DE ANTONINA (PR)**. 108p. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2017.

A polinização por agentes bióticos é fator chave para a reprodução e manutenção da maior parte das espécies de angiospermas, sendo as abelhas o principal grupo polinizador. Interações mutualísticas, como aquelas realizadas entre abelhas e plantas, tendem a influenciar a estrutura e funcionamento de ambas as comunidades envolvidas, bem como as suas respostas a alterações ambientais. Elevadas taxas de perda de espécies de abelhas e a constante retração de áreas conservadas de Floresta Atlântica por pressão antrópica tornam urgente investigações sobre essas comunidades, no sentido de obter levantamentos de espécies, e compreender processos estruturadores de suas comunidades, dinâmicas populacionais e serviços ecossistêmicos. A ecologia funcional tem sido cada vez mais utilizada para investigar como comunidades respondem a essas alterações ambientais. Neste estudo foram analisadas áreas restauradas, em estágio sucessional inicial, em duas reservas ecológicas no município de Antonina/PR. Como premissa tem-se que fatores ambientais podem promover mudanças na proporção de estados de atributos funcionais apresentados pelas comunidades de abelhas e de plantas, alterando também a diversidade funcional destes grupos no espaço e no tempo. Foram levantados atributos funcionais para 97 espécies de abelhas e para 56 espécies de plantas. Os índices de diversidade funcional - *FDis*, *FRic*, *FEve* e *FDiv* - foram calculados e então comparados por testes *t* ou Kruskal-Wallis entre os meses amostrais, métodos de restauração ecológica (regeneração natural e reflorestamento), e tempo de restauração (quatro e seis anos). Foi testada a correlação entre os índices de diversidade funcional e fatores climáticos (precipitação, temperatura e fotoperíodo). Com os dados de interação entre as abelhas e as plantas foi verificado se a similaridade funcional prediz a similaridade de parceiros mutualísticos e por regressão de matrizes foram analisados os atributos funcionais mais importantes no estabelecimento das interações. Para as abelhas houve diferença na diversidade funcional entre métodos e tempo de restauração, enquanto para plantas houve diferença entre tempo de restauração e meses amostrais. A diversidade funcional, para ambas as comunidades, foi correlacionada a fatores climáticos, havendo nos meses mais quentes maior heterogeneidade na disponibilidade de recursos florais, e também maior diversidade de abelhas em atividade. Além disso, espécies que apresentam características funcionais similares tendem a interagir com os mesmos parceiros mutualísticos. Para as abelhas, os atributos funcionais mais importantes no estabelecimento das interações foram a localização do ninho, tamanho do corpo e comprimento do aparelho bucal, enquanto para as plantas os atributos mais importantes foram cor e formato da corola, e forma de vida. Os resultados demonstraram que pequenas variações nas características do ambiente, assim como fatores climáticos, podem alterar a diversidade funcional, embora todos os estados de atributos estivessem, de modo geral, presentes em todos os meses, métodos e idades. Analisar a diversidade funcional é fundamental não apenas para melhor compreender a influência de alterações ambientais sobre a estrutura e funcionamento das comunidades, mas também para entender como os atributos funcionais afetam o estabelecimento das interações.

Palavras-chave: Atributos funcionais. Comunidades. Polinização. Restauração Ecológica. Interações.

ABSTRACT

RIBEIRO, C. FUNCTIONAL DIVERSITY OF BEES AND PLANTS IN RESTORED AREAS IN THE SOUTHERN ATLANTIC FOREST, IN ANTONINA (PR). 108p. Master dissertation. Graduate Program in Environmental Science and Technology. Federal Technological University of Paraná, Curitiba, 2017.

Pollination by biotic agents is a key factor for the reproduction and maintenance of most angiosperms, with bees being the main pollinator group. Mutualistic interactions, such as those between bees and plants tend to influence the structure and functioning of both communities involved, as well as their responses to environmental changes. High rates of bee species loss and the steady decline of conserved areas of the Atlantic Forest by anthropic pressure make it urgent to investigate these communities in order to obtain species surveys, to understand the processes that structure their communities, population dynamics and ecosystem services. Functional ecology has been widely used to investigate how communities respond to environmental changes. In this study, restored areas in initial successional stage, in two ecological reserves in Antonina/PR were analyzed. It is premised that environmental factors can promote changes in the proportion of functional traits presented by bee and plant communities, also altering the functional diversity of these groups in space and time. Functional traits were established for 97 species of bees and 56 species of plants. The functional diversity indexes - *FDis*, *FRic*, *FEve* and *FDiv* - were calculated and then compared using student *t* test or Kruskal-Wallis between sample months, ecological restoration methods (natural regeneration and reforestation), and restoration time (four and six years). The correlation between the indexes of functional diversity and climatic factors (precipitation, temperature and photoperiod) was tested. With the bees and plants interaction data, it was verified if the functional similarity predicted the similarity of mutualistic partners; also, using method of regression matrices, the most important functional traits in the establishment of the interactions, were analyzed. There was a difference in the bees functional diversity between methods and restoration time, while for plants there was a difference between restoration time and sample months. Functional diversity for both communities was correlated to climatic factors, with warmer months being more heterogeneous in the availability of floral resources, as well as greater bee diversity in activity. In addition, species with similar functional traits tend to interact with the same mutualistic partners. For bees, the most important functional traits in the establishment of interactions were nest location, body size and mouthparts, whereas for plants the most important traits were color and shape of the corolla, and life form. The results showed that small variations in environmental characteristics, as well as climatic factors, can alter functional diversity, although all traits states are generally present in all months, methods and restoration times. Analyzing functional diversity is critical not only to better understand the influence of environmental changes on community structure and functioning, but also to understand how functional attributes affect the establishment of interactions.

Key-words: Functional traits. Communities. Pollination. Ecological restoration. Interactions.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1** - Mapa de distribuição das 12 parcelas amostrais nas Reservas Naturais das Águas e Guaricica, na APA de Guaraqueçaba.29
- Figura 2** - Desenho esquemático de aparelhos bucais de abelhas classificadas taxonomicamente como (1) abelhas de língua longa e (2) abelhas de língua curta, mostrando o premento e a glossa, entre outras estruturas.31
- Figura 3** - Imagens montadas no programa Módulo Leica Las 3D View e Las Montage, mostrando o aparelho bucal de abelhas de língua longa (A - *Bombus brasiliensis* Lepeletier 1936; B - *Euglossa annectans* Dressler 1982) e abelhas de língua curta (C - *Augochlora cephalica* Moure 1941; D - *Colletes rugicollis* Friese 1900).32
- Figura 4** - Dispersão funcional da comunidade de abelhas entre os meses, em áreas em estágio sucessional inicial na Floresta Atlântica, em Antonina-PR.40
- Figura 5** - Divergência funcional da comunidade de abelhas nos dois métodos de restauração ecológica, em áreas em estágio sucessional inicial na Floresta Atlântica, em Antonina-PR.41
- Figura 6** - Dispersão e riqueza funcionais da comunidade de plantas entre os meses, em áreas em estágio sucessional inicial na Floresta Atlântica, em Antonina-PR.41
- Quadro 1** - Atributos funcionais das abelhas e seus possíveis estados (categorias).30
- Quadro 2** - Atributos funcionais das plantas e seus possíveis estados (categorias).33

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** - Coordenadas geográficas das parcelas amostrais em área restauradas nas Reservas Naturais Das Águas e Guaricica, na Floresta Atlântica, em Antonina-PR..... 29
- Tabela 2** - Comparação, por PERMANOVA, da composição de espécies de abelhas e de plantas entre os meses, os métodos de restauração e as idades das parcelas, em áreas em estágio sucessional inicial na Floresta Atlântica, em Antonina-PR. 38
- Tabela 3** - Correlação de *Spearman* entre a riqueza de espécies de abelhas e plantas, e abundância de abelhas, e os gradientes ambientais sazonais em áreas em estágio sucessional inicial na Floresta Atlântica, em Antonina, PR. 39
- Tabela 4** - Comparação, entre os meses amostrais, os métodos de restauração e as idades das parcelas, dos índices de diversidade funcional (DF) calculados para as comunidades de abelhas, em áreas em estágio sucessional inicial na Floresta Atlântica, em Antonina, PR. 39
- Tabela 5** - Comparação, entre os meses amostrais, os métodos de restauração e as idades das parcelas, dos índices de diversidade funcional (DF) calculados para as comunidades de plantas, em áreas em estágio sucessional inicial na Floresta Atlântica, em Antonina, PR. 40
- Tabela 6** - Comparação dos índices de diversidade funcional das abelhas calculados com a remoção de atributos funcionais (AF), para os métodos de restauração ecológica e para as idades das parcelas, em áreas em estágio sucessional inicial na Floresta Atlântica, Antonina-PR..... 42
- Tabela 7** - Comparação dos índices de diversidade funcional das plantas calculados com a remoção de atributos funcionais (AF), para os meses amostrais e para as idades das parcelas, em áreas em estágio sucessional inicial na Floresta Atlântica, Antonina-PR. 42
- Tabela 8** - Correlação de *Spearman* da riqueza e abundância de espécies de abelhas e dos índices de diversidade funcional calculados para a comunidade de abelhas com os gradientes ambientais sazonais, em áreas em estágio sucessional inicial na Floresta Atlântica, em Antonina. 43
- Tabela 9** - Correlação de *Spearman* entre riqueza de espécies de plantas, os índices de diversidade funcional calculados para a comunidade de plantas e os gradientes ambientais sazonais, em áreas em estágio sucessional inicial na Floresta Atlântica, em Antonina, PR..... 43
- Tabela 10** - Correlação de *Spearman* entre os atributos funcionais das abelhas e entre os atributos funcionais das plantas, em áreas em estágio sucessional inicial na Floresta Atlântica, em Antonina, PR.. 45

Tabela 11 - Regressão de matrizes utilizando matriz de atributos funcionais da comunidade de abelhas e matriz de interações abelha-planta, em áreas em estágio sucessional inicial na Floresta Atlântica, em Antonina, PR.	45
Tabela 12 - Regressão de matrizes utilizando matriz de atributos funcionais da comunidade de plantas e matriz de interações abelha-planta, em áreas em estágio sucessional inicial na Floresta Atlântica, em Antonina, PR.	46

LISTA DE APÊNDICES

APÊNDICE A - Lista de espécies de abelhas registradas em áreas em estágio sucessional inicial na Floresta Atlântica, em Antonina, PR, e os estados de atributos funcionais que apresentam.	62
APÊNDICE B - Referências consultadas para o levantamento de atributos funcionais das espécies de abelhas registradas em áreas em estágio sucessional inicial na Floresta Atlântica, em Antonina, PR.....	66
APÊNDICE C - Classificação de corolas de acordo com o formato.	70
APÊNDICE D - Ilustração de diferentes tipos de corola classificadas de acordo com o formato.	71
APÊNDICE E - Lista de espécies de plantas registradas em áreas em estágio sucessional inicial na Floresta Atlântica, em Antonina, PR, e os estados de atributos funcionais que apresentam.	72
APÊNDICE F - Lista de exsicatas examinadas para o levantamento dos atributos funcionais. Material tombado no Herbário UPCB da Universidade Federal do Paraná.	75
APÊNDICE G - Referências consultadas para o levantamento de atributos funcionais das espécies de plantas registradas em áreas em estágio sucessional inicial na Floresta Atlântica, em Antonina, PR.....	80
APÊNDICE H - Dados de temperatura, precipitação e fotoperíodo obtidos da Estação Meteorológica de Antonina (PR), monitorada pelo Sistema Meteorológico do Paraná - SIMEPAR.	88
APÊNDICE I - Análises da distribuição dos atributos funcionais de abelhas e de plantas entre os meses de amostragem, os métodos de restauração e as idades das parcelas.....	89
APÊNDICE J - Distância geográfica entre as 12 parcelas amostrais, em áreas em estágio sucessional inicial na Floresta Atlântica, em Antonina, PR.....	96
APÊNDICE K - Correlação de Mantel da distância geográfica entre as parcelas com a composição de espécies, riqueza de espécies e abundância, proporção dos estados de atributos funcionais e diversidade funcional, para comunidades de abelhas e plantas	97
APÊNDICE L - Índices de diversidade funcional calculados para a comunidade de abelhas e de plantas para cada unidade espaço- temporal (12 parcelas amostrais, de setembro/2009 a abril/2011), utilizados para comparação sazonal.....	98

APÊNDICE M - Índices de diversidade funcional calculados para a comunidade de abelhas e de plantas para cada unidade amostral (parcelas) em regeneração natural (RN) e em reflorestamento (RF), em Antonina, PR..... 105

APÊNDICE N - Índices de diversidade funcional calculados para a comunidade de abelhas e de plantas para os meses de amostragem (setembro/2009 a abril/2011). ..106

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	OBJETIVO GERAL	18
2.1	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	18
3	REVISÃO DE LITERATURA	19
3.1	ECOLOGIA FUNCIONAL.....	19
3.1.1	<i>Ecologia funcional de comunidades vegetais</i>	22
3.1.2	<i>Ecologia funcional de comunidades de abelhas</i>	23
3.2	POLINIZAÇÃO E RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA.....	25
4	MATERIAIS E MÉTODOS	27
4.1	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA.....	27
4.2	AMOSTRAGEM.....	28
4.3	ECOLOGIA FUNCIONAL.....	30
4.3.1	<i>Levantamento de atributos funcionais</i>	30
4.3.2	<i>Análises funcionais</i>	34
5	RESULTADOS	38
5.1	COMPOSIÇÃO DE ESPÉCIES DE ABELHAS E PLANTAS.....	38
5.2	DIVERSIDADE FUNCIONAL DAS COMUNIDADES DE ABELHAS E DE PLANTAS.....	39
5.3	RELAÇÃO ENTRE A FUNCIONALIDADE E AS INTERAÇÕES ABELHA-PLANTA OBSERVADAS DA COMUNIDADE.....	44
6	DISCUSSÃO	47
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	53
	REFERÊNCIAS	55
	APÊNDICE	62

1 INTRODUÇÃO

A Floresta Atlântica abriga, dentre os biomas brasileiros, a maior diversidade de angiospermas (ZAPPI *et al.*, 2015). Cerca de 90% das espécies de angiospermas dependem de animais, especialmente insetos, para sua reprodução (OLLERTON; WINFREE; TARRANT, 2011), sendo a polinização por agentes bióticos de grande importância por conferir resiliência às comunidades vegetais (MENZ *et al.*, 2011). Dentre os visitantes florais registrados em redes mutualísticas, as abelhas são consideradas os polinizadores mais importantes (FAEGRI; PIJL, 1971; ENDRESS, 1994; MICHENER, 2007), devido à sua elevada eficiência e ampla distribuição (WINFREE; BARTOMEUS; CARIVEAU, 2011).

A persistência dos insetos em um dado habitat requer que as suas demandas ecológicas em escala fina, como recursos tróficos (pólen e néctar, por exemplo), locais para abrigo e materiais para construção de ninho, estejam compreendidas no próprio local ou dentro dos limites de sua área de vida (MENZ *et al.*, 2011), estando tais demandas ligadas, em parte, às condições microclimáticas do habitat (CORBET, 1995; HORGAN, 2002; TAKI *et al.*, 2010; WILLIAMS, 2011). Sendo assim, mudanças na comunidade vegetal, por modificarem o microambiente para os insetos, podem alterar a composição e distribuição de polinizadores e, conseqüentemente, o estabelecimento das interações planta-polinizador. Mudanças na comunidade de polinizadores, por sua vez, podem afetar a dispersão de sementes e o recrutamento de plântulas, reduzir o tamanho das populações, levando a alterações na composição das espécies vegetais e, em última instância, a extinções locais (RATHCKE; JULES, 1993; WILCOCK; NEILAND, 2002).

A maioria das abelhas depende exclusivamente de flores para alimentação (PINHEIRO *et al.*, 2014), em todo o seu ciclo de vida, podendo utilizar, além de pólen e néctar, outros recursos florais, como perfume, cera, óleos, pétalas, por exemplo, para reprodução e construção de ninhos (AGOSTINI; LOPES; MACHADO, 2014; ROUBIK, 1989). Tal relação de dependência faz com que o padrão de atividade das abelhas seja condicionado, em parte, pelas plantas, através da distribuição, qualidade e quantidade de recursos florais (ROUBIK, 1989; OTÁROLA; ROCCA, 2014). A reprodução das angiospermas, por sua vez, além de ser influenciada por fatores abióticos, como características edáficas e meteorológicas (DAVIES *et al.*, 2005; MARTINS *et al.*, 2015; MAACK, 2012; SILVA, 1989), é também influenciada por fatores bióticos, como herbivoria, competição e disponibilidade de polinizadores (OTÁROLA; ROCCA, 2014). Além da disponibilidade de polinizadores, a gama de atributos funcionais e a diversidade de polinizadores pode afetar a persistência de comunidades vegetais. Esta gama

de efeitos recíprocos sugere que as interações mutualísticas exercem um papel importantíssimo na estruturação das comunidades de abelhas e plantas (SARGENT; ACKERLY, 2008), e investigações à luz da ecologia funcional das espécies presentes em um dado local podem contribuir para a compreensão de padrões e processos (MORETTI *et al.*, 2009; TILMAN; DOWNING, 1994).

Regiões tropicais apresentam elevada biodiversidade, com grande riqueza de angiospermas (ISU, 2015; GIBSON *et al.*, 2011). Embora a maior diversidade de espécies de abelhas esteja localizada em regiões temperadas e secas (MICHENER, 2007; SILVEIRA; MELO; ALMEIDA, 2002; SAMNEGARD *et al.*, 2015), a região tropical concentra grande diversidade de abelhas eussociais (ROUBIK, 1989; SILVEIRA; MELO; ALMEIDA, 2002), por exemplo. O clima é caracterizado por baixa amplitude térmica, porém apresenta duas estações definidas, reguladas pelo volume de chuva – a estação seca e a úmida (WAGNER *et al.*, 2016; DAVIES *et al.*, 2005). A Floresta Atlântica, que se estende do sul ao norte do país, pode apresentar, contudo, regiões com diferentes características climáticas (SILVA, 1989; PEIXOTO; LUZ; BRITO, 2016), o que pode determinar diferenças nas composições taxonômica e funcional de abelhas e de plantas (CABRERA, 1973 *apud* SILVA, 1989; MORELLATO *et al.*, 2000), promovendo também diferenças no comportamento de voo e forrageio das abelhas e na fenologia de floração das plantas, sendo essas variações pouco exploradas na literatura.

A Floresta Atlântica – um reconhecido *hotspot* de biodiversidade (MYERS *et al.*, 2000) – tem sofrido, ao longo de séculos, redução em sua cobertura original, por diversas pressões antrópicas (FERRETTI; BRITZ, 2006; PEIXOTO; LUZ; BRITO, 2016; RIBEIRO *et al.*, 2009; TABARELLI; SILVA; GASCON, 2004). Iniciativas de restauração ecológica têm sido empregadas em diversas regiões (FERRETTI; BRITZ, 2006; RODRIGUES *et al.*, 2009; RODRIGUES *et al.*, 2011) para conter a perda de habitat e de espécies. A restauração ecológica pode ocorrer por diferentes métodos, através de remoção do distúrbio e abandono da área (regeneração natural) ou de intervenções antrópicas mais acentuadas (reflorestamento, por exemplo), a depender dos objetivos do projeto (ARROYO-RODRÍGUEZ *et al.*, 2017; CHAZDON, 2012) e dos recursos (financeiros, materiais e humanos) disponíveis. O sucesso do projeto de restauração ecológica e da trajetória da sucessão vai depender do histórico de uso da terra, e da paisagem do entorno (ARROYO-RODRÍGUEZ *et al.*, 2017; CHAZDON, 2012). Os anteriores usos do solo, somados a outros fatores, podem afetar as condições ecológicas proporcionadas aos insetos visitantes florais, podendo alterar então a composição e a diversidade funcional dos polinizadores, e consequentemente das plantas do local (WILLIAMS

et al., 2010). É importante ressaltar que a diversidade funcional é considerada fator crítico para a manutenção do funcionamento do ecossistema (TILMAN *et al.*, 1997).

Este trabalho teve por objetivo investigar a diversidade funcional de abelhas e de plantas em áreas restauradas na região sul da Floresta Atlântica, em Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPN) no município de Antonina-PR, verificando a ocorrência de variação sazonal (ao longo dos 20 meses de amostragem), de variação entre métodos de restauração ecológica (reflorestamento e regeneração natural) e de variação entre áreas com diferentes idades de restauração ecológica. Os fatores meteorológicos registrados para a região de estudo foram considerados, com o intuito de investigar possíveis influências das oscilações de temperatura, fotoperíodo e precipitação sobre as comunidades estudadas. Por fim, buscou-se investigar se espécies que são similares funcionalmente interagem com parceiros taxonomicamente semelhantes, e quais são os atributos funcionais mais relevantes para o estabelecimento das interações entre abelhas e plantas. Este trabalho teve, como objetivo último, contribuir para a construção do conhecimento de ecologia funcional de ambas as comunidades, e verificar como a diversidade funcional de abelhas e de plantas está sendo restabelecida nestas áreas, que estão localizadas em uma das regiões mais conservadas de Floresta Atlântica do Brasil.

2 OBJETIVO GERAL

Analisar a diversidade e composição funcionais em comunidades de plantas e de abelhas em áreas restauradas, avaliando sua variação entre os métodos de restauração (regeneração natural e reflorestamento), idades das parcelas (tempo decorrido do início da restauração) e meses do ano, e os fatores que podem ter promovido os padrões observados.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar a distribuição (composição, riqueza e abundância) das espécies de abelhas e de plantas entre os parâmetros avaliados;
- Analisar a diversidade funcional das comunidades de abelhas e de plantas, investigando se possíveis variações podem ser promovidas por fatores climáticos;
- Investigar relações entre a diversidade funcional da comunidade de abelhas e a diversidade funcional da comunidade de plantas, bem como a importância dos atributos funcionais no estabelecimento das interações, na perspectiva de cada grupo.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 ECOLOGIA FUNCIONAL

Estudos abordando a ecologia funcional de comunidades geralmente têm como foco investigar a dinâmica de distribuição dos atributos funcionais como uma ferramenta para a compreensão dos processos estruturantes das comunidades e do ecossistema (MORETTI *et al.*, 2009; WEIHER *et al.*, 2011). Atributos funcionais consistem nas características apresentadas pelas espécies que se relacionam à sua capacidade em persistir no ambiente, como acessar recursos, se dispersar e se reproduzir (WEIHER *et al.*, 2011). São exemplos de atributos funcionais o comprimento do aparelho bucal de uma abelha (FONTAINE *et al.*, 2006), ou comprimento do bico de um beija-flor (WOLOWSKI *et al.*, 2017), ambos associados ao acesso ao néctar, principal recurso alimentar em ambos grupos. Para as plantas, são atributos funcionais a área foliar, relacionada à captação de energia luminosa, e, conseqüentemente, fixação de carbono (REFERÊNCIA), e a coloração das flores, relacionada à atração de polinizadores (PAKEMAN & STOCKAN, 2013) Atributos funcionais são associadas diretamente com o papel ecológico que as espécies desempenham no ecossistema (MORETTI *et al.*, 2009), influenciando nos processos ecossistêmicos (CIANCIARUSO; SILVA; BATALHA, 2009; TILMAN *et al.*, 1997).

A utilização da ecologia funcional para analisar a diversidade de uma comunidade mostra-se vantajosa, em relação a medidas tradicionais de diversidade, por incorporar as características funcionais das espécies (CIANCIARUSO; SILVA; BATALHA, 2009). A riqueza de espécies, por exemplo, uma das medidas tradicionais de diversidade, considera o número total de espécies na comunidade, sem, no entanto, avaliar sua composição, desprezando, dessa forma, processos estruturantes das comunidades (CIANCIARUSO; SILVA; BATALHA, 2009). Tilman *et al.* (1997), em comunidades vegetais experimentais, testaram o efeito de níveis diferentes de riqueza de espécies, diversidade funcional e composição funcional sobre a produção de biomassa, porcentagem de nitrogênio na planta, nitrogênio total na planta e penetração de luz na superfície do solo. Os autores concluíram que a inclusão ou remoção de atributos funcionais na comunidade apresentam impacto maior nos processos ecossistêmicos que a inclusão ou remoção de espécies. Portanto, a diversidade e a composição funcionais podem ter uma maior importância relativa na determinação dos processos ecossistêmicos do que a riqueza de espécies em si (TILMAN *et al.*, 1997).

A diversidade funcional, que até então era representada por um único valor, foi decomposta por Mason *et al.*, (2005) em três índices - riqueza funcional (*FRic*), equitatividade funcional (*FEve*) e divergência funcional (*FDiv*) -, independentes um do outro, com o objetivo de melhor avaliar as diferentes facetas da diversidade funcional (MASON *et al.*, 2005). Mason *et al.* (2005) propuseram uma definição geral para a diversidade funcional, na qual a diversidade funcional seria a “distribuição das espécies e da abundância de uma comunidade no espaço do nicho”, incluindo “a quantidade de espaço funcional preenchido pelas espécies” (*FRic*), “a uniformidade da distribuição de abundância no espaço do nicho (*FEve*)” e “o grau no qual a distribuição de abundância no espaço do nicho maximiza a divergência de nicho nas características funcionais dentro da comunidade (*FDiv*)” (MASON *et al.*, 2005, p.114). Só era possível calcular tais índices para um único atributo, consistindo então o espaço funcional em um espaço univariado. Em 2008, Villéger, Mason e Mouillot, com o intuito de ampliar o alcance das predições da diversidade funcional, apresentaram uma metodologia para calcular esses três índices para múltiplos atributos funcionais, tornando o espaço funcional multivariado. Tal abordagem baseava-se no uso de modelos nulos e permitia a comparação de comunidades com diferentes *pools* de espécies e diferentes riquezas de espécies (VILLÉGER; MASON; MOUILLOT, 2008; LALIBERTÉ; LEGENDRE, 2010).

Mesmo ampliando a predição da diversidade funcional, os índices propostos por Villéger, Mason e Mouillot (2008) ainda apresentavam algumas limitações, principalmente em relação a atributos qualitativos (categóricos) ou com dados faltantes (LALIBERTÉ; LEGENDRE, 2010). Em 2010, Laliberté & Legendre propuseram um novo índice - *FDis* -, que representa a distância média de espécies individuais ao centroide de todas as espécies no espaço multifuncional, e é complementar àqueles propostos por Villéger, Mason e Mouillot (2008), e análogo à entropia quadrática de Rao (RAO, 1982). Estes autores desenvolveram o pacote *FD*, no software estatístico R, capaz de calcular, com a função *dbFD*, os índices *FRic*, *FEve*, *FDiv* e *FDis*, e outros índices de diversidade funcional, permitindo o cálculo com atributos categóricos e/ou com informações faltantes (LALIBERTÉ; LEGENDRE, 2010). Embora *FEve*, *FDiv* e *FDis* sejam ponderados pela abundância, o cálculo destes índices pode ser realizado com dados de abundância ou com dados de presença-ausência (a abundância então é interpretada como 1 para cada espécie).

Estes índices, e outros, têm sido bastante explorados para a compreensão de aspectos funcionais na análise de comunidades e seus processos de montagem (MASON *et al.*, 2013; SARGENT; ACKERLY, 2008; SPASOJEVIC; SUDING; 2012). Entre os processos que podem estruturar comunidades biológicas, estão processos aleatórios, filtros ambientais (filtros

abióticos) e limitação por similaridade (filtros bióticos). Processos aleatórios são quaisquer processos ecológicos que assumem equivalência entre as espécies e interferem na colonização de uma área, como dispersão, deriva ecológica e inércia histórica (WEIHER *et al.*, 2011), podendo a comunidade ser montada tanto como resultado de convergência quanto de divergência de atributos (GÖTZENBERGER *et al.*, 2012). Os filtros ambientais determinam o estabelecimento de novas espécies na área de acordo com certos atributos que as permitem colonizar, se estabelecer e persistir em um local exibindo determinadas condições ambientais (KRAFT *et al.*, 2015; WEIHER *et al.*, 2011). Possivelmente é o principal processo atuando na colonização de uma área, porém, atua também durante toda a persistência da comunidade, influenciando em suas relações com o ambiente e nas relações bióticas, ao influenciar cada membro da comunidade (KRAFT *et al.*, 2015). No entanto, a filtragem ambiental pode selecionar espécies com traços semelhantes, levando à sobreposição de nicho (Pillar *et al.*, 2009). Espécies que são funcionalmente similares podem co-existir, ou então, por exclusão competitiva (limitação por similaridade), pode ocorrer a divergência de traços, permitindo a coexistência das espécies (KRAFT *et al.*, 2015). Múltiplos processos podem ocorrer de forma simultânea na montagem de comunidades. Para avaliar a importância dos processos operantes, é necessário analisar os padrões de diversidade funcional das comunidades envolvidas (SPASOJEVIC; SUDING; 2012), considerando também a possível influência de outros fatores, como o *pool* de espécies, a heterogeneidade ambiental e também eventos estocásticos, e as devidas escalas espacial e temporal (KRAFT *et al.*, 2015; MITTELBACH; SCHEMSKE, 2015).

As interações mutualísticas, como as interações planta-polinizador, por apresentarem efeitos recíprocos de um grupo taxonômico sobre o outro, podem influenciar processos de estruturação como a filtragem biótica, a facilitação e a competição dentro de cada nível trófico (SARGENT; ACKERLY, 2008; WEIHER *et al.*, 2011), como explicado a seguir. Um polinizador pode atuar como filtro biótico, de modo alternativo ao exposto no parágrafo anterior, à medida que sua ausência na área impeça o estabelecimento de determinadas espécies de plantas que dependem dele para que haja fecundação. Já a presença de uma determinada espécie vegetal pode facilitar o estabelecimento de outras que compartilham o mesmo polinizador, o que pode levar ao aumento de visitantes florais. Por outro lado, espécies de plantas que compartilham polinizadores podem competir, o que levaria à divergência de atributos, possibilitando a coexistência, ou então levaria à extinção local (SARGENT; ACKERLY, 2008). Outro processo possível é a equalização no *fitness* das plantas, em que as espécies por apresentarem capacidade semelhante na obtenção e uso do recurso, competem

igualmente e co-existem, sem, contudo, isso levar à divergência de traços ou particionamento de nicho (SPASOJEVIC; SUDING; 2012). Os padrões de florescimento agregados ou dispersos ao longo do tempo dentro das comunidades são provavelmente influenciados pelos processos de facilitação e competição (SARGENT; ACKERLY, 2008).

3.1.1 *Ecologia funcional de comunidades vegetais*

A diversidade funcional tem sido bastante investigada em diversas partes do mundo, nos mais diversos contextos relacionados à perda de biodiversidade e à conservação da natureza, e também com vistas à maior compreensão da funcionalidade das comunidades nos ecossistemas. Alguns padrões encontrados são apresentados abaixo.

Estudos comparando áreas conservadas e áreas fragmentadas têm detectado diferenças tanto na composição dos atributos funcionais como na proporção de espécies e de indivíduos apresentando os estados de atributos (GIRÃO *et al.*, 2007; MAGNAGO *et al.*, 2014). Em áreas fragmentadas há o predomínio de espécies generalistas em sistemas de polinização, e também de espécies hermafroditas, enquanto áreas conservadas apresentam maior diversidade em termos de sistemas de polinização, tipos florais e tamanho floral (GIRÃO *et al.*, 2007). Os resultados apresentados por Girão *et al.*, (2007) demonstraram que a fragmentação do habitat promove mudanças na presença e na frequência de estados de atributos reprodutivos nas comunidades arbóreas, resultando em menor diversidade funcional nas áreas fragmentadas. Comunidades arbóreas em pequenos fragmentos e bordas florestais tendem a ser empobrecidas em termos de diversidade funcional (GIRÃO *et al.*, 2007).

O efeito de borda e o tamanho dos fragmentos também influenciam na composição funcional, como observado por Magnago *et al.* (2014). Estes autores avaliaram a organização e a diversidade funcional de comunidades vegetais em um gradiente de fragmentação, e observaram que bordas florestais apresentaram menor proporção de espécies com dispersão zoocórica, por exemplo, e maior proporção de espécies pioneiras, com outros tipos de dispersão. Fragmentos maiores apresentaram menor proporção de espécies com frutos muito grandes. Ou seja, o habitat (borda ou interior da floresta) e o tamanho do fragmento afetaram a distribuição de espécies e de indivíduos apresentando determinados atributos funcionais (MAGNAGO *et al.*, 2014). Essas diferenças em termos de composição funcional e distribuição dos atributos funcionais, resultaram em alteração na diversidade funcional ao longo do processo de perda de habitat. A equitatividade funcional, por exemplo, foi negativamente relacionada ao tamanho do

fragmento florestal, e foi maior no interior da floresta. Quanto à divergência funcional fragmentos menores foram mais divergentes (MAGNAGO *et al.*, 2014).

Quando a diversidade funcional é avaliada em um gradiente de sucessão ecológica, áreas mais antigas tendem a apresentar maior riqueza funcional (WARRING *et al.*, 2016). Warring *et al.* (2016) analisaram a composição funcional de 53 parcelas distribuídas ao longo de um gradiente sucessional (2 a 80 anos) na Floresta Atlântica, em áreas em processo de restauração por regeneração natural. As autoras realizaram o levantamento dos atributos reprodutivos relacionados à polinização e à dispersão de sementes. Os resultados indicaram aumento da riqueza de espécies ao longo do gradiente sucessional, bem como da proporção de plantas polinizadas por abelhas, com flores com formato prato e/ou com dispersão biótica, entre outros. Áreas de floresta mais jovem apresentaram dispersão e riqueza funcionais semelhantes, que aumentaram após os 15 anos, enquanto áreas mais antigas apresentaram valores altos destes índices. A equitatividade funcional manteve-se constante ao longo do gradiente sucessional. As autoras fizeram algumas inferências a partir dos resultados encontrados. O aumento na riqueza e na dispersão funcionais ao longo da sucessão poderia indicar maior influência da limitação por similaridade na organização da comunidade, principalmente em florestas mais maduras (WARRING *et al.*, 2016). Valores elevados de diversidade funcional poderiam indicar baixa redundância funcional, o que, no caso de perda/extinção de espécies, poderia representar grande impacto no funcionamento do ecossistema (WARRING *et al.*, 2016).

3.1.2 *Ecologia funcional de comunidades de abelhas*

Um dos fatores que pode alterar a distribuição das espécies de abelhas e dos atributos funcionais exibidos por elas é a sazonalidade climática. Em uma comparação entre as estações seca e úmida em uma paisagem tropical na Etiópia, Samnegard *et al.* (2015) observaram diferenças na composição e distribuição de recursos florais da comunidade vegetal, o que, por sua vez, determinou diferenças no padrão espacial de riqueza de espécies de abelhas, havendo clara substituição de espécies entre as estações. A estação úmida, por exemplo, apresentou maior riqueza de espécies, e maior proporção de espécies de tamanho corpóreo pequeno, enquanto na estação seca houve predomínio de espécies de tamanho corpóreo grande. Na estação seca houve um equilíbrio na proporção de espécies que constroem seus ninhos acima do solo e no solo, e na úmida houve maior proporção de abelhas que constroem ninho no solo. A composição de espécies de abelhas não foi afetada pela cobertura florestal do entorno, e, na estação seca, a composição foi correlacionada à diversidade local de flores.

A influência da diversidade funcional da comunidade vegetal sobre a comunidade de abelhas também foi demonstrada por Moretti *et al.* (2009), que investigou a resposta taxonômica e funcional das abelhas ao fogo. Os autores observaram que logo após o regime de fogo houve uma elevação nas diversidades funcional e taxonômica, diretamente relacionadas à rápida regeneração da comunidade vegetal, e elevada diversidade funcional da mesma. Com o avanço da sucessão, as diversidades funcional e taxonômica da comunidade de abelhas tenderam a retornar aos níveis pré-fogo (MORETTI *et al.*, 2009).

As variações na composição funcional demonstram claramente que os atributos funcionais das abelhas são afetados por distúrbios ambientais, podendo, desta forma, ser utilizados em investigações de distúrbios ambientais para prever como comunidades de abelhas respondem a estes distúrbios (MORETTI *et al.*, 2009). Estes distúrbios afetam os padrões funcionais das comunidades, o que também é demonstrado por Williams *et al.* (2010), ao avaliarem a resposta funcional das abelhas a diferentes distúrbios antropogênicos. Abelhas que nidificam acima do solo, por exemplo, foram bastante afetadas por intensificação da agricultura e queimadas, e abelhas sociais foram afetadas principalmente pelo uso de pesticidas (WILLIAMS *et al.*, 2010). Outros atributos, como amplitude trófica e fenologia, investigados por Bartomeus *et al.* (2013), também foram afetados por alterações ambientais. Alguns atributos funcionais, como tamanho corpóreo, relacionado ao alcance de voo para forrageio, foram, em geral, menos afetados por distúrbios (WILLIAMS *et al.*, 2010). Portanto, distúrbios ambientais afetam diferentemente a distribuição de espécies com determinando tipos de atributos funcionais, bem como sua abundância (BARTOMEUS *et al.*, 2013; WILLIAMS *et al.*, 2010).

Além de alterações na composição funcional das comunidades de abelhas após distúrbios ambientais, estudos têm demonstrado também redução da abundância de tais polinizadores, após distúrbios e com o aumento do isolamento em relação a habitats naturais (BARTOMEUS *et al.*, 2013; WILLIAMS *et al.*, 2010). Reduções na riqueza de espécies também têm sido detectadas. Bartomeus *et al.* (2013), que investigaram comunidades de abelhas num período de 140 anos, detectaram redução de 15% na riqueza de espécies no período considerado. Porém, enquanto 29% das espécies tiveram sua população reduzida, 27% apresentaram aumento populacional, corroborando a ideia de que mudanças ambientais afetam de maneira distinta as espécies, em termos funcionais e taxonômicos (BARTOMEUS *et al.*, 2013).

Como podemos observar, as investigações das alterações antrópicas sob a ótica da funcionalidade das comunidades e da riqueza de espécies têm detectado mudanças, em termos

funcionais, tanto em comunidades de plantas quanto em comunidades de polinizadores, ou seja, alterações nas comunidades de abelhas como consequências de alterações nas características da vegetação. O mesmo foi encontrado, mais recentemente, por Forrest *et al.* (2015), que comparou paisagens agrícolas - nos sistemas de plantio convencional e orgânico - e habitats naturais, calculando a diversidade de atributos funcionais para as comunidades de abelhas de cada área. Os autores observaram maior riqueza de espécies e diversidade funcional em habitats naturais, seguido de fazendas de cultivo orgânico, e baixa riqueza de espécies e diversidade funcional em cultivos convencionais, indicando influência da prática de manejo agrícola sobre os parâmetros analisados. Portanto, uma prática de manejo inadequada poderia resultar em diminuição da diversidade funcional (FORREST *et al.*, 2015).

Espécies que se encontram dentro de um mesmo grupo funcional podem compartilhar respostas (WILLIAMS *et al.*, 2010), como mostram os resultados acima. Considerar atributos indicadores (mais sensíveis a perturbações) na avaliação de distúrbios ambientais pode ser útil para a conservação (WILLIAMS *et al.*, 2010). Estas informações podem ser usadas em planos de manejo e práticas que visem mitigar os efeitos negativos de distúrbios antropogênicos sobre as comunidades de abelhas, levando em conta a importância de tal grupo taxonômico para a polinização, tanto de espécies nativas quanto daquelas de interesse agrícola (FORREST *et al.* 2015; WILLIAMS *et al.*, 2010).

3.2 POLINIZAÇÃO E RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA

Devido à importância, bastante difundida, dos polinizadores para as plantas, alterações ambientais, antrópicas ou não, que promovam mudanças na comunidade de polinizadores, podem limitar a polinização e a reprodução das angiospermas que dependem deles (MENZ *et al.*, 2011). Os impactos na provisão do serviço de polinização podem afetar também outros serviços ecossistêmicos que dependem das plantas, como o sequestro de carbono, filtragem da água e proteção do solo contra erosão, por exemplo (MONTROYA; ROGERS; MEMMOTT, 2012). Esforços de restauração ecológica têm ocorrido em vários lugares do mundo, no sentido de conter a perda de espécies e manter o funcionamento dos serviços ecossistêmicos.

O estudo da polinização, assim como outros serviços ecossistêmicos, pode ser uma das maneiras de avaliar planos de restauração ecológica (FORUP *et al.*, 2008; WILLIAMS *et al.*, 2011; OLIVEIRA; ENGEL, 2017). Sendo o objetivo da restauração promover um ambiente auto-sustentável, é fundamental avaliar as funções ecossistêmicas (MARTINS; ANTONINI, 2016), estando a polinização entre elas. O restabelecimento de espécies que participam de

interações mutualísticas em comunidades em restauração depende do reestabelecimento de seus parceiros mutualísticos, ou seja, para que uma determinada espécie de planta se restabeleça, é necessário que seus visitantes florais também estejam presentes (DEVOTO *et al.*, 2012; SARGENT; ACKERLY, 2008). Também, é necessário que haja no local as condições ambientais adequadas para a sobrevivência e persistência das espécies (FORUP *et al.*, 2008). Para os visitantes florais, são necessários recursos tróficos para os estádios imaturos, locais para abrigo e refúgio, material para confecção dos ninhos e substratos adequados para oviposição (CORBET, 1995; DEANS *et al.*, 2007; DEVOTO *et al.*, 2012; EXELER; KRATOCHWIL; HOCHKIRCH, 2009; FRANK; AESCHBACHER; ZALLER, 2012; POTTS *et al.*, 2002; RICARTE; MARCOS-GARCÍA; MORENO, 2011; WILLIAMS, 2011). Para as plantas, é preciso haver adequada disponibilidade de luz, bem como nutrientes no solo (SARGENT; ACKERLY, 2008), por exemplo.

Sendo os polinizadores organismos móveis, que podem se deslocar entre diferentes locais em busca de recursos (WILLIAMS, 2011), é adequado que os planos de restauração ecológica foquem no restabelecimento de espécies vegetais, selecionando então espécies que oferecem recursos aos visitantes florais, o que contribuiria para atrair várias espécies de polinizadores, ao longo de todo o ano (MENZ *et al.*, 2011). É preciso considerar, no entanto, possíveis efeitos da atração floral sobre as interações entre os visitantes, como facilitação ou competição, e mesmo as interações entre as espécies de plantas (MENZ *et al.*, 2011).

Estudos que avaliaram a polinização em contextos de restauração ecológica observaram que, em geral, a polinização é restabelecida (FORUP *et al.*, 2008; WILLIAMS, 2011). A riqueza de espécies, tanto de plantas quanto de polinizadores, aumenta com o tempo de restauração (FORUP *et al.*, 2008; MARTINS; ANTONINI, 2016). No entanto, é possível que a comunidade de polinizadores, por sua capacidade de voo, se restabeleça antes na área (WILLIAMS, 2011). Forup *et al.* (2008) observaram que os principais polinizadores nas redes de interação das áreas restauradas eram os mesmos que nas redes de interação das áreas conservadas, evidenciando dessa forma, o sucesso no restabelecimento da polinização, e que ambas as comunidades, de plantas e de polinizadores, após 11 anos de restauração, foram funcionalmente similares às áreas conservadas. No entanto, as redes de interação planta-polinizador em áreas restauradas não se apresentaram tão robustas quanto em áreas conservadas (FORUP *et al.*, 2008; WILLIAMS, 2011).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

A Reserva Natural das Águas e a Reserva Natural Guaricica estão localizadas no município de Antonina-PR, e inseridas na Área de Proteção Ambiental (APA) de Guaraqueçaba. A APA de Guaraqueçaba foi instituída pelo Governo Federal em 1985, pelo Decreto nº 90.883, com o objetivo de proteger a Floresta Atlântica (BRASIL, 1985). Com uma área total de mais de 300 mil hectares, é o maior remanescente contínuo de Floresta Atlântica (FERRETTI; BRITTEZ, 2006; KAUANO *et al.*, 2012). O relevo acidentado da Serra do Mar, presente em toda a extensão do litoral do Paraná, dificulta a exploração desta região da Floresta Atlântica (FERRETTI; BRITTEZ, 2006). As áreas de encosta apresentam mais de 96% de cobertura florestada, contra 71,3% nas áreas de planície (KAUANO *et al.*, 2012), que apresentam um longo histórico de uso, com atividades de agricultura e pecuária (FERRETTI; BRITTEZ, 2006), KAUANO *et al.*, 2012).

O clima da região é do tipo Cfa, subtropical úmido, segundo a classificação de Köppen. A precipitação média anual é de 2545 mm, com maior concentração de chuvas entre os meses de janeiro e março, o que é uma característica da região. A temperatura média anual varia de 20,8 a 22°C, sendo que nos meses mais quentes a média ultrapassa os 22°C (FERRETTI; BRITTEZ, 2006; IPARDES, 2001).

As áreas das reservas ecológicas das Águas e Guaricica foram adquiridas na década de 1990 pela ONG Sociedade de Pesquisa em Vida Selvagem e Educação Ambiental - SPVS, e convertidas em Reserva Particular do Patrimônio Natural - RPPN (FERRETTI; BRITTEZ, 2006). A SPVS implementou, no final da década de 1990, nas áreas adquiridas, um programa de restauração ecológica, através de dois métodos distintos de restauração - reflorestamento e regeneração natural. Para o reflorestamento foram selecionadas mudas de espécies pioneiras nativas, de acordo com a ocorrência natural, preferências de solo, estágio sucessional e área de cobertura (FERRETTI; BRITTEZ, 2006). A manutenção e o acompanhamento das áreas onde foi implantado o reflorestamento ocorreu até o segundo ano do projeto, período em que as espécies plantadas apresentaram rápido crescimento e a partir do qual não competiam mais com gramíneas. As áreas destinadas à regeneração natural não sofreram intervenção ao longo dos anos, tendo sido realizado apenas acompanhamento periódico. Nestas áreas a colonização ocorreu espontaneamente, pelo banco de sementes no solo, ou chuva de sementes a partir de fragmentos próximos (FERRETTI; BRITTEZ, 2006) e da matriz florestal do entorno,

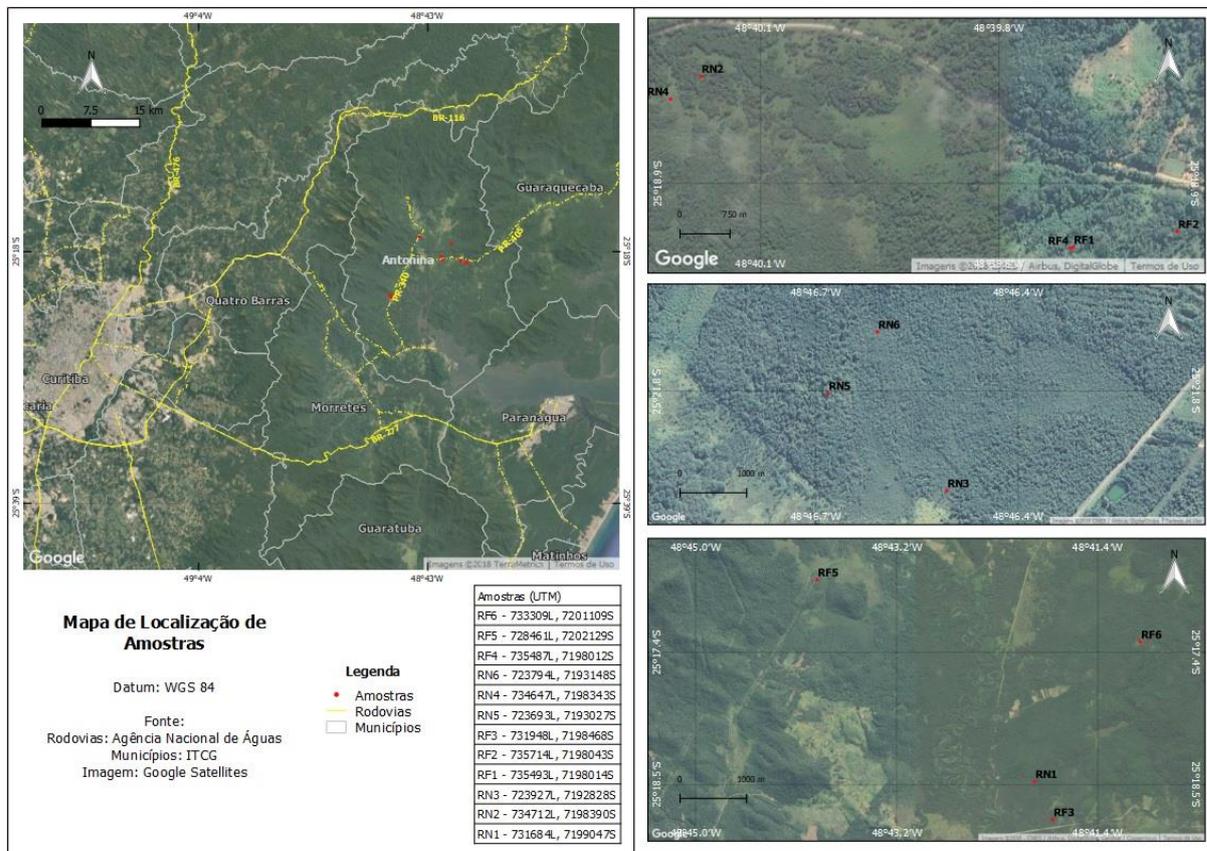
considerada conservada, com 89% de cobertura florestal (FERRETTI; BRITZ, 2006; KAUANO *et al.*, 2012). Estes mesmos processos tendem a ocorrer nas áreas destinadas ao reflorestamento, ao longo da sucessão ecológica. As áreas das reservas enquadram-se como Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas (IBGE, 1992) e são homogêneas quanto ao tipo de solo (todas em Gleissolo).

4.2 AMOSTRAGEM

As comunidades de plantas e de abelhas, objetos desta pesquisa, foram amostradas no período de setembro de 2009 a abril de 2011, totalizando 20 meses, por Souza (2013). Para tanto, foram selecionadas doze parcelas circulares (FIGURA 1; coordenadas na TABELA 1) de 14 metros de raio nos dois métodos de restauração: seis parcelas em áreas de regeneração natural e seis em áreas de reflorestamento. No início do levantamento as parcelas apresentavam entre quatro e seis anos de idade (tempo decorrido desde o abandono da pastagem), ou seja, havia três parcelas em cada idade para cada método. A ocorrência de epífitas foi rara em todas elas, confirmando sua condição sucessional inicial (SOUZA, 2013).

Os insetos foram capturados com o auxílio de redes entomológicas, e as observações focais foram realizadas das 7h às 18h, em repetições de 20 minutos esparsas ao longo do dia. Cada espécie de planta florida por parcela por mês foi monitorada durante aproximadamente duas horas. Foram amostradas, ao total, 98 espécies de abelhas, distribuídas em 37 gêneros, e 76 espécies de plantas, distribuídas em 51 gêneros. Maiores detalhes sobre o método de amostragem se encontram em Souza (2013).

Figura 1 - Mapa de distribuição das 12 parcelas amostrais nas Reservas Naturais das Águas e Guaricica, na APA de Guaraqueçaba.



Fonte: Agência Nacional das Águas, ITCG e Google Satélites. Sistematização por Ana de Ângelo.
 Legenda: RN1–RN6 – parcelas em regeneração natural; RF1 –RF – parcelas em reflorestamento.

Tabela 1 - Coordenadas geográficas das parcelas amostrais em área restauradas nas Reservas Naturais Das Águas e Guaricica, na Floresta Atlântica, em Antonina-PR.

PARCELAS	LONGITUDE (°W)	LATITUDE (°S)
RN1	48,4157	25,1827
RN2	48,4009	25,1846
RN3	48,4631	25,2153
RN4	48,4011	25,1848
RN5	48,4639	25,2146
RN6	48,4636	25,2142
RF1	48,3941	25,1858
RF2	48,3933	25,1857
RF3	48,4148	25,1845
RF4	48,3941	25,1858
RF5	48,4355	25,1648
RF6	48,4101	25,1719

Fonte: Autoria própria.
 Legenda: RN – regeneração natural; RF – reflorestamento.

4.3 ECOLOGIA FUNCIONAL

4.3.1 Levantamento de atributos funcionais

Para as abelhas, a seleção dos atributos funcionais baseou-se em características consideradas relevantes em sua autoecologia (MICHENER, 2007) e associadas a processos ecossistêmicos (FONTAINE *et al.*, 2006). Foram levantados atributos relacionados à mobilidade, requerimentos para nidificação, acesso a recursos florais e potencial polinizador (QUADRO 1).

Tamanho corpóreo, estimado pela distância intertegular (DIT), e comprimento da probóscide (QUADRO 1) são atributos diretamente relacionados ao acesso ao recurso floral e, para que ocorra a interação, devem ser compatíveis com a morfologia da flor (tamanho e profundidade da corola - QUADRO 2). O tamanho do corpo também é correlacionado com distância de voo para forrageio (GATHMANN; TSCHARNTKE, 2002; GREENLEAF *et al.*, 2007), e determina a escala espacial na qual as abelhas percebem seu ambiente, influenciando sua habilidade de recolonizar áreas perturbadas (WILLIAMS *et al.*, 2010). A socialidade e a localização do ninho estão relacionados à persistência das espécies no habitat e são considerados os mais afetados por diversos distúrbios ambientais (BARTOMEUS *et al.*, 2013; FORREST *et al.*, 2015; MORETTI *et al.*, 2009; WILLIAMS *et al.*, 2010). Muitas espécies de Meliponini, pode exemplo, constroem seus ninhos em ocos de madeiras vivas e mortas (BATISTA *et al.*, 2003), e dependem sensivelmente de áreas florestais (SILVEIRA *et al.*, 2002). Assim, estes atributos foram relevantes em estudos que avaliaram a resposta das abelhas a diferentes distúrbios.

Quadro 1 - Atributos funcionais das abelhas e seus possíveis estados (categorias).

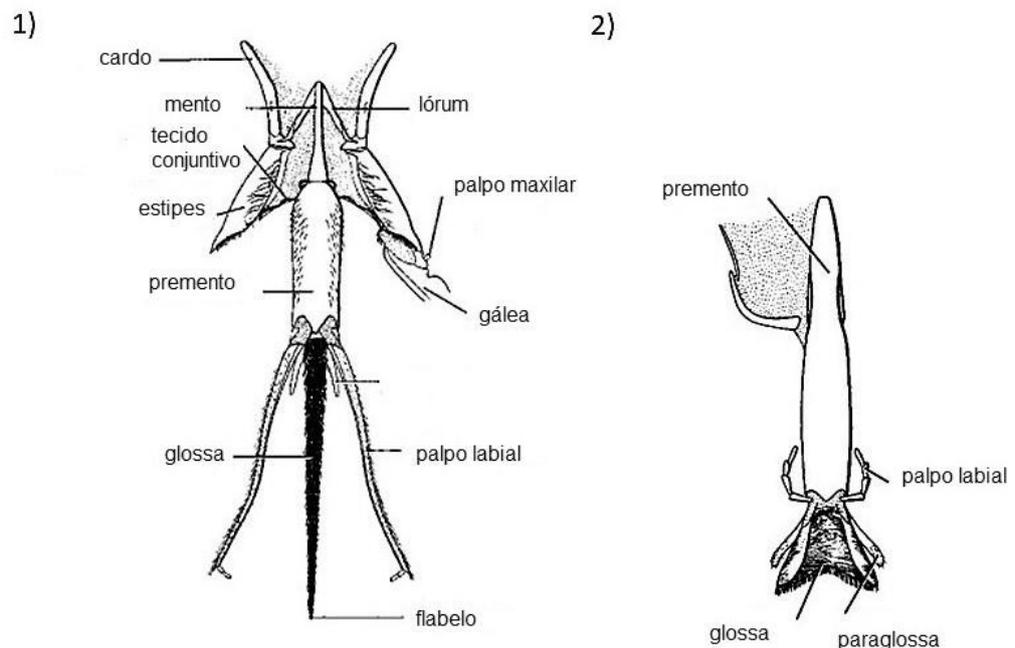
Atributo funcional	Estados
Distância intertegular - DIT (mm)	variável contínua
Comprimento da probóscide (mm)	variável contínua
Socialidade (categórico)	Eussocial
	Parassocial
	Solitário
Localização do ninho (categórico)	Solo
	Cavidade/aéreo ¹
	Não constrói (cleptoparasitas)

Fonte: Autoria própria.

Legenda: 1 – ninhos construídos em cavidades em substratos acima do solo e ninhos suspensos em árvores.

As informações referentes à DIT e comprimento da probóscide (QUADRO 1) foram obtidas a partir dos exemplares capturados durante o levantamento das comunidades e de outros exemplares coletados na mesma localidade, tombados na Coleção de Entomologia Pe. Jesus Santiago Moure, Departamento de Zoologia da UFPR. O valor médio, por espécie, para cada um destes atributos foi composto, sempre que possível, pela medição de três exemplares fêmeas (sem distinção de casta) (APÊNDICE A). Para as espécies para as quais não houve número suficiente de exemplares fêmeas, foram utilizados exemplares machos (APÊNDICE A). A distância integular (DIT) foi medida em milímetros, com auxílio de lupa com lente graduada. Para medição da probóscide (premento + glossa) (FIGURA 2), os exemplares foram fotografados em estereomicroscópio Leica MZ16, com câmera Leica DFC 500 acoplada. As imagens sequenciais foram montadas automaticamente no programa Módulo Leica Las 3D View e Las Montage (FIGURA 3). Com as imagens geradas por este programa, foi utilizado o software ImageJ, ferramenta *segmented line*, para a medição dos aparelhos bucais.

Figura 2 - Desenho esquemático de aparelhos bucais de abelhas classificadas taxonomicamente como (1) abelhas de língua longa e (2) abelhas de língua curta, mostrando o premento e a glossa, entre outras estruturas.



Fonte: Michener (2007), modificado por Caroline Ribeiro.

Além das medições, o comprimento da probóscide também foi obtido a partir da equação:

$$Y = a * (DIT) ^ b$$

adaptada de Cariveau *et al.* (2016), onde: Y - comprimento da probóscide, a - coeficiente específico de família (disponível para as famílias Apidae, Colletidae, Halictidae e Megachilidae), DIT - distância intertegular (mm) e b - constante de escala alométrica (0,96) (CARIVEAU *et al.*, 2016). Foi testada a correlação entre as duas medidas de comprimento de probóscide (empírica e estimadas por meio do cálculo), obtendo-se correlação positiva (0,7793, $p < 0,0001$). Foram consideradas as medidas empíricas para as espécies: com três exemplares medidos (33%); quando o cálculo não pôde ser aplicado por não haver a medida da DIT (para *Euglossa stellfeldi* Moure 1947, *Exomalopsis* sp. e *Melissoptila setigera* Urban 1998) (3%); e/ou quando a diferença entre a medida estimada e a empírica foi superior a 20% (22%). Foram consideradas as medidas estimadas para as espécies em que: havia menos de três exemplares medidos e/ou não havia medição empírica (falta de exemplares com aparelho bucal evertido/adequado para medição) (17%); e/ou a diferença entre a medida estimada e a empírica foi igual ou inferior a 20% (25%).

Figura 3 - Imagens montadas no programa Módulo Leica Las 3D View e Las Montage, mostrando o aparelho bucal de abelhas de língua longa (A - *Bombus brasiliensis* Lepeletier 1836; B - *Euglossa annectans* Dressler 1982) e abelhas de língua curta (C - *Augochlora cephalica* Moure 1941; D - *Colletes rugicollis* Friese 1900).



Fonte: Imagens produzidas em parceria com técnicos do Taxonline, no Departamento de Zoologia da UFPR.
Legenda: Escalas de 1 mm.

As informações dos demais atributos funcionais foram compiladas a partir da literatura especializada (APÊNDICE B). Quando as informações em nível de espécie não estavam disponíveis, foram realizadas inferências a partir de *táxons* filogeneticamente próximos (ou seja, foi registrada na tabela de atributos a informação em nível de gênero, ou, quando necessário, em nível de tribo). Os atributos das morfoespécies foram determinados através do gênero.

Quanto aos atributos funcionais das plantas, a seleção foi feita com base em sua relação com a polinização, sendo, portanto, atributos associados a: 1) atração de polinizadores, como o recurso floral e a coloração da corola; 2) restrição no acesso aos recursos florais, como o formato da corola, o tamanho da corola e a deiscência da antera; 3) posição da flor nos estratos da floresta, como a forma de vida; 4) dependência de polinizadores e sucesso reprodutivo, como sistema sexual (QUADRO 2).

Quadro 2 - Atributos funcionais das plantas e seus possíveis estados (categorias). (continua)

Atributo funcional	Estados
Coloração da corola ¹ (categórico)	Violeta
	Cor-de-rosa
	Vermelho
	Amarelo
	Esverdeado
	Branco
Largura da corola (mm)	Variável contínua
Profundidade da corola (mm)	Variável contínua
Formato da corola ^{2, 3} (categórico)	Sino/funil
	Pincel
	Goela
	Bandeira
	Tubular
	Esporão
	Aberto/prato
	Inconspícuo (para flores com tamanho ≤ 4 mm)
Recompensa floral (categórico)	Somente pólen
	Pólen e néctar
Deiscência da antera (categórico)	Rimosa
	Não rimosa
Sistema sexual (categórico)	Hermafrodita
	Unissexuais

Quadro 3 - Atributos funcionais das plantas e seus possíveis estados (categorias).(conclusão)

Forma de vida (categórico)	Erva
	Subarbusto
	Arbusto
	Árvore
	Liana
	Parasita

Fonte: Autoria própria.

Legenda: 1- seis grupos de cores - conforme Freitas e Sazima (2006); 2- conforme Freitas e Sazima (2006) e GIRÃO *et al.* (2007); 3 - definições no APÊNDICES C e D.

Das espécies identificadas na comunidade, foram investigados os atributos somente daquelas que receberam visitas de abelhas (APÊNDICE E). Para a determinação do tamanho da corola (e de qual estrutura seria medida, no caso de flores agrupadas em inflorescência), levou-se em conta o conceito de unidade de polinização - parte com que o visitante floral interage em busca de recurso floral, podendo ser a flor, isoladamente, ou a inflorescência como um todo (FAEGRI; PIJL, 1971). As informações referentes ao tamanho da corola foram obtidas através da medição de exemplares tombados no Herbário do Departamento de Botânica (UPCB) da Universidade Federal do Paraná, por meio de hidratação das flores secas e com auxílio de paquímetro digital. Mediu-se a largura de três flores de cada espécie, e a média das três medidas foi utilizada como tamanho. A profundidade também foi composta pela média de três medidas, para todas as plantas, exceto aquelas que não apresentam profundidade (corola com formato pincel, aberto/prato e inconspícuo, para as quais foi atribuído valor zero nas matrizes construídas para as análises). Foram analisadas exsicatas de plantas provenientes das áreas de coleta (APÊNDICE F), e, quando não disponíveis, exsicatas de localidades próximas ou regiões similares à região de estudo. Os demais atributos funcionais foram obtidos a partir de consulta à literatura especializada (APÊNDICE G). Informações não encontradas em nível de espécie foram inferidas a partir de *táxons* próximos.

4.3.2 Análises funcionais

Das 100 espécies de abelhas registradas interagindo, foram utilizadas, para todas as análises, 98 espécies (APÊNDICE A). Das 76 espécies de plantas encontradas, das quais apenas 60 tiveram registro de visitas por abelhas, foram utilizadas 56 espécies (APÊNDICE E). Entre as plantas, foram removidas as espécies *Cecropia pachystachya* Trécul (Urticaceae), *Cissus verticilata* (L.) Nicolson & C.E. Jarvis (Vitaceae), *Diodia saponariifolia* (Cham. & Schltdl.) K.

Schum (Rubiaceae) e *Sapium glandulosum* (L.) Morong (Euphorbiaceae), para as quais a falta de dados impossibilitou algumas análises. A remoção destas espécies de plantas implicou na remoção de *Pseudagapostemon arenarius* Schrottky, 1902), que interagiu exclusivamente com *S. glandulosum*, e *Hylaeus* sp.4, que interagiu exclusivamente com *C. verticilata*. A fim de padronizar o número e identidade das espécies utilizadas em todas as análises, estas espécies não foram consideradas.

Para a realização das análises, foram montadas matrizes descrevendo a distribuição das espécies nos sítios e os estados de atributos funcionais das espécies de plantas e de abelhas. Estas matrizes foram construídas com espécies descritas nas parcelas, meses ou parcelas-mês. Para a confecção das matrizes de dissimilaridade par-a-par entre parcelas e entre meses amostrais, foram utilizadas a distância de *Jaccard* para a composição de espécies, e a distância de *Bray-Curtis* para os demais casos. Dados de abundância foram utilizados somente para a comunidade de abelhas, pela relação direta com o número de indivíduos capturados quando visitavam as flores. Para as plantas, a presença de uma espécie foi registrada pela ocorrência de indivíduos floridos na parcela ou no mês, e não simplesmente pela existência de indivíduos em estado vegetativo. Não foram contabilizados nem os indivíduos nem as flores de cada espécie, sendo que as análises, para as plantas, foram realizadas utilizando somente riqueza de espécies e dados de presença-ausência.

Foi verificado se a composição de espécies de abelha e de planta diferiu entre os meses de amostragem (avaliação temporal - 20 meses), entre os métodos de restauração (RN e RF) e entre as idades (quatro e seis anos) das parcelas amostrais, por meio de PERMANOVA (*permutational multivariate analysis of variance*), realizada no pacote *vegan* (OKSANEN *et al.*, 2017), função *adonis*, utilizando método de distância de *Jaccard*. As mesmas comparações foram realizadas para riqueza de espécies e abundância (somente para abelhas), por meio de testes *t* e Kruskal-Wallis (quando não atendidos os pressupostos do teste *t* - normalidade e/ou homocedasticidade).

A diversidade funcional das comunidades foi calculada para cada parcela em cada mês (referido como parcela-mês) para comparação entre os meses de amostragem, e também para cada parcela amostral (somando todos os meses de amostragem), quando foi feita a comparação entre métodos e idades. A diversidade funcional foi obtida através dos seguintes índices: divergência funcional (*FDiv*), riqueza funcional (*FRic*), equitatividade funcional (*FEve*) (VILLÉGER; MASON; MOUILLOT, 2008) e dispersão funcional (*FDis*) (LALIBERTÉ; LEGENDRE, 2010). Estes índices foram calculados no pacote *FD* (LALIBERTÉ; LEGENDRE, 2010), função *dbFD*. Para as abelhas, *FDiv*, *FEve* e *FDis* foram calculados

ponderados pela abundância, e *FRic* não ponderado pela abundância. Para as plantas, os índices foram calculados com matrizes de presença-ausência (já que não foi possível dispor da informação de abundância (número/densidade de indivíduos) em campo). Devido a heterogeneidade de atributos funcionais (estados contínuos e categóricos) para ambos os grupos, as matrizes de distância funcional foram calculadas com a métrica de Gower. Os valores obtidos foram comparados por teste *t* ou Kruskal-Wallis (este último teste foi utilizado quando os dados não atingiram os pressupostos do teste *t*, e também para comparações envolvendo mais de dois tratamentos). Foi realizada análise de contraste para os índices que apresentaram variação, com o objetivo de verificar qual atributo promoveu a diferença observada. Para tanto, os índices foram calculados removendo-se um atributo funcional por vez, de forma não exaustiva, e então os valores de diversidade funcional foram comparados novamente. Isso foi realizado apenas para os índices que apresentaram variação entre os parâmetros avaliados.

Foram realizados testes de correlação de *Spearman* para testar a relação entre os gradientes ambientais sazonais e a riqueza de espécies, a abundância e os índices de diversidade funcional. Os gradientes ambientais considerados foram: precipitação, fotoperíodo e temperatura (dados provenientes do Sistema Meteorológico do Paraná - SIMEPAR, Estação Antonina; APÊNDICE H). A correlação também foi realizada usando estes fatores climáticos registrados no mês precedente à coleta (precipitação, fotoperíodo e temperatura deslocados), a fim de verificar se a riqueza, a abundância, a proporção dos atributos funcionais e a diversidade funcional podem responder tardiamente aos gradientes sazonais.

Visando avaliar a distribuição dos atributos nos diferentes parâmetros, foi calculada a proporção de espécies apresentando cada estado de atributo funcional em cada réplica (referente aos parâmetros meses, métodos e idades), e as comparações para cada parâmetro foram realizadas por teste *t* ou por Kruskal-Wallis (APÊNDICE I). A relação das proporções com os gradientes ambientais sazonais também foi testada, por correlação de *Spearman* (APÊNDICE I).

Um teste de Mantel foi aplicado para verificar se a distância geográfica entre as parcelas (APÊNDICE J) influenciou na composição de espécies, na riqueza de espécies, na abundância (apenas abelhas), na proporção dos estados de atributos funcionais e na diversidade funcional, apresentados por cada parcela amostral (APÊNDICE K).

Para verificar se existe correspondência entre a diversidade funcional de plantas e a diversidade funcional de abelhas calculadas para os meses de amostragem e para as parcelas amostrais, foi realizado um teste de correlação de *Spearman*. O mesmo foi feito para testar a correlação entre a riqueza de espécies de abelhas e a riqueza de espécies de plantas. Para testar

se a similaridade funcional (atributos semelhantes) prediz a similaridade de parceiros mutualísticos (interações com as mesmas espécies), foi realizado um teste de correlação de Mantel usando a matriz de atributos de cada comunidade e a matriz de interações observadas (dados de SOUZA, 2013). A fim de verificar qual(is) atributo(s) seria(m) mais importante(s) no estabelecimento das interações, foram realizadas regressões de matrizes usando a matriz de interações como variável resposta e os atributos como variáveis preditoras. Para tanto, foi verificado anteriormente, por correlação de *Spearman*, se os atributos das abelhas se correlacionam entre si e se os atributos das plantas se correlacionam entre si. Os atributos que apresentaram correlações com valor maior que 0,70 (LOISEAU *et al.*, 2016) não foram incluídos no mesmo modelo, respeitando o pressuposto de baixa multicolinearidade em regressões múltiplas. Foi realizada uma regressão de matrizes incluindo os atributos das abelhas e outra incluindo os atributos das plantas.

Todas as análises estatísticas apresentadas acima foram conduzidas no programa R 3.0.2 (R Development Core Team 2013).

5 RESULTADOS

5.1 COMPOSIÇÃO DE ESPÉCIES DE ABELHAS E DE PLANTAS

A composição de espécies de abelhas e de plantas diferiu ao longo do ano, e entre os métodos de restauração e entre as idades pós distúrbio (TABELA 2). Contudo, não diferiram em termos de riqueza de espécies de abelhas (meses: $K = 16,823$, g.l. = 18; $p = 0,535$; métodos: $t = -0,179$, g.l. = 10; $p = 0,861$; idades: $t = 0,545$, g.l. = 10; $p = 0,597$), nem em termos de abundância de abelhas (entre meses: $K = 16,922$, g.l. = 18, $p = 0,528$; entre métodos: $t = 0,279$, g.l. = 10, $p = 0,785$; entre idades: $t = 1,328$, g.l. = 10, $p = 0,213$). Já a riqueza de espécies de plantas diferiu entre os meses ($K = 38,735$, g.l. = 19, $p = 0,004$), mas não entre os diferentes métodos de restauração ($t = -0,295$, g.l. = 10, $p = 0,773$) e idades das parcelas ($t = 1,883$, g.l. = 10, $p = 0,088$).

Tabela 2 - Comparação, por PERMANOVA, da composição de espécies de abelhas e de plantas entre os meses, os métodos de restauração e as idades das parcelas, em áreas em estágio sucessional inicial na Floresta Atlântica, em Antonina-PR.

	Abelhas		Plantas	
	R ²	<i>p</i>	R ²	<i>P</i>
Meses	0,131	0,001	0,171	0,001
Método	0,027	0,001	0,075	0,001
Idade	0,008	0,045	0,041	0,001

Fonte: Autoria própria.

Legenda: Estão destacados em negrito valores de $p < 0,050$.

Os testes de correlação utilizando os gradientes ambientais sazonais revelaram haver correlação positiva entre a riqueza de espécies de abelhas e a temperatura e temperatura deslocada (TABELA 3). Não foi observada correlação com os demais gradientes, nem entre a abundância de abelhas e estes gradientes ambientais (TABELA 3). Para as plantas houve correlação apenas entre a riqueza de espécies e a temperatura e temperatura deslocada (TABELA 3).

Tabela 3 - Correlação de *Spearman* entre a riqueza de espécies de abelhas e plantas, e abundância de abelhas, e os gradientes ambientais sazonais em áreas em estágio sucessional inicial na Floresta Atlântica, em Antonina, PR.

	Fotoperíodo	Fotoperíodo deslocado	Precipitação	Precipitação deslocada	Temperatura	Temperatura deslocada
Abelhas						
Abundância	-0,071	0,321	0,118	0,425	0,305	0,370
Riqueza de espécies	0,073	0,529	0,309	0,602	0,539	0,532
Plantas						
Riqueza de espécies	0,491	0,738	0,325	0,367	0,690	0,526

Fonte: Autoria própria.

Legenda: Estão destacados em negrito valores de correlação para $p < 0,050$.

5.2 DIVERSIDADE FUNCIONAL DAS COMUNIDADES DE ABELHAS E DE PLANTAS

A comparação dos índices de diversidade funcional (APÊNDICES L, M e N) calculados para as abelhas demonstrou haver variação apenas em *FDis*, entre os meses amostrais (TABELA 4, FIGURA 4), e em *FDiv*, entre os métodos de restauração - maior nas áreas em regeneração natural (TABELA 4, FIGURA 5). Para as plantas houve variação nos índices em *FDis* e *FRic* entre os meses (TABELA 5, FIGURA 6). Para os demais índices e/ou demais parâmetros, não houve variação tanto para abelhas quanto para plantas (TABELAS 4 e 5).

Tabela 4 - Comparação, entre os meses amostrais, os métodos de restauração e as idades das parcelas, dos índices de diversidade funcional (DF) calculados para as comunidades de abelhas, em áreas em estágio sucessional inicial na Floresta Atlântica, em Antonina, PR.

Índice de DF	Meses			Métodos			Idades		
	T/K	g.l.	<i>p</i>	T/K	g.l.	<i>p</i>	T/K	g.l.	<i>p</i>
<i>FDis</i>	30,401	18	0,033	-1,405	10	0,190	-0,689	10	0,506
<i>FDiv</i>	17,797	18	0,469	-3,097	10	0,011	-0,847	10	0,416
<i>FEve</i>	15,48	18	0,628	-0,522	10	0,613	-1,938	10	0,081
<i>FRic</i>	20,92	18	0,283	1,641	1	0,200	3,102	1	0,078

Fonte: Autoria própria

Legenda: g.l. – grau de liberdade; *FDis* – dispersão funcional; *FDiv* – divergência funcional; *FEve* – equitatividade funcional; *FRic* – riqueza funcional. Estão destacados em negritos valores de $p < 0,050$.

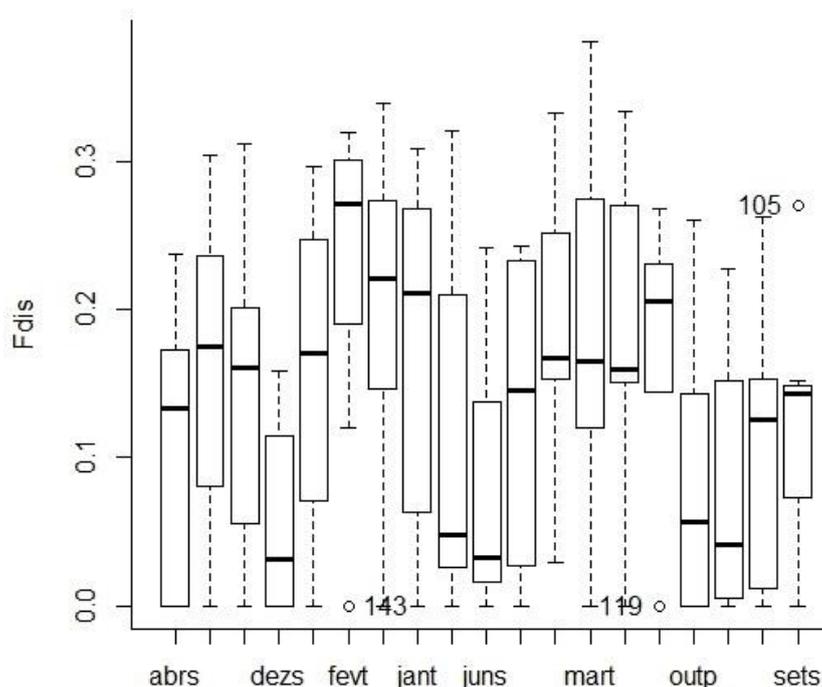
Tabela 5 - Comparação, entre os meses amostrais, os métodos de restauração e as idades das parcelas, dos índices de diversidade funcional (DF) calculados para as comunidades de plantas, em áreas em estágio sucessional inicial na Floresta Atlântica, em Antonina, PR.

Índice de DF	Meses			Métodos			Idades		
	T/K	g.l.	<i>p</i>	T/K	g.l.	<i>p</i>	T/K	g.l.	<i>p</i>
<i>FDis</i>	3,938	19	0,003	-19,128	10	0,084	-0,328	10	0,749
<i>FDiv</i>	2,530	19	0,150	-13,733	10	0,199	-13,698	10	0,200
<i>FEve</i>	2,2553	19	0,258	0,641	10	0,423	0,641	1	0,423
<i>FRic</i>	4,256	19	0,001	0	1	1	3,623	1	0,054

Fonte: Autoria própria

Legenda: g.l. – grau de liberdade; *FDis* – dispersão funcional; *FDiv* – divergência funcional; *FEve* – equitatividade funcional; *FRic* – riqueza funcional. Estão destacados em negritos valores de $p < 0,050$.

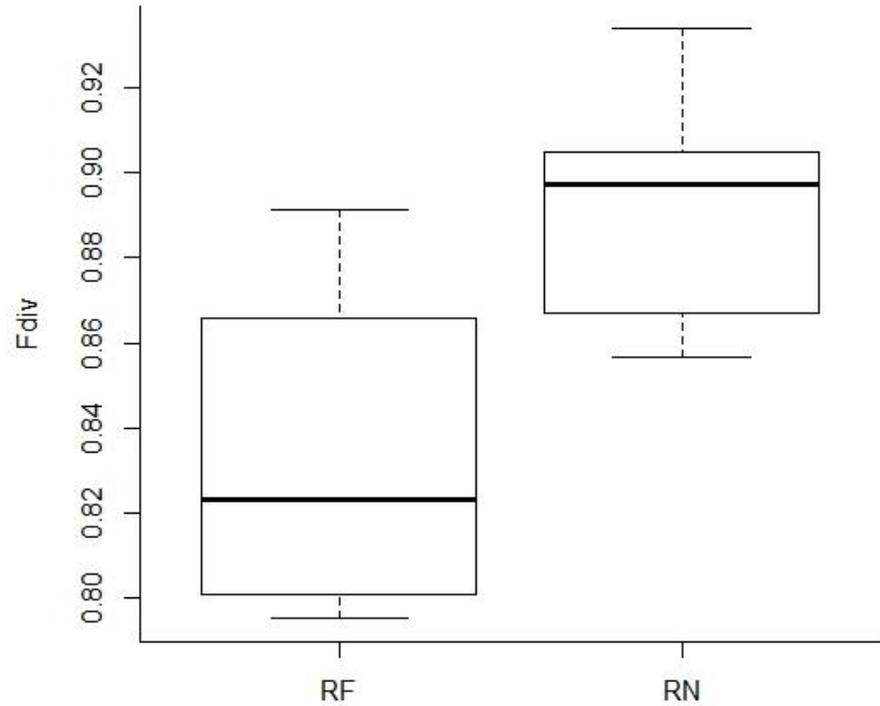
Figura 4 – Dispersão funcional da comunidade de abelhas entre os meses, em áreas em estágio sucessional inicial na Floresta Atlântica, em Antonina-PR.



Fonte: Autoria própria.

Legenda: *FDis* – Dispersão funcional; abrs – abril/2009; dezs – dezembro/2010; fevt – fevereiro 2011; jant – janeiro/2011; juns – junho/2010; mart – março/2011; outp – outubro/2009; sets – setembro 2010.

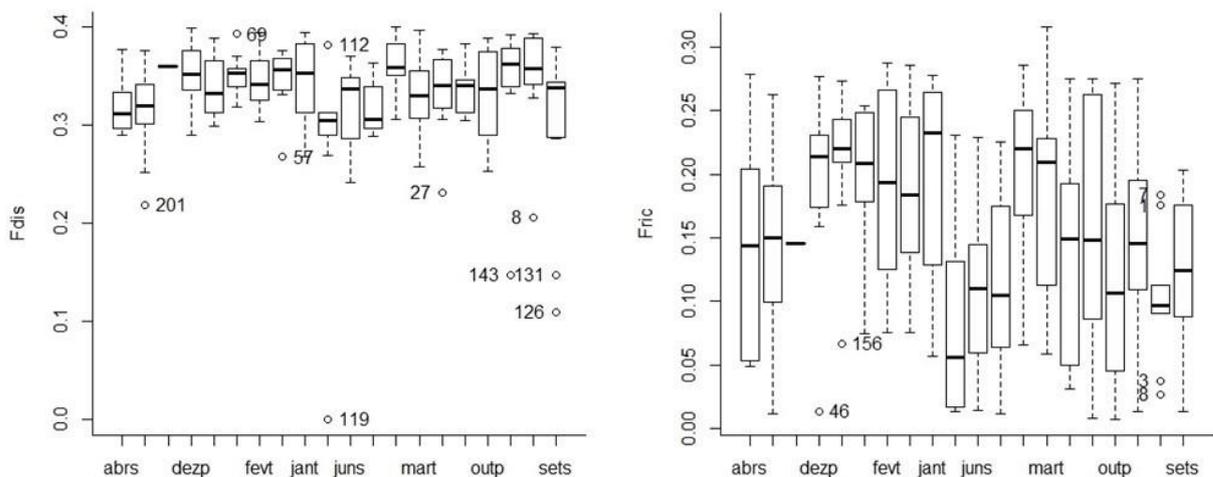
Figura 5 - Divergência funcional da comunidade de abelhas nos dois métodos de restauração ecológica, em áreas em estágio sucessional inicial na Floresta Atlântica, em Antonina-PR.



Fonte: Autoria própria.

Legenda: *FDiv* - divergência funcional; RF - reflorestamento; RN - regeneração natural.

Figura 6 - Dispersão e riqueza funcionais da comunidade de plantas entre os meses, em áreas em estágio sucessional inicial na Floresta Atlântica, em Antonina-PR.



Fonte: Autoria própria.

Legenda: *FDis* - dispersão funcional; *FRic* - riqueza funcional; abrs – abril/2009; dezs – dezembro/2010; fevt – fevereiro 2011; jant – janeiro/2011; juns – junho/2010; mart – março/2011; outp – outubro/2009; sets – setembro 2010.

A variação em *FDis* foi influenciada pelos atributos DIT (AF3) e comprimento da probóscide (AF4), sem os quais a variação entre os meses amostrais deixou de existir (TABELA 6). Para *FDiv*, a diferença observada entre os métodos de restauração ecológica foi sobretudo influenciada pela socialidade (AF1), localização do ninho (AF2) e comprimento da probóscide (AF4), sem os quais, individualmente, *FDiv* não diferiu entre os métodos.

Para as plantas, os atributos influenciando a variação em *FDis* entre os meses amostrais foram cor (AF1) e formato da corola (AF3) (TABELA 7). *FRic* apresentou variação em todos os casos (na remoção de cada atributo), não sendo possível, então, determinar, dentre os atributos avaliados, qual poderia estar influenciando sua variação sazonal.

Tabela 6 - Comparação dos índices de diversidade funcional das abelhas calculados com a remoção de atributos funcionais (AF), para os métodos de restauração ecológica e para as idades das parcelas, em áreas em estágio sucessional inicial na Floresta Atlântica, Antonina-PR.

	<i>FDis</i>			<i>FDiv</i>		
	K/t	g.l.	P	K/t	g.l.	p
Entre meses amostrais				Entre métodos de restauração		
Sem AF1	32,23	1	0,027	-0,925	10	0,376
Sem AF2	32,842	1	0,017	1,5207	10	0,1593
Sem AF3	28,523	1	0,054	-3,748	10	0,003
Sem AF4	26,66	1	0,085	3,692	1	0,054

Fonte: Autoria própria.

Legenda: *FDis* - dispersão funcional; *FDiv* - divergência funcional; AF1 - socialidade; AF2 - localização do ninho; AF3 – tamanho corpóreo (DIT - distância intertegular); AF4 - comprimento da probóscide. Estão destacados em negrito valores de $p < 0,050$.

Tabela 7 - Comparação dos índices de diversidade funcional das plantas calculados com a remoção de atributos funcionais (AF), para os meses amostrais e para as idades das parcelas, em áreas em estágio sucessional inicial na Floresta Atlântica, Antonina-PR.

	<i>FDis</i>			<i>FRic</i>		
	K	g.l.	p	K	g.l.	p
Sem AF1	28,192	19	0,079	65,268	19	< 0,001
Sem AF2	42,481	19	0,001	44,499	19	< 0,001
Sem AF3	24,389	19	0,181	42,05	19	0,001
Sem AF4	35,681	19	0,011	51,616	19	< 0,001
Sem AF5	34,476	19	0,016	44,736	19	< 0,001
Sem AF6	36,768	19	0,008	42,109	19	0,001
Sem AF7	34,476	19	0,016	44,736	19	< 0,001

Fonte: Autoria própria.

Legenda: *FDis* - dispersão funcional; *FRic* - Riqueza funcional; AF1 - coloração da corola; AF2 - tamanho da corola (mm); AF3 - formato da corola; AF4 - recurso floral; AF5 - deiscência da antera; AF6 - sistema sexual; AF7 - forma de vida. Estão destacados em negrito valores de $p < 0,050$.

O teste de correlação utilizando os fatores climáticos e os índices de diversidade funcional para a comunidade de abelhas demonstrou haver correlação positiva entre os índices *FDis* e *FEve* e o fotoperíodo e fotoperíodo deslocado; entre *FDis* e *FRic* e temperatura e temperatura deslocada; entre *FEve* e temperatura deslocada; e entre *FRic* e precipitação deslocada (TABELA 8)

Para as plantas, verificou-se correlação positiva entre *FDis* e o fotoperíodo (TABELA 9), e entre *FRic* e o fotoperíodo deslocado, temperatura e temperatura deslocada (TABELA 9).

Tabela 8 - Correlação de *Spearman* da riqueza e abundância de espécies de abelhas e dos índices de diversidade funcional calculados para a comunidade de abelhas com os gradientes ambientais sazonais, em áreas em estágio sucessional inicial na Floresta Atlântica, em Antonina.

	Fotoperíodo	Fotoperíodo deslocado	Precipitação	Precipitação deslocada	Temperatura	Temperatura deslocada
<i>FDis</i>	0,478	0,576	0,276	0,228	0,457	0,547
<i>FDiv</i>	-0,162	-0,006	0,141	-0,027	0,063	0,003
<i>FEve</i>	0,548	0,566	0,076	0,440	0,106	0,539
<i>FRic</i>	0,150	0,555	0,299	0,482	0,500	0,577

Fonte: Autoria própria.

Legenda: *FDis* - dispersão funcional; *FDiv* - divergência funcional; *FEve* - equitatividade funcional; *FRic* - riqueza funcional. Estão destacados em negrito valores de correlação para $p < 0,050$.

Tabela 9 - Correlação de *Spearman* entre riqueza de espécies de plantas, os índices de diversidade funcional calculados para a comunidade de plantas e os gradientes ambientais sazonais, em áreas em estágio sucessional inicial na Floresta Atlântica, em Antonina, PR.

	Fotoperíodo	Fotoperíodo deslocado	Precipitação	Precipitação deslocada	Temperatura	Temperatura deslocada
<i>FDis</i>	0,321	0,128	0,195	0,109	0,336	0,172
<i>FDiv</i>	0,291	-0,061	-0,067	-0,207	0,003	-0,234
<i>FDiv</i>	-0,248	-0,042	-0,007	0,091	-0,007	0,305
<i>FRic</i>	0,371	0,666	0,248	0,431	0,625	0,510

Fonte: Autoria própria.

Legenda: *FDis* - dispersão funcional; *FDiv* - divergência funcional; *FEve* - equitatividade funcional; *FRic* - riqueza funcional. Estão destacados em negrito valores de correlação para $p < 0,050$.

5.3 RELAÇÃO ENTRE A FUNCIONALIDADE E AS INTERAÇÕES ABELHA-PLANTA OBSERVADAS NAS COMUNIDADES

O teste de correlação de *Spearman*, par-a-par, entre os índices de diversidade funcional calculados para a comunidade de abelhas e para a comunidade de plantas, mostrou não haver correlação entre os índices de diversidade funcional calculados para as parcelas amostrais (*FDis*: $R = 0,440$, $p = 0,151$; *FDiv*: $R = 0,166$, $p = 0,426$; *FEve*: $R = 0,181$, $p = 0,571$; *FRic*: $R = 0,531$, $p = 0,075$), porém, para os índices calculados para os meses amostrais, há correção entre *FDis* ($R = 0,935$, $p < 0,000$), entre *FDiv* ($R = 0,635$, $p = 0,003$) e entre *FRic* ($R = 0,950$, $p < 0,000$). Não houve correção entre o *FEve* calculado para abelhas e o calculado para plantas ($R = -0,005$, $p = 0,982$). A correlação entre a riqueza de espécies de abelhas e a riqueza de espécies de plantas foi significativa entre as parcelas ($R = 0,708$, $p = 0,010$), mas não entre os meses ($R = 0,412$, $p = 0,079$).

O teste de Mantel realizado com a matriz de atributos funcionais (abelhas ou plantas) e a matriz de interações de cada grupo (abelhas ou plantas) demonstrou que espécies apresentando AF semelhantes tendem a interagir com os mesmos parceiros mutualísticos. Esse resultado foi observado tanto para abelhas (Mantel: $r = 0,064$, $p = 0,001$) quanto para plantas (Mantel: $r = 0,163$, $p < 0,000$).

O teste de correlação de *Spearman* aplicado aos atributos funcionais das abelhas revelou que os atributos de tamanho corpóreo (DIT) e comprimento da probóscide foram altamente correlacionados entre si ($r > 0,80$, $p < 0,001$) (TABELA 10). Já os atributos das plantas não foram fortemente correlacionados entre si (TABELA 10).

Para verificar qual atributo pode ser considerado mais importante no estabelecimento das interações, modelos de regressão de matrizes foram construídos incluindo atributos de abelhas e de plantas separadamente. No caso das abelhas, não seria adequado incluir os atributos altamente correlacionados (citados no parágrafo anterior) no mesmo modelo, de tal modo que foram construídos dois modelos (TABELA 11). A remoção dos atributos altamente correlacionados permitiu verificar que tanto DIT quanto comprimento da probóscide, juntamente com localização do ninho, foram importantes no estabelecimento das interações com parceiros mutualísticos semelhantes (TABELA 11). Para as plantas, apenas um modelo foi construído (TABELA 12). A regressão de matrizes foi realizada com todos os atributos, sendo significativos para determinar as interações observadas os atributos de forma de vida, cor e formato da corola (TABELA 12).

Tabela 10 - Correlação de *Spearman* entre os atributos funcionais das abelhas e entre os atributos funcionais das plantas, em áreas em estágio sucessional inicial na Floresta Atlântica, em Antonina, PR.

Abelhas							
	DIT	Localização do ninho	Probóscide				
Localização do ninho	-0,170						
Comprimento da Probóscide	0,800*	-0,101					
Socialidade	-0,288	-0,086	-0,162				

	Deiscência da antera	Cor da corola	Formato da corola	Hábito	Profundidade da corola	Recurso	Sistema sexual
Cor da corola	-0,182						
Formato da corola	-0,007	0,196					
Hábito	-0,244	0,125	-0,123				
Profundidade da corola	0,418	-0,045	-0,297	-0,156			
Recurso	-0,583	0,047	-0,076	0,076	-0,508		
Sistema sexual	0,000	-0,236	0,160	0,190	-0,250	0,040	
Tamanho da corola**	-0,360	0,068	-0,184	0,104	-0,255	0,357	-0,133

Fonte: Autoria própria.

Legenda: DIT - distância intertegular. *Correlação superior a 0,70. **Largura e profundidade. Estão destacados em negrito valores de correlação para $p < 0,050$.

Tabela 11 - Regressão de matrizes utilizando matriz de atributos funcionais da comunidade de abelhas e matriz de interações abelha-plantas, em áreas em estágio sucessional inicial na Floresta Atlântica, em Antonina, PR.

	Intercepto	Coeficientes de regressão (β)				R ²	p (modelo)
		Socialidade	Probóscide	Ninho	DIT		
Interações - M1	0,907	0,003 $p = 0,527$	0,068 $p = 0,003$	0,012 $p = 0,027$	--	0,011	0,003
Interações - M2	0,916	0,002 $p = 0,652$	--	0,012 $p = 0,034$	0,048 $p = 0,020$	0,006	0,016

Fonte: autoria própria.

Legenda: M1 – modelo 1 (sem o atributo de tamanho corpóreo - DIT); M2 – modelo 2 (sem o atributo de comprimento da probóscide). Estão marcados em negrito valores de $p < 0,050$.

Tabela 12 - Regressão de matrizes utilizando matriz de atributos funcionais da comunidade de plantas e matriz de interações abelha-planta, em áreas em estágio sucessional inicial na Floresta Atlântica, em Antonina, PR.

	Coeficientes de regressão (β)	p	R^2	p (modelo)
Intercepto	0,831	1		
Tamanho	0,039	0,087	0,0441	0,001
Sistema sexual	-0,006	0,756		
Recurso	0,005	0,388		
Forma de vida	0,034	0,001		
Formato da corola	0,033	0,005		
Cor da corola	0,017	0,041		
Deiscência da antera	-0,005	0,610		

Fonte: Autoria própria.

Legenda: Estão marcados em negrito valores de $p < 0,050$.

6 DISCUSSÃO

Os resultados encontrados demonstraram que, nas áreas estudadas, a comunidade de abelhas foi homogênea em termos de riqueza de espécies e abundância. Apesar da composição de espécies ter variado entre os parâmetros analisados, houve um *turnover* de espécies de abelhas funcionalmente equivalentes. Contudo, foi observada flutuação na dispersão funcional ao longo dos meses, e na divergência funcional, que foi maior nas áreas em regeneração natural em relação às áreas em reflorestamento. Ao contrário dos resultados observados para as abelhas, o *turnover* de espécies de plantas promoveu mudanças significativas na distribuição dos estados de atributos funcionais em todos os parâmetros avaliados (ver APÊNDICE I), ocasionando variação na dispersão e na riqueza funcionais entre os meses de amostragem.

Tanto a diversidade funcional de abelhas (dispersão, equitabilidade e riqueza funcionais) e de plantas (dispersão e riqueza funcionais) quanto a riqueza de espécies, e a proporção dos estados de atributos funcionais foram correlacionados aos gradientes ambientais sazonais (ver APÊNDICE I), tendo respondido de forma direta ou tardia às alterações no fotoperíodo, precipitação e temperatura. Provavelmente, estas variações funcionais observadas para ambas as comunidades não sejam apenas resposta a flutuações climáticas ou a características das parcelas em relação à restauração, mas também às interações estabelecidas entre os membros destas comunidades. Evidência disso foi a importância de alguns atributos funcionais no estabelecimento das interações, bem como o fato de grupos funcionalmente semelhantes interagirem com parceiros mutualísticos semelhantes, salientando a relação de interdependência entre essas comunidades e os seus efeitos recíprocos (SARGENT; ACKERLY, 2008).

Em relação aos métodos de restauração ecológica, a regeneração natural, em tese, difere do reflorestamento pela forma espontânea com que ocorre, sendo a área recuperada através de banco de sementes do solo, plântulas regenerantes e chuva de sementes, por exemplo (CHAZDON, 2012; OLIVEIRA; ENGEL, 2017). O reflorestamento, por não ocorrer em uma área isolada, também está sujeito a estes processos de regeneração. Porém, a limpeza da área antes do plantio de mudas, bem como a seleção de espécies a serem plantadas (FERRETTI; BRITTEZ, 2006), pode afetar tanto a disponibilidade de plântulas quanto o perfil de sementes germinando (CHAZDON, 2012), o que levaria a uma trajetória de sucessão diferente daquela que ocorre na regeneração natural. Por essas singularidades, esperava-se verificar diferenças taxonômicas e funcionais entre os dois métodos de restauração. De fato, a composição de

espécies de abelhas e de plantas diferiu entre estes dois métodos, no entanto, não houve diferenças em termos de riqueza de espécies e de abundância.

Em termos funcionais, as áreas em regeneração natural apresentaram maior divergência funcional de abelhas. Embora a proporção dos estados de atributos funcionais avaliados para as abelhas não tenha diferido significativamente entre os métodos de restauração (ver APÊNDICE I), os resultados mostraram que a diferença observada na divergência funcional foi influenciada pela socialidade, localização do ninho e tamanho do corpo. É possível que a regeneração natural tenha promovido, deste modo, o estabelecimento de espécies com características funcionais mais contrastantes que aquelas encontradas no reflorestamento, promovendo maior diferença de nicho entre as espécies de abelhas e reduzindo, assim, a competição (VILLÉGER; MASON; MOUILLOT, 2008). Esperava-se encontrar no reflorestamento uma precoce estrutura de copa/dossel, comparada à da regeneração natural, promovida pelo plantio de espécies arbóreas pioneiras, de crescimento rápido (FERRETTI; BRITTEZ, 2006), o que poderia proporcionar maior diversidade de locais para construção de ninho, por exemplo. Contudo, não foram observadas diferenças na proporção de espécies vegetais com hábito arbóreo ou arbustivo (ver APÊNDICE I), o que pode indicar que a diferença observada na divergência funcional de abelhas talvez tenha sido promovida por outros fatores (como condições microclimáticas e quantidade de recursos disponíveis, por exemplo), que não a estrutura da vegetação ou disponibilidade de recursos já que não houve diferenças funcionais para a comunidade vegetal entre os métodos de restauração (ver APÊNDICE I).

A diferença na divergência funcional na comunidade de abelhas não foi acompanhada por diferenças nos demais índices (riqueza, equitatividade e dispersão funcionais), evidenciando a independência dos índices de diversidade funcional (VILLÉGER; MASON; MOUILLOT, 2008). Essa homogeneidade funcional entre os distintos métodos de restauração pode ser reflexo da inserção das áreas amostrais em uma matriz florestal bastante conservada (FERRETTI; BRITTEZ, 2006; KAUANO *et al.*, 2012), podendo dispor de abundantes recursos e locais para nidificação (DEVOTO *et al.*, 2012) no entorno e minimizando, assim, possíveis diferenças na provisão de recursos entre os métodos avaliados. Adicionalmente, considerando que algumas parcelas com métodos contrastantes eram geograficamente muito próximas (ver APÊNDICE J) e que algumas espécies de abelhas tem uma ampla área de forrageio (GREENLEAF *et al.*, 2007), acredita-se que elas tenham forrageado amplamente pelas parcelas com diferentes características, o que reforça a pressuposição anterior.

Embora a janela temporal na implementação da restauração ecológica não seja grande (entre as parcelas amostrais de quatro e de seis anos), foi possível observar variação funcional

tanto na comunidade de plantas quanto na comunidade de abelhas. De fato, áreas que apresentam entorno conservado, com matrizes ricas em biodiversidade, tendem a apresentar uma rápida sucessão secundária (ARROYO-RODRÍGUEZ *et al.*, 2017), o que pode ter promovido diferenças significativas mesmo em uma janela temporal tão restrita. Adicionalmente, WARRING *et al.* (2016) observaram que áreas sucessionais jovens apresentam grande variação na riqueza funcional, a qual tende a se estabilizar ao longo do gradiente, o que pode justificar as variações encontradas entre idades no início da sucessão.

A riqueza funcional de abelhas e de plantas foi altamente correlacionada, em termos de idade das parcelas e em termos de meses amostrais, o que explica, em partes, que a riqueza funcional de ambos os grupos tenha respondido de forma semelhante às comparações realizadas. Esperava-se, contudo, que o aumento no tempo de restauração ecológica tivesse promovido maior diversidade de recursos florais (DEVOTO *et al.*, 2012; WARRING *et al.*, 2016), com o aumento na complexidade estrutural e funcional (CHAZDON, 2012; CHEUNG; MARQUES; LIEBCSH, 2009; WARRING *et al.*, 2016), o que não foi corroborado pelos resultados encontrados, em termos de riqueza funcional.

As áreas com seis anos apresentaram, na perspectiva das abelhas, maior proporção de abelhas solitárias. e, na perspectiva das plantas, maior proporção de espécies arbóreas e espécies que apresentam pólen como recurso para os visitantes florais, de acordo com o esperado para a comunidade vegetal (CHEUNG; MARQUES; LIEBCSH, 2009; MARTINS; ANTONINI, 2014; WARRING *et al.*, 2016). No entanto, estas maiores proporções nas áreas de seis anos não refletiram em maior diversidade funcional. Possivelmente, as áreas com quatro anos, assim como indicado em outros estudos, apresentem um predomínio de espécies herbáceas e arbustivas (CHEUNG; MARQUES; LIEBCSH, 2009), e que estas espécies apresentem uma variedade mais ampla de estados de atributos, ocupando, então, maior volume no espaço funcional e aumentando também a disponibilidade de recursos aos visitantes florais.

A diversidade funcional das abelhas sofreu alteração ao longo dos meses em termos de dispersão funcional, sem que tenha havido, neste tempo, variação na distribuição dos estados de atributos funcionais (ver APÊNDICE I). A diversidade funcional de plantas foi variável em termos de de dispersão e riqueza funcionais, tendo ocorrido no período amostral variação no florescimento de espécies com diferentes características. Assim como em regiões tropicais, que não apresentam uma estação definida de florescimento (OLIVEIRA; GIBBS, 2000), plantas floresceram ao longo do ano todo na área de estudo. Porém, nos trópicos, os picos de florescimento tendem a ocorrer em períodos mais secos (VAN SCHAIK *et al.*, 1993, *apud* MARTINS; ANTONINI, 2016), enquanto neste estudo foi observado que nos meses mais

quentes, quando a precipitação também foi maior, ocorreu maior heterogeneidade de plantas florescendo. O clima subtropical é caracterizado, por sua vez, pela ausência de sazonalidade, apresentando, ao longo do ano, condições semelhantes de temperatura, precipitação, umidade relativa, entre outros fatores ambientais (MORELLATO *et al.*, 2000). No entanto, devido às características orográficas da região de estudo, há sazonalidade no regime de chuvas, sendo o período com menor taxa de precipitação entre os meses de junho e agosto, e o pico de precipitação entre novembro e janeiro (FERRETTI; BRITTEZ, 2006). Este pico coincide com os picos de temperatura e fotoperíodo para a região de estudo.

Os fatores climáticos avaliados mostraram-se importantes na determinação de algumas oscilações funcionais observadas ao longo dos meses, para ambas as comunidades. O aumento no período claro do dia teve um impacto tardio na riqueza funcional de plantas (correlacionada ao fotoperíodo deslocado). Ou seja, nos meses em que o período claro do dia foi mais longo, o volume ocupado no espaço funcional (riqueza funcional) aumentou, havendo maior variedade de estados de atributos funcionais, tais como cor, tamanho e formato de corola (todos correlacionados positivamente ao fotoperíodo - ver APÊNDICE I). Com relação à dispersão funcional, as plantas responderam de forma direta à variação do fotoperíodo, enquanto as abelhas responderam de forma direta e tardia. Estes mesmos índices (riqueza e dispersão funcionais) foram correlacionados positivamente à temperatura. Observa-se, então, que tanto a duração do período claro do dia quanto a temperatura influenciaram na atividade de abelhas e na disponibilidade de plantas floridas, promovendo mudanças na diversidade funcional. A importância de ambos os fatores climáticos no florescimento de espécies vegetais já havia sido constatada por Morellato *et al.* (2000), ao investigarem a fenologia de espécies arbóreas na Floresta Atlântica, sem avaliarem, contudo, diversidade funcional.

A distribuição dos estados de atributos funcionais de ambas as comunidades nos diferentes meses do ano também foi correlacionada a fatores climáticos (ver Apêndice I). Nos meses mais quentes, por exemplo, houve maior proporção de abelhas maiores (com valores maiores de distância intertegular e comprimento de aparelho bucal) em atividade. Padrões sazonais na atividade de abelhas são descritos em outros trabalhos, que demonstraram haver mudanças nas comunidades de abelhas em função de fatores climáticos e disponibilidade de recursos (DEVOTO *et al.*, 2012; HILÁRIO; IMPERATRIZ-FONSECA; KLEINERT, 2000; RAMIREZ *et al.*, 2015; VIANA *et al.*, 2001). Viana *et al.* (2001) descreveram distintos comportamentos de espécies de abelhas em resposta a flutuações climáticas, demonstrando que algumas espécies, de acordo com suas características, podem ser beneficiadas por altas temperaturas e exposição à luz, enquanto outras são beneficiadas nas condições opostas. Em

regiões tropicais, como na Etiópia, por exemplo, abelhas pequenas apresentaram maior atividade em períodos chuvosos, enquanto abelhas grandes estavam mais ativas em períodos secos (SAMNEGARD *et al.*, 2015) - oposto do que foi encontrado no presente trabalho.

Os padrões observados neste estudo demonstram que, embora não se possa descrever padrões sazonais em clima subtropical, as variações nos fatores climáticos foram suficientes para promover *turnover* taxonômico e funcional em comunidades de abelhas e de plantas. Os resultados apresentados indicam haver semelhanças no comportamento das comunidades de plantas e abelhas em relação à sazonalidade de fatores climáticos, evidenciando a relação intrínseca existente entre estes grupos taxonômicos. Embora sejam escassos na literatura outros trabalhos avaliando concomitantemente ambas as comunidades, principalmente em termos funcionais, alguns estudos, como o de Ramírez *et al.* (2015) e o de Menz *et al.* (2011), tem tecido considerações sobre os impactos de uma comunidade sobre a outra. A riqueza de espécies de abelhas costuma ser altamente correlacionada à riqueza de espécies de plantas (MENZ *et al.*, 2011) - resultado também observado no presente trabalho. Por um lado, a diversidade e a abundância de recursos florais, por influenciarem a alimentação das abelhas, podem afetar positiva ou negativamente comunidades de abelhas (WOJCIK *et al.*, 2008; DEVOTO *et al.*, 2012; SAMNEGARD *et al.*, 2015; SYNDENHAN *et al.*, 2016; OTÁROLA; ROCCA, 2014). Por outro lado, flutuações na riqueza funcional das abelhas (ou seja, mudanças na disponibilidade de características funcionais das abelhas) podem afetar os serviços de polinização prestados por elas, impactando, dessa forma, as comunidades vegetais (POTTS, *et al.*, 2002; RAMIREZ *et al.*, 2015).

Esta correspondência entre as comunidades de abelhas e de plantas também ficou evidente nas interações estabelecidas entre estes grupos. Observou-se que espécies que são similares em termos funcionais tendem a interagir com espécies taxonomicamente semelhantes. Para as abelhas, espécies cujos ninhos são construídos nos mesmos tipos de locais tendem a interagir com um grupo de plantas semelhante. Da mesma forma, espécies que apresentam semelhanças em termos de comprimento de aparelho bucale de tamanho corpóreo também tendem a interagir com espécies de plantas similares. Para as plantas, os atributos funcionais mais importantes no estabelecimento de interações com grupos semelhantes foram a forma de vida, o formato da corola e a cor da corola.

As características florais são utilizadas pelas plantas como sinalizadores de recursos, estando cor e formato da corola entre os principais atributos utilizados nesta função (VARASSIN; AMARAL-NETO, 2014; GOULSON, 1999). A cor exerce não apenas função de atração (GOULSON, 1999), mas também contribui para a constância dos visitantes florais

(CHITTKA; RAINE, 2006 *apud* VARASSIN; AMARAL-NETO, 2014). O formato da corola está relacionado à acessibilidade do recurso floral (ENDRESS, 1994; FAEGRI; PIJL, 1971). Flores com formato aberto foram bastante comuns neste estudo, representando 38% das espécies de plantas e sendo frequentes ao longo de todo o ano. Estas flores recebem visitas de inúmeros insetos, principalmente aqueles com probóscide curta (ENDRESS, 1994), e são muito comuns em Asteraceae, uma das famílias predominantes na comunidade. Outros formatos são mais restritivos e estão relacionados a diferentes características de visitantes florais – como tamanho do visitante, comprimento do aparelho bucal, comportamento de forrageio, entre outros (ENDRESS, 1994, FAEGRI; PIJL, 1971; GOULSON, 1999).

Curiosamente, os atributos mais importantes no estabelecimento das interações – localização do ninho, comprimento do aparelho bucal e tamanho corpóreo, para as abelhas, e forma de vida, formato e cor da corola, para plantas - foram os que mais apresentaram variação, estando correlacionados aos gradientes ambientais sazonais, o que pode indicar que as interações também seriam correlacionadas às variações climáticas. A importância verificada destes atributos funcionais no estabelecimento das interações corrobora o que já foi apontado por outros autores - que flutuações climáticas promovem mudanças em comunidades de abelhas e de plantas, de forma recíproca (GREENLEAF *et al.*, 2007).

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As áreas de estudo, que no momento da amostragem encontravam-se em estágio sucessional inicial, estão inseridas em uma das regiões mais conservadas da Floresta Atlântica (FERRETTI; BRITZ, 2006; KAUANO, 2012). Neste contexto, foi possível perceber que pequenas diferenças no ambiente, proporcionadas por métodos de restauração distintos ou por tempos diferentes de manejo, podem promover mudanças na composição taxonômica. Em menor medida, essas diferenças também podem promover mudanças na proporção de cada estado de atributo funcional apresentado pelas espécies da comunidade, afetando alguns aspectos da diversidade funcional de abelhas e de plantas.

O fato de nenhum estado de atributo funcional ter se mostrado ausente em um método de restauração em relação a outro, ou nas parcelas mais novas em relação às mais antigas, e vice-versa, demonstra que a trajetória da sucessão ecológica nestas áreas está ocorrendo de forma semelhante, em termos de polinização por abelhas. É possível, como citado anteriormente, que este resultado tenha sido influenciado pelas características da matriz florestal (FERRETTI, 2002), sendo o entorno das parcelas muito semelhante, o que favoreceu, desta forma, que processos restauradores, tais como a dispersão de sementes a partir das fontes florestais (CHAZDON, 2012), operassem de forma homogênea sobre toda a área. No entanto, não é seguro afirmar que os resultados se devam somente a características da paisagem, pois, mesmo em escala local, não foram avaliados todos os fatores possíveis.

É importante considerar, também, que este tipo de paisagem, favorável à restauração ecológica, não está presente em toda a extensão da Floresta Atlântica, e que a restauração em áreas mais degradadas possivelmente ocorra em ritmo mais lento, sendo necessária maior interferência humana (CHAZDON, 2012; ARROYO-RODRÍGUEZ *et al.*, 2017). Neste outro tipo de paisagem presume-se que as diferenças entre métodos não sejam tão sutis quanto as encontradas no presente trabalho.

Mostra-se interessante comparar os dados obtidos em áreas sucessionais iniciais a dados obtidos em áreas maduras, a fim de verificar qual o comportamento da diversidade funcional ao longo da trajetória de sucessão, como Warring *et al.*, (2016) fizeram com atributos reprodutivos, da comunidade vegetal. Para abelhas esta tarefa torna-se logisticamente muito mais difícil, considerando a altura das árvores, e conseqüentemente a altura da disponibilização de recursos florais às abelhas, em florestas intermediárias e maduras. No entanto, a compreensão de como a comunidade de abelhas é influenciada por diferentes configurações fitossociológicas, e vice-versa, é importante para entender o impacto de distúrbios ambientais,

bem como direcionar práticas de conservação de ambas as comunidades, com vistas à manutenção do serviço ecossistêmico de polinização.

Boa parte dos estudos envolvendo a ecologia funcional de comunidades de abelhas investigou como as abelhas respondem, em termos funcionais ou taxonômicos, a perturbações ambientais (MAGNAGO *et al.*, 2014; ARROYO-RODRÍGUEZ *et al.*, 2017; WILLIMANS *et al.*, 2010; GIRÃO *et al.*, 2007), em uma mesma região ou sob condições climáticas distintas (MORETTI *et al.*, 2009). Ao que se sabe, este foi o primeiro trabalho a investigar aspectos funcionais de ambos os grupos taxonômicos - abelhas e plantas - para a Floresta Atlântica e um dos primeiros a investigar possíveis influências da sazonalidade sobre a diversidade funcional de ambos os grupos.

A abordagem das interações entre abelhas e plantas, sob uma ótica funcional, investigando a importância relativa dos diferentes atributos no estabelecimento das interações também é inovadora. A evidência de que espécies funcionalmente similares tendem a interagir com os mesmos parceiros mutualísticos pode direcionar planos de conservação para espécies chave. Por exemplo, a seleção de grupos funcionais de plantas que atraiam determinadas espécies de abelha pode recuperar, em dada área, os níveis populacionais de uma espécie ameaçada de extinção. Acredita-se que o presente trabalho tenha sido apenas o primeiro passo de uma grande investigação acerca da funcionalidade nas interações mutualísticas, considerando múltiplos fatores, tais como estrutura da vegetação e diferentes escalas espaciais, e incorporando também outros atributos funcionais, como sistema reprodutivo, e dados fenológicos de ambas as comunidades.

REFERÊNCIAS

- AGOSTINI, K.; LOPES, A.V.; MACHADO, I.C. Recursos e atrativos. In: RECH, A.R. *et al.* (Org.). **Biologia da Polinização**. Rio de Janeiro: Projeto Cultural, 2014. 524p. ISBN 9788568126011 cap. 6.
- ARROYO-RODRÍGUEZ, V. *et al.* Multiple successional pathways in human-modified tropical landscapes: new insights from forest succession, forest fragmentation and landscape ecology research. **Biological Reviews**, Cambridge, v.92, n.1, p.326-340, 2017.
- Associação dos Criadores de Abelhas Nativas da APA de Guaraqueçaba (ACRIAPA). **Georreferenciamento dos Meliponários**. Antonina, 2011. 1 mapa. Disponível em: <<https://acriapa2007.wordpress.com/author/acriapa2007/>>. Acesso em 26 de julho de 2017.
- BARTOMEUS, I. *et al.* Historical changes in northeastern US bee pollinators related to shared ecological traits. **Proceedings of National Academy Sciences**, [Illinois], v.110, n.12, p.4656-4660, 2013.
- BATISTA, M.A.; RAMALHO, M.; SOARES, A.E.E. Nesting sites and abundance of Meliponini (Hymenoptera: Apidae) in heterogeneous habitats of the Atlantic Rain Forest, Bahia, Brasil. **Lundiana**, Belo Horizonte, v.4, p.19-23, 2003.
- BRASIL. Decreto nº 90.883, de 31 de janeiro de 1985. LEXML - Rede de Informação Legislativa e Jurídica. Disponível em: <<http://www.lexml.gov.br/urn/urn:lex:br:federal:decreto:1985-01-31;90883>>. Acesso em 25 de julho de 2017.
- CARIVEAU, D.P. *et al.* The allometry of bee proboscis length and its uses in ecology. **PLoS ONE**, [San Francisco], v.11, n.3, p.1-13, 2016.
- CHAZDON, R. Regeneração de florestas tropicais. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi: Ciências Naturais**, [Belém], v.7, n.3, p.195-218, 2012.
- CHEUNG; K.C.; MARQUES, M.C.M.; LIEBCSH, D. Relação entre a presença de vegetação herbácea e a regeneração natural de espécies lenhosas em pastagens abandonadas na Floresta Ombrófila Densa do Sul do Brasil. **Acta bot. bras.**, [Belo Horizonte], v.23, n.4, p.1048-1056, 2009.
- CIANCIARUSO, M.V.; SILVA, I.A.; BATALHA, M.A. Diversidades filogenética e funcional: novas abordagens para a Ecologia de comunidades. **Biota Neotropica**, [São Paulo], v.9, n.3, p.93-103, 2009.
- CORBET, S.A. Insects, plants and succession: advantages of long-term set-aside. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, [S.I.], v.53, n.3, p.201-217, 1995.
- DAVIES, S.J. *et al.* Soil-related floristic variation in a hyperdiverse Dipterocarp Forest. In: ROUBIK, D.W.; SAKAI, S.; KARIM, A.A.H. (Ed.). **Pollination Ecology and the Rain Forest**: Sarawak Studies. New York: Springer, 2005. 336f. ISBN 0387213090. cap. 3.

DEANS, A.M. *et al.* Hoverfly (Syrphidae) communities respond to varying structural retention after harvesting in Canadian Peatland Black Spruce Forests. **Environ Entomol.**, [Washington], v.36, n.2, p.308-318, 2007.

DEVOTO, M. *et al.* Understanding and planning ecological restoration of plant-pollinator networks. **Ecology Letters**, [S.I.], v.15, n.4, p.319-328, 2012.

ENDRESS, P.K. **Diversity and evolutionary biology of tropical flowers**. 1. ed. New York: Cambridge University Press, 1994. 511p. ISBN 0521420881.

EVERAARS, J. **The response of solitary bees to landscape configuration with focus on body size and nest-site preference**. Halle: UFZ, 2012. 230f. PhD Dissertation, Helmholtz - Centre for Environmental Research. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/263519687_The_response_of_solitary_bees_to_landscape_configuration_with_focus_on_body_size_and_nest-site_preference>. Acesso em 11 de maio de 2017.

EXELER, N.; KRATOCHWIL, A.; HOCHKIRCH, A. Restoration of riverine inland sand dune complexes: implications for the conservation of wild bees. **Journal of Applied Ecology**, [London], v.46, n.5, p.1097-1105, 2009.

FAEGRI, K.; PIJL, L.V.D. **Principles of pollination ecology**. 2. ed. Oxford: Pergamon Press, 1971. 291p. ISBN: 9780080231600.

FERRETTI, A.R. Planejamento ecológico para o planejamento da restauração florestal. In: GALVÃO, A.P.M.; MEDEIROS, A.C.S. (Ed.). **Restauração da Mata Atlântica em áreas de sua primitiva ocorrência**. Colombo: Embrapa Florestas, 2002. 135p. ISBN 8589281019. cap.2.

FERRETTI, A.R.; BRITTEZ, R.M. Ecological restoration, carbono sequestration and biodiversity conservation: The experience of the Society for Wildlife Research and Environmental Education (SPVS) in the Atlantic Rain Forest of Southern Brazil. **Journal of Nature Conservation**, [S.I.], v.14, n.3-4, p.249-259, 2006.

FONTAINE, C. *et al.* Functional diversity of plant-pollinator interaction webs enhances the persistence of plant communities. **PLoS Biology**, [California], v.4, n.1, p.0129-0135, 2006.

FORREST, J.R.K. *et al.* Contrasting patterns in species and functional-trait diversity of bee in agricultural landscape. **Journal of Applied Ecology**, [London], v.52, n.3, p.706-715, 2015.

FORUP, M.L. *et al.* The restoration of ecological interactions: plant-pollinator networks on ancient and restored heathlands. **Journal of Applied Ecology**, [London], v.45, n.3, p.742-752, 2008.

FRANK, T.; AESCHBACHER, S.; ZALLER, J.G. Habitat age affects beetle diversity in wildflower areas. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, [S.I.], v.152, p.21-26, 2012.

FREITAS, L.; SAZIMA, M. Pollination biology in a tropical high-altitude grassland in Brazil: interactions at the community level. **Ann. Missouri Bot. Gard.**, [Washington], v.93, n.3, p.465-516, 2006.

GATHMANN, A.; TSCHARNTKE, T. Foraging ranges of solitary bees. **Journal of Animal Ecology**, London, v.71, n.5, p.757-764, 2002.

GIBSON, L. *et al.* Primary forests are irreplaceable for sustaining tropical biodiversity. **Nature**, [London], v.478, n.7369, p.378-381, 2011.

GIRÃO, L.C. *et al.* Changes in tree reproductive traits reduce functional diversity in a fragmented Atlantic Forest landscape. **PLoS One**, [Califórnia], v.2, n.9, p.1-12, 2007.

GREENLEAF, S.S. *et al.* Bee foraging ranges and their relationship to body size. **Oecologia**, [S.I.], v.153, n.3, p.589-596, 2007.

GÖTZENBERGER, L. *et al.* Ecological assembly rules in plant communities-approaches, patterns and prospects. **Biological Reviews**, Cambridge, v.87, n.1, p.111-127, 2012.

GOULSON, D. Foraging strategies of insects for gathering nectar and pollen, and implications for plant ecology and Evolution. **Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics**, [S.I.], v.2, n.2, p.185-209, 1999.

HILÁRIO, S.D.; IMPERATRIZ-FONSECA, V.L.; KLEINERT, A.M.P. Flight activity and colony strength in the stingless bee *Melipona bicolor bicolor* (Apidae, Meliponinae). **Revis. Brasil. Biol.**, [São Carlos], v.60, n.1, p.299-306, 2000.

HORGAN, F.G. Shady field boundaries and the colonisation of dung by coprophagous beetles in Central American pastures. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, [S.I.], v.9, n.1-3, p.25-36, 2002.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - DERNA, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil. 1992.

INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. **Zoneamento da Área de Proteção Ambiental de Guaraqueçaba**. IPARDES, Curitiba, Paraná, Brasil. 2001.

INTERNATIONAL SUSTAINABILITY UNIT. **Tropical Forests: A Review**. The Prince's Charities, Toronto, Ontário, Canadá, 2015.

KAUANO, E.E. *et al.* Landscape structure in the northern coast of Paraná state, a hotspot for the Brazilian Atlantic Forest conservation. **Revista Árvore**, Viçosa, v.36, n.5, p.961-970, 2012.

KRAFT, N.J.B. *et al.* Community assembly, coexistence and the environmental filtering metaphor. **Functional Ecology**, [London], v.29, n.5, p.592-599, 2015.

LALIBERTÉ, E.; LEGENDRE, P. A distance-based framework for measuring functional diversity from multiple traits. **Ecology**. Washington, v.91, n.1, p. 299-305, 2010.

LOISEAU, N. *et al.* Multi-component β -diversity approach reveals conservation dilemma between species and functions of coral reef fishes. **Journal of Biogeography**, [S.I.], v.44, n.3, p.537-547

MAACK, R. **Geografia física do Estado do Paraná**. Ponta Grossa: Editora UEPG. 4. ed. 1971. 526p. ISBN 9788577981403.

MAGNAGO, L.F.S. *et al.*, 2014. Functional attributes change but functional richness is unchanged after fragmentation of Brazilian Atlantic forests. **Journal of Ecology**, [London], v.102, n.2, p.475-485, 2014.

MARTINS, K.G. *et al.* Effects of soil conditions on the diversity of tropical forests across a successional gradient. **Forest Ecology and Management**, [S.I.], v.349, p.4-11, 2015.

MARTINS, R.; ANTONINI, Y. Can pollination syndromes indicate ecological restoration success in tropical forests? **Restoration Ecology**, [S.I.], v.24, n.3, p.373-380, 2016.

MASON, N.W. H. *et al.* Functional richness, functional evenness and functional divergence: the primary components of functional diversity. **Oikos**, [Suécia], v.111, p.112-118, 2005.

MASON, N. *et al.* A guide for using functional diversity indices to reveal changes in assembly processes along ecological gradients. **Journal of Vegetation Science**, [S.I.], v.24, n.5, p.794-806, 2013.

MENZ, M.H.M. *et al.* Reconnecting plants and pollinators: challenges in the restoration of pollination mutualisms. **Trends in Plant Science**, Cambridge, v.16, p.4-12, 2011.

MICHENER, C.D. **Bees of the World**. 2. ed. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 2007. 972p. ISBN: 9780801885730.

MITTELBACH, G.G.; SCHEMSKE, D.W. Ecological and evolutionary perspectives on community assembly. **Trends in Ecology and Evolution**, [Cambridge], v.30, n.5, p.241-247, 2015.

MONTOYA, D; ROGERS, L.; MEMMOTT, J. Emerging perspectives in the restoration of biodiversity-based ecosystem services. **Trends in Ecology and Evolution**, [Cambridge], v.27, n.12, p.666-672, 2012.

MORELLATO, L.P.C. *et al.* Phenology of Atlantic Rain Forest Trees: A Comparative Study. **Biotropica**, [S.I.], v.32, n.4b, p.811-823, 2000.

MORETTI, M. *et al.* Taxonomical vs. functional responses of bee communities to fire in two contrasting climatic regions. **Journal of Animal Ecology**, London, v.78, p.98-108, 2009.

MYERS, N. *et al.* Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, [London], v.403, n.6776, p.853-858, 2000.

OKSANEN, J. *et al.* Community Ecology Package. R package version 2.4-4. Disponível em: < <https://cran.ism.ac.jp/web/packages/vegan/vegan.pdf>>. Acessado em 10/11/2017.

OLIVEIRA, R.E.; ENGEL, V.L. Indicadores de monitoramento da restauração na Floresta Atlântica e atributos para ecossistemas restaurados. **Scientia Plena**, [S.I.], v.13, p.1-13, 2017.

OLIVEIRA, P.E.; GIBBS, P.E. Reproductive biology of woody plants in a cerrado community of Central Brazil. **Flora**, [S.I.], v.195, n.4, p.311-329, 2000.

OLLERTON, J.; WINFREE, R.; TARRANT, S. How many flowering plants are pollinated by animals? **Oikos**, [Suécia], v.120, p.321-326, 2011.

OTÁROLA, M.F.; ROCCA, M.A. Flores no tempo: a floração como uma fase da fenologia reprodutiva. In: RECH, A.R. *et al.* (Org.). **Biologia da Polinização**. Rio de Janeiro: Projeto Cultural, 2014. 524p. ISBN 9788568126011 cap. 5.

PEIXOTO, A.L.; LUZ, J.R.P.; BRITO, M.A. (Org.). **Conhecendo a Biodiversidade**. Brasília: MCTIC, 2016. 191p. ISBN 9788563100085.

PINHEIRO, M. *et al.* Polinização por abelhas. In: RECH, A.R. *et al.* (Org.). **Biologia da Polinização**. Rio de Janeiro: Projeto Cultural, 2014. 524p. ISBN 9788568126011 cap. 9.

POTTS, S.G. *et al.* Linking bees and flowers: how do floral communities structure pollinator communities? **Ecology**, Washington, v.84, n.10, p.2628-2642, 2002.

R Development Core Team. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org/>. 2011.

RAO, R.C. Diversity and dissimilarity coefficients—a unified approach. **Theoretical Population Biology**, [S.I.], v.21, p.24-43, 1982.

RATHCKE, B.J.; JULES, E.S. Habitat fragmentation and plant pollinator interactions. **Current Science**, Bengaluru, v.65, p.273-277, 1993.

RIBEIRO, M.C. *et al.* The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological Conservation**, [S.I.], v.142, p.1141-1153, 2009.

RICARTE, A.; MARCOS-GARCÍA, A.M.; MORENO, C.E. Assessing the effects of vegetation type on hoverfly (Diptera: Syrphidae) diversity in a Mediterranean landscape: implications for conservation. **Journal of Insect Conservation**, [S.I.], v.15, n.6, p.865-877, 2011.

RODRIGUES, R.R. *et al.* On the restoration of high diversity forests: 30 years of experience in the Brazilian Atlantic Forest. **Biological Conservation**, [S.I.], v.142, n.6, p.1242-1251, 2009.

RODRIGUES, R.R. *et al.* Large-scale ecological restoration of high-diversity tropical forests in SE Brazil. **Forest Ecology and Management**, [S.I.], v.261, n.10, p.1605-1613, 2011.

ROUBIK, D.W. **Ecology and natural history of tropical bees**. Cambridge: Cambridge University Press, 1989. 526p. ISBN 978-0521429092.

SAMNEGARD, U. *et al.* Turnover in bee species composition and functional traits distributions between seasons in a tropical agricultural landscapes. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, [S.I.], v.211, p.185-194, 2015.

SARGENT, R.D.; ACKERLY, D.D. Plant-pollinator interactions and the assembly of plant communities. **Trends in Ecology and Evolution**, [Cambridge]. v.23, n.3, p.123-130, 2008.

SCHLINDWEIN, C. Abelhas solitárias e flores: especialistas são polinizadores efetivos? In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 55., 2004, Viçosa. **Anais do 55º Congresso Nacional de Botânica**. Viçosa: Sociedade Botânica do Brasil, 2004, p.1-8.

SILVA, F.C. Composição florística e estrutura fitossociológica da floresta ombrófila densa da encosta Atlântica no município de Morretes, Estado do Paraná. **Acta, Biol, Par.**, Curitiba, v.23, n. 1, 2, 3, 4, p.1-54, 1989.

SILVEIRA, F.A.; MELO, G.A.R.; ALMEIDA, E.A.B. **Abelhas brasileiras: sistemática e identificação**. 1 ed. Belo Horizonte: [s.n.], 2002. 253p. ISBN 8590303411.

SOUZA, J.M.T. **Redes de polinização em áreas restauradas de Floresta Atlântica do sul do Brasil**. 2013. 125 f. Tese (Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

SPASOJEVIC; M.J.; SUDING, K.N. Inferring community assembly mechanisms from functional diversity patterns: The importance of multiple assembly processes. **Journal of Ecology**, [London], v.100, n.3, p.652-661, 2012.

STEHMANN, J.R. *et al.* (Ed). **Plantas da Floresta Atlântica**. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2009. 515p.

SYNDENHAN, M.A.K. *et al.* The effects of habitat management on the species, phylogenetic and functional diversity of bees are modified by the environmental context. **Ecology and Evolution**, [S.I.], v.6, n.4, p.961-973, 2016.

TABARELLI, M; SILVA, J.M.C.; GASCON, C. Forest fragmentation, synergisms and the impoverishment of neotropical forests. **Biodiversity and Conservation**, [S.I.], v.13, n.7, p.1419-1425, 2004.

TAKI, H. *et al.* Responses of community structure, diversity, and abundance of understory plants and insect assemblages to thinning in plantations. **Forest Ecology and Management**, [S.I.], v.259, p.607-613, 2010.

TILMAN, D.; DOWNING, J. A. Biodiversity and stability in grasslands. **Nature**, [London], v.367, p.363-365, 1994.

TILMAN, D. *et al.* The influence of functional diversity and composition on ecosystem processes. **Science**, Washington, v.277, n.5330, p.1300-1302, 1997.

VARASSIN, I.G.; AMARAL-NETO, L.P. Atrativos. In: RECH, A.R. *et al.* (Org.). **Biologia da Polinização**. Rio de Janeiro: Projeto Cultural, 2014. 524p. ISBN 9788568126011 cap. 7.

- VIANA, B.F.; SILVA, F.O.; KLEINERT, A.M.P. Diversidade e Sazonalidade de Abelhas Solitárias (Hymenoptera: Apoidea) em Dunas Litorâneas no Nordeste do Brasil. **Neotropical Entomology**, [S.I.], v.30, n.2, p.245-251, 2001.
- VILLÉGER, S.; MASON, N.W.H.; MOUILLOT, D. New multidimensional functional diversity indices for a multifaceted framework in functional ecology. **Ecology**, [London], v.89, n.8, p.2290-2301, 2008.
- WAGNER, F.H. *et al.* Climate seasonality limits leaf carbon assimilation and wood productivity in tropical forests. **Biogeosciences**, [S.I.], v.13, n.8, p.2537-2562, 2016.
- WARRING, B. *et al.* Functional diversity of reproductive traits increases across succession in Atlantic Forest. **Rodriguésia**, [Rio de Janeiro], v.67, n.2, p.321-333, 2016.
- WEIHER, E. *et al.* Advances, challenges and a developing synthesis of ecological community assembly theory. **Philosophical Transactions of the Royal Society**, [London], v.366, n.1576, p.2403-2413, 2011.
- WILCOCK, C.; NEILAND, R. Pollination failure in plants: why it happens and when it matters. **Trends in Plant Science**, [Cambridge], v.7, p.270-277, 2002.
- WILLIAMS, N.M. Restoration of nontarget species: bee communities and pollination function in riparian forests. **Restoration Ecology**, [S.I.], v.19, n.4, p.450-459, 2011.
- WILLIAMS, N.M. *et al.* Ecological and life-history traits predict bee species responses to environmental disturbances. **Biological Conservation**. [S.I.], v.143, p.2280-2291, 2010.
- WINFREE, R.; BARTOMEUS, I.; CARIVEAU, D.P. Native pollinators in anthropogenic habitats. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, [Nova York], v.42, p.1-22, 2011.
- WOJCIK, V.A. *et al.* Seasonality in Bees and Their Floral Resource Plants at a Constructed Urban Bee Habitat in Berkeley, California. **Journal of the Kansas Entomological Society**, Kansas, v.81, p.15-28, 2008.

APÊNDICE

APÊNDICE A - Lista de espécies de abelhas registradas em áreas em estágio sucessional inicial na Floresta Atlântica, em Antonina, PR, e os estados de atributos funcionais que apresentam. (continua).

Espécies	Abundância	Exemplares medidos	Sexo	AF1	AF2	Língua*	AF3	AF4
Apinae								
Apini								
<i>Apis mellifera</i> Linnaeus, 1758	315	3	F	Eussocial	Cavidade/aéreo	Longa	4,672	2,266
Bombini								
<i>Bombus brasiliensis</i> Lepeletier, 1836	42	3	F	Eussocial	Cavidade/aéreo	Longa	9,879	3,486
<i>Bombus morio</i> (Swederus, 1787)	143	3	F	Eussocial	Cavidade/aéreo	Longa	12,505	3,933
<i>Bombus pauloensis</i> Friese, 1913	75	3	F	Eussocial	Cavidade/aéreo	Longa	8,447	3,199
Centridini								
<i>Centris (Melacentris)</i> sp.	2	2	F	Solitária	solo	Longa	11,197	5,633
<i>Centris similis</i> (Fabricius, 1804)	1	2	F	Solitária	solo	Longa	11,292	5,683
Eucerini								
<i>Melissoptila setigera</i> Urban, 1998	1	1	M	Solitária	Solo	Longa	2,968	1,412
<i>Thygater analis</i> (Lepeletier, 1841)	3	3	F	Solitária	Solo	Longa	6,419	3,155
<i>Thygater armandoi</i> Urban, 1999	2	3	F	Solitária	Solo	Longa	9,769	2,988
<i>Thygater palliventris</i> (Friese, 1908)	1	1	F	Solitária	Solo	Longa	5,527	2,700
<i>Trichocerapis mirabilis</i> (Smith, 1865)	1	3	F	Solitária	Solo	Longa	12,459	3,083
Euglossini								
<i>Euglossa annectans</i> Dressler, 1982	3	3	F/M	Solitária	Cavidade/aéreo	Longa	14,045	3,355
<i>Euglossa stellfeldi</i> Moure, 1947	1	1	M	Solitária	Cavidade/aéreo	Longa	12,812	6,482
Exomalipsini								
<i>Exomalopsis</i> sp.	1	1	M	Parassocial	Solo	Longa	1,877	0,876
<i>Exomalopsis tomentosa</i> Friese, 1899	2	3	F	Parassocial	Solo	Longa	2,903	1,380
Meliponini								
<i>Cephalotrigona capitata</i> (Smith, 1854)	2	3	F	Eussocial	Cavidade/aéreo	Longa	4,375	2,116
<i>Melipona bicolor</i> Lepeletier, 1836	3	1	F	Eussocial	Cavidade/aéreo	Longa	3,241	2,506
<i>Melipona marginata</i> Lepeletier, 1836	7	3	F	Eussocial	Cavidade/aéreo	Longa	3,040	1,810
<i>Melipona mondury</i> Smith, 1863	7	3	F	Eussocial	Cavidade/aéreo	Longa	5,218	2,543
<i>Melipona quadrifasciata</i> Lepeletier, 18	10	3	F	Eussocial	Cavidade/aéreo	Longa	5,304	2,586
<i>Partamona helleri</i> (Friese, 1900)	115	3	F	Eussocial	Cavidade/aéreo	Longa	2,888	1,373
<i>Plebeia</i> cfr. <i>droryana</i>	31	3	F	Eussocial	Cavidade/aéreo	Longa	2,020	0,946
<i>Plebeia remota</i> (Holmberg, 1903)	1	1	F	Eussocial	Cavidade/aéreo	Longa	2,252	1,060
<i>Scaptotrigona</i> cfr. <i>xanthotricha</i>	19	3	F	Eussocial	Cavidade/aéreo	Longa	3,110	1,483
<i>Tetragonisca angustula</i> (Latreille, 1811)	30	3	F	Eussocial	Cavidade/aéreo	Longa	1,165	0,810

APÊNDICE A - Lista de espécies de abelhas registradas em áreas em estágio sucessional inicial na Floresta Atlântica, em Antonina, PR, e os estados de atributos funcionais que apresentam. (continuação).

Espécies	Abundância	Exemplares medidos	Sexo	AF1	AF2	Língua*	AF3	AF4
Apinae								
Meliponini								
<i>Trigona braueri</i> Friese, 1900	11	3	F	Eussocial	Cavidade/aéreo	Longa	2,564	1,213
<i>Trigona spinipes</i> (Fabricius, 1793)	61	3	F	Eussocial	Cavidade/aéreo	Longa	1,634	1,420
Rhathymini								
<i>Rhathymus</i> sp.	2	1	F	Cleptoparasita	Não constrói	Longa	9,626	2,900
Tapinotaspidini								
<i>Lophopedia minor</i> Aguiar, 2009	3	3	F	Solitária	Cavidade/aéreo	Longa	3,031	1,444
<i>Lophopedia pygmaea</i> (Schrottky, 1902)	2	2	F	Solitária	Cavidade/aéreo	Longa	2,229	1,722
<i>Paratetrapedia fervida</i> (Smith, 1879)	19	3	F	Solitária	Cavidade/aéreo	Longa	5,356	1,793
<i>Trigonopedia ferruginea</i> (Friese, 1899)	4	3	F	Solitária	Cavidade/aéreo	Longa	4,636	1,497
Xylocopini								
<i>Ceratina (Ceratinula)</i> sp.01	58	3	F/M	Parassocial	Cavidade/aéreo	Longa	1,997	0,676
<i>Ceratina (Ceratinula)</i> sp.02	99	3	F	Parassocial	Cavidade/aéreo	Longa	1,969	0,670
<i>Ceratina</i> sp.03	7	1	M	Parassocial	Cavidade/aéreo	Longa	2,265	1,353
<i>Ceratina</i> sp.04	2	2	F	Parassocial	Cavidade/aéreo	Longa	5,691	1,222
<i>Xylocopa artifex</i> Smith, 1874	3	3	F	Parassocial	Cavidade/aéreo	Longa	6,909	3,406
<i>Xylocopa brasilianorum</i> Cockerell, 1914	7	3	F	Parassocial	Cavidade/aéreo	Longa	11,381	5,730
<i>Xylocopa frontalis</i> Olivier, 1789	21	3	F	Parassocial	Cavidade/aéreo	Longa	11,885	7,706
<i>Xylocopa suspecta</i> Moure & Camargo, 1988	4	3	F	Parassocial	Cavidade/aéreo	Longa	10,573	5,306
Colletinae								
Colletini								
<i>Colletes rugicollis</i> Friese, 1900	1	3	F	Solitária	Cavidade/aéreo	Curta	2,181	2,636
Hylaeini								
<i>Hylaeus</i> sp.01	1	1	F	Solitária	Cavidade/aéreo	Curta	0,909	1,060
<i>Hylaeus</i> sp.02	2	2	F	Solitária	Cavidade/aéreo	Curta	0,884	1,030
<i>Hylaeus</i> sp.03	1	1	F	Solitária	Cavidade/aéreo	Curta	0,975	1,140
<i>Hylaeus</i> sp.04**	1	1	F	Solitária	Cavidade/aéreo	Curta	0,760	0,880
Paracolletini								
<i>Niltonia virgili</i> Moure, 1964	7	3	F/M	Solitária	Solo	Curta	1,902	2,286
<i>Perditomorpha</i> sp.	12	3	F	Solitária	Solo	--	1,390	1,650
Halictinae								
Augochlorini								
<i>Ariphanarthra palpalis</i> Moure, 1951	1	3	F	Solitária	Solo	Curta	5,148	1,870
<i>Augochlora cephalica</i> (Moure, 1941)	36	3	F/M	Parassocial	Cav/aéreo	Curta	5,357	1,286
<i>Augochlora cydippe</i> (Schrottky, 1910)	3	3	F	Parassocial	Cav/aéreo	Curta	1,700	1,243
<i>Augochlora foxiana</i> Cockerell, 1900	1	1	F	Parassocial	Cav/aéreo	Curta	3,993	1,396
<i>Augochlora morrae</i> Strand, 1910	6	1	M	Parassocial	Cav/aéreo	Curta	2,761	1,176
<i>Augochlora</i> sp.01	1	3	F	Parassocial	Cav/aéreo	Curta	5,134	1,564
<i>Augochlora</i> sp.02	6	2	F	Parassocial	Cav/aéreo	Curta	3,641	1,070

APÊNDICE A - Lista de espécies de abelhas registradas em áreas em estágio sucessional inicial na Floresta Atlântica, em Antonina, PR, e os estados de atributos funcionais que apresentam. (continuação)

Espécies	Abundância	Exemplares medidos	Sexo	AF1	AF2	Língua*	AF3	AF4
Halictinae								
Augochlorini								
<i>Augochlora</i> sp.03	3	1	M	Parassocial	Cav/aéreo	Curta	3,280	1,376
<i>Augochlora</i> sp.04	1	1	M	Parassocial	Cav/aéreo	Curta	1,446	1,050
<i>Augochlora</i> sp.05	1	1	F	Parassocial	Cav/aéreo	Curta	3,330	1,090
<i>Augochlora</i> sp.06	1	1	M	Parassocial	Cav/aéreo	Curta	3,010	1,050
<i>Augochlora</i> sp.07	1	1	F	Parassocial	Cav/aéreo	Curta	2,023	1,490
<i>Augochlora thusnelda</i> (Schrottky, 1909)	3	3	F/M	Parassocial	Cav/aéreo	Curta	3,370	1,186
<i>Augochlorella ephyra</i> (Schrottky, 1910)	3	1	F	Parassocial	Solo	Curta	2,971	1,073
<i>Augochlorella urania</i> (Smith, 1853)	4	2	F/M	Parassocial	Solo	Curta	2,780	1,013
<i>Augochloropsis brachycephala</i> Moure, 1943	27	2	F/M	Parassocial	Solo	Curta	2,270	1,443
<i>Augochloropsis</i> cfr. <i>cockerelli</i>	3	1	F	Parassocial	Solo	Curta	3,084	1,400
<i>Augochloropsis</i> cfr. <i>patens</i>	40	3	F	Parassocial	Solo	Curta	3,523	1,463
<i>Augochloropsis cleopatra</i> (Schrottky, 1902)	30	2	F/M	Parassocial	Solo	Curta	3,834	1,803
<i>Augochloropsis rotalis</i> (Vachal, 1903)	8	3	F	Parassocial	Solo	Curta	3,171	1,443
<i>Augochloropsis</i> sp.01	5	3	F	Parassocial	Solo	Curta	3,688	1,716
<i>Augochloropsis</i> sp.02	136	3	F	Parassocial	Solo	Curta	3,905	1,226
<i>Augochloropsis</i> sp.03	17	1	F	Parassocial	Solo	Curta	3,608	1,563
<i>Augochloropsis</i> sp.04	36	3	F	Parassocial	Solo	Curta	2,938	1,340
<i>Augochloropsis</i> sp.05	5	3	F/M	Parassocial	Solo	Curta	3,332	1,446
<i>Augochloropsis</i> sp.06	1	1	M	Parassocial	Solo	Curta	2,426	1,800
<i>Augochloropsis</i> sp.07	1	1	F	Parassocial	Solo	Curta	1,459	1,060
<i>Augochloropsis</i> sp.08	2	1	M	Parassocial	Solo	Curta	3,485	1,285
<i>Augochloropsis sparsilis</i> (Vachal, 1903)	11	1	F	Parassocial	Solo	Curta	3,530	1,673
<i>Ceratalictus</i> sp.	8	3	F	Parassocial	Solo	--	2,157	3,486
<i>Neocorynura melamptera</i> Moure, 1943	1	1	M	Solitária	Solo	Curta	3,198	2,400
<i>Neocorynura oiospermi</i> (Schrottky, 1909)	2	3	F/M	Solitária	Solo	Curta	3,440	1,536
<i>Pseudaugochlora callaina</i> Almeida, 2008	1	1	F	Solitária	Solo	Curta	5,369	1,703
<i>Pseudaugochlora indistincta</i> Almeida, 2008	2	3	F	Solitária	Solo	Curta	4,366	1,820
Halictini								
<i>Dialictus</i> cfr. <i>micheneri</i>	10	3	F	Parassocial	Solo	Curta	1,752	0,800
<i>Dialictus guaruvae</i> Moure, 1987	1	3	F	Parassocial	Solo	Curta	1,714	0,796
<i>Dialictus</i> sp.01	3	1	F	Parassocial	Solo	Curta	2,101	0,950
<i>Dialictus</i> sp.02	7	2	F	Parassocial	Solo	Curta	2,239	1,076
<i>Pseudagapostemon arenarius</i> (Schrottky, 1902)**	3	3	F/M					
Megachilinae								
Anthidiini								
<i>Hypanthidium divaricatum</i> (Smith, 1854)	5	3	F	Solitária	Cav/aéreo	--	3,322	1,820
Megachilini								
<i>Coelioxys (Acrocoelioxys) laevigata</i> Smith, 1854	1	1	F	Cleptoparasita	Não constrói	Longa	4,737	2,633

APÊNDICE A - Lista de espécies de abelhas registradas em áreas em estágio sucessional inicial na Floresta Atlântica, em Antonina, PR, e os estados de atributos funcionais que apresentam. (conclusão)

Espécies	Abundância		Sexo	AF1	AF2	Língua*	AF3	AF4
Megachilinae								
<i>Megachilini</i>								
<i>Coelioxys (Acrocoelioxys) otomita</i> Cresson, 1878	1	2	F/M	Cleptoparasita	Não constrói	Longa	4,322	2,900
<i>Coelioxys (Acrocoelioxys) tolteca</i> Cresson, 1878	4	3	F	Cleptoparasita	Não constrói	Longa	3,947	2,177
<i>Megachile (Austromegachile) fascialis</i> Vachal, 1909	1	3	F	Solitária	Cav/aéreo	Longa	5,574	3,120
<i>Megachile (Austromegachile) susurrans</i> Haliday, 1836	15	3	F	Solitária	Cav/aéreo	Longa	4,576	2,540
<i>Megachile (Austromegachile) trigonaspis</i> Schrottky, 1913	1	2	F	Solitária	Cav/aéreo	Longa	5,592	3,130
<i>Megachile (Chrysosarus) pseudanthidioides</i> Moure, 1943	2	3	F/M	Solitária	Cav/aéreo	Longa	5,582	3,126
<i>Megachile (Moureapis) maculata</i> Smith, 1853	2	3	F	Solitária	Cav/aéreo	Longa	4,261	3,055
<i>Megachile (Pseudocentron) curvipes</i> Smith, 1853	1	3	F	Solitária	Cav/aéreo	onga	4,825	3,266
<i>Megachile (Pseudocentron) nudiventris</i> Smith, 1853	12	3	F	Solitária	Cav/aéreo	onga	4,760	3,240
<i>Megachile (Pseudocentron) subcingulata</i> Moure, 1945	3	3	F	Solitária	Cav/aéreo	onga	5,328	2,976
<i>Megachile (Ptilosarus) sp.</i>	1	1	F	Solitária	Cav/aéreo	onga	3,881	2,140
<i>Megachile (Trichurochile) cachoeirensis</i> Schrottky, 1920	1	2	F/M	Solitária	Cav/aéreo	onga	5,196	2,900

Fonte: Autoria própria.

Legenda: AF – atributo funcional. AF1 - socialidade; AF2 - localização do ninho; AF3 - comprimento da probóscide (mm); AF4 - tamanho do corpo (DIT - mm).

*Classificação utilizada para o cálculo de proporção dos estados de atributos funcionais. **Espécie removida das análises.

APÊNDICE B - Referências consultadas para o levantamento de atributos funcionais das espécies de abelhas registradas em áreas em estágio sucessional inicial na Floresta Atlântica, em Antonina, PR.

ASHMEAD, W.H. Classification of the bees, or the superfamily Apoidea. **Tran Am. Ent. Soc.**, [Mississipi], v.26, n.1, p.49-100, 1890.

BEZERRA, E.L.S.; MACHADO, I.C. Biologia floral e sistema de polinização de *Solanum stramonifolium* Jacq. (Solanaceae) em remanescente de Mata Atlântica, Pernambuco. **Acta bot. Bras.**, [Belo Horizonte], v.17, n.2, p.247-257, 2003.

BURKART, A; LUNAU, K; SCHLINDWEIN, C. Comparative bioacoustical studies on flight and buzzing of neotropical bees. **Journal of Pollination Ecology**, [Toronto], v.6, n.16, p.118-124, 2011.

CARIVEAU, D.P. *et al.* The allometry of bee proboscis length and its uses in ecology. **PLOS One**, Califórnia, v.11, n.3, p.1-13, 2016.

CARVALHO, D.A.; OLIVEIRA, P.E. Biologia reprodutiva e polinização de *Senna sylvestris* (Vell.) H.S. Irwin & Barneby (Leguminosae, Caesalpinioideae). **Revista Brasil. Bot.**, [São Paulo], v.26, n.3, p.319-328, 2003.

DEPRÁ, M.S.; DELAQUA, G.C.G., GAGLIANONE, M.C. Influência da cobertura florestal sobre a riqueza e frequência de abelhas polinizadoras do tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) em áreas de plantio no município de São José de Ubá, RJ. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, 7., 2011, Fortaleza. **Revista Brasileira de Agroecologia**: Fortaleza, 2011, p.2-6.

DRESSLER, R.L. Biology of the orchid bees (Euglossini). **Ann. Rev. Ecol. Syst.**, [Palo Alto], v.13, p.373-394, 1982.

EVERAARS, Jeroen. **The response of solitary bees to landscape configuration with focus on body size and nest-site preference**. Halle: UFZ, 2012. 230f. PhD Dissertation, Helmholtz - Centre for Environmental Research. Disponível em:<
https://www.researchgate.net/publication/263519687_The_response_of_solitary_bees_to_landscape_configuration_with_focus_on_body_size_and_nest-site_preference>. Acesso em 11 de maio de 2017.

FARIA JR.L.R.R.; MELO, G.A.R. Species of *Euglossa* (*Glossura*) in the Brazilian Atlantic forest, with taxonomic notes on *Euglossa stellfeldi* Moure (Hymenoptera, Apidae, Euglossina). **Revista Brasileira de Entomologia**, [Curitiba], v.51, n.3, p.275-284, 2007.

FENSTER, C.B. *et al.* Pollination syndromes and floral specialization. **Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.**, [Palo Alto], v.35, p.375-403, 2004.

FIDALGO A.O.; KLEINERT, A.M.P. Reproductive biology of six Brazilian Myrtaceae: is there a syndrome associated with buzz-pollination? **New Zealand Journal of Botany**, Nova Zelândia, v.47, n.4, p.355-365, 2011.

FORREST, J.R.K. *et al.* Contrasting patterns in species and functional-trait diversity of bee in agricultural landscape. **Journal of Applied Ecology**, [London], v.52, n.3, p.706-715, 2015.

GERLING, D.; VELTHUIS, H.H.W.; HEFETZ, A. Bionomics of the large carpenter bees of the genus *Xylocopa*. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v.34, p.163-190, 1989.

GOLÇALVEZ, R.B. **Filogenia molecular das abelhas Augochlorini (Hymenoptera, Apidae)**. São Paulo: Biblioteca Digital de Teses e Dissertações da USP, 2011. 146f. Tese - Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo.

GRISOLIA, B.B. **Comportamento de forrageio de abelhas visitantes de Solanum lycocarpum (Solanaceae) St. Hill e aspectos da biologia floral**. Rio Claro: Acervo Digital da UNESP, 2010. 36 f. Trabalho de conclusão de curso (bacharelado e licenciatura - Ciências Biológicas) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Rio Claro.

HILÁRIO, S.D.; IMPERATRIZ-FONSECA, V.L.; KLEINERT, A.M.P. Flight activity and colony strength, in the stingless bee *Melipona bicolor bicolor* (Apidae, Meliponinae). **Revista Brasileira de Biologia**, São Carlos, v.60, n.2, p.299-306, 2000.

HILÁRIO, S.D.; IMPERATRIZ-FONSECA, V.L.; KLEINERT, A.M.P. Responses to climatic factors by foragers of *Plebeia pugnax* Moure (In Litt) (Apidae, Meliponinae). **Revista Brasileira de Biologia**, São Carlos, v.61, n.2, p.191-196, 2001.

IRWIN, R.E. *et al.*, Nectar robbing: ecological and evolutionary perspectives. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, Palo Alto, v.41, p.271-292, 2010.

KRENN, H.W.; PLANT, J.D.; SZUCSICH, N.U. Mouthparts of flower-visiting insects. **Arthropod Structure and Development**, [S.I.], v.34, p.1-40, 2005.

LABANDEIRA, C.C. Insect mouthparts: Ascertaining the Paleobiology of Insect Feeding Strategies. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, Palo Alto, v.28, p.153-193, 1997.

LINSLEY, E.G.; MACSWAIN, J.W.; SMITH, R.F. Outline for ecological life histories of solitary and semi-social bees. **Ecology**, Washington, v.33, n.4, p.558-567, 1952.

MICHENER, C.D. **Bees of the World**. 2. ed. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 2007. 972p. ISBN: 9780801885730.

MICHENER, C.D. Comparative external morphology, phylogeny, and a classification of the bees (Hymenoptera). **Bulletin of the American Museum of Natural History**, New York, v. 82, n.6, p.151-326, 1944.

MINCKLEY, R.L. *et al.* Behavior and phenology of a specialist bee (*Dieunomia*) and Sunflower (*Helianthus*) pollen availability. **Ecology**, Washington, v.75, n.5, p.1406-1419, 1994.

NIEH, J.C., *et al.* Olfactory eavesdropping by a competitively foraging stingless bee, *Trigona spinipes*. **Proceedings of the Royal Society B**, [S.I.], v.271, p.1633-1640, 2004.

NIEH, J.C., *et al.* Effect of group size on the aggression strategy of an extirpating stingless bee, *Trigona spinipes*. **Insectes Sociaux**, Guarujá, v.52, p.147-154, 2005.

- NOGUEIRA-FERREIRA, F.H.; AUGUSTO, S.C. Amplitude de nicho e similaridade no uso de recursos florais por abelhas eussociais em uma área de cerrado. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.23, n.1, p.45-51, 2007.
- NUNES-SILVA, P; HRNCIR, M; IMPERATRIZ-FONSECA, V. A polinização por vibração. **Oecologia Australis**, Rio de Janeiro, v.14, n.1, p.140-151, 2010.
- PACHECO-FILHO, A.J.S., *et al.* Bee-flower association in the Neotropics: implications to bee conservation and plant pollination. **Apidologie**, Paris, v.46, n.4, p.530-541, 2015.
- PERES, M.B. **Estrutura da paisagem e diversidade apícola em dois fragmentos de cerrado**. Rio Claro: Acervo Digital da UNESP, 2011. 62 f. Trabalho de conclusão de curso (bacharelado - Ecologia) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Rio Claro.
- RAMALHO, M.; IMPERATRIZ-FONSECA, V.L.; GIANNINI, T.C. Within-colony size variation of foragers and pollen load capacity in the stingless bee *Melipona quadrifasciata anthidioides* Lepeletier (Apidae, Hymenoptera). **Apidologie**, Paris, v.29, p.221-228, 1998.
- RECH, A.R.; ABSY, M.L. Pollen storages in nests of bees of the genera *Partamona*, *Scaura* and *Trigona* (Hymenoptera, Apidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v.55, n.3, p.361-372, 2011.
- ROUBIK, D.W. **Ecology and natural history of tropical bees**. Cambridge: Cambridge University Press, 1989. 514p. ISBN: 0-521-26236-4.
- SANTOS, M.J.L.; MACHADO, I.C. Biologia floral e heterostilia em *Vismia guianensis* (Aubl.) Choisy (Clusiaceae). **Acta Botânica Brasílica**, Belo Horizonte, v.12, n.3, p.451-464, 1998.
- SCHLINDWEIN, C. Abelhas Solitárias e Flores: Especialistas são Polinizadores Efetivos? In Congresso Nacional de Botânica, 55., 2004, Viçosa. **Anais do 55º Congresso Nacional de Botânica**: Rio de Janeiro. p.1-8.
- SILVA, J.B.; MELO, G.A.R.; GOLDENBERG, R. Visitantes florais de *Tibouchina pulchra* (Melastomataceae). In Congresso de Ecologia do Brasil, 7., 2005, Caxambu. Resumos. Disponível e: < <http://www.seb-ecologia.org.br/viiceb/resumos/1070a.pdf>>. Acesso em 17 de maio de 2017.
- SILVEIRA, F.A.; MELO, G.A.R.; ALMEIDA, E.A.B. **Abelhas brasileiras: sistemática e identificação**. 1 ed. Belo Horizonte: Biblioteca Nacional, 2002. 253p. ISBN: 85-903034-1-1.
- TAURA, H.M.; LAROCA, S. A associação de abelhas silvestres de um biótopo urbano de Curitiba (Brasil), com comparações espaço-temporais: abundância relativa, fenologia, diversidade e exploração de recursos (Hymenoptera, Apoidea). **Acta Biológica Paranaense**, Curitiba, v.30, n.1, 2, 3, 4, p.35-137, 2001.
- VIANA, B.F.; KLEINERT, A.M.P.; NEVES, E.L. Comunidade de Euglossini (Hymenoptera, Apidae) das dunas litorâneas do Abaeté, Salvador, Bahia, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v.46, n.4, p.539-545, 2002.

VIANA, B.F.; SILVA, F.O.; KLEINERT, A.M.P. Diversidade e sazonalidade de abelhas solitárias (Hymenoptera, Apoidea) em dunas litorâneas no nordeste do Brasil. **Neotropical Entomology**, Goiás, v.30, n.2, p.245-251, 2001.

APÊNDICE C - Classificação de corolas de acordo com o formato.

FORMA TO	DESCRIÇÃO	POSSÍVEIS SINÔNIMOS	COMO OCORRE A INTERAÇÃO
Sino/ funil	Sino: contorno convexo; funil - contorno reto ou côncavo. Flores com borda (servindo de plataforma de pouso) e flores sem borda (visitadas por insetos que fazem voo pairado). Os órgãos sexuais são elevados em relação ao centro da flor.	Infundibuliforme	Se tem borda estendida - plataforma de pouso. Se não tem - insetos rastejam para seu interior. Qualquer parte do inseto pode tocar nas estruturas e carregar pólen.
Pincel/ escova	Os estames dominam parcial ou totalmente os outros órgãos florais, sendo mais vistosos. Perianto reduzido ou dividido em segmentos filiformes intercalados entre os órgãos sexuais. Compreendem flores de pólen e nectaríferas. Em geral, os recursos são facilmente acessíveis. Geralmente ocorre em flores agrupadas, mas pode ocorrer em flores isoladas.		Polinizadores carregam pólen no abdome ou cabeça. Muitos tipos de visitantes florais.
Goela	Órgãos sexuais são restritos, funcionalmente, ao lado superior da unidade de polinização. A plataforma de pouso é na parte inferior, ou esta pode ser ausente (insetos com voo pairado).	Labiada, personada	O pólen é depositado na cabeça ou no dorso do tórax dos visitantes/polinizadores.
Bandeira	Os órgãos sexuais são protegidos pelo lábio inferior (pétalas fusionadas ou semi-fusionadas). Comum na ordem Fabales. Flores papilionadas. Oposição ao tipo goela.		O pólen é depositado no ventre das abelhas.
Tubular	Acesso canalizado ao centro floral, onde geralmente está o néctar. Formada por pétalas fusionadas (gamopétalas) ou não (dialipétalas). O tubo pode ser formado por outros órgãos florais, que não a corola. Pode existir em combinação com outro tipo, como esporão, prato, funil, bandeira, ou goela, por exemplo. E pode ou não ter borda estendida.	Tubulosa, hipocrateriforme, digitaliforme	Exclui visitantes florais de língua curta. Se tem borda estendida - plataforma de pouso. Se não tem - restringe acesso a visitantes que fazem voo pairado. O pólen geralmente fica depositado na cabeça dos polinizadores.
Esporão	É como um saco apêndice de um órgão floral. A produção do néctar é no esporão ou próximo a ele. *Comum em Balsaminaceae.		
Aberto/ prato/ tigela	Flores planas; se tiver néctar, é facilmente acessível. Muitas flores de pólen são desse tipo (Begoniaceae), mas nectaríferas também (Euphorbiaceae, Araliaceae). Os órgãos que formam a região periférica geralmente são reforçados, servindo como plataforma de pouso. Os órgãos sexuais podem ou não ser elevados sobre o centro floral.	Rotada (para as do gênero <i>Solanum</i>)	Visitada em geral por insetos de língua curta. Se os órgãos são elevados acima do centro, insetos navegam por baixo dos órgãos. Se não é elevado, navegam por cima.
Inconspícua	Geralmente em plantas anemófilas. Quando em entomófilas, pequenas, e o atrativo é o odor que exalam. Marrom esverdeadas. Em flores polinizadas à noite as corolas são pequenas e com cores opacas.		

Fonte: Informações compiladas de Faegri & Pijl (1971) e Endress (1994).

***Importante destacar que a classificação destes dois autores, embora seja semelhante, fundamenta-se em princípios diferentes. Enquanto para o primeiro a classificação baseia-se na estrutura funcional, para o segundo ela baseia-se no acesso ao néctar.**

APÊNDICE D - Ilustração de diferentes tipos de corola classificadas de acordo com o formato.



Fonte: Todas as imagens são provenientes da página Flora de Santa Catarina, disponível em: <<https://sites.google.com/site/biodiversidadecatarinense/>>. Acesso em 19 de fevereiro de 2018.

Legenda: A (*Oxalis debilis* - Oxalidaceae) - B (*Acnistus arborescens* - Solanaceae): sino/funil; C (*Adenostemma brasilianum* - Asteraceae) - D (*Mimosa bimucronata* - Fabaceae): pincel; E (*Achetaria ocymoides* - Plantaginaceae): goela; F (*Desmodium adscendens* - Fabaceae): bandeira; G (*Borreria ocymifolia* - Rubiaceae) - H (*Stachytarpheta maximiliani* - Verbenaceae): tubular; I (*Impatiens walleriana* - Balsaminaceae): esporão; J (*Tripogandra diurética* - Commelinaceae)- K (*Chaetogastra clinopodifolia* - Melastomataceae): aberta/prato; L (*Forsteronia leptocarpa* - Apocynaceae): inconspícua.

APÊNDICE E - Lista de espécies de plantas registradas em áreas em estágio sucessional inicial na Floresta Atlântica, em Antonina, PR, e os estados de atributos funcionais que apresentam. (continua)

Espécies	AF1	AF2a	AF2b	Tamanho da corola**	AF3	AF4	AF5	AF6	AF7
Apocynaceae									
<i>Forsteronia leptocarpa</i> (Hook. & Arn.) A.D.C.	Verde	2,940	1,050	Inconspícua	Aberta	Pólen/néctar	Rimosa	Hermafrodita	Liana
Asteraceae									
<i>Adenostemma brasilianum</i> (Pers.) Cass.	Branca	8,240*	1,977	Pequena	Pincel	Pólen/néctar	Rimosa	Hermafrodita	Erva
<i>Ageratum conyzoides</i> L.	Rosa	6,252*	2,020	Pequena	Pincel	Pólen/néctar	Rimosa	Hermafrodita	Erva
<i>Baccharis singularis</i> (Vell.) G. M. Barroso	Branca	6,370*	3,997	Pequena	Pincel	Pólen/néctar	Rimosa	Hermafrodita	Arbusto
<i>Cyrtocymura scorpioides</i> (Lam.) H. Rob.	Rosa	8,630*	7,133	Pequena	Pincel	Pólen/néctar	Rimosa	Hermafrodita	Subarbusto
<i>Elephantopus mollis</i> H. B. & K.	Rosa	17,460*	3,347	Média	Pincel	Pólen/néctar	Rimosa	Hermafrodita	Erva
<i>Erechtites valerianifolius</i> (Wolf.) DC.	Rosa	6,046*	9,193	Pequena	Pincel	Pólen/néctar	Rimosa	Hermafrodita	Erva
<i>Heterocondylus alatus</i> (Vell.) R. M. King & H. Rob.	Rosa	14,050*	67,283	Média	Pincel	Pólen/néctar	Rimosa	Hermafrodita	Subarbusto
<i>Mikania micrantha</i> H. B. & K.	Verde	1,226	2,967	Inconspícua	Sino	Pólen/néctar	Rimosa	Hermafrodita	Liana
<i>Vernonanthura beyrichii</i> (Less.) H. Robinson	Rosa	7,660*	3,770	Pequena	Pincel	Pólen/néctar	Rimosa	Hermafrodita	Arbusto
<i>Vernonanthura puberula</i> (Sch. Bip.) H. Rob.	Branca	6,660*	4,020	Pequena	Pincel	Pólen/néctar	Rimosa	Hermafrodita	Árvore
Balsaminaceae									
<i>Impatiens walleriana</i> Hook. F.	Vermelha	34,563	--	Muito grande	Esporão	Pólen/néctar	Rimosa	Hermafrodita	Erva
Begoniaceae									
<i>Begonia fischeri</i> Schrank	Rosa	18,841	--	Média	Aberta	Pólen	Rimosa	Unissexual	Erva
Bignoniaceae									
<i>Jacaranda puberula</i> Cham.	Rosa	27,973	47,930	Muito grande	Sino	Pólen/néctar	Rimosa	Hermafrodita	Árvore
Boraginaceae									
<i>Cordia monosperma</i> Roem. & Schult.	Verde	3,300	3,997	Inconspícua	Sino	Pólen/néctar	Rimosa	Hermafrodita	Subarbusto
Cannabaceae									
<i>Trema micrantha</i> Blume	Verde	2,706	--	Inconspícua	Inconspícua	Pólen	Rimosa	Unissexual	Árvore
Caryophyllaceae									
<i>Drymaria cordata</i> (L.) Willd. ex Roem.	Branca	3,153	--	Inconspícua	Aberta	Pólen/néctar	Rimosa	Hermafrodita	Erva
Commelinaceae									
<i>Commelina diffusa</i> Burm. F.	Violeta	6,860	--	Pequena	Aberta	Pólen	Rimosa	Hermafrodita	Erva
<i>Tradescantia sellowiana</i> Kunth	Rosa	7,913	--	Pequena	Aberta	Pólen	Rimosa	Hermafrodita	Erva
Euphorbiaceae									
<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong	Verde	s.i.	--	Inconspícua	Inconspícua	Pólen/néctar	Rimosa	Unissexual	Árvore
Fabaceae									
<i>Desmodium adscendens</i> (Sw.) DC.	Rosa	2,286	--	Inconspícua	Bandera	Pólen	Rimosa	Hermafrodita	Erva
<i>Inga marginata</i> Willd.	Verde	18,656*	3,367	Média	Pincel	Pólen/néctar	Rimosa	Hermafrodita	Árvore
<i>Mimosa bimucronata</i> (DC.) Kuntze	Verde	12,130*	1,613	Média	Pincel	Pólen	Rimosa	Hermafrodita	Árvore
<i>Senna multijuga</i> (L. Rich.) H. S. Irwin & R. Barneby	Amarela	31,046	--	Muito grande	Aberta	Pólen	Não-rimosa	Hermafrodita	Árvore
Lamiaceae									
<i>Hyptis fasciculata</i> Benth.	Branca	2,513	2,063	Inconspícua	Tubular	Pólen/néctar	Rimosa	Hermafrodita	Erva
<i>Hyptis lacustris</i> ST. Hil. Ex Benth	Branca	2,240	2,485	Inconspícua	Tubular	Pólen/néctar	Rimosa	Hermafrodita	Subarbusto

APÊNDICE E - Lista de espécies de plantas registradas em áreas em estágio sucessional inicial na Floresta Atlântica, em Antonina, PR, e os estados de atributos funcionais que apresentam. (continuação)

Família/Espécies	AF1	AF2a	AF2b	Tamanho da corola	AF3	AF4	AF5	AF6	AF7
<i>Hyptis lappulacea</i> Mart. Ex Benth.	Verde	4,323	3,853	Pequena	Tubular	Pólen/néctar	Rimosa	Hermafrodita	Subarbusto
Lauraceae									
<i>Ocotea pulchella</i> (Nees & Mart.) Mez	Verde	3,415	--	Inconspícua	Aberta	Pólen/néctar	Não-rimosa	Unissexual	Árvore
Loranthaceae									
<i>Struthanthus polyrhizus</i> (Mart.) Mart.	Verde	3,675	--	Inconspícua	Aberta	Pólen/néctar	Rimosa	Unissexual	Parasita
Malpighiaceae									
<i>Bunchosia pallescens</i> Skottsberg	Amarela	11,826	--	Média	Aberta	Pólen	Rimosa	Hermafrodita	Arbusto
Malvaceae									
<i>Sida planicaulis</i> L. F.	Amarela	8,106	--	Pequena	Aberta	Pólen/néctar	Rimosa	Hermafrodita	Subarbusto
<i>Sida rhombifolia</i> L.	Amarela	10,105	--	Média	Aberta	Pólen/néctar	Rimosa	Hermafrodita	Subarbusto
<i>Triumfetta semitriloba</i> Jacq. (Seg. APG II: Malvaceae)	Amarela	9,160	--	Pequena	Aberta	Pólen/néctar	Rimosa	Hermafrodita	
Melastomataceae									
<i>Chaetogastra clinopodifolia</i> DC.	Rosa	7,683	--	Pequena	Aberta	Pólen	Não-rimosa	Hermafrodita	Erva
<i>Clidemia hirta</i> (L.) D.Don	Branca	10,630	--	Média	Aberta	Pólen	Não-rimosa	Hermafrodita	Arbusto
<i>Leandra reversa</i> (DC.) Cogn.	Verde	5,006	--	Pequena	Aberta	Pólen	Não-rimosa	Hermafrodita	Arbusto
<i>Miconia cinerascens</i> Miq. var. robusta	Branca	6,083*	--	Pequena	Pincel	Pólen	Não-rimosa	Hermafrodita	Árvore
<i>Pleroma trichopoda</i> (DC.) Bail	Violeta	45,216	--	Muito grande	Aberta	Pólen	Não-rimosa	Hermafrodita	Arbusto
<i>Pterolepis glomerata</i> (Rottb.) Miq.	Violeta	15,580	--	Média	Aberta	Pólen	Não-rimosa	Hermafrodita	Subarbusto
<i>Tibouchina clavata</i> (Pers.) Wurdack	Violeta	37,876	--	Muito grande	Aberta	Pólen	Não-rimosa	Hermafrodita	Arbusto
<i>Tibouchina pulchra</i> (Cham.) Cogn.	Violeta	88,936	--	Muito grande	Aberta	Pólen	Não-rimosa	Hermafrodita	Árvore
<i>Tibouchina regnellii</i> Cogn.	Violeta	62,063	--	Muito grande	Aberta	Pólen	Não-rimosa	Hermafrodita	Árvore
<i>Tibouchina urvilleana</i> (DC.) Cogn.	Violeta	45,423	--	Muito grande	Aberta	Pólen	Não-rimosa	Hermafrodita	Arbusto
Myrtaceae									
<i>Psidium cattleianum</i> Sabine	Branca	20,486	--	Grande	Pincel	Pólen	Rimosa	Hermafrodita	Árvore
<i>Psidium guajava</i> L.	Branca	19,023	--	Média	Pincel	Pólen	Rimosa	Hermafrodita	Árvore
Oxalidaceae									
<i>Oxalis debilis</i> Kunth	Violeta	11,0806	7,066	Média	Sino	Pólen	Rimosa	Hermafrodita	Erva
Plantaginaceae									
<i>Achetaria ocymoides</i> (Cham & Schlecht.) Wettst.	Rosa	2,110	3,41	Inconspícua	Goela	Pólen	Rimosa	Hermafrodita	Erva
<i>Conobea scoparioides</i> (Cham. & Schltdl.) Benth	Violeta	1,986	4,57	Inconspícua	Tubular	Pólen/néctar	Rimosa	Hermafrodita	Erva
Rosaceae									
<i>Rubus rosifolius</i> J. E. Smith	Branca	25,103*	--	Grande	Aberta	Pólen/néctar	Rimosa	Hermafrodita	Arbusto
Rubiaceae									
<i>Diodia saponariifolia</i> (Chaw. & Schltdl.) K. Schum.	Branca	4,826	5,173	Pequena	Tubular	Pólen/néctar	Rimosa	s.i.	Erva
<i>Psychotria leiocarpa</i> Cham. & Schltdl.	Branca	3,663	5,233	Inconspícua	Tubular	Pólen/néctar	Rimosa	Hermafrodita	Subarbusto
<i>Spermacoce ocymifolia</i> Willd.	Branca	1,770	1,990	Inconspícua	Tubular	Pólen/néctar	Rimosa	Hermafrodita	Erva
<i>Spermacoce schumammii</i> (Standl. ex Bacigalupo) Delprete	Branca	3,080	5,905	Inconspícua	Tubular	Pólen/néctar	Rimosa	Hermafrodita	Liana

APÊNDICE E - Lista de espécies de plantas registradas em áreas em estágio sucessional inicial na Floresta Atlântica, em Antonina, PR, e os estados de atributos funcionais que apresentam. (conclusão)

Família/Espécies	AF1	AF2a	AF2b	Tamanho da corola	AF3	AF4	AF5	AF6	AF7
Salicaceae									
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	Verde	3,130	--	Inconspícua	Inconspícua	Pólen/néctar	Rimosa	Hermafrodita	Árvore
Solanaceae									
<i>Acnistus arborescens</i> (L.) Schlecht.	Branca	3,376	7,280	Inconspícua	Sino	Pólen	Não-rimosa	Hermafrodita	Arbusto
<i>Solanum rufescens</i> Sendtn.	Branca	15,106	--	Média	Aberta	Pólen	Não-rimosa	Hermafrodita	Arbusto
Urticaceae									
<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	Verde	<3,00	--	Inconspícua	Inconspícua	Pólen	Rimosa	Unissexual	Árvore
Verbenaceae									
<i>Stachytarpheta maximiliani</i> Schaver	Violeta	3,466	7,453	Inconspícua	Tubular	Pólen/néctar	Não-rimosa	Hermafrodita	Arbusto
Vitaceae									
<i>Cissus verticilata</i> (L.) Nicolson & C.E.Jarvis	Verde	1,11	--	Inconspícua	Inconspícua	Pólen/néctar	Rimosa	s.i.	Liana
Zingiberaceae									
<i>Hedychium coronarium</i> J. König	Branca	53,723	67,283	Muito grande	Tubular	Pólen/néctar	Não-rimosa	Hermafrodita	Erva

Fonte: Autoria própria.

Legenda: AF – atributo funcional. AF1 - coloração da corola; AF2 - tamanho da corola (mm), a: largura, b: profundidade; AF3 - formato da corola; AF4 - recurso floral; AF5 - deiscência da antera; AF6 - sistema sexual; AF7 - forma de vida; s.i. - sem informação. * largura da inflorescência, como unidade de polinização; ** categoria utilizada para o cálculo da proporção de atributos funcionais: Inconspícua (≤ 4 mm), Pequena (> 4 mm ≥ 10 mm), Média (> 10 mm ≥ 20 mm), Grande (> 20 mm ≥ 30 mm), Muito grande (> 30 mm).

APÊNDICE F - Lista de exsicatas examinadas para o levantamento dos atributos funcionais.
Material tombado no Herbário UPCB da Universidade Federal do Paraná.
(continua)

Família	Espécie	Nº de tomo	Local	Coletor	Número de coleta	Data da coleta	
Acanthaceae	<i>Hygrophila costata</i>	18214	Campo Largo/PR	O.S. Ribas	282	01/01/1990	
	<i>Hygrophila costata</i>	64357	Curitiba /PR	A.C. Cervi	9236	15/03/2006	
	<i>Hygrophila costata</i>	20045	São José dos Pinhais/PR	J.M. Silva	486	01/01/1991	
Apocynaceae	<i>Forsteronia leptocarpa</i>	40149	Guaratuba/PR	M. Borgo	276	16/12/1998	
	<i>Forsteronia leptocarpa</i>	5028	Antonina/PR	G. Hatschbach	11857	18/11/1964	
	<i>Forsteronia leptocarpa</i>	6081	Pontal do Paraná/PR	G. Hatschbach	15598	02/01/1967	
Asteraceae	<i>Adenostemma brasilianum</i>	10908	Caparaó/MG	G. Hatschbach	31456	10/01/1978	
	<i>Adenostemma brasilianum</i>	21284	Guaraqueçaba/PR	J. Prado	437	20/01/1993	
	<i>Adenostemma brasilianum</i>	9619	Tijucas do Sul/PR	R. Kummrow	328	14/02/1974	
	<i>Ageratum conyzoides</i>	31970	Ribeirão Grande/SP	R. Kersten	111	19/07/1997	
	<i>Ageratum conyzoides</i>	32461	Guaraqueçaba/PR	A.C. Cervi	6450	03/12/1997	
	<i>Baccharis singularis</i>	1861	Palhoça /SC	R. Reitz	18617	12/03/1953	
	<i>Baccharis singularis</i>	18321	Itapena/SC	A.C. Cervi	3062	03/03/1990	
	<i>Baccharis singularis</i>	22276	Paranaguá/PR	J. Cordeiro	1002	22/02/1993	
	<i>Cyrtocymura scorpioides</i>	80545	Antonina/PR	J.M.T. Souza	50	14/11/2010	
	<i>Cyrtocymura scorpioides</i>	50923	Itapena/SC	A.C. Cervi	8441	26/10/2003	
	<i>Cyrtocymura scorpioides</i>	85102	Itapena/SC	A.C. Cervi	8441	26/10/2003	
	<i>Elephantopus mollis</i>	16530	Curitiba/PR	JCordeiro	481	08/12/1987	
	<i>Elephantopus mollis</i>	9621	Papanduva/SC	R. Kummrow	164	29/12/1973	
	<i>Elephantopus mollis</i>	1147	Curitiba/PR	R.B. Lange J.S.	1083	30/12/1957	
	<i>Erechtites valerianifolius</i>	46609	Curitiba/PR	Werpachowski	4	02/08/2001	
	<i>Erechtites valerianifolius</i>	80572	Antonina/PR	J.M.T. Souza	78	06/02/2012	
	<i>Erechtites valerianifolius</i>	4161	Guaratuba/PR	E.A. Moreira	319	sem data	
	<i>Heterocondylus alatus</i>	52468	Piraquara/PR	M. Reginato	542	08/2005	
	<i>Heterocondylus alatus</i>	80543	Antonina/PR	J.M.T. Souza	73	18/04/2011	
	<i>Heterocondylus alatus</i>	50427	Piraquara/PR	E.J. Stange	17	18/09/2004	
	<i>Mikania micrantha</i>	80541	Antonina/PR	J.M.T. Souza	28	04/05/2010	
	<i>Mikania micrantha</i>	29003	Morretes/PR	I.F. Barbola	s.n.	02/04/1995	
	<i>Mikania micrantha</i>	16637	Maringá/PR	Irenice	s.n.	13/04/1985	
	<i>Vernonanthura beyrichii</i>	80544	Antonina/PR	J.M.T. Souza A.A.	26	08/04/2010	
	<i>Vernonanthura beyrichii</i>	45542	Registro/SP	Marcondes	s.n.	25/04/2002	
	<i>Vernonanthura puberula</i>	51686	Colombo/PR	R.F.S. Possette	504	21/06/2005	
	<i>Vernonanthura puberula</i>	73099	Apiai/SP	R.L. Miashike	2	05/12/2009	
	<i>Vernonanthura puberula</i>	80547	Antonina/PR	J.M.T. Souza	12	26/09/2009	
	Balsaminaceae	<i>Impatiens walleriana</i>	80591	Antonina/PR	J.M.T. Souza	13	01/11/2009
		<i>Impatiens walleriana</i>	28997	Morretes - PR	I.F. Barbola	s.n.	sem data
<i>Impatiens walleriana</i>		7898	Morretes/PR	G. Hatschbach	21290	31/03/1969	
Begoniaceae	<i>Begonia fischeri</i>	42187	Morretes/PR	M.F.R. Paula	34	27/11/1998	
	<i>Begonia fischeri</i>	43877	Paranaguá/PR	C. Kozera	1457	15/07/2000	

**APÊNDICE F - Lista de exsicatas examinadas para o levantamento dos atributos funcionais.
Material tombado no Herbário UPCB da Universidade Federal do Paraná.
(continuação)**

Família	Espécie	Nº de tomo	Local	Coletor	Número de coleta	Data da coleta
Begoniaceae	<i>Begonia fischeri</i>	40152	Guaratuba/PR Ilha do Mel,	M. Borgo	318	17/12/1998
Bignoniaceae	<i>Jacaranda puberula</i>	13861	Paranaguá/PR	R.M. Britez N.R.	1022	25/10/1986
	<i>Jacaranda puberula</i>	20709	Ponta Grossa/PR	Marquesini	s.n.	29/10/1992
	<i>Jacaranda puberula</i>	5221	Ponta Grossa/PR	G. Hatschbach	12836	29/09/1965
Boraginaceae	<i>Cordia polycephala</i>	9823	São José dos Pinhais/PR	Y. Sayto	1296	01/03/1965
	<i>Cordia polycephala</i>	40845	Guaraqueçaba/PR	A.L.S. Gatti	226	27/05/1999
	<i>Cordia polycephala</i>	40857	Guaraqueçaba/PR	G. Gatti	499	01/09/1999
Cannabaceae	<i>Trema micrantha</i>	5132	Antonina/PR	G. Hatschbach	12773	16/09/1965
	<i>Trema micrantha</i>	8972	Cascavel/PR	G. Hatschbach G.M.	21062	08/02/1969
	<i>Trema micrantha</i>	11203	MS	Christenson	1144	11/09/1979
Caryophyllaceae	<i>Drymaria cordata</i>	13778	Curitiba/PR	D. Sbalchiero	s.n.	01/01/1985
	<i>Drymaria cordata</i>	50212	Curitiba/PR	D.C. Maia	s.n.	20/08/2004
	<i>Drymaria cordata</i>	73890	Pinhais/PR	C. Bona	469	24/11/2009
Commelinaceae	<i>Commelina diffusa</i>	53774	Morretes/PR Campina Grande do Sul/PR	G.S. Salvador	34	07/04/2005
	<i>Commelina diffusa</i>	51253	Sul/PR	C.R. Sakagami	197	22/12/2004
	<i>Commelina diffusa</i>	53787	Morretes/PR	D.C. Maia	17	14/04/2005
	<i>Tripogandra diuretica</i>	40828	Guaraqueçaba/PR	G. Gatti	635	08/04/2000
	<i>Tripogandra diuretica</i>	80574	Antonina/PR	J.M.T. Souza	27	08/04/2010
	<i>Tripogandra diuretica</i>	75870	São Bento do Sul/SC	F.S. Meyer	293	30/03/2007
Euphorbiaceae	<i>Sapium glandulosum</i>	36156	Sapopema/PR	C. Medri	479	11/10/1997
	<i>Sapium glandulosum</i>	33135	Telêmaco Borba/PR	S.A Filipaki	s.n.	10/11/1994
	<i>Sapium glandulosum</i>	74547	Curitiba/PR Ilha do Mel,	M. Bolson	451	19/11/2010
Fabaceae	<i>Desmodium adscendens</i>	16155	Paranaguá/PR Ilha do Mel,	O.S. Ribas	45	06/02/1989
	<i>Desmodium adscendens</i>	13896	Paranaguá/PR Ilha do Mel,	S.M. Silva	s.n.	08/03/1986
	<i>Desmodium adscendens</i>	19840	Paranaguá/PR	E. Melo	s.n.	10/04/1987
	<i>Inga marginata</i>	856	Rolândia/PR	G. Tessmann	6008	sem data
	<i>Inga marginata</i>	6336	Umuarama/PR Campina Grande do Sul/PR	G. Hatschbach	16638	23/06/1967
	<i>Inga marginata</i>	6323	Sul/PR	G. Hatschbach	16399	17/05/1967
	<i>Mimosa bimucronata</i>	30261	Cruzeiro do Oeste/PR	S.M. Silva	s.n.	04/02/1997
	<i>Mimosa bimucronata</i>	6327	Antonina/PR	G. Hatschbach	16009	18/02/1967
	<i>Mimosa bimucronata</i>	47658	Alexandra/PR	A. Camati	1	17/02/2004
	<i>Senna multijuga</i>	52479	Piraquara/PR	M. Reginato	144	12/2004
	<i>Senna multijuga</i>	55185	Manoel Ribas/PR	G. Hatschbach	76786	18/02/2004
	<i>Senna multijuga</i>	86473	Garuva/SC	C.A. Andrade	5442	sem data
Lamiaceae	<i>Condea fastigiata</i>	66684	Joinville/SC	F.C.S. Vieira	916	26/03/2005
	<i>Condea fastigiata</i>	41095	Guaraqueçaba/PR	G. Gatti	629	23/03/2000
	<i>Condea fastigiata</i>	80548	Antonina/PR	J.M.T. Souza	30	05/05/2010
	<i>Hyptis lacustris</i>	29020	Morretes/PR	I.F. Barbola	s.n.	06/01/1995

**APÊNDICE F - Lista de exsicatas examinadas para o levantamento dos atributos funcionais.
Material tombado no Herbário UPCB da Universidade Federal do Paraná.
(continuação)**

Família	Espécie	Nº de tomo	Local	Coletor	Número de coleta	Data da coleta
Lamiaceae	<i>Hyptis lacustris</i>	16083	Antonina/PR	O.S. Ribas	26	22/01/1989
	<i>Hyptis lacustris</i>	80555	Antonina/PR	J.M.T. Souza	83	25/03/2012
	<i>Hyptis lappulacea</i>	14238	São Mateus do Sul/PR	R.M. Britez	571	22/04/1986
	<i>Hyptis lappulacea</i>	45658	Quatro Barras/PR	A.C. Cervi	8229	09/04/2002
	<i>Hyptis lappulacea</i>	2450	Lapa/PR Ilha do Mel, Paranaguá/PR	R. Braga	195	05/03/1960
Lauraceae	<i>Ocotea pulchella</i>	13426	Paranaguá/PR	W.S. Souza	58	22/02/1986
	<i>Ocotea pulchella</i>	87930	Luiziana/PR Ilha do Mel, Paranaguá/PR	E.D. Lozano	1797	13/11/2013
	<i>Ocotea pulchella</i>	80143	Paranaguá/PR	C. Snak	47	27/05/2010
Loranthaceae	<i>Struthanthus polyrhizus</i>	29022	Morretes - PR	I.F. Barbola	s.n.	06/01/1995
	<i>Struthanthus polyrhizus</i>	80560	Antonina/PR	J.M.T. Souza	84	25/03/2012
	<i>Struthanthus polyrhizus</i>	40142	Guaratuba/PR	M. Borgo	331	19/12/1998
Malpighiaceae	<i>Bunchosia pallescens</i>	20246	São José dos Pinhais/PR	G. Hatschbach	s.n.	18/02/1963
	<i>Bunchosia pallescens</i>	51753	Piratuba/SC	W. Amaral	652	24/01/2000
	<i>Bunchosia pallescens</i>	80568	Antonina/PR	J.M.T. Souza	21	07/02/2010
Malvaceae	<i>Sida rhombifolia</i>	13820	Curitiba/PR	D. Sbalchiero	45	25/03/1985
	<i>Sida rhombifolia</i>	9886	Rio Branco do Sul/PR	G. Hatschbach	34404	30/04/1974
	<i>Sida rhombifolia</i>	80594	Antonina/PR	J.M.T. Souza	82	08/02/2012
	<i>Sida planicaulis</i>	40986	Guaraqueçaba/PR	A.L.S. Gatti	322	21/12/1999
	<i>Sida planicaulis</i>	65535	São Bento do Sul/SC	F.S. Meyer	889	07/02/2009
	<i>Sida planicaulis</i>	56111	Piraquara/PR	M. Reginato	667	05/12/2007
	<i>Triumfetta semitriloba</i>	8859	Morretes/PR	G. Hatschbach	23932	27/02/1970
	<i>Triumfetta semitriloba</i>	6948	Guaraqueçaba/PR	G. Hatschbach	18274	11/01/1968
Melastomataceae	<i>Clidemia hirta</i>	10157	Antonina/PR	R. Kummrow	712	06/10/1974
	<i>Clidemia hirta</i>	4096	Guaratuba/PR	G. Hatschbach	5043	21/09/1958
	<i>Leandra reversa</i>	38655	Guaraqueçaba/PR	I. Isernhagen	213	23/11/1998
	<i>Leandra reversa</i>	42237	Guaraqueçaba/PR	J.F. Kretzl	s.n.	04/12/1998
	<i>Leandra reversa</i>	36552	Antonina/PR	G. Hatschbach	68749	19/11/1998
	<i>Miconia cinerascens</i>	80255	Antonina/PR	J.M.T. Souza	60	08/01/2011
	<i>Miconia cinerascens</i>	24260	Pinhão/PR	R.M. Britez	2161	23/10/1991
	<i>Miconia cinerascens</i>	61758	Balsa Nova/PR	C. Kozera	3309	07/10/2006
	<i>Miconia cinerascens</i>	80255	Antonina/PR	J.M.T. Souza	60	08/01/2011
	<i>Miconia cinerascens</i>	61758	Balsa Nova/PR	C. Kozera	3309	07/10/2006
	<i>Miconia cinerascens</i>	33661	Quatro Barras/PR	G. Gatti	100	16/12/1996
	<i>Pterolepis glomerata</i>	67556	Antonina/PR	J. Meirelles	392	11/09/2009
	<i>Pterolepis glomerata</i>	67709	Antonina/PR	M.K. Caddah	702	11/09/2009
	<i>Pterolepis glomerata</i>	s.n.	Antonina/PR	E. Carmargo	148	01/01/2011
	<i>Tibouchina clavata</i>	84154	Antonina/PR	M. Borgo	1910	20/11/2002
<i>Tibouchina clavata</i>	16156	Guaratuba/PR Ilha do Mel, Paranaguá/PR	J.M. Silva	564	19/12/1988	
<i>Tibouchina clavata</i>	13443	Paranaguá/PR	R.M. Britez	243	08/12/1985	

**APÊNDICE F - Lista de exsicatas examinadas para o levantamento dos atributos funcionais.
Material tombado no Herbário UPCB da Universidade Federal do Paraná.
(continuação)**

Família	Espécie	Nº de tomo	Local	Coletor	Número de coleta	Data da coleta
Melastomataceae	<i>Tibouchina clinopodifolia</i>	37975	Guaraqueçaba/PR	G. Gatti	260	09/10/1998
	<i>Tibouchina clinopodifolia</i>	80260	Antonina/PR	J.M.T. Souza	2	20/08/2009
	<i>Tibouchina clinopodifolia</i>	22606	Antonina/PR	A.C. Cervi	2421	05/12/1986
	<i>Tibouchina pulchra</i>	32463	Guaraqueçaba/PR	A.C. Cervi	6458	03/12/1997
	<i>Tibouchina pulchra</i>	80259	Antonina/PR	J.M.T. Souza	17	11/12/2009
	<i>Tibouchina pulchra</i>	13234	Antonina/PR	A.C. Cervi	2348	sem data
	<i>Tibouchina trichopoda</i>	41120	Guaraqueçaba/PR Ilha do Mel,	C.B. Jaster	s.n.	24/04/2000.
	<i>Tibouchina trichopoda</i>	31342	Paranaguá/PR	S.M. Silva	s.n.	07/04/1995
	<i>Tibouchina trichopoda</i>	41121	Guaraqueçaba/PR	C.B. Jaster	s.n.	21/12/1999
	<i>Tibouchina urvilleana</i>	46550	Paranaguá/PR	A.C. Cervi	8385	26/03/2003
	<i>Tibouchina urvilleana</i>	80256	Antonina/PR	J.M.T. Souza	61	08/01/2011
	<i>Tibouchina urvilleana</i>	25105	Guaraqueçaba/PR	R.X. Lima	16	11/06/1993
	<i>Tibouchina regnellii</i>	82559	Antonina/PR	R. Goldenberg	2219	19/06/2015
	<i>Tibouchina regnellii</i>	82033	Antonina/PR	M. Bolson	382	02/07/1905
	<i>Tibouchina regnellii</i>	91193	Itanháem, SP Ilha do Mel,	M. Reginato	2088	10/10/2014
Myrtaceae	<i>Psidium cattleianum</i>	13447	Paranaguá/PR	S.M. Silva	178	12/02/1986
	<i>Psidium cattleianum</i>	29853	Antonina/PR	A. Dunaiski Jr.	s.n.	03/11/1990
	<i>Psidium cattleianum</i>	29036	Morretes/PR	I.F. Barbola	s.n.	11/01/1995
	<i>Psidium guajava</i>	25492	Guaraqueçaba/PR	S.F. Athayde	147	28/10/1994
	<i>Psidium guajava</i>	29845	Antonina/PR	A. Dunaiski Jr.	s.n.	sem data
	<i>Psidium guajava</i>	80587	Antonina/PR Ilha do Mel,	J.M.T. Souza	153	15/11/2010
Nyctaginaceae	<i>Neea pendulina</i>	41975	Paranaguá/PR	C. Kozera	685	30/11/1998
	<i>Neea pendulina</i>	47850	Guaraqueçaba/PR	A.C. Cervi	6547	03/12/1998
	<i>Neea pendulina</i>	30769	Morretes/PR	F. Silva	673	06/03/1983
	<i>Neea pendulina</i>	1993	Joinville/SC	R. Reitz	5013	04/10/1957
Oxalidaceae	<i>Oxalis debilis</i>	80562	Antonina/PR	J.M.T. Souza	35	28/08/2010
	<i>Oxalis debilis</i>	15939	Curitiba, Paraná, Brasil	M.S. Tavares	s.n.	17/10/1950
	<i>Oxalis debilis</i>	10869	Morretes/PR	A. Mattos	4665	09/11/1951.
Plantaginaceae	<i>Achetaria ocymoides</i>	22693	Antonina/PR	J. Cordeiro	413	29/01/1987
	<i>Achetaria ocymoides</i>	13930	Paranaguá, PR	G. Hatschbach	43885	14/05/1981
	<i>Conobea scoparioides</i>	80596	Antonina/PR	J.M.T. Souza	24	10/03/2010
	<i>Conobea scoparioides</i>	4553	Guaratuba, PR	G. Hatschbach	9817	10/11/1962
	<i>Conobea scoparioides</i>	80596	Antonina/PR	J.M.T. Souza	24	10/03/2010
Rosaceae	<i>Rubus rosifolius</i>	4271	Guaratuba, PR	G. Hatschbach	9768	10/03/1962
	<i>Rubus rosifolius</i>	5621	Morretes/PR	G. Hatschbach	15320	30/11/1966
	<i>Rubus rosifolius</i>	29051	Morretes/PR	I.F. Barbola	s.n.	19/11/1994
Rubiaceae	<i>Borreria ocymifolia</i>	3208	Alexandra/PR	E.A. Moreira	154	24/12/1960
	<i>Borreria ocymifolia</i>	s.n.	Morretes - PR	O.S. Ribas	916	23/10/1995
	<i>Borreria ocymifolia</i>	s.n.	Guaraqueçaba/PR	G. Gatti	493	11/09/1999

**APÊNDICE F - Lista de exsicatas examinadas para o levantamento dos atributos funcionais.
Material tombado no Herbário UPCB da Universidade Federal do Paraná.
(continuação)**

Família	Espécie	Nº de tomo	Local	Coletor	Número de coleta	Data da coleta
Rubiaceae	<i>Borreria schumannii</i>	80582	Antonina/PR	J.M.T. Souza	67	07/02/2011
	<i>Borreria schumannii</i>	40932	Guaraqueçaba/PR	G. Gatti H. Moreira Filho	554	09/12/1999
	<i>Diodella radula</i>	6371	Pontal do Paraná/PR	Filho	420	09/09/1967
	<i>Diodella radula</i>	39603	Barra do Sul/SC Ilha do Mel,	M. Borgo	444	28/08/1999
	<i>Diodella radula</i>	24476	Paranaguá/PR	S.M Silva	s.n.	27/05/1995
	<i>Diodia saponariifolia</i>	2912	Caiobá/PR	R. Braga	1017	25/10/1960
	<i>Diodia saponariifolia</i>	40197	Antonina/PR	M. Borgo	510	22/11/1999
	<i>Diodia saponariifolia</i>	30582	Curitiba/PR	C. Kozera	554	28/02/1997
	<i>Psychotria leiocarpa</i>	80564	Antonina/PR	J.M.T. Souza	57	16/12/2010
	<i>Psychotria leiocarpa</i>	33607	Guaraqueçaba - PR Ilha do Mel,	S.M. Silva	s.n.	03/10/1997
	<i>Psychotria leiocarpa</i>	31355	Paranaguá/PR	S.M. Silva	s.n.	19/01/1996
Salicaceae	<i>Casearia sylvestris</i>	19059	Curitiba/PR	A.C. Cervi	s.n.	28/09/1983
	<i>Casearia sylvestris</i>	18979	Curitiba/PR	C. Budziak	9	18/10/1989
	<i>Casearia sylvestris</i>	59610	Santa Maria de Jetibá/ES	P.H. Labiak	4187	18/07/2007
Solanaceae	<i>Acnistus arborescens</i>	26029	Guaraqueçaba/PR	R.X. Lima	18	11/06/1993
	<i>Acnistus arborescens</i>	29053	Morretes - PR	I.F. Barbola	s.n.	05/11/1995
	<i>Acnistus arborescens</i>	40913	Guaraqueçaba/PR	G. Gatti	478	16/06/1998
	<i>Solanum rufescens</i>	80567	Antonina/PR	J.M.T. Souza	36	28/08/2010
	<i>Solanum rufescens</i>	34311	Guaratuba/PR	E.P. Santos	313	15/10/1997
	<i>Solanum rufescens</i>	21981	Antonina/PR	A.C. Cervi	2377	03/10/1986
Urticaceae	<i>Cecropia pachystachya</i>	34846	Guaraqueçaba/PR	G. Gatti	217	22/01/1998
Verbenaceae	<i>Stachytarpheta maximiliani</i>	1252	Caiobá/PR	A. Mattos	s.n.	07/09/1953
	<i>Stachytarpheta maximiliani</i>	29058	Morretes/PR	I.F. Barbola	s.n.	11/01/1995
	<i>Stachytarpheta maximiliani</i>	34859	Guaraqueçaba/PR	G. Gatti	208	22/01/1998
Vitaceae	<i>Cissus verticillata</i>	51652	Colombo/PR	R.F.S. Possette	448	14/01/2005
	<i>Cissus verticillata</i>	33572	Fênix/PR	S.B. Mikich	s.n.	06/12/1996
	<i>Cissus verticillata</i>	27829	Itapema/SC	A.C. Cervi	4245	05/02/1994
Zingiberaceae	<i>Hedychium coronarium</i>	22.561	Guaraqueçaba/PR	R.X. Lima	24	17/06/1993
	<i>Hedychium coronarium</i>	27.163	Curitiba/PR	C. Kozera	112	26/03/1996
	<i>Hedychium coronarium</i>	34.869	Guaraqueçaba/PR	G. Gatti	205	30/01/1998

Fonte: Herbário UPCB, via: <<http://www.splink.org.br>>. Acesso em 21/02/2018.

APÊNDICE G - Referências consultadas para o levantamento de atributos funcionais das espécies de plantas registradas em áreas em estágio sucessional inicial na Floresta Atlântica, em Antonina, PR.

ALBUQUERQUE, L.B., *et al.* Espécies de Melastomataceae Juss. com potencial para restauração ecológica da mata ripária no cerrado. **Polibotânica**, Ciudad de México, n.35, p.1-19, 2013.

ALEMÁN, M., *et al.* The explosive pollination mechanism in Papilionoideae (Leguminosae): an analysis with three *Desmodium* species. **Plant Systematics and Evolution**, [S.l.], n.300, p.177-186, 2014.

ALMEIDA, R.F.; FRANCENER, A.; AMORIM, A.M. A generic synopsis of Malpighiaceae in the Atlantic Forest. **Nordic Journal of Botany**, Suécia, v.34, p.285-301, 2016.

ALURI, R.J.S.; REDDI, C.S. The explosive floral-mechanism and pollination in the genus *Hyptis* (Lamiaceae). **Proceedings of the Indian National Science Academy**, New Delhi, v.62, n.2, p.117-124, 1996.

AONA, L.Y.S.; AMARAL, M.C.E. Flora da serra do cipó, Minas Gerais: Commelinaceae. **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo**, São Paulo, v.27, n.2, p.253-258, 2009.

ARAÚJO, G.S. **Seleção de progênes e estimativas de parâmetros genéticos em *Ageratum conyzoides* L. (Asteraceae) para caracteres morfo-agronômicos.** Feira de Santana: Acervo Digital da UEFS, 2010, 128f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais) - Universidade Estadual de Feira de Santana. Disponível em: <<http://rgv.web2207.uni5.net/dissertacoes/21.pdf/>> Acesso em 20 de novembro de 2017.

ARROYO, M.T.K. Breeding systems and pollination biology in Leguminosae. In: KLITGAARD, B.B.; BRUNEAU, A. **Advances in legume systematics**, part 2, p.723-769, 1981.

AVILA, R.; PINHEIRO, M.; SAZIMA, M. The generalist *Inga subnuda* subsp. *luschnathiana* (Fabaceae): negative effect of floral visitors on reproductive success? **Plant Biology**, [S. l.], v.17, n.3, p.728-733, 2015.

BARRET, S.C.H. The evolution of plant reproductive systems: how often are transitions irreversible? **Proceedings of the Royal Society B**, London, v.280, n.1785, p.1-9, 2013.

BARROS, E.C.O.; WEBBER, A.C.; MACHADO, I.C. Limitação de polinizadores e mecanismo de autoincompatibilidade de ação tardia como causas da baixa formação de frutos em duas espécies simpátricas de *Inga* (Fabaceae - Mimosoideae) na Amazônia Central. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v.64, n.1, p.37-47, 2013.

BRANDÃO, J.L. **O gênero *Sida* L. (Malvaceae) no estado de Pernambuco, Brasil.** Pernambuco: Sistema de Publicação Eletrônica de Teses e Dissertações, 2014, 117 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Botânica) - Universidade Federal Rural de Pernambuco. Disponível em: <<https://www.tede2.ufrpe.br:8080/tede2/handle/tede2/4841/>> Acesso em 11 de maio de 2017.

BROTTO, M.L.; CERVI, A.C.; SANTOS, E.P. O gênero *Ocotea* (Lauraceae) no estado do Paraná, Brasil. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v.64, n.3, p.495-525, 2013.

BRUCKNER, C.H., *et al.* Auto-incompatibilidade do maracujá - implicações no melhoramento genético. In: FALEIRO, F.F.; JUNQUEIRA, N.T.V.; BRAGA, M.F. **Maracujá: germoplasma e melhoramento genético**. Planaltina: Embrapa Cerrados, cap.13, p.317-338, 2005.

CABRAL, E.L.; MIGUEL, L.M.; SALAS, R.M. Dos especies nuevas de *Borreria* (Rubiaceae), sinopsis y clave de las especies para Bahia, Brasil. **Acta Botânica Brasilica**, [S.l.], v.25, n.2, p.255-276, 2011.

CAMARGO, E.A.; GOLDENBERG, R. *Leandra* seção *Leandraria* (Melastomataceae) no Estado do Paraná, Brasil. **IHERINGIA**, Série Botânica, Porto Alegre, v.62, n.1-2, p.103-111, 2007.

CAPUCHO, L.C. **Estrutura do Capítulo e suas Implicações na Reprodução de *Lucilia lycopodioides* (Less.) Freire (Asteraceae, Asteroideae)**. Ribeirão Preto: Acervo Digital da USP, 2008, 50f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Biologia Comparada) - Universidade de São Paulo. Disponível em: <http://www.dominiopublico.gov.br/pesquisa/DetalheObraForm.do?select_action=&co_obra=138328/> Acesso em 20 de novembro de 2017.

CARNEIRO, M.S. **Efeito da estrutura da paisagem sobre a riqueza e diversidade de árvores em grupos funcionais reprodutivos**. Alfenas: Sistema de Publicação Eletrônica de Teses e Dissertação, 2013, 86f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Tecnologia Ambiental) - Universidade Federal de Minas Gerais. Disponível em: <<https://200.131.224.39:8443/bitstream/tede/552/5/Disserta%C3%A7%C3%A3o%20de%20Magda%20Carneiro.pdf/>> Acesso em 20 de novembro de 2017.

CERVI, A.C.; *et al.* Espécies vegetais de um remanescente de floresta de araucária (Curitiba, Brasil): estudo preliminar I. **Acta Biológica Paranaense**, Curitiba, v.18, n.1-4, p.73-114, 1989.

COELHO, C.P. *et al.* Reproductive biology of endemic *Solanum melissarum* Bohs (Solanaceae) and updating of its current geographic distribution as the basis for its conservation in the Brazilian Cerrado. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v.77, n.4, p.808-819, 2017.

CUNHA, N. L. **Variação na expressão da tristilia em uma espécie auto-incompatível: implicações para a manutenção da heterostilia**. Campo Grande: Acervo Digital da UFMS, 2013, FOLHAS. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação) - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Disponível em: <<https://posgraduacao.ufms.br/portal/trabalho-arquivos/download/4567/>> Acesso em 20 de novembro de 2017.

DELPRETE, P.G.; JARDIM, J.G. Systematics, taxonomy and floristics of Brazilian Rubiaceae: an overview about the current status and future challenges. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v.63, n.1, p.101-128, 2012.

FALCÃO, D.Q. **Estudo químico e farmacológico de quatro espécies de Hyptis do Estado do Rio Grande do Sul**. Rio de Janeiro: Acervo Digital da UFRJ, 2003, 148f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ciências Farmacêuticas) - Universidade Federal do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://objdig.ufrj.br/59/teses/617368.pdf>> Acesso em 20 de novembro de 2017.

FERREIRA, S.C. **Asteraceae Martinov. em um fragmento florestal, Viçosa, Minas Gerais, Brasil: florística e aspectos reprodutivos**. 2006, 144f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Botânica) - Universidade Federal de Viçosa, 2006. Disponível em: <<https://locus.ufv.br/handle/123456789/2493/>>. Acesso em 11 de maio de 2017.

FLEMING, T.F.; ETCHEVERRY, Á.V. Comparing the efficiency of pollination mechanisms in Papilionoideae. In: HOKKANEN, H. M. **Arthropod-Plant Interactions**, Helsinki, v.11, n.3, p.273-283, 2017.

FRANCO, A.L.M. **Biologia floral de duas espécies sincronopátricas de Prestonia (Apocynaceae)**. Campinas: Repositório UNICAMP, 1991, 71f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal) - Universidade Estadual de Campinas. Disponível em: <http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/315395/1/Franco_AndreaLucieneMonerat_M.pdf> Acesso em 20 de novembro de 2017.

FREITAS, D.M. **O gênero *Desmodium* Desv. (Fabaceae) no estado de Santa Catarina**. Florianópolis: Repositório UFSC, 2012, 135f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal) - Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/100665/>>. Acesso em 22 de dezembro de 2017.
FURLAN, A.; GIULIETTI, A.M.A tribo Pisonieae Meisner (Nyctaginaceae) no Brasil. **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo**, São Paulo, v.32, n.2, p.145-268, 2014.

GASPARINO, E.C.; BARROS, M.A.V.C. Palinotaxonomia das espécies de Cordiaceae (Boraginales) ocorrentes no Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.32, n.1, p.33-55, 2009.

GOLDENBERG, R. Apomixia como alternativa à produção sexuada em Melastomataceae. In: CAVALCANTI, T. B. *et al.* **Tópicos atuais em botânica: palestras convidadas do 51º congresso nacional de botânica**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, p.225-230, 2000.

GOLDENBERG, R.; VARASSIN, I.G. Sistemas reprodutivos de espécies de Melastomataceae da Serra do Japi. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.24, n.3, p.283-288, 2001.

GOLDENBERG, R. O gênero *Miconia* (Melastomataceae) no Estado do Paraná, Brasil. **Acta Botânica Brasilica**, [S.l.], v.18, n.4, p.927-947, 2004.

HRYCAN, W.C.; DAVIS, A.R. Comparative structure and pollen production of the stamens and pollinator-deceptive staminodes of *Commelina coelestis* and *C. dianthifolia* (Commelinaceae). **Annals of Botany**, Exeter, v.95, n.7, p.1113-1130, 2005.

JÚNIOR, J.B.O.; LEITE, M.S. A Ordem Zingiberales nos Herbários do Estado de Pernambuco. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v.5, n.2, p.810-812, 2007.

JÚNIOR, N.S.N. **Auto-incompatibilidade de ação tardia e outros sistemas reprodutivos em Bignoniaceae**. Campinas: Repositório UNICAMP, 2003, 275f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal) - Universidade Estadual de Campinas. Disponível em: <http://www.repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/315189/1/BittencourtJunior_NelsonSabino_D.pdf> Acesso em 20 de novembro de 2017.

KAMER, H.M. de.; MAAS, P.J.M. Zingiberaceae. In: WANDERLEY, M. G. L. *et al.* **Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo**. São Paulo: Instituto de Botânica, v.3, p.349-351, 2003.

KAUL, M.L.H. Male sterility in diploid *Ageratum conyzoides* L. **Cytologia**. Tokyo, n.54, p.445-448, 1989.

KLEIN, D.E. **Estudo do sistema heteromórfico de auto-incompatibilidade em uma população de *Psychotria nuda* (Cham. & Schlecht.) Wawra (Rubiaceae): morfologia floral; sucesso reprodutivo; aspectos celulares e teciduais; e análise da composição proteica de partes florais**. 173f, 2007. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Biociências e Biotecnologia) - Universidade Estadual do Norte Fluminense. Campos dos Goytacazes, 2007. Disponível em: <<http://livros01.livrosgratis.com.br/cp066013.pdf>/ > Acesso em 20 de novembro de 2017.

KRIECK, C. *et al.* Biologia reprodutiva de *Alpinia zerumbet* (Pers.) B.L.Burt & R.M.Sm. (Zingiberaceae) em Florianópolis, Santa Catarina. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v.10, n.2, p.103-110, 2008.

LEITE, K.G. Abordagem taxonômica da família Boraginaceae Juss. na Ilha Grande, Angra dos Reis - RJ. **Novo Enfoque**, [Rio de Janeiro], v.5, n.5, 2007. Disponível em: <<https://http://www.castelobranco.br/sistema/novoenfoque/files/05/06.pdf>> Acesso em 05 de dezembro de 2017.

LIMÃO, A.A.C. **A influência dos fatores bióticos e abióticos no néctar coletado por *Melipona subnitida* (apidae, meliponini) na Caatinga**. Mossoró: Biblioteca Digital de Teses e Dissertações da UFRSA, 2015. 60 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Disponível em: <<https://bdtd.ufersa.edu.br:80/tede/handle/tede/477/>> Acesso em 22 de dezembro de 2017.

LU, Y. Why is cleistogamy a selected reproductive strategy in *Impatiens capensis* (Balsaminaceae). **Biological Journal of the Linnean Society**, [S.l.], v.75, p.543-553, 2002.

MACHADO, A.O.; OLIVEIRA, P.E.A.M. Biologia floral e reprodutiva de *Casearia grandiflora* Camb. (Flacourtiaceae). **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.23, n.3, p.283-290, 2000.

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**, São Paulo, v.23, n.3, p.305-311, 2000.

MAIA, F.R. **Sistemas reprodutivos e visitantes florais em Melastomataceae dos campos rupestres no limite do sul do cerrado, Tibagi, Paraná, Curitiba**. Curitiba: Acervo Digital UFPR, 2013, 86f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Botânica) - Universidade

Federal do Paraná. Disponível em:

<<http://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/30036/R%20-%20D%20-%20FABIANO%20RODRIGO%20DA%20MAIA.pdf?sequence=1/>> Acesso em 20 de novembro de 2017.

MARQUES, M.C. *et al.* Sistemas reprodutivos em espécies de *Leandra* (Melastomataceae). **64º Congresso Nacional de Botânica Belo Horizonte**, Belo Horizonte, 2013. Disponível em: <<https://www.botanica.org.br/trabalhos-cientificos/64CNBot/resumo-ins19760-id2997.pdf/>> Acesso em 20 de novembro de 2017.

MARQUETE, R.; VAZ, A.M.S.F. *Casearia* no estado do Rio de Janeiro. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v.58, n.4, p.705-738, 2008.

MATIAS, R. *et al.* Sistema reprodutivo atípico de duas espécies de Rubiaceae: distília com autoincompatibilidade parcial no morfo brevistilo? **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v.67, n.2, 2016.

MELO, A.D. **Mecanismos intercomplementares de autopolinização em *Sida cordifolia* (Malvaceae)**. Pernambuco: Repositório UFPB, 2013. 38 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de Pernambuco. Disponível em: <<https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/18110/>> Acesso em 05 de dezembro de 2017.

MELO, J. I. M.; LYRA-LEMOS, R. P. Sinapse taxonômica de Boraginaceae *sensu lato* A. Juss. no estado de Alagoas, Brasil. **Acta Botânica Brasilica**, [S.l.], v.22, n.3, p.701-710, 2008.

NGONGOLO, K. *et al.* Floral visitors of the *Ageratum conyzoides* in Amani Nature Reserve, Tanzania. **International Journal of Development and Sustainability**, [S.l.] v.3, n.5, p.1060-1065, 2014.

OWENS, S.J. Self-incompatibility in the Commelinaceae. **Annals of Botany**, Exeter, v.47, n.5, p.567-581, 1981.

PAPAJ, D.R.; BUCHMANN, S.L.; RUSSELL, A.L. Division of labor of anthers in heterantherous plants: flexibility of bee pollen collection behavior may serve to keep plants honest. In: HOKKANEN, H. M. **Arthropod-Plant Interactions**, Helsinki, v.11, n.3, p.307-315, 2017.

PEREIRA, Z.V. **Rubiaceae Juss. do Parque Estadual das Várzeas do Rio Ivinhema, Mato Grosso do Sul: florística, sistema reprodutivo, distribuição espacial e relações alométricas de espécies distílicas**. Campinas: Repositório UNICAMP, 2007, 219f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal) - Universidade Estadual de Campinas. Disponível em: <http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/315651/1/Pereira_ZefaValdivina_D.pdf/> Acesso em 20 de novembro de 2017.

RICHARDS, A.J. **The pollination of flowers by insects**. London: Academic Press for the Linnean Society of London, p.167, 1978.

RIBAS, L.A. **Diversidade genética e sistema de cruzamento em populações naturais de duas espécies pioneiras**. Piracicaba: Acervo Digital da USP, 2003, 102f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Agronomia, genética e melhoramento de plantas) - Universidade de São Paulo. Disponível em:

<<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11137/tde-13052004-143106/publico/luciano.pdf/>> Acesso em 20 de novembro de 2017.

ROQUE, N.; BAUTISTA, H. **Asteraceae: caracterização e morfologia floral**. Salvador: EDUFBA, 2008. 73p. ISBN 9788500000000.

SANTOS, A.P.M.; ROMERO, R.; OLIVEIRA, P.R.A.M. de. Biologia reprodutiva de *Miconia angelana* (Melastomataceae), endêmica da Serra da Canastra, Minas Gerais. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.33, n.2, p.333-341, 2010.

SANTOS, B.Y.M. *et al.* **Protandria e apresentação secundária de pólen em *Ageratum conizoides* L. (Asteraceae)**. Congresso Nacional de Botânica, 67. 2016, Viçosa. Disponível em: <<https://www.botanica.org.br/trabalhos-cientificos/67CNBot/resAnexo1-0457-0958-b8957057326972ae3072a608b63f8aaa.pdf/>> Acesso em 20 de novembro de 2017.

SANTOS, K.L. *et al.* Evidência da atuação do sistema de auto-incompatibilidade tardia em *Acca Sellowiana* (berg) burret. (Myrtaceae). **Revista Brasileira de Fruticultura**, [S.l.], v.29, n.1, p.120-123, 2007.

SETUBAL, R.B.; LIMA, L.C.P.; GRINGS, M. Espécie campestre provavelmente extinta (*Desmodium craspediferum* Azevedo & Oliveira, Fabaceae) reencontrada no Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Biociência**, Porto Alegre, v.8, n.4, p.342-348, 2010.

SILVA, L.A. *et al.* Biologia da reprodução de *Mimosa bimucronata* - uma espécie ruderal. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 29, p.1011-1021, 2011. Número Especial.

SOUTO, L.S. **Morfoanatomia de órgãos reprodutivos de cinco espécies de Malpighiaceae**. Botucatu: Biblioteca Digital de Teses e Dissertações da UNESP, 2011, 133f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas: Botânica) - Universidade Estadual Paulista. Disponível em: <http://www.ibb.unesp.br/posgrad/teses/botanica_do_2011_leticia_souto.pdf/> Acesso em 20 de novembro de 2017.

SOUZA, E.B.; COSTA, C.B.N.; BORBA, E.L. Ocorrência de auto-incompatibilidade homomórfica em *Mitracarpus longicalyx* E. B. Souza & M. F. Sales (Rubiaceae - Spermaceae). **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.30, n.2, p.281-287, 2007.

SOUZA, J.A.; CORREIA, M.C.R. Biologia floral de *Hedychium coronarium* Koen. (Zingiberaceae). **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v. 13, n.1, p. 21-30, 2007.

SOUZA, J.P.; SOUZA, V.C. Plantaginaceae. In: WANDERLEY, M.G.L. *et al.* **Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo**, São Paulo: Instituto de Botânica, v.2, p.225-228, 2002.

TAVARES, P.R.A. *et al.* A interrelação entre a morfologia floral de *Solanum lycocarpum* e o tamanho corporal das abelhas visitantes garante o sucesso reprodutivo? **Interciência: Revista de Ciência y Tecnología de América**, Caracas, v.42, n.6, 2017.

TOBÓN, G.M. *et al.* Expressão sexual e relações ecológicas de angiospermas nas fisionomias vegetais dos tabuleiros no norte do Espírito Santo. In: ROLIM, S. G.; MENEZES, L.F.T.; ARAÚJO, A.C.S. **Floresta Atlântica de Tabuleiro: diversidade e endemismos na Reserva Natural Vale**. Belo Horizonte: Rona, p.141-153, 2016

TÖLKE, E.E.A.D. *et al.* A família Commelinaceae Mirb. em inselbergs do agreste paraibano. **Revista de Biologia e Farmácia**, Campina Grande, v.5, n.2, p.1-10, 2011.

VALLEJO-MARÍN, M. *et al.* Recurrent modification of floral morphology in heterantherous *Solanum* reveals a parallel shift in reproductive strategy. **Philosophical Transactions of the Royal Society B**, London, v.369, p.1-11, 2014.

VARJÃO, R.R.; JARDIM, J.G.; CONCEIÇÃO, A.S. Rubiaceae Juss. de caatinga na APA Serra Branca/Raso da Catarina, Bahia, Brasil. **Biota Neotropica**, Campinas, v.13, n.2, p.105-123, 2013.

VÁSQUEZ, S.P.F. **Fenologia, biologia floral e polinização de três espécies de Flacourtiaceae na região de Manaus - AM**. Manaus: Banco de Teses e Dissertações do INPA, 2005, 100f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais do Convênio INPA/UFAM) - Universidade Federal do Amazonas. Disponível em: <http://bdtd.inpa.gov.br/bitstream/tede/2039/5/Disserta%C3%A7%C3%A3o_Silvia%20Patricia%20Flores%20V%C3%A1squez.pdf> Acesso em 20 de novembro de 2017.

VIANA, B.F.; SILVA, F.O. **Biologia e Ecologia da Polinização**. Rio de Janeiro: Fundo Brasileiro para Biodiversidade, Cursos de Campo, 216p, 2015.

VIEIRA, M.F.; FONSECA, R. S. **Biologia reprodutiva em angiospermas: síndromes florais, polinização e sistemas reprodutivos sexuados**. Viçosa-MG: Universidade Federal de Viçosa, Série Conhecimento, 24p, 2014.

VOGEL, S. History of the Malpighiaceae in the light of pollination ecology. **Memoirs of the New York Botanical Garden**, New York, v.55, p.130-142, 1990.

VOGEL, S.; LOPES, A.V.; MACHADO, I.C. Bat pollination in the NE Brazilian endemic *Mimosa lewisii*: an unusual case and first report for the genus. **Taxon**, [S. l.], v.54, n.3, p.693-700, 2005.

WANG, Y; ZHANG, D.; CHEN, Z. Pollen histochemistry and pollen: ovule ratios in Zingiberaceae. **Annals of Botany**. Exeter, v.94, n.4, p.583-591, 2004.

WATSON, L.; DALLWITZ, M.J. **The families of flowering plants: descriptions, illustrations, identification, and information retrieval**. [S.l.], 1992. Disponível em: <<http://delta-intkey.com/angio/www/solanace.htm>> Acesso em 20 de novembro de 2017.

WERPACHOWSKI, J.S.; VARASSIN, I.G.; GOLDENBERG, R. Ocorrência de apomixia e partenocarpia em algumas espécies subtropicais de Asteraceae. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.27, n.3, p.607-613, 2004.

WOJCIECHOWSKI, M.F. Reconstructing the phylogeny of legumes (Leguminosae): an early 21st century perspective. In: KLITGAARD, B. B.; BRUNEAU, A. **Advances in legume systematics**, Higher Level Systematics, part 10, p. 5-35, 2003.

WYATT, G.E. **Biologia da polinização e reprodução em espécies de *Begonia L.* (Begoniaceae) no Parque Estadual da Serra do Mar - São Paulo**. 2009, 44f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2009. Disponível em:
<<http://repositorio.unicamp.br/jspui/handle/REPOSIP/315386/>> Acesso em 20 de novembro de 2017.

ZAMA, M.Y. *et al.* Florística e síndromes de dispersão de espécies arbustivo-arbóreas no Parque Estadual Mata São Francisco, PR, Brasil. **Hoehnea**, [São Paulo], v.39, n.3, p.369-378, 2012.

APÊNDICE H - Dados de temperatura, precipitação e fotoperíodo obtidos da Estação Meteorológica de Antonina (PR), monitorada pelo Sistema Meteorológico do Paraná - SIMEPAR.

	TEMPERATURA	PRECIPITAÇÃO	FOTOPERÍODO
Meses			
set/09	18,400	366,800	708,514
out/09	19,600	145,800	753,532
nov/09	24,300	334,200	792,164
dez/09	24,500	412,200	812,032
jan/10	24,900	722,800	803,007
fev/10	25,900	482,600	770,854
mar/10	24,200	274,600	727,586
abr/10	21,200	374,600	682,042
mai/10	18,900	147,800	645,040
jun/10	17,300	153,400	627,103
jul/10	17,500	217,200	635,274
ago/10	16,300	112,600	685,844
set/10	19,100	154,400	708,514
out/10	19,400	215,400	753,532
nov/10	22,000	230,200	792,164
dez/10	24,000	234,000	812,032
jan/11	25,300	652,400	803,007
fev/11	25,000	76,200	770,854
mar/11	22,500	393,600	727,586
abr/11	22,100	146,000	682,042

Fonte: SIMEPAR.

APÊNDICE I - Análises da distribuição dos atributos funcionais de abelhas e de plantas entre os meses de amostragem, os métodos de restauração e as idades das parcelas.

Tabela 1 - Comparação entre os meses, os métodos de restauração e as idades das parcelas, da proporção de espécies de abelha apresentando cada estado de atributo funcional em áreas em estágio sucessional inicial na Floresta Atlântica, Antonina-PR.

Atributo funcional	Estado	Meses			Método			Idade		
		T/K	g.l.	<i>p</i>	T/K	g.l.	<i>p</i>	T/K	g.l.	<i>p</i>
Localização do ninho	Cavidade/aérea	13,964	19	0,731	1,096	10	0,298	-1,034	10	0,325
	No solo	13,859	19	0,738	-0,788	5,468	0,463	0,660	5,717	0,534
	Não constrói	14,489	19	0,696	0,467	1	1	1,431	1	0,231
Socialidade	Eussocial	21,611	19	0,249	0,467	1	1,000	0,025	1	0,873
	Parassocial	21,299	19	0,264	6,194	6,194	0,864	1,005	10	0,338
	Solitária	18,219	19	0,441	-0,230	10	0,822	-0,861	10	0,409
	Cleptoparasita	13,964	19	0,696	0,467	1	0,494	1,431	1	0,232
Comprimento da probóscide	Probóscide (mm)	30,263	19	0,738	0,1681	10	0,869	-0,099	10	0,923
Tamanho	DIT (mm)	29,949	19	0,037	-0,350	10	0,733	0,025	10	0,981

Fonte: Autoria própria.

Legenda - T/K: teste *t* ou de Kruskal-Wallis; DIT - distância intertegular.

Tabela 2 - Comparação entre os meses amostrais, os métodos de restauração e as idades das parcelas, da proporção de indivíduos de abelha apresentando cada estado de atributo funcional em áreas em estágio sucessional inicial na Floresta Atlântica, Antonina-PR. (continua)

Atributos funcionais	Estados	Meses			Método			Idade		
		T/K	g.l.	<i>p</i>	T/K	g.l.	<i>p</i>	T/K	g.l.	<i>p</i>
Socialidade	Solitária	1,820	19	0,509	-0,263	10	0,798	-27,595	10	0,020
	Parassocial	2,550	19	0,145	-0,273	10	0,791	0,502	10	0,627
	Eussocial	2,788	19	0,086	0,422	10	0,682	0,240	10	0,815
	Cleptoparasita	1,466	19	0,744	1,432	1	0,232	10,518	1	0,305

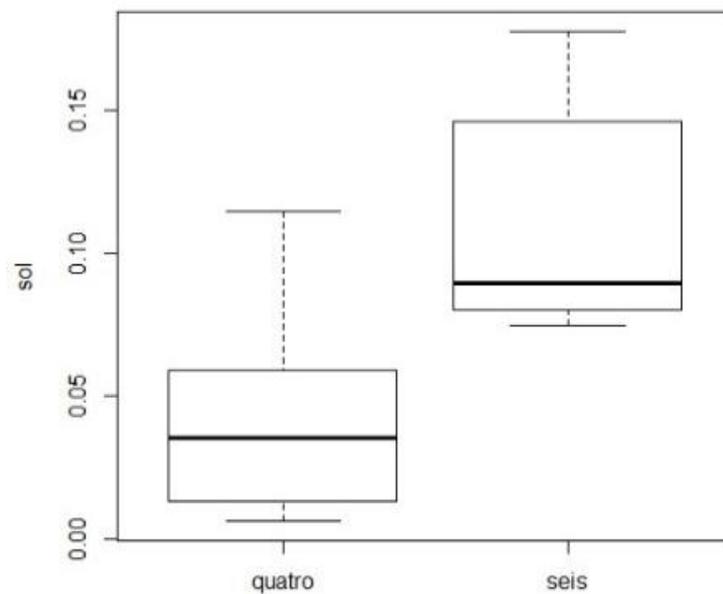
Tabela 2 - Comparação entre os meses amostrais, os métodos de restauração e as idades das parcelas, da proporção de indivíduos de abelha apresentando cada estado de atributo funcional em áreas em estágio sucessional inicial na Floresta Atlântica, Antonina-PR. (conclusão)

Atributos funcionais	Estados	s			Mese			Método			Idade		
		T/K	g.l.	<i>p</i>	T/K	g.l.	<i>p</i>	T/K	g.l.	<i>P</i>			
Localização do ninho	Cavidade/aérea	1,536	19	0,699	18,142	10	0,100	0,573	10	0,579			
	No solo	1,462	19	0,747	-17,276	10	0,115	-0,631	10	0,542			
	Não constrói	1,466	19	0,744	1,432	1	0,232	10,518	1	0,305			
Comprimento da probóscide	Probóscide	13,377	19	0,768	-2,075	9,927	0,064	-0,078	9,789	0,938			
Tamanho	DIT (mm)	1,698	19	0,591	-19,101	10	0,085	0,494	10	0,632			

Fonte: Autoria própria.

Legenda - T/K: teste *t* ou de Kruskal-Wallis; DIT - distância intertegular. Estão destacados em negrito valores de $p < 0,050$.

Figura 1 -Proporção de indivíduos de abelhas solitárias nas parcelas de diferentes idades (quatro e seis anos), em áreas em estágio sucessional inicial na Floresta Atlântica, Antonina-PR



Fonte: Autoria própria.

Legenda: idade das parcelas - quatro (anos) e seis (anos).

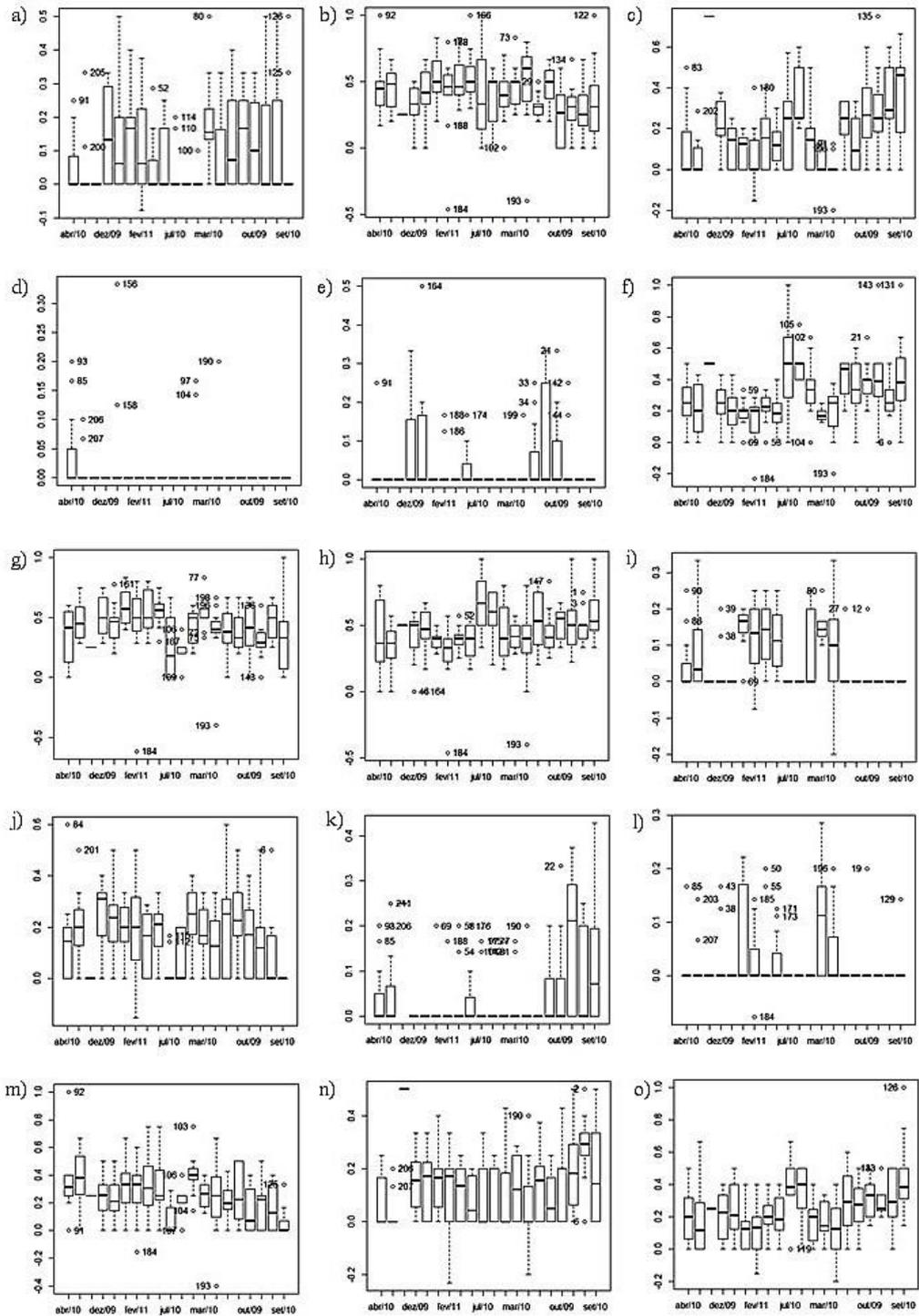
Tabela 3 - Comparação entre os meses amostrais, os métodos de restauração e as idades das parcelas, da proporção de espécies de plantas apresentando cada estado de atributo funcional em áreas em estágio sucessional inicial na Floresta Atlântica, em Antonina, PR.

Atributos funcionais	Estados	Meses			Métodos			Idades		
		T/K	g.l.	<i>p</i>	T/K	g.l.	<i>p</i>	T/K	g.l.	<i>p</i>
Cor da corola	Amarela	44,776	19	0,001	19,612	10	0,078	-0,049	10	0,962
	Branca	11,725	19	0,897	22,272	10	0,050	-0,131	10	0,898
	Rosa	53,080	19	0,000	-0,522	10	0,613	-11,507	10	0,277
	Verde	35,391	19	0,013	16,410	1	0,200	0,410	1	0,522
	Vermelha	50,382	19	0,999	14,486	5	0,207	21,818	1	0,140
	Violeta	51,104	19	0,000	25,641	1	0,109	0,258	10	0,801
Tamanho da corola	Inconspícua	12,547	19	0,861	10,629	10	0,313	0,568	10	0,582
	Pequena	48,480	19	0,000	0,758	10	0,466	0,614	10	0,553
	Média	72,827	19	0,000	0,498	10	0,629	0,553	10	0,593
	Grande	35,057	19	0,014	0,592	1	0,442	0,592	1	0,442
	Muito grande	18,226	19	0,507	31,026	1	0,078	0,103	1	0,749
Formato da corola	Aberta	38,411	19	0,005	-15,233	10	0,159	0,919	10	0,380
	Bandeira	96,324	19	0,000	-0,818	10	0,432	-18,382	10	0,096
	Esporão	50,382	19	0,999	21,818	1	0,140	21,818	1	0,140
	Goela	19,024	19	0,455	0,707	1	0,401	35,783	1	0,059
	Inconspícua	11,932	19	0,889	0,015	1	0,902	21,818	1	0,140
	Pincel	53,188	19	0,000	0,103	1	0,749	-10,457	10	0,320
	Sino	47,054	19	0,000	10,539	5,382	0,337	-0,213	64,83	0,838
	Tubular	10,965	19	0,925	-0,9359,	10	0,371	10,649	10	0,312
Recurso	Pólen	20,613	19	0,359	-0,9959,	10	0,343	-2,447	10	0,034
	Pólen e néctar	18,159	19	0,512	0,995	10	0,342	2,447	10	0,034
Deiscência da antera	Não rimosa	14,403	19	0,759	-0,912	10	0,382	-1,161	10	0,218
	Rimosa	11,087	19	0,921	0,912	10	0,383	1,161	10	0,273
Sistema sexual	Hermafrodita	13,243	19	0,826	14,675	10	0,173	-11,136	10	0,292
	Unissexual	12,811	19	0,848	37,447	1	0,053	0,416	1	0,519
Forma de vida	Erva	41,071	19	0,002	0,109	10	0,916	12,224	10	0,250
	Subarbusto	79,640	19	0,000	20,769	1	0,150	0,410	1	0,522
	Arbusto	25,629	19	0,141	11,607	10	0,273	-0,579	10	0,575
	Árvore	33,708	19	0,020	-0,202	10	0,844	-22,054	10	0,052
	Parasita	12,686	19	0,854	1,000	5	0,363	1,000	1	0,317
	Liana	32,245	19	0,029	0,264	1	0,607	0,264	1	0,607

Fonte: Autoria própria.

Legenda - T/K: estatística do teste *t* ou de Kruskal-Wallis. Estão destacados em negrito valores de correlação para $p < 0,050$.

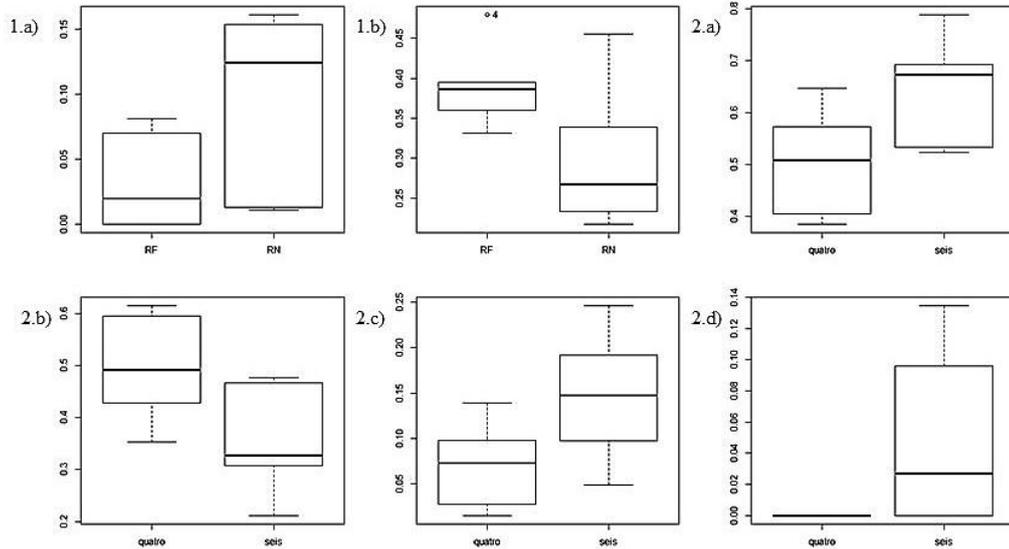
Figura 2 - Proporção de espécies de plantas apresentando determinados estados de atributo funcional (apenas os de variação significativa), nos diferentes meses de amostragem, em áreas em estágio sucessional inicial na Floresta Atlântica, Antonina-PR.



Fonte: Autoria própria.

Legenda: Arbóreas (a), herbáceas (b), subarbustivas (c), lianas (d), com corola grande (e), corola média (f), corola pequena (g), corola aberta (h), bandeira (i), pincel (j), sino (k), corola amarela (l), rosa (m), verde (n), violeta.

Figura 3 – Proporção de espécies de plantas apresentando determinados estados de atributo funcional (apenas os de variação significativa), nos diferentes métodos de restauração e idades das parcelas, em áreas em estágio sucessional inicial na Floresta Atlântica, Antonina-PR.



Fonte: Autoria própria.

Legenda: 1 - Variação entre os métodos de restauração ecológica (RF – reflorestamento; RN – regeneração natural) na proporção de espécies com flores unissexuais (a) e com corola branca (b); 2 - variação entre as idades das parcelas (quatro anos e seis anos) na proporção de espécies com flores com pólen (a), flores com pólen e néctar (b), arbóreas (c), com corola formato goela (d).

Tabela 4 - Correlação de Spearman entre a proporção de espécies de abelhas apresentando cada estado de atributo funcional e os gradientes ambientais sazonais em áreas em estágio sucessional inicial na Floresta Atlântica, em Antonina, PR.

Atributos funcionais	Estado	Fotoperíodo	Fotoperíodo deslocado	Precipitação	Precipitação deslocada	Temperatura	Temperatura deslocada
Socialidade	Solitária	0,0673	0,2909	0,1469	-0,0573	0,3120	0,4145
	Parassocial	0,3706	0,4248	0,1100	0,3631	0,4226	0,2282
	Eussocial	-0,1265	-0,2257	0,1302	-0,1362	-0,1829	-0,1227
	Cleptoparasita	-0,1568	0,2320	0,1660	0,4897	0,2560	0,4331
Localização do ninho	Cavidade/aérea	0,1802	0,4180	0,2286	0,5158	0,2015	0,1654
	No solo	0,0694	0,0128	0,4286	-0,2346	0,0376	-0,0301
	Não constroi	-0,1568	0,2320	0,1660	0,4897	0,2560	0,4331
Comprimento do aparelho bucal	Probóscide (mm)	0,5143	0,5963	0,0105	0,4120	0,6000	0,3669
Tamanho	DIT (mm)	0,4706	0,6310	0,0331	0,4722	0,6617	0,4271

Fonte: Autoria própria.

Legenda: DIT - distância intertegular. Estão destacados em negrito valores de correlação para $p < 0,050$.

Tabela 5 - Correlação de *Spearman* entre a proporção de indivíduos de abelhas apresentando cada estado de atributo funcional e os gradientes ambientais sazonais em áreas em estágio sucessional inicial na Floresta Atlântica, em Antonina, PR.

Atributos funcionais	Estado	Fotoperíodo	Fotoperíodo deslocado	Precipitação	Precipitação deslocada	Temperatura	Temperatura deslocada
Socialidade	Solitária	0,067	0,291	0,147	-0,057	0,312	0,415
	Parassocial	0,371	0,425	0,363	0,480	0,423	0,228
	Eussocial	-0,127	-0,226	0,130	-0,136	-0,183	-0,123
	Cleptoparasita	-0,157	0,232	0,166	0,490	0,256	0,433
Localização do ninho	Cavidade/aérea	0,051	0,180	-0,202	0,229	0,202	0,165
	No solo	0,069	0,013	0,429	-0,235	0,038	-0,030
	Não constroi	-0,157	0,232	0,166	0,490	0,256	0,433
Comprimento do aparelho bucal	Probóscide (mm)	0,514	0,596	0,011	0,412	0,600	0,367
Tamanho	DIT (mm)	0,471	0,631	0,033	0,472	0,662	0,427

Fonte: Autoria própria

Legenda: DIT - distância intertegular. Estão destacados em negrito valores de correlação para $p < 0,050$.

Tabela 6 - Correlação de *Spearman* entre a proporção de espécies de plantas apresentando cada estado de AF e os gradientes ambientais sazonais em áreas em estágio sucessional inicial na Floresta Atlântica, em Antonina, PR. (continua)

Atributos funcionais	Estados	Fotoperíodo	Fotoperíodo deslocado	Precipitação	Precipitação deslocada	Temperatura	Temperatura deslocada
Cor da corola	Amarela	0,293	0,692	-0,272	0,552	0,714	0,604
	Branca	0,471	0,596	0,328	0,193	0,525	0,280
	Rosa	0,094	0,525	0,270	0,627	0,482	0,536
	Verde	-0,011	-0,380	-0,405	-0,258	-0,339	-0,234
	Vermelha	-0,191	-0,267	-0,257	-0,548	-0,344	-0,359
	Violeta	-0,279	-0,648	-0,185	-0,657	-0,630	-0,677
Tamanho da corola	Inconspícua	-0,681	-0,674	-0,233	-0,482	-0,750	-0,357
	Pequena	0,615	0,852	0,435	0,660	0,854	0,782
	Média	-0,459	-0,830	-0,451	-0,632	-0,807	-0,842
	Grande	0,670	0,379	0,107	-0,050	0,350	-0,052
	Muito grande	-0,278	0,243	0,265	0,305	0,253	0,532
Formato da corola	Aberta	-0,346	-0,740	-0,272	-0,789	-0,727	-0,721
	Bandeira	0,229	0,696	0,369	0,723	0,738	0,684
	Esporão	-0,191	-0,267	-0,257	-0,548	-0,344	-0,359
	Goela	0,161	0,257	-0,143	0,123	0,179	-0,049
	Inconspícua	0,361	-0,038	0,134	-0,248	-0,022	0,004
	Pincel	0,583	0,615	0,198	0,517	0,633	0,362
	Sino	-0,438	-0,558	-0,341	-0,218	-0,570	-0,381
	Tubular	-0,395	-0,165	0,066	-0,096	-0,207	0,314

Tabela 6 - Correlação de *Spearman* entre a proporção de espécies de plantas apresentando cada estado de AF e os gradientes ambientais sazonais em áreas em estágio sucessional inicial na Floresta Atlântica, em Antonina, PR. (conclusão)

Atributos funcionais	Estados	Fotoperíodo	Fotoperíodo deslocado	Precipitação	Precipitação deslocada	Temperatura	Temperatura deslocada
Recurso	Pólen	0,419	0,320	0,220	0,206	0,408	-0,097
	Pólen e néctar	-0,419	-0,320	-0,220	-0,206	-0,408	0,097
Deiscência da antera	Não rimosa	0,036	-0,243	-0,042	-0,355	-0,215	-0,577
	Rimosa	-0,036	0,243	0,042	0,355	0,215	0,577
Sistema sexual	Hermafrodita	-0,070	0,154	-0,157	0,370	0,197	0,065
	Unissexual	0,070	-0,154	0,157	-0,370	-0,197	-0,065
Forma de vida	Erva	0,278	0,713	0,451	0,402	0,669	0,519
	Subarbusto	-0,226	-0,683	-0,318	-0,566	-0,684	-0,669
	Arbusto	-0,228	-0,143	-0,036	0,047	-0,119	-0,069
	Árvore	0,694	0,582	0,303	0,291	0,665	0,433
	Parasita	-0,002	0,369	0,110	0,383	0,395	0,498
	Liana	-0,235	-0,005	-0,026	0,082	-0,065	0,130

Fonte: autoria própria.

Legenda: Estão destacados em negrito valores de correlação para $p < 0,050$.

APÊNDICE J – Distância geográfica entre as 12 parcelas amostrais, em áreas em estágio sucessional inicial na Floresta Atlântica, em Antonina, PR.

	RN-1	RN-2	RN-3	RN-4	RN-5	RN-6	RF-1	RF-2	RF-3	RF-4	RF-5
RN-2	3126										
RN-3	9951	12143									
RN-4	3059	77	12072								
RN-5	9961	12212	304	12133							
RN-6	9876	12126	302	12048	82						
RF-1	3960	874	12728	916	12804	12716					
RF-2	4192	1094	12956	1145	13044	12952	253				
RF-3	613	2823	9760	2760	9782	9698	3648	3889			
RF-4	4519	7314	10393	7282	10259	10191	8181	8370	5063		
RF-5	4472	7267	10356	7237	10224	10156	8134	8327	5018	54	
RF-6	2648	3057	12545	3072	12529	12454	3764	3880	3033	5000	4954

Fonte: Souza (2013)

Legenda: RN – regeneração natural; RF – reflorestamento.

APÊNDICE K - Resultado da correlação de Mantel da distância geográfica entre parcelas com a composição de espécies, riqueza de espécies, abundância, proporção dos estados de atributos funcionais e diversidade funcional, para comunidades de abelhas e de plantas.

	Estatística r	p
Abelhas		
Composição de espécies	0,252	0,047
Riqueza de espécies	0,104	0,223
Abundância	-0,007	0,437
Proporção de estados de atributos funcionais	0,009	0,444
Diversidade funcional	-0,086	0,722
Plantas		
Composição de espécies	-0,052	0,627
Riqueza de espécies	0,131	0,181
Proporção de estados de atributos funcionais	0,017	0,416
Diversidade funcional	0,371	0,014

Fonte: Autoria própria

Legenda: Estão destacados em negrito valores de $p < 0,050$.

APÊNDICE L- Índices de diversidade funcional calculados para a comunidade de abelhas e de plantas para cada unidade espaço- temporal (12 parcelas amostrais, de setembro/2009 a abril/2011), utilizados para comparação sazonal.

(continua)

Meses de amostragem	Parcelas amostrais	FRic	FEve	FDiv	FDis
Abelhas					
set/09	RN2	NA	NA	NA	0,40351442
set/09	RN3	6,56E+03	0,855151	0,6763471	0,23064234
set/09	RN4	NA	NA	NA	0,20727973
set/09	RN5	2,33E+03	0,8234617	0,777125	0,41810038
set/09	RN6	NA	NA	NA	0
set/09	RF1	1,37E+05	0,7856942	0,6283365	0,39840709
set/09	RF2	4,81E+04	0,8092571	0,7974207	0,32675884
set/09	RF3	NA	NA	NA	0
set/09	RF6	NA	NA	NA	0,26975119
out/09	RN1	3,23E+04	0,8627057	0,8052433	0,39642526
out/09	RN3	NA	NA	NA	0
out/09	RN4	NA	NA	NA	0
out/09	RN5	NA	NA	NA	0,18113817
out/09	RF2	NA	NA	NA	0,2508543
out/09	RF3	2,31E+03	0,7568328	0,8572523	0,30403805
out/09	RF4	3,73E+01	0,8895986	0,6410501	0,14526997
out/09	RF5	9,50E+04	0,8410869	0,657792	0,3627025
out/09	RF6	NA	NA	NA	0
nov/09	RN1	NA	NA	NA	0,34855173
nov/09	RN3	9,23E+03	0,61587	0,9737781	0,32994132
nov/09	RN4	NA	NA	NA	0
nov/09	RN6	NA	NA	NA	0,17825357
nov/09	RF1	4,56E+04	0,9377191	0,5388572	0,30143384
nov/09	RF2	1,25E+05	0,9871094	0,7888808	0,43061536
nov/09	RF3	4,09E+04	0,643031	0,8295634	0,38562774
nov/09	RF5	NA	NA	NA	0,30806257
nov/09	RF6	NA	NA	NA	0,44153641
dez/09	RN1	NA	NA	NA	0,30467032
dez/09	RN2	4,14E+03	0,8134423	0,7165529	0,40096181
dez/09	RN3	4,88E+04	0,8117557	0,7005078	0,35152894
dez/09	RN4	4,98E+03	0,7690283	0,7763876	0,32078712
dez/09	RN5	3,83E+04	0,995316	0,7389548	0,39248671
dez/09	RN6	NA	NA	NA	0
dez/09	RF1	NA	NA	NA	0
dez/09	RF2	NA	NA	NA	0
dez/09	RF3	5,23E+04	0,9421314	0,7886417	0,4500723
dez/09	RF5	NA	NA	NA	0,27962333
dez/09	RF6	4,35E+03	0,9249952	0,7655935	0,31887287
jan/10	RN1	9,27E+04	0,9797561	0,9579538	0,46044795
jan/10	RN2	1,00E+03	0,6990446	0,7131035	0,29939301
jan/10	RN3	4,34E+04	0,4011429	0,976543	0,29038607
jan/10	RN4	5,85E+03	0,882373	0,9912331	0,42850138
jan/10	RN5	5,59E+02	0,8440407	0,7500025	0,40086927
jan/10	RN6	2,13E+03	0,8705807	0,9846907	0,46895157
jan/10	RF1	NA	NA	NA	0,33576749
jan/10	RF2	5,32E+04	0,7996052	0,828362	0,42759668
jan/10	RF3	9,74E+04	0,5584591	0,9667986	0,33501646
jan/10	RF4	NA	NA	NA	0
jan/10	RF5	NA	NA	NA	0,26156954
jan/10	RF6	1,08E+05	0,7896147	0,8639405	0,45668928
fev/10	RN1	4,11E+04	0,8332506	0,8545864	0,43036491
fev/10	RN2	1,21E+04	0,880002	0,9565949	0,43414141
fev/10	RN3	2,05E+00	0,5298334	0,788565	0,19071244
fev/10	RN4	1,35E+05	0,7834903	0,6687118	0,3717647
fev/10	RN5	1,03E+05	0,7808442	0,8458053	0,39237732
fev/10	RF1	NA	NA	NA	0

APÊNDICE L - Índices de diversidade funcional calculados para a comunidade de abelhas e de plantas para cada unidade espaço- temporal (12 parcelas amostrais, de setembro/2009 a abril/2011), utilizados para comparação sazonal.

(continua).

Meses de amostragem	Parcelas amostrais	FRic	FEve	FDiv	FDis
Abelhas					
fev/10	RF2	5,01E+04	0,6955668	0,5488038	0,34442899
fev/10	RF3	4,98E+04	0,1668146	0,9713095	0,17154435
fev/10	RF4	5,88E+04	0,7358049	0,8960276	0,41447452
fev/10	RF5	3,94E+01	0,8000075	0,8520465	0,28338609
fev/10	RF6	8,29E+03	0,810218	0,7713283	0,34949866
mar/10	RN1	1,05E+05	0,6620026	0,7770148	0,30519873
mar/10	RN2	NA	NA	NA	0,30066993
mar/10	RN3	4,94E+04	0,851689	0,8449663	0,48083138
mar/10	RN4	4,37E+02	0,8949852	0,7500048	0,32412665
mar/10	RN5	8,79E+04	0,7297052	0,7828669	0,39748824
mar/10	RN6	1,35E+02	0,7203303	0,677025	0,30468033
mar/10	RF1	4,15E+04	0,7021463	0,6380945	0,34425332
mar/10	RF2	3,37E+02	0,9326461	0,7667101	0,31071823
mar/10	RF3	NA	NA	NA	0,2085646
mar/10	RF4	2,59E+04	0,9716176	0,7375012	0,40076843
mar/10	RF5	NA	NA	NA	0,19535266
mar/10	RF6	5,46E+04	0,8045602	0,8305451	0,37668031
abr/10	RN1	2,94E+03	0,911323	0,6565762	0,36372385
abr/10	RN2	1,17E+03	0,6996226	0,9661349	0,26956047
abr/10	RN3	NA	NA	NA	0
abr/10	RN4	7,08E+03	0,8473504	0,6087862	0,32305846
abr/10	RN5	1,42E+05	0,6341338	0,850415	0,33575007
abr/10	RN6	NA	NA	NA	0
abr/10	RF1	1,78E+02	0,6244072	0,6531402	0,23524451
abr/10	RF4	4,62E+04	0,8100029	0,8006884	0,39264547
abr/10	RF5	NA	NA	NA	0
abr/10	RF6	6,00E+04	0,774569	0,9477325	0,3506874
mai/10	RN1	NA	NA	NA	0,32025304
mai/10	RN2	5,54E+03	0,8019777	0,7292266	0,31189018
mai/10	RN3	4,06E+04	0,7426635	0,9182937	0,37337677
mai/10	RN4	1,36E+05	0,7110013	0,6923015	0,40137936
mai/10	RN5	2,12E+05	0,7246785	0,820991	0,37476643
mai/10	RF1	NA	NA	NA	0
mai/10	RF2	NA	NA	NA	0,05201878
mai/10	RF3	NA	NA	NA	0,23377121
mai/10	RF5	NA	NA	NA	0
mai/10	RF6	1,30E+05	0,8206693	0,852042	0,4252865
jun/10	RN3	NA	NA	NA	0
jun/10	RN5	1,44E+03	0,8239314	0,750021	0,4035906
jun/10	RF1	NA	NA	NA	0,21343021
jul/10	RN1	1,33E+05	0,7034604	0,9528166	0,42420749
jul/10	RN3	6,92E+03	0,7135949	0,6595022	0,28104421
jul/10	RN4	NA	NA	NA	0,18424865
jul/10	RN5	NA	NA	NA	0
jul/10	RF1	2,21E+03	0,5668106	0,8487275	0,16728858
jul/10	RF2	1,30E+05	0,3389652	0,5565348	0,10116504
jul/10	RF3	NA	NA	NA	0,44913741
set/10	RN1	NA	NA	NA	0
set/10	RN3	5,43E+03	0,7776344	0,8962455	0,41510212
set/10	RN5	1,98E+03	0,8296371	0,8547825	0,4152843
set/10	RF1	1,52E+03	0,7972264	0,7390342	0,34476548
set/10	RF2	8,00E+03	0,5385888	0,979353	0,28113409
set/10	RF3	NA	NA	NA	0,21488502
set/10	RF6	NA	NA	NA	0,30899769
out/10	RN1	NA	NA	NA	0
out/10	RN3	NA	NA	NA	0,20053527
out/10	RN4	1,46E+03	0,723087	0,6755877	0,30941096

APÊNDICE L - Índices de diversidade funcional calculados para a comunidade de abelhas e de plantas para cada unidade espaço- temporal (12 parcelas amostrais, de setembro/2009 a abril/2011), utilizados para comparação sazonal.

(continua).

Meses de amostragem	Parcelas amostrais	FRic	FEve	FDiv	FDis
Abelhas					
out/10	RN5	NA	NA	NA	0
out/10	RN6	3,79E+04	0,6621728	0,5259026	0,29721376
out/10	RF1	1,01E+02	0,9952827	0,7723838	0,24854403
out/10	RF2	2,34E+03	0,9148408	0,751049	0,33137495
out/10	RF6	1,94E+05	0,8266325	0,9247909	0,41262816
nov/10	RN1	NA	NA	NA	0
nov/10	RN4	NA	NA	NA	0,35746818
nov/10	RF1	5,06E+04	0,7325318	0,7359782	0,37722485
nov/10	RF2	4,52E+04	0,7808009	0,7042296	0,30036752
nov/10	RF6	1,50E+05	0,6937529	0,8509388	0,37058678
dez/10	RN1	1,05E+05	0,7217666	0,8144348	0,33473508
dez/10	RN2	NA	NA	NA	0
dez/10	RN3	NA	NA	NA	0
dez/10	RN4	4,85E+04	0,6131587	0,88254	0,22383932
dez/10	RF3	4,91E+04	0,717387	0,5809604	0,22593253
dez/10	RF4	NA	NA	NA	0
jan/11	RN1	1,30E+05	0,9624183	0,8442997	0,45491059
jan/11	RN2	NA	NA	NA	0
jan/11	RN3	1,41E+05	0,4237431	0,87511	0,31355676
jan/11	RN4	NA	NA	NA	0
jan/11	RN5	NA	NA	NA	0,2213304
jan/11	RN6	4,38E+04	0,9372996	0,8219482	0,4641751
jan/11	RF1	7,20E+04	0,9217979	0,7918475	0,43248479
jan/11	RF2	2,44E+05	0,8918185	0,9171902	0,45024377
jan/11	RF3	4,91E+04	0,9683481	0,7396456	0,42138714
jan/11	RF4	NA	NA	NA	0,19422323
jan/11	RF5	NA	NA	NA	0,34875939
jan/11	RF6	1,71E+05	0,744954	0,9268948	0,37069398
fev/11	RN1	1,36E+05	0,7029747	0,9510991	0,47177756
fev/11	RN2	NA	NA	NA	0
fev/11	RN3	4,07E+04	0,8865585	0,7966992	0,3797058
fev/11	RN4	9,93E+02	0,8952106	0,7765459	0,33751371
fev/11	RN5	NA	NA	NA	0,40438827
fev/11	RN6	1,38E+05	0,9763091	0,8626811	0,45063543
fev/11	RF1	1,45E+05	0,7955147	0,8205948	0,47056578
fev/11	RF2	1,47E+05	0,680516	0,8121763	0,42655234
fev/11	RF3	4,12E+00	0,8837206	0,8461432	0,3475718
fev/11	RF4	5,07E+04	0,5377049	0,9578861	0,32257509
fev/11	RF5	4,48E+02	0,8209801	0,7500017	0,42611264
fev/11	RF6	1,36E+05	0,8163316	0,8062933	0,47516974
mar/11	RN1	2,86E+03	0,664473	0,5831581	0,26306381
mar/11	RN2	NA	NA	NA	0
mar/11	RN3	7,48E+04	0,941428	0,9114379	0,48285701
mar/11	RN4	1,02E+05	0,7863962	0,8047367	0,44058395
mar/11	RN5	9,13E+04	0,7891132	0,707767	0,41525051
mar/11	RN6	7,20E+03	0,6880017	0,9924235	0,28877983
mar/11	RF1	1,38E+02	0,3924215	0,6673592	0,23586882
mar/11	RF2	1,10E+05	0,869985	0,7879161	0,38628805
mar/11	RF3	7,71E+00	0,7950054	0,6666624	0,2478946
mar/11	RF6	4,65E+04	0,839726	0,7878475	0,44577945
abr/11	RN1	1,28E+05	0,8724178	0,8253121	0,45871724
abr/11	RN2	NA	NA	NA	0,30511232
abr/11	RN3	NA	NA	NA	0,05119627
abr/11	RN4	4,03E+04	0,6631999	0,9519442	0,34622986
abr/11	RN5	1,37E+05	0,8640366	0,7657858	0,42302179
abr/11	RN6	5,09E+04	0,7066532	0,7462064	0,39222615
abr/11	RF1	4,72E+03	0,5859088	0,9945826	0,23397595

APÊNDICE L - Índices de diversidade funcional calculados para a comunidade de abelhas e de plantas para cada unidade espaço- temporal (12 parcelas amostrais, de setembro/2009 a abril/2011), utilizados para comparação sazonal.

(continua).

Meses de amostragem	Parcelas amostrais	FRic	FEve	FDiv	FDis
Abelhas					
abr/11	RF2	6,36E+03	0,1496871	0,6520683	0,10962196
abr/11	RF3	NA	NA	NA	0
abr/11	RF4	NA	NA	NA	0,3147429
abr/11	RF6	4,23E+04	0,8391407	0,8898101	0,43106842
Plantas					
set/09	RN1	0,175	0,8337987	0,8558711	0,35931
set/09	RN2	0,112	0,8752515	0,8703767	0,3935991
set/09	RN3	0,038	0,789209	0,7605864	0,3462778
set/09	RN4	0,096	0,8769833	0,8482479	0,3560362
set/09	RN5	0,097	0,837948	0,8688917	0,3937229
set/09	RN6	NA	NA	NA	0,3885424
set/09	RF1	0,184	0,9742097	0,7955637	0,3415133
set/09	RF2	0,027	0,9723993	0,8659251	0,2054641
set/09	RF3	0,091	0,9040016	0,8820496	0,3276289
set/09	RF6	0,104	0,9507582	0,8729127	0,3718213
out/09	RN1	0,272	0,897632	0,8642386	0,3863468
out/09	RN2	0,225	0,9412905	0,852226	0,3501152
out/09	RN3	0,142	0,8619526	0,7734715	0,3388822
out/09	RN4	0,209	0,8897572	0,8756243	0,388845
out/09	RN5	0,097	0,8378475	0,8655494	0,364262
out/09	RN6	0,012	0,7398371	0,7510012	0,3011065
out/09	RF1	0,116	0,9657553	0,7167016	0,3862777
out/09	RF2	0,144	0,9599285	0,8325028	0,3356847
out/09	RF3	0,079	0,944596	0,6583974	0,2778286
out/09	RF4	0,094	0,9294938	0,7819863	0,3352298
out/09	RF5	0,007	0,8967659	0,7526516	0,2529035
out/09	RF6	0,012	0,6830715	0,754383	0,2672901
nov/09	RN1	0,275	0,8718262	0,8569598	0,3774395
nov/09	RN2	0,172	0,8109997	0,7372289	0,3407638
nov/09	RN3	0,178	0,8695227	0,7869664	0,3398491
nov/09	RN4	0,238	0,945263	0,7490152	0,3685247
nov/09	RN5	0,031	0,7437887	0,7852771	0,2316565
nov/09	RN6	0,037	0,8520024	0,7136023	0,3108006
nov/09	RF1	0,140	0,9372576	0,7347211	0,3694839
nov/09	RF2	0,115	0,9144997	0,7891188	0,3275536
nov/09	RF3	0,208	0,8933038	0,9128191	0,3656821
nov/09	RF4	0,159	0,8723372	0,8770076	0,3636214
nov/09	RF5	0,053	0,9310935	0,8324913	0,3060051
nov/09	RF6	0,046	0,6989252	0,7294243	0,3248858
dez/09	RN1	0,277	0,8040491	0,8770908	0,3791714
dez/09	RN2	0,168	0,8857061	0,8091797	0,3541344
dez/09	RN3	0,274	0,8916219	0,794073	0,3743018
dez/09	RN4	0,199	0,9380646	0,796364	0,3491373
dez/09	RN5	0,210	0,6833173	0,8555385	0,3458792
dez/09	RN6	0,179	0,9240397	0,7607574	0,3997699
dez/09	RF1	0,219	0,9377217	0,7550863	0,3837393
dez/09	RF2	0,226	0,924822	0,7936988	0,3357801
dez/09	RF3	0,229	0,9258797	0,8505444	0,3359891
dez/09	RF4	0,159	0,8723372	0,8770076	0,3636214
dez/09	RF5	0,233	0,9508188	0,7589428	0,3189371
dez/09	RF6	0,013	0,8186974	0,7075141	0,2898159
jan/10	RN1	0,278	0,9150414	0,7782823	0,3718479
jan/10	RN2	0,147	0,8305624	0,7946096	0,3309825
jan/10	RN3	0,286	0,8332165	0,7660029	0,3762174

APÊNDICE L - Índices de diversidade funcional calculados para a comunidade de abelhas e de plantas para cada unidade espaço- temporal (12 parcelas amostrais, de setembro/2009 a abril/2011), utilizados para comparação sazonal.

(continua).

Meses de amostragem	Parcelas amostrais	FRic	FEve	FDiv	FDis
Plantas					
jan/10	RN4	0,176	0,9524047	0,8674977	0,3360688
jan/10	RN5	0,245	0,879285	0,9242443	0,370342
jan/10	RN6	0,174	0,8918872	0,7707209	0,3656234
jan/10	RF1	0,076	0,8844167	0,7952303	0,3637245
jan/10	RF2	0,192	0,9085059	0,8160869	0,3556783
jan/10	RF3	0,229	0,9258797	0,8505444	0,3359891
jan/10	RF4	0,244	0,9131563	0,8559108	0,3418206
jan/10	RF5	0,086	0,8186022	0,6895439	0,2675129
jan/10	RF6	0,130	0,8597041	0,879696	0,3577695
fev/10	RN1	0,251	0,9210795	0,7917582	0,3543161
fev/10	RN2	0,225	0,8790079	0,7521937	0,350697
fev/10	RN3	0,173	0,970883	0,8093567	0,3190098
fev/10	RN4	0,209	0,9630419	0,8240214	0,3317711
fev/10	RN5	0,245	0,879285	0,9242443	0,370342
fev/10	RF1	0,252	0,9283884	0,8605705	0,334436
fev/10	RF2	0,207	0,9559951	0,7277344	0,3450477
fev/10	RF3	0,254	0,946979	0,8042502	0,3601911
fev/10	RF4	0,138	0,953522	0,8032276	0,3552017
fev/10	RF5	0,183	0,9104309	0,9107632	0,352826
fev/10	RF6	0,075	0,9986768	0,8229082	0,3928913
mar/10	RN1	0,281	0,8478752	0,7791133	0,3745202
mar/10	RN2	0,232	0,9014088	0,7781256	0,3721629
mar/10	RN3	0,286	0,925654	0,8642343	0,4002153
mar/10	RN4	0,149	0,885011	0,8948091	0,3058825
mar/10	RN5	0,245	0,9227877	0,7937956	0,3546742
mar/10	RN6	0,194	0,8901664	0,8808746	0,3906925
mar/10	RF1	0,256	0,9526557	0,7970647	0,3523536
mar/10	RF2	0,207	0,8850497	0,8411962	0,359787
mar/10	RF3	0,239	0,9436239	0,872496	0,3496998
mar/10	RF4	0,174	0,9504962	0,770948	0,35812
mar/10	RF5	0,066	0,9436928	0,8237039	0,3109244
mar/10	RF6	0,161	0,8934642	0,8462206	0,3920994
abr/10	RN1	0,279	0,893155	0,8480603	0,3716601
abr/10	RN2	0,052	0,8303502	0,6866961	0,3228521
abr/10	RN3	0,051	0,8162386	0,7135075	0,3031053
abr/10	RN4	0,095	0,8547434	0,7627297	0,3148646
abr/10	RN5	0,230	0,8654354	0,8739091	0,3775087
abr/10	RN6	0,144	0,8073196	0,7818217	0,3442257
abr/10	RF1	0,226	0,9208667	0,8549274	0,3119208
abr/10	RF2	0,159	0,954908	0,8705029	0,2998413
abr/10	RF3	0,183	0,9118866	0,8300505	0,3125014
abr/10	RF4	0,049	0,7654046	0,7641834	0,2899
abr/10	RF5	NA	NA	NA	0,2926527
abr/10	RF6	0,055	0,9552075	0,6890645	0,2943772
mai/10	RN1	0,045	0,8682715	0,8678256	0,306132
mai/10	RN2	0,022	0,7548778	0,7697995	0,2996956
mai/10	RN3	0,201	0,8808663	0,815614	0,3489126
mai/10	RN4	0,101	0,9351379	0,6841104	0,2919415
mai/10	RN5	0,225	0,9022914	0,8797653	0,3636183
mai/10	RN6	0,169	0,8726123	0,8559769	0,3550473
mai/10	RF1	0,179	0,9090404	0,8107866	0,2941843
mai/10	RF2	0,159	0,954908	0,8705029	0,2998413
mai/10	RF3	0,012	0,8331376	0,7513714	0,3090555
mai/10	RF5	0,105	0,8155028	0,7746309	0,288265
mai/10	RF6	0,084	0,9330466	0,7308965	0,3288909
jun/10	RN1	0,110	0,8924059	0,8663695	0,3484677
jun/10	RN3	0,229	0,8541629	0,8702608	0,3709619

APÊNDICE L - Índices de diversidade funcional calculados para a comunidade de abelhas e de plantas para cada unidade espaço- temporal (12 parcelas amostrais, de setembro/2009 a abril/2011), utilizados para comparação sazonal.

(continua).

Meses de amostragem	Parcelas amostrais	FRic	FEve	FDiv	FDis
Plantas					
jun/10	RN5	0,015	0,8024669	0,6677922	0,2865549
jun/10	RF1	0,059	0,9892662	0,7378429	0,2415154
jun/10	RF4	0,144	0,9144263	0,8988172	0,3373071
jul/10	RN1	0,134	0,8233131	0,7743457	0,3097007
jul/10	RN2	NA	NA	NA	0,2898594
jul/10	RN3	0,231	0,7676972	0,8668944	0,3819465
jul/10	RN4	0,056	0,8284384	0,7902686	0,3079836
jul/10	RN5	0,020	0,8372633	0,6696363	0,2686492
jul/10	RF1	0,130	0,9638695	0,8314708	0,2961485
jul/10	RF2	NA	NA	NA	0,3005711
jul/10	RF3	0,013	0,8291277	0,7510966	0,3130369
jul/10	RF4	0,013	0,8296298	0,7510974	0,312534
jul/10	RF6	NA	NA	NA	0
ago/10	RN3	0,146	0,7989398	0,8950304	0,3598011
set/10	RN1	0,097	0,8391854	0,8196975	0,335408
set/10	RN2	NA	NA	NA	0,2898594
set/10	RN3	0,158	0,8838709	0,7853474	0,3791717
set/10	RN4	NA	NA	NA	0,3592087
set/10	RN5	0,079	0,941767	0,8059531	0,3441981
set/10	RN6	NA	NA	NA	0,109283
set/10	RF1	0,117	0,9087015	0,7413783	0,2859644
set/10	RF2	0,193	0,8971053	0,8334325	0,3437917
set/10	RF3	0,203	0,9417011	0,8429782	0,3404939
set/10	RF4	0,013	0,8296298	0,7510974	0,312534
set/10	RF5	NA	NA	NA	0,1468883
set/10	RF6	0,131	0,788607	0,7936066	0,3440988
out/10	RN1	0,275	0,8085043	0,8570733	0,3739656
out/10	RN2	0,052	0,9260631	0,7921568	0,3327401
out/10	RN3	0,146	0,7989398	0,8950304	0,3598011
out/10	RN4	0,209	0,8897572	0,8756243	0,388845
out/10	RN5	0,100	0,8887909	0,849116	0,3828271
out/10	RN6	0,140	0,90135	0,8116415	0,3920007
out/10	RF1	0,167	0,9509622	0,7978309	0,3701648
out/10	RF2	0,181	0,8955888	0,8388834	0,365747
out/10	RF3	0,229	0,9723012	0,9034648	0,3563476
out/10	RF4	0,014	0,9322396	0,7336068	0,3351358
out/10	RF5	NA	NA	NA	0,1468883
out/10	RF6	0,118	0,789071	0,8344794	0,3429722
nov/10	RN1	0,275	0,9099573	0,8135982	0,3832676
nov/10	RN2	0,008	0,9417234	0,676151	0,3144179
nov/10	RN3	0,178	0,8695227	0,7869664	0,3398491
nov/10	RN4	0,118	0,9200551	0,7578726	0,3624983
nov/10	RF1	0,231	0,9252983	0,7699862	0,3461794
nov/10	RF2	0,263	0,9580526	0,8137456	0,3399834
nov/10	RF3	0,263	0,9905457	0,8907775	0,3444761
nov/10	RF4	0,086	0,9315496	0,6774112	0,3045146
nov/10	RF5	0,086	0,9315496	0,6774112	0,3045146
nov/10	RF6	0,095	0,7214824	0,8460602	0,3126286
dez/10	RN1	0,175	0,8954512	0,8032662	0,3661179
dez/10	RN2	0,067	0,9265434	0,8336863	0,3060552
dez/10	RN3	0,211	0,9453291	0,7522265	0,3885848
dez/10	RN4	0,243	0,9469201	0,8499895	0,3784864
dez/10	RN5	0,210	0,6832533	0,8555427	0,3459533
dez/10	RF1	0,220	0,9488008	0,7857415	0,3129705
dez/10	RF2	0,273	0,9440448	0,8274021	0,3446841
dez/10	RF3	0,260	0,8397893	0,8696665	0,3207499
dez/10	RF4	0,233	0,9104669	0,7806137	0,3159097

APÊNDICE L - Índices de diversidade funcional calculados para a comunidade de abelhas e de plantas para cada unidade espaço- temporal (12 parcelas amostrais, de setembro/2009 a abril/2011), utilizados para comparação sazonal.

(continua).

Meses de amostragem	Parcelas amostrais	FRic	FEve	FDiv	FDis
Plantas					
dez/10	RF6	NA	NA	NA	0,2995749
jan/11	RN1	0,267	0,8816374	0,766402	0,3753579
jan/11	RN2	0,056	0,9961825	0,8257549	0,2774071
jan/11	RN3	0,242	0,8284767	0,739306	0,3920205
jan/11	RN4	0,196	0,8969603	0,7738109	0,3517058
jan/11	RN5	0,276	0,8892153	0,7990357	0,3635004
jan/11	RN6	0,232	0,9036501	0,8113812	0,3947243
jan/11	RF1	0,141	0,9230457	0,726992	0,3152013
jan/11	RF2	0,277	0,9238539	0,8319815	0,3536102
jan/11	RF3	0,262	0,862552	0,8758386	0,3214853
jan/11	RF4	0,233	0,8939382	0,7208433	0,3093948
jan/11	RF5	0,086	0,8186022	0,6895439	0,2675129
jan/11	RF6	0,115	0,9471635	0,8346138	0,3904708
fev/11	RN1	0,267	0,9290559	0,8000867	0,3743756
fev/11	RN2	0,075	0,8372813	0,8366209	0,3222128
fev/11	RN3	0,275	0,8042198	0,8715812	0,3943304
fev/11	RN4	0,266	0,9467923	0,878773	0,3411033
fev/11	RN5	0,210	0,801692	0,8666986	0,3602937
fev/11	RN6	0,154	0,8914012	0,7790681	0,343037
fev/11	RF1	0,178	0,9305945	0,7510761	0,3316282
fev/11	RF2	0,287	0,9555797	0,8319703	0,3567654
fev/11	RF3	0,238	0,9021846	0,7809099	0,3041859
fev/11	RF4	0,174	0,9024475	0,7006563	0,3286887
fev/11	RF5	0,096	0,9136719	0,7070289	0,3130184
fev/11	RF6	0,083	0,9009237	0,7850142	0,3717015
mar/11	RN1	0,210	0,8683909	0,8973926	0,3509123
mar/11	RN2	0,078	0,8365432	0,7514593	0,3050429
mar/11	RN3	0,316	0,8923596	0,8506995	0,3946891
mar/11	RN4	0,237	0,9071911	0,9117779	0,3300377
mar/11	RN5	0,210	0,801692	0,8666986	0,3602937
mar/11	RN6	0,144	0,8875243	0,7735908	0,3482501
mar/11	RF1	0,223	0,9259764	0,8511629	0,2982482
mar/11	RF2	0,232	0,8913965	0,8588482	0,3185541
mar/11	RF3	0,059	0,818003	0,695325	0,2569995
mar/11	RF5	0,086	0,8281489	0,7952847	0,310181
mar/11	RF6	0,140	0,9562953	0,785388	0,3969593
abr/11	RN1	0,181	0,8723818	0,8820269	0,3733241
abr/11	RN2	NA	NA	NA	0,218477
abr/11	RN3	0,154	0,8318092	0,9070864	0,3762575
abr/11	RN4	0,201	0,8559623	0,8806401	0,3015805
abr/11	RN5	0,150	0,867139	0,8943454	0,3369139
abr/11	RN6	0,011	0,7362105	0,7507056	0,3233656
abr/11	RF1	0,225	0,9605104	0,8288862	0,3292596
abr/11	RF2	0,263	0,898613	0,8464323	0,3452422
abr/11	RF3	0,094	0,9125909	0,7239662	0,25167
abr/11	RF4	0,125	0,8677735	0,7982566	0,3151588
abr/11	RF5	0,105	0,9311351	0,8504364	0,3080441
abr/11	RF6	0,054	0,9040341	0,7367332	0,3016313

Fonte: autoria própria.

Legenda: RN - regeneração natural; RF - reflorestamento; FRic - riqueza funcional; FEve - equitatividade funcional; FDiv - divergência funcional; FDis - dispersão funcional.

APÊNDICE M - Índices de diversidade funcional calculados para a comunidade de abelhas e de plantas para cada unidade amostral (parcelas) em regeneração natural (RN) e em reflorestamento (RF), em Antonina-PR.

	Método	Idade	FRic	FEve	FDiv	FDis	
Abelhas							
	RN1	RN	quatro	4,23E-07	0,6873981	0,8943714	0,462702
	RN2	RN	quatro	4,60E-07	0,8188312	0,8609402	0,4375363
	RN3	RN	quatro	7,77E-07	0,6341441	0,851262	0,3942027
	RN4	RN	seis	3,83E-07	0,7238434	0,9279829	0,4445611
	RN5	RN	seis	3,13E-08	0,7200102	0,9202171	0,4322668
	RN6	RN	seis	4,30E-11	0,7531627	0,9089894	0,4535052
	RF1	RF	quatro	1,47E-08	0,5912529	0,8301068	0,3871298
	RF2	RF	quatro	5,96E-07	0,6058315	0,837862	0,4049999
	RF3	RF	quatro	2,05E-09	0,640418	0,853117	0,4215726
	RF4	RF	seis	8,64E-12	0,6261865	0,8021498	0,4033597
	RF5	RF	seis	1,08E-17	0,8096787	0,800743	0,415248
	RF6	RF	seis	1,95E-07	0,6784033	0,8968605	0,4830571
Plantas							
	RN1	RN	quatro	1,21E-03	0,8697322	0,9088429	0,3713589
	RN2	RN	quatro	1,96E-04	0,8185603	0,9078176	0,3513756
	RN3	RN	quatro	1,30E-03	0,8821851	0,9469074	0,3866133
	RN4	RN	seis	2,15E-03	0,8830669	0,9098285	0,3364362
	RN5	RN	seis	2,91E-04	0,8923124	0,9258087	0,3744405
	RN6	RN	seis	1,06E-04	0,9202608	0,9493745	0,386896
	RF1	RF	quatro	4,60E-03	0,8969868	0,885869	0,3473594
	RF2	RF	quatro	3,66E-03	0,8905668	0,8939967	0,3303946
	RF3	RF	quatro	7,54E-04	0,8919701	0,9153227	0,3531264
	RF4	RF	seis	2,78E-05	0,8886883	0,9251028	0,350408
	RF5	RF	seis	5,37E-09	0,894022	0,9042052	0,3448516
	RF6	RF	seis	5,80E-04	0,8365065	0,934161	0,3694662

Fonte: autoria própria.

Legenda: RN - regeneração natural; RF - reflorestamento; FRic - riqueza funcional; FEve - equitatividade funcional; FDiv - divergência funcional; FDis - dispersão funcional.

APÊNDICE N - Índices de diversidade funcional calculados para a comunidade de abelhas e de plantas para os meses de amostragem (setembro/2009 a abril/2011).

Meses	<i>Fric</i>	<i>Feve</i>	<i>FDiv</i>	<i>FDis</i>
Abelhas				
set/09	3,23E+00	0,7191744	0,8797448	0,4012819
out/09	1,23E+01	0,6688921	0,9126931	0,4197869
nov/09	7,54E+01	0,712399	0,8494049	0,4530462
dez/09	1,97E+00	0,824541	0,8961006	0,4586776
jan/10	5,40E+02	0,7405372	0,9413652	0,4488733
fev/10	5,15E+02	0,7050933	0,8283786	0,411538
mar/10	6,20E+02	0,730491	0,8691132	0,4508109
abr/10	1,18E+02	0,7691837	0,7947273	0,3777209
mai/10	6,31E+02	0,7682609	0,8987608	0,420272
jun/10	3,47E-06	0,8603853	0,9847947	0,4260573
jul/10	1,28E+01	0,6941391	0,8641336	0,2493452
set/10	2,15E+01	0,7462483	0,9035859	0,3419113
out/10	8,44E+01	0,7928344	0,8311129	0,3940627
nov/10	8,72E+01	0,7046922	0,863803	0,474229
dez/10	1,69E+01	0,7363022	0,6724484	0,3402496
jan/11	8,72E+01	0,7463856	0,9513129	0,4549731
fev/11	7,24E+01	0,7073416	0,9179977	0,4630052
mar/11	6,00E+02	0,709828	0,8752358	0,457639
abr/11	5,44E+02	0,7671398	0,8439746	0,353988
Plantas				
set/09	2,98E-09	0,9081728	0,9330442	0,3741511
out/09	2,58E-07	0,8856927	0,9427649	0,3764694
nov/09	7,08E-09	0,8725073	0,9242076	0,3696683
dez/09	5,62E-08	0,8133472	0,9290777	0,3791104
jan/10	1,60E-07	0,8512124	0,9130412	0,3777275
fev/10	1,01E-07	0,8840091	0,9199419	0,372211
mar/10	3,38E-07	0,872983	0,9219809	0,3797005
abr/10	1,69E-07	0,9163234	0,8911505	0,3475002
mai/10	4,42E-08	0,88736	0,8911373	0,3522526
jun/10	3,67E-14	0,8446538	0,9145063	0,3662371
jul/10	1,33E-09	0,8373841	0,9355179	0,374871
ago/10	9,70E-16	0,8292541	0,9183274	0,367751
set/10	3,62E-09	0,8739493	0,9298375	0,3652232
out/10	1,46E-07	0,871907	0,9449374	0,3807354
nov/10	1,68E-07	0,8424214	0,9192536	0,363898
dez/10	3,96E-08	0,8791608	0,928528	0,3729995
jan/11	6,99E-07	0,8533694	0,934035	0,3808977
fev/11	5,83E-07	0,8631087	0,9245391	0,3715265
mar/11	1,23E-06	0,8769814	0,9005388	0,3649086
abr/11	1,52E-07	0,8946231	0,9178522	0,3657064

Fonte: autoria própria.

Legenda: *Fric* - riqueza funcional; *Fveve* - equitatividade funcional; *FDiv* - divergência funcional; *FDis* - dispersão funcional.