

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

BIANCA WARRING ROSSI

TRAÇOS REPRODUTIVOS, PADRÕES DE MONTAGEM E SUCESSÃO
FLORESTAL NA FLORESTA ATLÂNTICA

CURITIBA
2014

BIANCA WARRING ROSSI

TRAÇOS REPRODUTIVOS, PADRÕES DE MONTAGEM E SUCESSÃO
FLORESTAL NA FLORESTA ATLÂNTICA

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Botânica, no Curso de Pós-Graduação em Botânica, Setor de Ciências Biológicas, da Universidade Federal do Paraná.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Isabela Galarda Varassin

CURITIBA
2014



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
Setor de Ciências Biológicas
Programa de Pós-Graduação em Botânica



“Traços reprodutivos, padrões de montagem e sucessão florestal na Mata Atlântica.”

por

BIANCA WARRING ROSSI

Dissertação aprovada como requisito parcial
para obtenção do grau de Mestre no Programa
de Pós-Graduação em Botânica, pela Comissão
formada pelos Professores

Profª Drª Isabela Galarda Varassin (UFPR)- PRESIDENTE

Dr. Leandro Freitas (JBRJ)

Drª Jana Magaly Tesserolli de Souza (UEPG)

Curitiba, 26 de março de 2014.

A Deus e ao meu esposo Marco, forças da minha vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, só porque ele quis cheguei até aqui e só porque ele me dá forças fui capaz de enfrentar todos os obstáculos pra chegar até aqui. Obrigada Deus.

Em segundo lugar agradeço imensamente eu meu marido Marco que esteve todos os dias ao meu lado, me incentivando, me cobrando, me ajudando, secando minhas lágrimas, lendo meus textos, me ajudando com o excell...Obrigada por tudo amor...Só você e eu sabemos o que foi chegar até aqui.

Agradeço a minha orientadora Isabela Galarda Varassin por todo conhecimento transmitido, pela paciência e dedicação. Por ser um grande exemplo de profissional e por ser uma pessoa muito especial que está sempre com um sorriso no rosto e que não abandona a gente nunca.

A Márcia Marques e a Fernanda Cardoso, minha coorientadora do coração, por fornecerem todos os dados necessários à realização deste trabalho.

Ao Programa de Pós-Graduação em Botânica da Universidade Federal do Paraná, pela oportunidade de cursar este mestrado. À todos os professores do curso que, com seus ensinamentos, contribuíram para o meu crescimento profissional.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa.

Agradeço a minha mãe Walquíria que desde que eu era pequena me ensinou que estudar e que ter uma educação, tanto escolar quanto pessoal, são coisas muito importantes na vida. Obrigada mãe por pagar todos aqueles anos de escola e faculdade, obrigada por me apoiar e me empurrar à frente sempre que as coisas ficavam difíceis e por ficar feliz com cada conquista.

A minha família inteira merece um agradecimento todo especial. O meu padrasto Sandro e o meu irmão Vinícius que sempre me deram força e compreenderam a minha ausência durante este período. A minha madrinha Fay e a minha sogra Mali pelo incentivo e pelas orações. Ao meu sogro Ademir que sempre esteve pronto a me ajudar, seja com incentivo ou com computadores, e que sempre me mostrou a importância deste mestrado. Ao meu cunhado Adriano que sempre

me ajudou quando meu computador dava problema. A todos os familiares, que de uma maneira ou de outra, contribuíram para chegar ao fim desta jornada.

A professora Márcia Marques e aos meus queridos amigos do LEV, cada um com seu jeito especial mas todos de coração e cabeça abertos para me ajudar sempre que eu precisei. Amigos queridos vocês são demais. A Márcia e a Dani que foram parceiras do início ao fim, ajudando nas disciplinas, nos relatórios, nos formulários e em todas as dúvidas.

Aos membros da banca, Jana M. T. de Souza, Leandro Freitas e Renato Goldenberg por terem aceitado o meu convite.

Enfim, nomes podem ter faltado neste momento, mas com certeza todos que fizeram parte desta árdua jornada sempre terão meu eterno agradecimento pois há caminhos que são impossíveis de serem trilhados sozinho.

Obrigada a todos!

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS.....	V
LISTA DE TABELAS – CAPÍTULOS 1 E 2	IX
LISTA DE FIGURAS – CAPÍTULOS 1 E 2	X
LISTA DE TABELAS EM ANEXO – CAPÍTULOS 1 E 2	XIII
RESUMO	14
ABSTRACT	16
INTRODUÇÃO GERAL	18
O bioma Mata Atlântica	18
Sucessão secundária	18
Interações e sucessão	19
Regras de montagem	20
CAPÍTULO 1 – Variação de Traços Reprodutivos de Plantas Durante a Sucessão Florestal na Mata Atlântica	28
RESUMO	29
INTRODUÇÃO	30
MÉTODOS	33
Área de estudo	33
Categorização dos traços reprodutivos	34
Análise de dados	35
RESULTADOS	36
Traços reprodutivos relacionados à polinização	36
Traços reprodutivos relacionados à dispersão	36
DISCUSSÃO	38
Traços reprodutivos relacionados à polinização	38
Traços reprodutivos relacionados à dispersão	39
REFERÊNCIAS	41
TABELAS	45
FIGURA	51

MATERIAL SUPLEMENTAR	53
CAPÍTULO 2 - Traços reprodutivos e padrões de organização das plantas lenhosas da Floresta Atlântica durante a sucessão florestal	71
RESUMO	72
INTRODUÇÃO	74
MÉTODOS	77
Área de estudo e categorização dos traços reprodutivos	77
Análise de dados	78
RESULTADOS	81
DISCUSSÃO	83
Traços funcionais relacionados à polinização	83
Traços funcionais relacionados à dispersão	87
REFERÊNCIAS	90
TABELAS	97
FIGURAS	101
MATERIAL SUPLEMENTAR	107

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1

- TABELA 1- Categorização dos traços reprodutivos de plantas.....45
- TABELA 2- Traços reprodutivos que apresentaram variação de acordo com a idade pós-distúrbio das áreas de Floresta Atlântica, litoral Norte do Paraná, Brasil.....46
- TABELA 3- Traços reprodutivos que não apresentaram variação de acordo com a idade pós-distúrbio das áreas de Floresta Atlântica, litoral Norte do Paraná, Brasil.....47

CAPÍTULO 2

- TABELA 1- Categorização dos traços reprodutivos de plantas.....97
- TABELA 2- A análise dos padrões de organização por convergência e divergência dos traços funcionais das espécies dos diferentes estratos combinando diferentes matrizes **B**, **W** e **E**.....98
- TABELA 3- Traços funcionais que maximizaram a expressão de TCAP e TDAP.....99

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

FIGURA 1- Relação entre a idade após distúrbio e proporção de espécies em cada um dos traços reprodutivos cujas proporções variaram de acordo com a idade pós distúrbio das áreas de Floresta Atlântica, litoral Norte do Paraná, Brasil. (A) Sistema de polinização abiótico; (B) Sistema sexual dióico; (C) Diásporo de tamanho pequeno; (D) Tipo floral funil/sino; (E) Sistema sexual hermafrodita.....51

CAPÍTULO 2

FIGURA 1- Traços funcionais de espécies do estrato regenerante relacionados à dispersão que maximizaram consistentemente TDAP, obtidos a partir da matriz T composta pelos valores médios ponderados dos traços funcionais da comunidade, para todas as comunidades (Eixo Y). (A) Sistema de dispersão abiótico; (B) Diásporo seco; (C) Diásporo de tamanho médio.....101

FIGURA 2- Traços funcionais de espécies do estrato regenerante relacionados à polinização que maximizaram consistentemente TCAP, obtidos a partir da matriz T composta pelos valores médios ponderados dos traços funcionais da comunidade, para todas as comunidades (Eixo Y). (A) Tipo floral funil/sino; (B) Tipo floral tubular.....102

FIGURA 3- Traços funcionais de espécies do estrato regenerante relacionados à polinização que maximizaram consistentemente TDAP, obtidos a partir da matriz T composta pelos valores médios ponderados dos traços funcionais da comunidade, para todas as comunidades (Eixo Y). (A) Sistema de polinização morcegos; (B) Tipo floral aclamídea; (C) Tipo floral goela; (D) Tipo floral pincel; (E) Tipo floral tubular; (F) Corola de tamanho grande.....103

FIGURA 4- Traços funcionais de espécies do estrato do dossel relacionados à dispersão que maximizaram consistentemente TDAP, obtidos a partir da matriz T composta pelos valores médios ponderados dos traços funcionais da comunidade, para todas as comunidades (Eixo Y). (A) Arbusto; (B) Sistema de dispersão abiótico; (C) Diásporo drupa; (D) Diásporo seco; (E) Diásporo de tamanho médio.....104

FIGURA 5- Traços funcionais de espécies do estrato do dossel relacionados à polinização que maximizaram consistentemente TCAP, obtidos a partir da matriz T composta pelos valores médios ponderados dos traços funcionais da comunidade, para todas as comunidades (Eixo Y). (A) Sistema de polinização moscas; (B) Sistema de polinização DSIs (pequenos insetos diversos); (C) Tipo floral funil/sino; (D) Tipo floral pincel.....105

FIGURA 6- Traços funcionais de espécies do estrato do dossel relacionados à polinização que maximizaram consistentemente TDAP, obtidos a partir da matriz T composta pelos valores médios ponderados dos traços funcionais da comunidade, para todas as comunidades (Eixo Y). (A) Sistema de polinização abiótico; (B) Sistema

de polinização abelhas; (C) Corola de tamanho pequeno;
(D) Corola de tamanho grande; (D) Recurso pólen; (E)
Sistema sexual dióico.....106

LISTA DE TABELAS EM ANEXO**CAPÍTULO 1**

- ANEXO 1- Referências bibliográficas utilizadas na obtenção dos traços reprodutivos.....53
- ANEXO 2- Ocorrência das espécies e famílias de plantas nas áreas de diferentes idades, RNRC, Antonina, PR.....57

CAPÍTULO 2

- ANEXO 1- Ocorrência das espécies e famílias de plantas do estrato regenerante e do dossel nas áreas de diferentes idades, RNRC, Antonina, PR.....107

RESUMO

As mudanças causadas pelas perturbações que ocorrem em uma floresta iniciam o processo de sucessão secundária, que é caracterizada por uma mudança direcional na composição e estrutura de uma comunidade ao longo do tempo. Florestas sucessionais estão embutidas dentro de uma paisagem regional dinâmica que determina o conjunto de espécies disponíveis para a colonização e disponibilidade de polinizadores e dispersores. O entendimento da variação de traços reprodutivos durante a sucessão florestal pode ser feito a partir da perspectiva da montagem de comunidades em áreas sucessionais com idades distintas. Comunidades podem ser simultaneamente limitadas por filtros abióticos e bióticos, de modo que os traços associados à filtragem ambiental podem ser agrupados, enquanto traços associados às interações podem ser sobredispersos. Assim, comunidades distintas tendem a se organizar de forma a refletir ambos os processos, que vão ter maior ou menor expressão, dependendo dos atributos fenotípicos analisados. Neste trabalho os traços reprodutivos foram utilizados a fim de caracterizar os traços relacionados à polinização e à dispersão em um gradiente sucessional, em uma área de Mata Atlântica, na tentativa de definir quais constituem traços importantes nos padrões de montagem e quais processos podem estar influenciando na montagem desta comunidade. As áreas de estudo estão inseridas na Área de Proteção Ambiental (APA) de Guaraqueçaba, município de Antonina no Paraná. O levantamento das espécies foi realizado em estudo prévio, em áreas sucessionais oriundas de regeneração natural, em 55 parcelas com 14 metros de raio e idades variando entre 2 e 80 anos. Em relação à polinização, as características reprodutivas utilizadas para o estudo foram sistemas de polinização, biologia floral, recurso floral e sistema sexual. Em relação a traços de dispersão foram analisados sistema de dispersão, tipo, cor e tamanho do diásporo, números de sementes por diásporo e tamanho das sementes. Foi constatada a predominância de sistemas de polinização por abelhas, de flores abertas, hermafroditas e que disponibilizam o pólen como principal recurso atrativo aos polinizadores. O sistema de dispersão biótico também predominou, assim como diáporos do tipo seco, de cor preto/roxo, de tamanho médio, com poucas sementes por diásporo e sendo estas sementes de tamanho médio. As áreas sucessionais de Floresta Atlântica do Litoral do Paraná se caracterizaram por

uma grande divergência de traços reprodutivos nas florestas mais jovens e por possíveis processos neutros associados com chance de colonização. Além disto ocorreu uma progressiva convergência e uma redução da divergência de traços reprodutivos nas florestas mais velhas. Isto indica uma direção da sucessão expressa nas características reprodutivas das plantas lenhosas nestas florestas. Isto pode sugerir também que a sucessão de áreas restauradas nesta paisagem não deve depender das plantas que forem plantadas (no caso de reflorestamento) ou as que chegaram naturalmente a colonizar esta áreas (no caso de regeneração natural). Este estudo indica que para estas áreas, as comunidades mais velhas tenderão a apresentar os mesmos traços reprodutivos, o que, evidentemente deve depender da paisagem do entorno, uma vez que haverá necessidade de fonte de espécies de florestas mais velhas com estes traços no entorno das áreas restauradas.

Palavras-chave: Convergência; Dispersão; Polinização; Regeneração natural.

ABSTRACT

Changes caused by disturbances in a forest start the process of secondary succession, which is characterized by a directional change in the composition and structure of a community over time. Successional forests are embedded within a dynamic regional landscape that determines the set of species available for colonization, as well the availability of pollinators and seed dispersers. Understanding the variation in reproductive traits during forest succession can be performed from the perspective of communities assembled in areas with different successional ages. Communities can be simultaneously limited by abiotic and biotic filters, so that the traits associated with environmental filtering can be clustered, while traits associated with interactions can be overdispersed. Thus, different communities tend to be organized in a way to reflect both processes, which can have greater or lesser significance depending on the phenotypic traits analyzed. The study areas are located in Área de Proteção Ambiental (APA) Guaraqueçaba, Antonina city in Paraná State. The species survey was conducted in a previous study in successional areas of natural regeneration, in 55 plots of 14m radius and ages ranging between 2 and 80 years. Regarding dispersion traits, those examined were dispersion system, type, color and diaspore size, number of seeds per diaspore and size of the seeds. Reproductive traits were used to characterize the traits related to pollination and dispersal in a successional gradient in an Atlantic Forest area in an attempt to determine which of these traits are important functional traits in this community assembled patterns. It was evaluated which processes may be influencing in the assembly of this community. There was a predominance of pollination by bees, open flowers, hermaphrodite flowers, pale colors or pure white, which provided pollen as a main resource to pollinators. The biotic dispersion system also prevailed, as dry type diaspores, black/purple- colored diaspores, medium-sized diaspores, with few seeds per diaspore medium-sized seeds. Successional areas of Atlantic Forest of Paraná State Coast were characterized by wide variations in reproductive traits in younger forests and by possible neutral processes associated with chance of colonization. In addition there was a progressive convergence and reduction of divergence of reproductive traits in older forests. This indicates a direction of the succession expressed in reproductive traits of woody plants in these forests. This may also suggest that the succession of restored areas in this

landscape should not depend on plants that are planted (reforestation) or those that come naturally to colonize this area (natural regeneration). This study indicates that for these areas, older communities tend to have the same reproductive traits, which must obviously depend on the surrounding landscape, as there will be the need of species source of older forests with these traits in the vicinity of restored areas.

Keywords: Convergence; Dispersion; Divergence; Pollination; Forest regeneration.

INTRODUÇÃO GERAL

O bioma Mata Atlântica

A Mata Atlântica foi uma das maiores florestas tropicais das Américas, cobrindo originalmente cerca de 150 milhões de ha, em condições ambientais altamente heterogêneas (Ribeiro *et al.* 2009). As características geográficas combinadas com a grande variedade altitudinal, favorecem a alta diversidade e endemismo (Goerck 1997, Mittermeier *et al.* 1999, Silva & Casteleti 2003, Ribeiro *et al.* 2009), incluindo mais de 14.000 espécies de plantas (Lista de Espécies da Flora do Brasil 2014), 261 espécies de mamíferos, 688 espécies de aves, 200 espécies de répteis, 280 espécies de anfíbios, entre muitas outras espécies que ainda não foram descritas (Goerck 1997, Mittermeier *et al.* 1999, Silva & Casteleti 2003, Ribeiro *et al.* 2009). Segundo Ferretti & Britez (2006), 53% das árvores e 77% de outras espécies de plantas encontradas na Mata Atlântica não são encontrados em nenhum outro lugar do planeta. Da área total de Mata Atlântica (139.584.893 ha) mapeada no trabalho de Ribeiro *et al.* (2009), apenas 12% da área de floresta e 0,47% das áreas de restinga e vegetação de mangue ainda permanecem. A maioria dos remanescentes da Mata Atlântica existentes atualmente são pequenos fragmentos florestais menores que 100 ha (Ranta *et al.* 1998, Ribeiro *et al.* 2009), isolados uns dos outros e compostos por florestas secundárias iniciais ou em estágios médios de sucessão (Viana *et al.* 1997, Metzger 2000, Metzger *et al.* 2009, Ribeiro *et al.* 2009). Os poucos grandes fragmentos ainda existentes encontram-se em locais de terreno íngreme onde a ocupação humana foi particularmente difícil (Silva *et al.* 2007, Ribeiro *et al.* 2009). As perturbações que atingiram a Mata Atlântica refletem-se em uma floresta formada na atualidade por mosaicos sucessionais, o que é bem claro no Litoral Norte do Paraná, onde ao menos há ainda uma proporção alta da paisagem formada por florestas conservadas (Kauano *et al.* 2012).

Sucessão secundária

As mudanças causadas pelas perturbações que ocorrem em uma floresta iniciam o processo de sucessão secundária, que é caracterizada por uma mudança

direcional na composição e estrutura de uma comunidade ao longo do tempo (Gurevitch *et al.* 2009).

Chazdon (2008) divide o processo sucessional em três grandes fases. A Fase 1, período de 0 a 10 anos (Chazdon, 2008), de sucessão secundária é caracterizado pela dominância de espécies herbáceas, trepadeiras, arbustos e lianas lenhosas (Budowski 1965, Kellman 1970, Gómez-Pompa & Vázquez-Yanes 1981, Ewel 1983, Toky & Ramakrishnan 1983, Finegan 1996, Chazdon 2008). O fechamento do dossel e a consequente redução da disponibilidade de luz sinaliza o início da Fase 2, de 10 a 25 anos, em que ocorre a exclusão das espécies de árvores, lianas e arbustos intolerantes à sombra. O crescimento rápido em área basal e altura das primeiras árvores colonizadoras favorece o estabelecimento de árvores tolerantes à sombra e de palmeiras que são dispersas, na vegetação circundante, por aves e mamíferos (Chazdon, 2008). Em torno de 25 anos após o início do processo sucessional, inicia-se nova mudança na composição e abundância de espécies de árvores (Chazdon, 2008). Durante o longo estágio de reinício do subosque, árvores pioneiras do dossel de idade avançada começam a morrer, formando clareiras na cobertura que tornam mais heterogênea a disponibilidade de luz. Este estágio está associado a uma renovação das espécies do dossel, em contraste com o estágio anterior de exclusão das intolerantes à sombra que corresponde a uma renovação das espécies do subosque. O estágio de floresta madura começa com a morte das últimas árvores pioneiras restantes, estabelecidas durante o estágio de iniciação do povoamento (Wirth *et al.* 2009, Chazdon 2012). Este estágio apresenta a maior diversidade de árvores e epífitas e constitui a Fase 3, de 25 a 200 anos, a mais longa fase de sucessão florestal (Chazdon 2008).

Interações e sucessão

As plantas têm características morfológicas e fisiológicas particulares que podem atrair alguns grupos de visitantes florais em detrimento de outros (Bosch *et al.* 1997, Martins & Batalha 2007), definindo o estabelecimento de interação planta-animal (Faegri & Pijl 1979, Waser 1983, Martins & Batalha 2007). Os recursos florais atrativos garantem a presença e a fidelidade dos polinizadores às flores (Borges 2000, Martins & Batalha 2007). Os polinizadores são capazes de distinguir

diferenças florais e têm preferências por algumas cores, formas, tamanhos e odores (Levin & Anderson 1970, Martins & Batalha 2007).

As flores utilizam uma série de sinais envolvidos na atração dos visitantes. Estes sinais se relacionam principalmente com a maneira como os visitantes percebem as flores e podem estar associados às características da flor que incluem, por exemplo, tamanho, simetria, cores e perfumes (Goulson 1999, 2000; Gegeer & Lavery 2001; Andersson *et al.* 2002; Grindeland *et al.* 2005). A forma e o tamanho são parâmetros florais que têm sido utilizados nos estudos em nível de comunidade por revelarem implicações importantes, não apenas na relação planta-polinizador, mas também por influenciarem no sucesso reprodutivo da planta (Barbosa 1997, Faria Júnior & Santos 2006). A morfologia floral pode tanto excluir visitantes quanto atrair potenciais polinizadores, seja pela relação interdependente entre o tamanho das flores e os polinizadores ou pela ocorrência de diferentes tipos de recompensas florais (Machado & Lopes 2002, Faria Júnior & Santos 2006).

Como a morfologia da flor em relação ao polinizador, a morfologia do fruto também deve estar diretamente relacionada com seus possíveis agentes dispersores. Frutos maduros apresentam diferentes características como cor, presença de alas, deiscência de cápsula e apresentação de semente com arilo, que indicam adaptação para a dispersão por diferentes vetores ou síndromes (Morellato & Leitão-Filho 1992, Faria Júnior & Santos 2006).

Padrões de montagem

Uma das grandes questões em ecologia de comunidades é o entendimento de como as comunidades biológicas se organizam no tempo e no espaço. Uma das ferramentas que tem sido utilizadas é o estudo da montagem das comunidades através da distribuição dos atributos fenotípicos no gradiente em estudo (Pillar *et al.* 2009).

A facilitação ou a transposição de filtros ambientais geram similaridade ecológica nas espécies que compõem uma dada comunidade local, conduzindo à agregação fenotípica (Webb *et al.* 2002). Comunidades submetidas a um papel maior deste tipo de força organizadora tendem a exibir menor variação de atributos fenotípicos. Os filtros caracterizados como abióticos determinam se uma espécie estará presente por apresentar os traços necessários para colonizar, se estabelecer

e persistir em um determinado habitat e tendem a direcionar as semelhanças de traços necessárias à adaptação às condições físicas (Weiher *et al.* 2011). Entretanto as interações bióticas como a competição dificultam a coexistência de espécies ecologicamente similares levando à limitação de similaridade, partição de nicho, complementariedade no uso dos recursos ou mesmo à exclusão competitiva. (Gause 1934, Hutchinson 1959, McArthur & Levins 1967, Chesson 2000). Quando a competição é o principal fator responsável pela distribuição de traços, ocorre dispersão fenotípica (Webb *et al.* 2002).

A montagem de comunidades sucessionais deve estar sob maior ou menor influência de fatores bióticos ou abióticos, dependendo do estágio analisado. Além disto, a própria estocasticidade relacionada à deriva populacional, devido às dinâmicas populacionais de cada espécie, pode explicar boa parte do padrão de distribuição das espécies, processo este que incorpora a importância de processos neutros na organização das comunidades (Hubbell 2001). Há um consenso na literatura de que ambos os padrões de convergência e divergência de traços existem nas comunidades, mas não há consenso sobre os contextos em que a convergência ou divergência de traços seriam mais relevantes (Grime 2006, Wilson 2007, Pillar *et al.* 2009). Uma hipótese é que distúrbios locais favorecem a coexistência entre as espécies e a divergência de traços, enquanto traços da planta relacionados à produtividade seriam menos variáveis em uma escala local, favorecendo assim a expressão de traços convergentes ao longo de gradientes de produtividade (Thompson *et al.* 1996, Grime 2006, Pillar *et al.* 2009).

De fato, florestas sucessionais estão embutidas dentro de uma paisagem regional dinâmica que determina o conjunto de espécies disponíveis para a colonização, a diversidade genética das fontes de sementes, a disponibilidade de polinizadores, herbívoros, agentes de dispersão e patógenos e a probabilidade de perturbações humanas repetidas (Ramakrishnan 1988, Clark 2004, Laurance *et al.* 2004, Malhi & Phillips 2004, Chazdon 2008).

Considerando o contexto apresentado, esta dissertação está dividida em dois capítulos. O primeiro trata da descrição da variação dos traços reprodutivos nos estágios sucessionais em uma Floresta Atlântica do Sul do Brasil. O segundo determina os padrões de convergência e divergência dos traços fenotípicos e os possíveis processos a eles associados.

REFERÊNCIAS

- Andersson S., Nilsson L. A., Groth I. & Bergström G. 2002. Floral scents in butterfly-pollinated plants: possible convergence in chemical composition. *Bot. J. Linn. Soc.* 140(2), 129-153.
- Barbosa A. A. 1997 *Biologia reprodutiva de uma comunidade de Campo Sujo, Uberlândia – MG. Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP.*
- Bosch J., Retana J., Cerdá X. 1997 Flowering phenology, floral traits and pollinator composition in a herbaceous Mediterranean plant community. *Oecologia* 109, 583-591.
- Borges H. B. N. 2000 *Biologia reprodutiva e conservação do estrato lenhoso numa comunidade do cerrado. Ph.D. Thesis – Universidade Estadual de Campinas, Brasil.*
- Budowski G. 1965 Distribution of tropical American rain forest species in the light of successional processes. *Turrialba* 15, 40–42.
- Clark D. A. 2004 Sources or sinks? The responses of tropical forests to current and future climate and atmospheric composition. *Philos. Trans. R. Soc. Lond. B Biol Sci.* 359, 477–491.
- Chazdon R. L. 2008 *Chance and determinism in tropical forest succession. Carson, WP, Schnitzer, SA, Editors, Tropical Forest Community Ecology. Wiley – Blackwell, Oxford, 384-408.*

- Chazdon R. L. 2012. Regeneração de florestas tropicais. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais* 7, 195-218.
- Chesson, P. 2000 Mechanisms of Maintenance of Species Diversity. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.* 31, 343-66.
- Ewel J. J. 1983 Succession. In: GOLLEY, F.B. (ed.), *Tropical Rain Forest Ecosystems*. Elsevier Scientific Publishing Co, Amsterdam, The Netherlands, pp. 217–223.
- Faegri K., Van Der Pijl I. 1979 *The principles of pollination ecology*. Oxford: Pergamon Press. pp. 244.
- Faria Júnior J. E. Q., Santos M. L. 2006 Recursos florais e síndromes de polinização e dispersão de espécies de campo rupestre no Parque Estadual da Serra dos Pirineus, Goiás. Universidade Estadual de Goiás.
- Ferretti A. R., Britez R. M. 2006 Ecological restoration, carbon sequestration and biodiversity conservation: The experience of the Society for Wildlife Research and Environmental Education (SPVS) in the Atlantic Rain Forest of southern Brazil. *J Nat. Conserv.*
- Finegan B. 1996 Pattern and process in neotropical secondary forests: the first 100 years of succession. *Trends Ecol. Evol.* 11, 119–124.
- Gegeer R. J., Laverty T. M. 2001. The effect of variation among floral traits on the flower constancy of pollinators. Pp. 1-20. In: L. Chittka & Thomson, J. D. (eds.) *Cognitive ecology of pollination: animal behaviour and floral evolution*. Cambridge, Cambridge University Press. 344 pp.

Goerck J. M. 1997 Patterns of rarity in the birds of the Atlantic Forest of Brazil.

Conserv. Biol. 11, 112–118.

Gómez-Pompa A., Vázquez-Yanes C. 1981 Successional studies of a rain forest in Mexico. In: West, D.C.; Shugart, H.H.; Botkin, D.B. (eds), Forest Succession: Concepts and Application. Springer-Verlag, New York, pp. 246–266.

Goulson D. 1999. Foraging strategies of insects for gathering nectar and pollen, and implications for plant ecology and evolution. PPEES 2(2), 185-209.

Goulson D. 2000. Are insects flower constant because they use search images to find flowers? Oikos 88(3), 547-552.

Grime J.P. 2006 Trait convergence and trait divergence in herbaceous plant communities: mechanisms and consequences. J. Veg. Sci. 17, 255–260.

Gurevitch J., Scheiner S. M., Fox G. A. 2009 Ecologia Vegetal. 2. ed. - Porto Alegre: Artmed.

Grindeland J. M., Sletvold N. N. & Ims R. A. 2005. Effects of floral display size and plant density on pollinator visitation rate in a natural population of *Digitalis purpurea*. Funct. Ecol. 19(3), 383-390.

Hubbell S. 2001 The Unified Neutral Theory of Biodiversity and Biogeography. Princeton Monographs in Population Biology. Princeton University Press, Princeton.

Kauano *et al.* 2012 Landscape structure in the northern coast of Paraná State. Revista Árvore, v.36 n.5.

- Kellman M. C. 1970 Secondary plant succession in tropical montane Mindanao. Australian National University, Department of Biogeography and Geomorphology, Publ. BG/2, Canberra.
- Laurance W. F., Oliveira A. A., Laurance S. G. 2004 Pervasive alteration of tree communities in undisturbed Amazonian forests. *Nature* 428: 171–175.
- Levin D. A., Anderson W. W. 1970 Competition for pollinators between simultaneously flowering species. *Am. Nat.* 104, 455-467.
- Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>>. Acesso em: 15 Abr. 2014.
- Machado I. C., Lopes A. V. 2002 A polinização em ecossistemas de Pernambuco: uma revisão do estado atual do conhecimento. In: Tabarelli, M.; Silva, J.M.C. (orgs.). *Diagnóstico da Biodiversidade de Pernambuco*. Recife: Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio-Ambiente, Fundação Joaquim Nabuco e Editora Massangana, pp. 583-596.
- Malhi Y., Phillips O.L. 2004 Tropical forests and global atmospheric change: a synthesis. *Philos. Trans. R. Soc. Lond. B Biol Sci.* 359: 549–555.
- Martins F. Q., Batalha M.A. 2006 Pollination systems and floral traits in Cerrado woody species of the upper Taquari region (Central Brazil). *Braz. J. Biol.* 66 (2A), 543-552.
- Macarthur R. H., Levins R. 1967 The limiting similarity, convergence and divergence of coexisting species. *Am. Nat.* 101, 377-85.
- Metzger J. P. 2000 Tree functional group richness and landscape structure in a Brazilian tropical fragmented landscape. *Ecol. Appl.* 10, 1147-1116.

- Metzger J. P., Martensen A. C., Dixo M., Bernacci L. C., Ribeiro M. C., Teixeira A. M. G, Pardini R. 2009 Time-lag in biological responses to landscape changes in a highly dynamic Atlantic forest region. *Biol. Conser.* 142, 1166–1177.
- Mittermeier R. A., Myers N., Robles Gil P., Mittermeier C. C. 1999 Hotspots. Agrupación Sierra Madre, CEMEX, Mexico City.
- Morellato L. P. C., Leitão-Filho H. F. 1992 Padrões de frutificação e dispersão na Serra do Japi. In: Morellato L. P. C. (org.). *História Natural da Serra do Japi: Ecologia e preservação de uma área florestal no sudeste do Brasil*. Campinas: Editora da Universidade Estadual de Campinas, pp. 112 -139.
- Pillar V. D., Duarte L. S., Sosinski E. E., Joner F. 2009 Discriminating trait-convergence and trait-divergence assembly patterns in ecological community gradients. *J. Veg. Sci.* 20, 334–348.
- Ramakrishnan P. S. 1988 Sustainable development, climate change, and tropical rain forest landscape. *Clim. Chang.* 39, 583–600.
- Ranta P., Blom T., Niemela J., Joensuu E., Siitonen M. 1998 The fragmented Atlantic rain forest of Brazil: size, shape and distribution of forest fragments. *Biodivers. Conserv.* 7, 385–403.
- Ribeiro M. C., Metzger J. P., Martensen A. C., Ponzoni F. J., Hirora M. M. 2009 The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for Conservation. *Biol. Conserv.* 142, 1141-1153.
- Silva W. G. S., Metzger J. P., Simões S., Simonetti C. 2007 Relief influence on the spatial distribution of the Atlantic Forest cover at the Ibiúna Plateau, SP. *Braz. J. Biol.* 67, 403–411.

- Toky O. P., Ramakrishnan P. S. 1983 Secondary succession following slash and burn agriculture in north-eastern India. I. Biomass, litterfall, and productivity. *J. Ecol.* 71, 735–745.
- Thompson K., Hillier S. H., Grime J.P., Bossard C. C., Band S. R. 1996 A functional analysis of a limestone grassland community. *J. Veg.Sci.* 7, 371–380.
- Viana V. M., Tabanez A. A. J., Batista J. L. 1997 Dynamic and restoration of forest fragments in the Brazilian Atlantic moist forest. In: Laurance W., Bierregaard R. (Eds.), *Tropical Forest Remnants: Ecology, Management, and Conservation of Fragmented Communities*. The University of Chicago Press, Chicago and London, pp. 351–365.
- Waser N. M. 1983 The adaptive nature of floral traits: ideas and evidence. pp. 241-285. In: Real L. (ed.), *Pollination biology*, Academic, New York.
- Webb C. O., Ackerly D. D., McPeck M. A., Donoghue M. J. 2002. Phylogenies and community ecology. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 33, 475–505.
- Weiher E., Freund D., Bunton T., Stefanski A., Lee. T., Bentivenga S. 2011. Advances, challenges and a developing synthesis of ecological community assembly theory. *Philos. Trans. R. Soc. B-Biol Sci* 366, 2403–2413.
- Wilson J. B. 2007 Trait-divergence assembly rules have been demonstrated: limiting similarity lives! A reply to Grime. *J. Veg. Sci.* 18, 451–452.
- Wirth C., Messier C., Bergeron Y., Frank D., Fankhanel A. 2009 Old-growth forest definitions: a pragmatic view. In: Wirth, C.; Gleixner, G.; Heimann, M. (Eds.): *Old-growth forests: function, fate and value*. Springer, New York, 207: 11-33, 2009.

CAPÍTULO 1

Variação de traços reprodutivos de plantas lenhosas durante a sucessão florestal na Floresta Atlântica*

*Artigo organizado conforme normas da Revista BIOTROPICA – Journal of the Association for Tropical Biology and Conservation.

RESUMO

Florestas sucessionais estão embutidas dentro de uma paisagem regional dinâmica que determina o conjunto de espécies disponíveis para a colonização e disponibilidade de polinizadores e dispersores. Durante o processo sucessional as florestas apresentam um enriquecimento gradual de espécies e um aumento em complexidade estrutural e funcional. Este trabalho teve por objetivo caracterizar os traços reprodutivos relacionados à polinização e à dispersão em um gradiente sucessional, em uma área de Mata Atlântica. O levantamento das espécies foi realizado em estudo prévio, em áreas sucessionais oriundas de regeneração natural, em 55 parcelas com 14 metros de raio e idades variando entre 2 e 80 anos. Em relação à polinização, as características reprodutivas utilizadas para o estudo foram sistemas de polinização, biologia floral, recurso floral e sistema sexual. Em relação a traços de dispersão foram analisados sistema de dispersão, tipo, cor e tamanho de diásporo, números de sementes por diásporo e tamanho das sementes. Observou-se a predominância de abelhas como agentes polinizadores, de flores abertas, hermafroditas e que disponibilizam o pólen como principal recurso. O sistema de dispersão biótico também predominou, assim como diáporos do tipo seco, de cor preto/roxo, de tamanho médio, com poucas sementes por diásporo e sendo estas sementes de tamanho médio. Os traços sistema de polinização abiótico, tipo floral funil/sino, sistema sexual dióico e hermafrodita e diásporo de tamanho pequeno variaram durante a sucessão florestal. As variações de traços reprodutivos apresentadas aqui indicam que para alguns traços há uma mudança direcional associada com as mudanças sucessionais da Floresta Atlântica.

Palavras-chave: Dispersão; Polinização; Regeneração natural.

INTRODUÇÃO

Durante o processo sucessional as florestas apresentam um enriquecimento gradual de espécies e um aumento em complexidade estrutural e funcional (Wirth *et al.* 2009, Chazdon 2012). Campos que inicialmente substituem as clareiras abandonadas se transformam em florestas jovens regenerantes, dominadas por espécies de árvores pioneiras de crescimento rápido e alta dispersão (Wirth *et al.* 2009, Chazdon 2012). Com o tempo, espécies de plantas e animais característicos de florestas primárias ou secundárias mais tardias próximas vão substituindo, aos poucos, as espécies pioneiras. Dependendo da longevidade de cada espécie de árvore colonizadora da fase inicial, florestas podem ser restabelecidas dentro de 100 a 200 anos (Wirth *et al.* 2009, Chazdon 2012).

As relações entre planta e polinizador e planta e dispersor são muito importantes na estruturação de comunidades, pois podem influenciar a distribuição espacial, a riqueza e a abundância de espécies, a estrutura trófica e a fenodinâmica (Janzen 1970, Smith 1973, Heithaus 1974, Bawa *et al.* 1985, Yamamoto *et al.* 2007). Apesar deste papel central na estruturação das comunidades, a maioria das pesquisas sobre as interações planta-polinizador tenderam a se concentrar em uma única espécie ou guildas de plantas relacionadas e seus polinizadores, dando pouca atenção ao contexto maior de comunidade (Waser *et al.* 1996, Albrecht *et al.* 2010).

A interação entre a flor e os animais que a visitam é estabelecida quando o visitante procura algum recurso, o qual geralmente consiste em busca por alimento para o próprio indivíduo ou para alimentação da sua prole (Westerkamp 1996). Fatores como competição por polinizadores (como mostrado por Levin & Anderson 1970, Mosquin 1971, Frankie 1975 e Parrish & Bazzaz 1979) e a consequente redução do fluxo de pólen dentro das espécies, que pode resultar na redução da produção de sementes ou sementes inviáveis (Levin & Berube

1972, Heinrich 1975, Reader 1975, Waser 1977, Parrish & Bazzaz 1979), podem ser importantes na seleção para a diferenciação de nicho no uso de polinizadores. Uma polinização bem sucedida permite a formação do fruto e da semente, enquanto que o conjunto de características dos frutos como tamanho, cor, forma, consistência e acessibilidade são, em geral, associados ao modo de dispersão de suas sementes (Galetti *et al.* 2003).

Do ponto de vista fitocêntrico, a teoria de nicho prevê que as plantas de comunidades maduras devem ser mais especializadas (ter nichos de polinizadores mais estreitos) que espécies de comunidades pioneiras, pois maior densidade e riqueza de espécies de plantas é esperada (Albrecht *et al.* 2010). Isto deve resultar em uma maior competição interespecífica e então uma reduzida sobreposição de nicho, ao menos em sistemas saturados (Parrish & Bazzaz 1979). Em contraste, maior imprevisibilidade na disponibilidade de polinizadores deve favorecer um uso mais generalizado de polinizadores pelas plantas (Waser *et al.* 1996, Albrecht *et al.* 2010) em estádios sucessionais iniciais, em comparação com as comunidades de estádios sucessionais tardios. Já, os polinizadores são beneficiados com o aumento da especialização apenas se isto estiver associado com o aumento da eficiência do uso do recurso ou redução da competição interespecífica, por exemplo, através do tempo de forrageio (Heinrich 1976, Pyke 1984, Albrecht *et al.* 2010). No entanto, se os recursos são similares e acessíveis, a teoria de forrageamento ótimo prevê que, com um aumento esperado na diversidade de recursos de plantas durante a sucessão, polinizadores deveriam ser mais generalizados em estágios maduros para minimizar o tempo de forrageamento (Heinrich 1976, Pyke 1984, Waser *et al.* 1996, Bluthgen *et al.* 2007, Albrecht *et al.* 2010). Além disto, que a diminuição dos recursos providos por cada espécie de plantas deve resultar em um aumento na amplitude da dieta (MacArthur & Pianka 1966, Albrecht *et al.* 2010). Assim também, o aumento da densidade de polinizadores durante a sucessão pode resultar em um esgotamento

mais rápido de recursos florais e, como consequência, também levar a uma maior amplitude da dieta de polinizadores individuais (Fontaine *et al.* 2008, Albrecht *et al.* 2010).

Além da polinização, variação nos traços reprodutivos associados ao sistema de dispersão é também esperada durante o processo sucessional. No início da sucessão, na ausência de vegetação remanescente, o vento têm um papel relevante na dispersão de espécies de sementes pequenas (Chazdon 2012). Uma vez que se formem poleiros, as aves frugívoras tornam-se visitantes frequentes e aumentam a diversidade taxonômica, morfológica e funcional das sementes que chegam às florestas em regeneração (Chazdon 2012). À medida que a vegetação regenerante vai se desenvolvendo e diversificando, a disponibilidade crescente de recursos para repouso e alimentação atrai uma grande variedade de vertebrados pequenos e grandes que carregam consigo os frutos e sementes de espécies primárias das áreas adjacentes (Chazdon 2012). Neste contexto, este trabalho tem por objetivo caracterizar os traços reprodutivos dos sistemas de polinização e dispersão associados com as diferentes fases do processo de sucessão em áreas de Floresta Atlântica do litoral Norte do Paraná.

MÉTODOS

Área de Estudo - O estudo foi realizado na Reserva Natural Rio Cachoeira (25°19'S e 45°42'W) e Reserva Natural Morro da Mina (25°21' S e 48°46' W), ambas inseridas na Área de Proteção Ambiental (APA) de Guaraqueçaba, no município de Antonina, Paraná. As reservas são propriedade da Sociedade de Pesquisa em Vida Selvagem e Educação Ambiental (SPVS) e consistem em áreas degradadas que apresentavam principalmente pastagens com criação de búfalos e áreas de uso agrícola e encontram-se em um processo de regeneração (Ferretti & Brites 2006), resultando em locais com vegetação em diferentes estádios sucessionais. As reservas fazem parte do bioma Floresta Atlântica (Floresta Ombrófila Densa) (Veloso *et al.* 1991) nas subformações Submontana, de Terras Baixas e Aluvial. A região apresenta predominância de florestas (83% da área total), o que indica uma matriz florestal em bom estado de conservação (Kauano *et al.* 2012). A Floresta Ombrófila Densa (68,6 %) e florestas secundárias (9,5%) são as classes mais representativas, já áreas de pastagens (4,2%) ou áreas de solo sem cobertura vegetal (< 1%) ocorrem em menor proporção (Kauano *et al.* 2012). O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cfa, subtropical úmido mesotérmico com temperatura média de 20,6°C, precipitação média anual de 2.517 mm, sem estações secas definidas e geadas pouco frequentes (IPARDES 2001).

O levantamento das espécies foi realizado em áreas sucessionais, oriundas de regeneração natural, em 53 parcelas com 14 m de raio (oito parcelas em cada faixa de idade até 50 anos e cinco parcelas em 80 anos). As parcelas com idades de 2 a 3 anos, 4 a 5 anos, 6 a 7 anos, 8 a 10 anos foram consideradas como pertencentes à Fase 1 do processo sucessional, de acordo com Chazdon (2008); as parcelas com 15 a 25 anos foram consideradas como pertencentes à Fase 2 e as parcelas com 30 a 50 anos e 80 anos foram consideradas como

pertencentes à Fase 3. Dentro de cada parcela, no raio de 0 a 4 m, todas as plantas maiores que 1,3 m e menores que 5 cm de DAP (diâmetro à altura do peito) foram amostradas. No raio de 0 a 14 m, todas as plantas maiores que 5 cm de DAP foram amostradas. O grupo de parcelas está localizado em diferentes situações de solo (cambissolo, gleissolo e argissolo), relevo (planície e morro/encosta) e tipo de pastagens (*Urochloa humidicola*, *Urochloa mutica*, Poaceae e misto) (Ferretti & Britez 2006, Cheung *et al.* 2010, Liebsch *et al.* 2007).

Categorização dos Traços Reprodutivos - Para cada espécie foram categorizados os traços reprodutivos referentes à polinização e dispersão. Os traços reprodutivos referentes à polinização utilizados foram sistema de polinização, biologia floral (tamanho, tipo floral e recurso) e sistema sexual. Em relação ao recurso só foram utilizados dados referentes ao néctar e pólen devido a dificuldade de obter informações dos demais recursos. Referentes à dispersão foram sistema de dispersão, tipo, cor e tamanho do diásporo e tamanho e número de sementes por diásporo (Tabela 1). Os traços e respectivas categorias foram estabelecidos a partir de Faegri & Van Der Pijl (1979), Endress (1994), Proctor *et al.* (1996), Freitas & Sazima (2006), Girão *et al.* (2007) de Silva & Tabarelli (2000), com algumas modificações.

Os traços reprodutivos tamanho do diásporo, tamanho de semente e número de sementes por diásporo foram obtidos através da análise de exemplares, diásporos e sementes depositados no Herbário do Departamento de Botânica da Universidade Federal do Paraná (UPCB) e de exemplares da coleção de diásporos do Laboratório de Ecologia Vegetal (UFPR), coletados na mesma área de estudo. Sempre que possível, foram mensurados três exemplares de flor e três exemplares de diásporo. Para as espécies dióicas as informações dos traços foram obtidas através da análise de exemplares de flores femininas, exceto *Citharexylum myrianthum*, *Cordia concolor*, *Mollinedia schottiana*, *Pausandra morisiana* e *Tetrorchidium rubrivenium* para as quais foram utilizadas flores masculinas, devido à

ausência de exemplares com flores femininas. A medição do tamanho da corola foi realizada após a reidratação das flores, das quais mediu-se a altura da corola em flores do tipo goela, sino/funil, pincel e tubular e a largura da corola em todos os tipos de flores. Para a categorização do tamanho da corola nas categorias pré-estabelecidas, foram calculadas as médias das três medidas de altura e largura e a maior média entre as duas foi a utilizada para categorização (Tabela 1). Para diásporos e sementes foram medidas a altura e a largura dos mesmos e a maior média, que variou entre altura e largura, foi utilizada para a categorização de tamanho do diásporo e tamanho de semente. O levantamento dos demais traços reprodutivos foi baseado em dados de literatura (Anexo 1).

Análise de dados - A variação na proporção de traços reprodutivos das espécies de acordo com a idade das parcelas foi analisada por regressão. Para a normalização da distribuição dos resíduos, algumas variáveis foram logaritimizadas.

RESULTADOS

Na área de estudo ocorreram 220 espécies de plantas pertencentes a 59 famílias (Anexo 2), cujos traços reprodutivos relacionados à polinização e dispersão foram descritos.

Traços reprodutivos relacionados à polinização – A polinização por abelhas foi o sistema de polinização predominante em todas as idades sucessionais juntamente com pequenos insetos diversos (~ 25%) (Anexo 3). Flores pequenas abertas e que apresentam pólen como principal recurso aos polinizadores também ocorreram em maior proporção e estas proporções foram semelhantes em todas as áreas, independentemente da idade das parcelas. As flores hermafroditas só não predominaram em parcelas com 6-7 anos. Alguns traços variaram entre as parcelas (Tabela 2), sendo que a proporção de espécies polinizadas abioticamente (Fig. 1A) e dióicas (Fig. 1B) diminuíram no decorrer da sucessão. Por outro lado a proporção de espécies com tipo floral funil e sino (Fig. 1C) e com flores hermafroditas (Fig. 1D) apresentaram um aumento durante o processo sucessional. A análise da variação do tipo floral funil/sino foi apresentada, mesmo não apresentando distribuição normal dos resíduos, devido ao fato da relação explicar 45% da variação dos dados.

Traços reprodutivos relacionados à dispersão – Espécies com dispersão biótica, diásporos de tamanho médio, poucas sementes por diásporo e sendo estas sementes de tamanho médio ocorreram em maior proporção e esta proporção foi semelhante em todas as áreas, independentemente da idade das parcelas (Anexo 4). Espécies com diásporos secos e de cor preto /roxo também ocorreram em maior proporção durante o processo sucessional, exceto em parcelas com 80 anos e 6-7 anos, respectivamente. Apenas a proporção de espécies com diásporos pequenos variou entre as parcelas (Tabela 2 e Fig. 1E). Alguns traços apresentaram

variação durante o processo sucessional, porém não foram abordados aqui pois as relações apresentaram uma baixa explicação da variação dos dados ($r^2 < 0,25$) (Tabela 3). Outros estados de caráter, relacionados tanto à polinização quanto à dispersão, não apresentaram variação durante a sucessão (Tabela 3).

DISCUSSÃO

Apesar da predominância de traços observada durante a sucessão, alguns traços, tanto relacionados à polinização quanto à dispersão variaram, sendo que enquanto alguns diminuíram em proporção outros apresentaram um aumento na proporção durante o processo sucessional.

Traços reprodutivos relacionados à polinização - As áreas de Floresta Atlântica no litoral norte do Paraná, com idade pós distúrbio variando entre 2 e 80 anos, são caracterizadas pela predominância de abelhas como agentes polinizadores, flores pequenas, abertas, hermafroditas e que disponibilizam o pólen como principal recurso atrativo aos polinizadores. Aparentemente este é um padrão que pode ser geral para várias florestas, pois padrões semelhantes também foram observados em fragmentos florestais do Cerrado brasileiro, com a maioria das espécies apresentando flores abertas (68%) e pólen como principal recurso (65%), polinizadas principalmente por abelhas (56%) e por pequenos insetos diversos (20%) (Martins & Batalha 2007). Além disto, em geral, as abelhas são os principais polinizadores de áreas tropicais (Bawa 1990, Ramirez & Brito 1992, Martins & Batalha 2007). Em florestas tropicais, muitas espécies têm flores morfológicamente simples, permitindo o acesso de diferentes categorias de visitantes, como abelhas, borboletas, mariposas, moscas e vespas (Bawa 1990, Martins & Batalha 2007). Esta predominância de abelhas e pequenos insetos diversos resultou em uma sobreposição entre estes dois grupos mais freqüentes de polinizadores nestas áreas de Floresta Atlântica, o que está de acordo com a ausência de especificidade que é a condição mais freqüente em diferentes tipos de vegetação (Bawa 1980, Martins & Batalha 2007).

No presente trabalho houve aumento de flores do tipo floral funil/sino no decorrer do processo sucessional, o que poderia indicar aumento de flores com recurso menos acessível, como observado por Lopes *et al.* (2009) em áreas de interior da floresta quando comparadas com habitats mais alterados. Porém, nas áreas sucessionais aqui avaliadas, as flores abertas ocorreram em maior proporção em todas as áreas, independentemente da idade das parcelas. O hermafroditismo foi o sistema sexual predominante desde os estádios sucessionais iniciais até os mais avançados, predominância esta já descrita por Lopes *et al.* (2009). Porém Lopes *et al.* (2009) observou um tendência oposta à aqui reportada, que foi a de um aumento da proporção de sistemas hermafroditas durante a sucessão. Nos fragmentos florestais no Nordeste da Floresta Atlântica, sistemas hermafroditas ocorreram em maior proporção em habitats alterados (ex: 72% em borda de floresta) quando comparados a florestas conservadas (60%) (Lopes *et al.* 2009). No entanto, a paisagem onde ocorrem os fragmentos florestais estudados por Lopes *et al.* (2009) é muito distinta daquela onde as áreas sucessionais aqui estudadas estão. Enquanto a paisagem no Nordeste da Floresta Atlântica é totalmente alterada, composta por uma matriz de plantio de cana-de-açúcar, e os fragmentos são pequenos (Lopes *et al.* 2009), o litoral do Paraná se caracteriza pela presença de grande fragmentos conservados compondo a paisagem (Kauano *et al.* 2012).

Traços reprodutivos relacionados à dispersão - Áreas de Floresta Atlântica no litoral norte do Paraná, com idade pós-distúrbio variando entre 2 e 80 anos, são caracterizadas pela predominância de sistema de dispersão biótico, com uma maior proporção de diásporos do tipo seco, de cor preto/roxo, de tamanho médio, com poucas sementes por diásporo e sendo estas sementes de tamanho médio. Aparentemente estes padrões podem ser comuns para florestas no Neotrópico. Em áreas do bloco sul da Floresta Atlântica brasileira, Liebsch *et al.* 2008, relataram que áreas com 20 anos de idade apresentavam 56% das espécies dispersas por

animais e que em área com 60 anos de idade essa proporção já alcançava aproximadamente 85%. Fragmentos de Floresta Estacional Semidecídua Montana também apresentaram 62% das espécies com síndromes de dispersão zoocóricas (Yamamoto *et al.* 2007), e uma outra área de Floresta Atlântica apresentou uma maior proporção de diásporos preto/roxo e 55% das espécies com apenas uma ou duas sementes por diásporo (Galetti *et al.* 2011).

A predominância de diásporos do tipo seco nos estádios sucessionais está ligada à grande abundância de gêneros como *Alchornea* e *Tibouchina*. A redução de diásporos pequenos observada aqui está provavelmente associadas às mudanças sucessionais que ocorrem na estrutura e composição das florestas. Já a predominância de sementes de tamanho médio contraria a tendência descrita por Chazdon (2012), em que nas primeiras fases da sucessão, as florestas tendem a ser dominadas por espécies de sementes pequenas, enquanto que aquelas de sementes maiores aumentam em importância em estádios mais tardios (Westoby *et al.* 2002, Chazdon 2012).

As variações de traços reprodutivos apresentadas aqui indicam que mesmo ocorrendo a predominância de determinados traços, para alguns traços há uma mudança direcional associada com as mudanças sucessionais da Floresta Atlântica.

REFERÊNCIAS

- Albrecht, M.; Riesen, M.; Sshmid, B. 2010. Plant–pollinator network assembly along the chronosequence of a glacier foreland. *Oikos* 119: 1610–1624.
- Bawa, K. S.; Bulloch, S. H.; Perry, D. R.; Coville, R. E. & Grayum, M. H. 1985. Reproduction biology of tropical lowland rain forest tree. II. Pollination system. *Am. J. Bot.* 72: 346-356.
- Bawa, K. S. 1990. Plant-pollinator interactions in tropical rain forests. *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, 21: 399-422.
- Blüthgen, N. *et al.* 2007. Specialization, constraints, and conflicting interests in mutualistic networks. – *Curr. Biol.* 17: 341–346.
- Chazdon, R. L. 2008. In: Chance and determinism in tropical forest succession. Carson, WP, Schnitzer, SA, Editors, *Tropical Forest Community Ecology*. Wiley –Blackwell, Oxford: 384-408.
- Chazdon, R. L. 2012. Regeneração de florestas tropicais. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais* 7(3): 195-218.
- Cheung, K.C., Liebsch D., Marques M.C.M. 2010. Forest recovery in newly abandoned pastures in southern Brazil: implications for the Atlantic rain forest resilience. *ABECO* 8: 66-70.
- Endress, P. K. 1994. *Diversity and evolutionary biology of tropical flowers*. Cambridge: Cambridge University Press. pp. 511.
- Faegri, K.; Van Der Pijl. L979. *The principles of pollination ecology*. Oxford: Pergamon Press. pp. 244.

- Ferretti, A. R.; Britez, R. M. 2006. Ecological restoration, carbon sequestration and biodiversity conservation: The experience of the Society for Wildlife Research and Environmental Education (SPVS) in the Atlantic Rain Forest of southern Brazil. *Nature Conservation*, doi:10.1016/j.jnc.2006.04.006.
- Fontaine, C. *et al.* 2008. Generalist foraging of pollinators: diet expansion at high density. *J. Ecol.* 96: 1002–1010.
- Freitas, L.; Sazima, M. 2006. Pollination biology in a tropical high-altitude grassland in Brazil: Interactions at the community level. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 93: 465–516.
- Galetti, M.; Pizo, M. A.; Morellato, L. P. C. 2011. Diversity of functional traits of fleshy fruits in a species-rich Atlantic rain forest. *Biota Neotropica.*, 11.
- Girão, L. C.; Lopes, A. V.; Tabarelli, M.; Bruna, E. M. 2007. Changes in tree reproductive traits reduce functional diversity in a fragmented Atlantic Forest landscape. *Plos One* 2(9): 908.
- Heinrich, B. 1976. The foraging specializations of individual bumblebees. *Ecol. Monogr.* 46: 105–128.
- Heithaus, E.R. 1974. The role of plant-pollinator interactions in determining community structure. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 61: 675-691.
- IPARDES – Instituto Paranaense de Desenvolvimento Social. 2001. Zoneamento da Área de Proteção Ambiental de Guaraqueçaba. IPARDES, Curitiba.
- Janzen, D.H. 1970. Herbivores and the tree species in tropical forest. *Am. Nat.* 104: 501-528.
- Kang, H. & Bawa, K.S. 2003. Effects of successional status, habit, sexual systems, and pollinators on flowering patterns in tropical rain forest trees. *Am. J. Bot.* 90: 865–876.

- Kauano E.E., Torezan J.M.D., Cardoso F.C.G., Marques M.C.M. 2012. Landscape structure in the northern coast of Paraná state, a hotspot for the Brazilian Atlantic Forest conservation. *Rev. árvore* 36(5): 961-970.
- Liebsch D., Goldenberg R., Marques M.C.M. 2007. Florística e estrutura de comunidades vegetais em uma cronosequência de Floresta Atlântica no Paraná. *Acta Bot. Bras.* 21: 983-992.
- Lopes, A. V.; Girão, L. C.; Santos, B. A. Peres, C. A.; Tabarelli, M. 2009. Long-term erosion of tree reproductive trait diversity in edge-dominated Atlantic forest fragments. *Biol. Conserv.* 142: 1154–1165.
- MacArthur, R. H. & Pianka, E. R. 1966. On optimal use of a patchy environment. *Am. Nat.* 100: 603–609.
- Martins, F. Q. & Batalha, M. A. 2007. Pollination Systems and Floral Traits in Cerrado Woody Species of the Upper Taquari Region (Central Brazil). *Braz. J. Biol.*, 66(2A): 543-552.
- Opler, P. A.; Baker, H. G.; Frankie, G. W. 1980. Plant reproductive characteristics during secondary succession in Neotropical lowland forest ecosystems. *Biotropica* 12: 40-46.
- Parrish, J. A. D. & Bazzaz, F. A. 1979. Difference in pollination niche relationships in early and late successional plant communities. *Ecology* 60: 597–610.
- Proctor, M.; Yeo, P.; Lack, A. 1996. *The natural history of pollination*. Harper Collins Publishers, London, pp 479.
- Pyke, G. H. 1984. Optimal foraging theory – a critical review. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 15: 523–575.

- Ramirez, N. & Brito, Y. 1992. Pollination biology in a palm swamp community in the Venezuelan central plains. *Bot. J. Linn. Soc.*, 110: 277-302.
- Silva, J. M. C.; Tabarelli, M. 2000. Tree species impoverishment and the future flora of the Atlantic forest of northeast Brazil. *Nature* 404: 72-74.
- Smith, A.P. 1973. Stratification of temperate and tropical forest. *Am. Nat.* 107: 671-683.
- Veloso, H. P.; Rangel-Filho, A. L. R. R.; Lima, J. C. A. 1991. Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística/IBGE, Rio de Janeiro.
- Waser, N. M. *et al.* 1996. Generalization in pollination systems, and why it matters. *Ecology* 77: 1043–1060.
- Westerkamp, C. 1996. Pollen in bee-flower relations: Some considerations on melittophily. *Bot Acta* 109(4): 325-332.
- Westoby, M.; Falster, D. S.; Moles, A. T.; Vesk, P. A.; Wright, I. J. 2002. Plant ecological strategies: some leading dimensions of variation between species. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 33: 125-159.
- Wirth, C.; Messier, C.; Bergeron, Y.; Frank, D.; Fankhanel, A. 2009. Old-growth forest definitions: a pragmatic view. In: Wirth, C.; Gleixner, G.; Heimann, M. (Eds.): *Old-growth forests: function, fate and value*. Springer, New York, 207: 11-33.
- Yamamoto, L. F.; Kinoshita, L. S.; Martins, F. R. 2007. Síndromes de polinização e de dispersão em fragmentos da Floresta Estacional Semidecídua Montana, SP, Brasil. *Acta bot. bras.* 21(3): 553-573.

Tabela 1. Categorização dos traços reprodutivos de plantas.

Traços	Categoria
<u>Polinização</u>	
Sistema de polinização	Abiótico; Abelhas; Beija-flores; Besouros; Borboletas; Esfingídeos; Misto (várias ordens de polinizadores não identificados); Morcegos; Moscas; Vespas; Pequenos insetos diversos
Tamanho (altura e largura da corola)	Inconspícuo (≤ 4 mm); Pequeno ($>4 \leq 20$ mm); Grande ($>20 > 30$ mm)
Recurso	Néctar; Néctar/Pólen; Pólen; Sem recurso
Tipo floral	Aberta; Aclamídea; Bandeira; Funil/Sino; Goela (gullet); Inconspícua (flores ≤ 4 mm); Pínel; Tubular
Sistema sexual	Andromonoica; Dióica; Hermafrodita; Monoica; Monodióica
<u>Dispersão</u>	
Sistema de dispersão	Abiótico; Biótico; Abiótico/Biótico
Tipo de diásporo	Baga; Drupa; Infrutescência; Seco
Cor do diásporo	I) Preto/Roxo; II) Alarajando e vermelho; III) Castanho; IV) Amarelo; V) Verde; VI) Branco
Tamanho do diásporo	Pequeno (< 5 mm); Médio (5 – 15 mm); Grande (> 15 mm)
Número de sementes por diásporo	Poucas (até 10); Muitas (11 a mais de 100)
Tamanho da semente	Pequeno (< 2 mm); Médio (2 – 15 mm); Grande > 15 mm)

Tabela 2 - Traços reprodutivos que apresentaram variação de acordo com a idade pós-distúrbio das áreas de Floresta Atlântica, litoral Norte do Paraná, Brasil.

Traços	Análise de Regressão
Sistemas de polinização	
Abiótico	$r^2 = 0,34; F_{1,51} = 27,83; p < 0,001$
Tipo floral	
Funil/Sino	$r^2 = 0,45; F_{1,51} = 43,70; p < 0,001^*$
Sistema sexual	
Dióico	$r^2 = 0,28; F_{1,50} = 21,27; p < 0,001$
Hermafrodita	$r^2 = 0,34; F_{1,51} = 28,50; p < 0,001$
Tamanho do diásporo	
Pequeno	$r^2 = 0,36; F_{1,51} = 30,26; p < 0,001$

* Análise de variação apresentada, mesmo não apresentando distribuição normal dos resíduos, devido ao fato da relação explicar 45% da variação dos dados.

Tabela 3 - Traços reprodutivos que não apresentaram variação de acordo com a idade pós-distúrbio das áreas de Floresta Atlântica, litoral Norte do Paraná, Brasil.

Traços	Análise de Regressão
Sistemas de polinização	
Abelhas	$r^2 = 0,16$; $F_{1,51} = 11,47$; $p = 0,001^*$
Beija-flores	$r^2 < 0,01$; $F_{1,51} = 0,71$; $p = 0,402$
Besouros	$r^2 = - 0,01$; $F_{1,51} = 0,40$; $p = 0,529$
Borboletas	$r^2 = - 0,01$; $F_{1,51} = 0,20$; $p = 0,649$
DSIs	$r^2 = - 0,02$; $F_{1,51} = 0,17$; $p = 0,683$
Esfingídeos	$r^2 = - 0,02$; $F_{1,51} = 0,14$; $p = 0,708$
Morcegos	$r^2 = - 0,01$; $F_{1,51} = 0,31$; $p = 0,576$
Moscas	$r^2 = - 0,02$; $F_{1,51} = 0,12$; $p = 0,733$
Vespas	$r^2 = 0,09$; $F_{1,51} = 6,08$; $p = 0,017^*$
Tamanho da corola	
Inconspícua	$r^2 = 0,02$; $F_{1,51} = 2,02$; $p = 0,161$
Pequeno	$r^2 = 0,24$; $F_{1,51} = 17,76$; $p < 0,001^*$
Grande	$r^2 = 0,08$; $F_{1,51} = 5,63$; $p = 0,021^*$

Recurso

Néctar $r^2 = -0,02; F_{1,51} < 0,01; p = 0,989$

Néctar/pólen $r^2 = 0,09; F_{1,51} = 6,24; p = 0,016^*$

Pólen $r^2 = 0,07; F_{1,51} = 4,94; p = 0,031^*$

Sem recurso $r^2 = -0,02; F_{1,51} = 0,03; p = 0,852$

Tipo floral

Aberta $r^2 = 0,02; F_{1,51} = 2,00; p = 0,163$

Aclamídea $r^2 = 0,09; F_{1,51} = 6,48; p = 0,014^*$

Bandeira $r^2 = -0,01; F_{1,51} = 0,68; p = 0,412$

Inconspícua $r^2 = -0,02; F_{1,51} = 0,01; p = 0,940$

Pincel $r^2 = 0,01; F_{1,51} = 1,49; p = 0,228$

Tubular $r^2 = -0,01; F_{1,51} = 0,69; p = 0,411$

Sistema sexual

Andromonóica $r^2 = -0,01; F_{1,51} = 0,35; p = 0,555$

Monóica $r^2 = 0,04; F_{1,51} = 3,38; p = 0,072$

Monodióica $r^2 = -0,01; F_{1,51} = 0,71; p = 0,402$

Sistemas de dispersão

Abiótico $r^2 = 0,09; F_{1,51} = 6,40; p = 0,014^*$

Abiótico/Biótico $r^2 = - 0,01; F_{1,51} < 0,01; p = 0,948$

Biótico $r^2 = 0,09; F_{1,51} = 6,52; p = 0,014^*$

Tipo de diásporo

Baga $r^2 = 0,09; F_{1,51} = 6,41; p = 0,014^*$

Drupa $r^2 = - 0,01; F_{1,51} = 0,93; p = 0,339$

Infrutescência $r^2 < 0,01; F_{1,51} = 1,00; p = 0,321$

Seco $r^2 = 0,09; F_{1,51} = 6,35; p = 0,015^*$

Cor do diásporo

Alarajando e vermelho $r^2 = - 0,05; F_{1,51} = 3,84; p = 0,056$

Amarelo $r^2 = - 0,031; F_{1,51} = 2,71; p = 0,106$

Castanho $r^2 = - 0,02; F_{1,51} = 2,07; p = 0,156$

Verde $r^2 = 0,10; F_{1,51} = 7,19; p < 0,001^{**}$

Preto/roxo $r^2 = 0,12; F_{1,51} = 8,38; p = 0,006^*$

Tamanho do diásporo

Médio $r^2 = 0,08; F_{1,51} = 6,05; p = 0,017^*$

Grande $r^2 = -0,01; F_{1,51} = 1,47; p = 0,231$

Quantidade sementes por diásporo

Poucas $r^2 = 0,19; F_{1,51} = 13,61; p < 0,001^*$

Muitas $r^2 = 0,19; F_{1,51} = 13,56; p < 0,001^*$

Tamanho de semente

Pequeno $r^2 = 0,14; F_{1,51} = 9,55; p = 0,003$

Médio $r^2 = -0,02; F_{1,51} = 0,11; p = 0,742$

Grande $r^2 = 0,21; F_{1,51} = 15,31; p < 0,001^{**}$

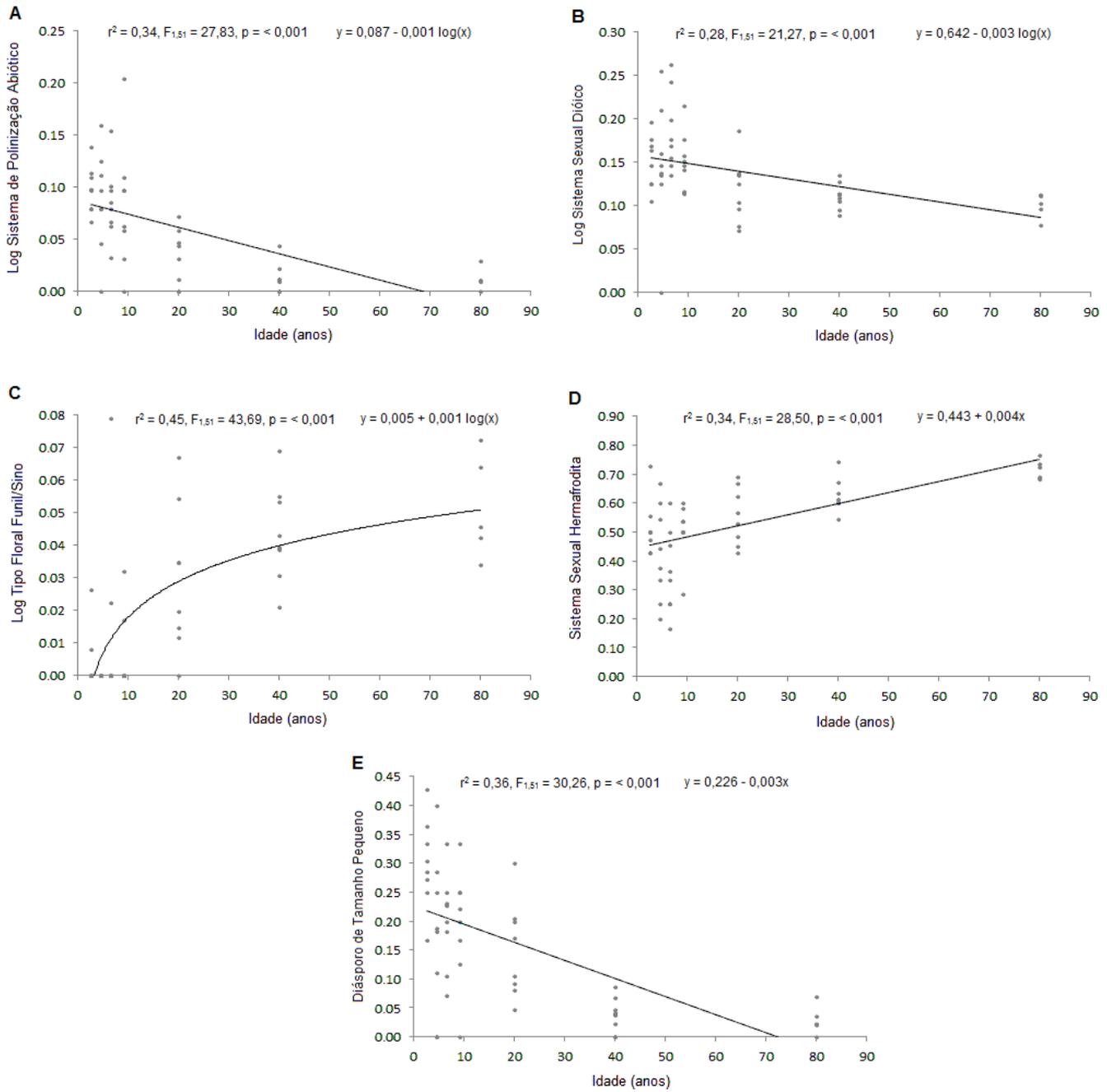
* Traços que apresentaram variação durante a sucessão florestal, porém as relações apresentaram uma baixa explicação da variação dos dados ($r^2 < 0,25$).

** Traços que apresentaram variação durante a sucessão florestal, porém as relações apresentaram uma baixa explicação da variação dos dados ($r^2 < 0,25$) e também não apresentaram distribuição normal dos resíduos mesmo tendo seus dados logaritizados.

Legenda das figuras

FIGURA 1- Relação entre a idade pós-distúrbio e proporção de espécies em cada um dos traços reprodutivos cujas proporções variaram de acordo com a idade pós distúrbio das áreas de Floresta Atlântica, litoral Norte do Paraná, Brasil. (A) Sistema de polinização abiótico; (B) Sistema sexual dióico; (C) Tipo floral funil/sino; (D) Sistema sexual hermafrodita (E) Diásporo de tamanho pequeno.

Figura 1



Anexo 1 – Referências bibliográficas utilizadas na obtenção dos traços reprodutivos.

- Andrade, M.A. 2003. Árvores zoocóricas como núcleos de atração de avifauna e dispersão de sementes. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, p. 91.
- Borgo, M. 2010. A Floresta Atlântica do litoral norte do Paraná, Brasil: aspectos florísticos, estruturais e estoque de biomassa ao longo do processo sucessional. Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná.
- Borgo, M. *et al.* 2011. Espécies arbóreas de um trecho de Floresta Atlântica do município de Antonina, Paraná, Brasil. *Floresta*, Curitiba, PR, v. 41, n. 4, p. 819 - 832.
- Carvalho, P.R.C. 2003. Espécies Arbóreas Brasileiras. Embrapa Informação Tecnológica, Volume 1. Brasília DF.
- Carvalho, P.R.C. 2006. Espécies Arbóreas Brasileiras. Embrapa Informação Tecnológica, Volume 2. Brasília DF.
- Carvalho, P.R.C. 2008. Espécies Arbóreas Brasileiras. Embrapa Informação Tecnológica, Volume 3. Brasília DF.
- Das Chagas, F.; SoaresSilva, L. H. 2000. Arboreal flora of the Godoy Forest State Park, Londrina, PR. Brazil. *Edinburgh Journal of Botany*, 57, pp 107-120.
- Goldenberg, R.; Pereira, T. S. 1996. Biologia Reprodutiva de *Miconia cinnamomifolia* (Mart. Xe DOC) Naudin e *M. Sadanhai Cogn* (Melastomataceae) em Poço da Antas, Rio de Janeiro. In: Congresso Nacional de Botânica, 47., 1996. Nova Friburgo. Resumos. Rio de Janeiro: Sociedade Botânica do Brasil, p. 406.
- Guix, J. C.; Ruiz, X. 1995. Toucans and thrushes as potencial dispersers of seed predatory weevil larvae in southeastern Brazil. *Can. J. Zoo.*, Ottawa, v. 73, n. 4, p. 745-748.

- Kalil Filho, A. N.; Santos, A. F.; Carvalho, A. P.; Medeiros, A. C.; Ferreti, A. R.; Nogueira, A. C.; Ferreira, C. A.; Carvalho, P. E. R. 2002. Espécies recomendadas para a restauração da Mata Atlântica. In: Galvão, A. P. M.; Medeiros, A. C. S. (Ed.) A restauração da Mata Atlântica em áreas de sua primitiva ocorrência natural. Colombo: Embrapa Florestas, p. 76-100.
- Klein, R. M. 1984. Flora Ilustrada Catarinense. Meliáceas. Itajaí, 1984.
- Kuhlmann, M.; Kuhn, E. 1947. A flora do distrito de Ibiti. São Paulo. Instituto de Botânica, p. 221.
- Leite, J. A. C. 2001. Divergência genética morfométrica e potencial germinativo de *Syagrus romanzoffiana*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, p. 86.
- Lima, M. P. M. 1985. Morfologia dos frutos e sementes dos gêneros da tribo Mimoseae (Leguminosae - Mimosoideae) aplicada a sistemática. Rodriguésia, 37(62): 53-78.
- Mamede-Costa, A. C.; Godoi, S. 1998. Consumption of *Syagrus romanzoffiana* (Arecaceae) fruits, by black lion tamaris (*Leontopithecus chrysopygus*) in South-Easterns, Brazil. Mammalia 62(2): 310-313.
- Mattos, N. F. 1979. O gênero *Andira* Lam. (Leguminosae Papilionoidae) no Brasil. Acta Amazônica 9(2): 241-266.
- Mantovani, W.; Martins, F. R. 1993. Florística do Cerrado na Reserva Biológica de Moji Guaçu, SP. Acta bot. bras. 7 (1): 33-60.
- Marques, M. C. M.; Britez, R. M. 2005. História Natural e Conservação da Ilha do Mel. Editora UFPR. Curitiba.
- Mikich, S. B.; Silva, S. M. 2001. Composição florística e fenologia das espécies zoocóricas de remanescentes de floresta estacional semidecidual no centro-oeste do Paraná, Brasil. Acta bot. bras. 15 (1): 89-113.

- Moraes, P. L. R. 1992. Espécies utilizadas na alimentação no mono-carvoeiro (*Brachyteles arachnoides*) no Parque Estadual de Carlos Botelho. Revista do Instituto Florestal, São Paulo, v. 4, pt 4, p. 1206-1208, 1992. Edição dos Anais do 2 Congresso Nacional sobre Essencial Nativas, São Paulo.
- Morellato, L. P. C. 1991. Estudos de fenologia de árvores, arbustos e lianas de uma floresta semi-decídua no sudeste do Brasil. Tese - Universidade Estadual de Campinas.
- Pennington, R. T. 2003. Monograpy of *Andira* (Leguminosae-Papilionoidae). Ann Arbor: The American Society of Plant Taxonomists, p.143.
- Pereira, T. S.; Andrade, A. C. S. 1995. Maturação fisiológica de *Miconia cinnamomifolia* (DC) Naund. Informativo Abrates, Brasília, v.5, n. 2p. 167.
- Pereira, T. S.; Mantovani, W. 2000. Maturação e Dispersão de *Miconia cinnamomifolia* (DC) Naund. In: Congresso Nacional de Botânica, Brasília, 51, 2000. Resumos. Brasília: Sociedade Botânica do Brasil, p. 175-176.
- Pirani, J. R.; Cortopassi-Laurino, M. 1992. Flores e abelhas em São Paulo. São Paulo: EDUSP: FAPESP, p.192.
- Reitz, R. 1974. Flora Ilustrada Catarinense. Bignoniaceae. Itajaí.
- Reitz, R. 1988. Flora Ilustrada Catarinense. Euforbiáceas. Itajaí.
- Rocca, M. A. A.; Sazima, M. 1999. Biologia floral e visitantes de *Citharexylum myrianthum* Cham (Verbanaceae). In: Congresso Nacional de Botânica, Blumenau,1999. Programa de Resumos Sociedade Botânica do Brasil: Universidade Regional de Blumenau, p. 207.
- Secco, R. S. 1987. Revisão taxonômica das espécies neotropicais da tribo Alchorneae (Hurusawa) Hutchinson (Euphorbiaceae). Tese (Doutorado em Botânica). Universidade de São Paulo, SP, f.484.

- Spina, A. P.; Ferreira, W. M.; Leitão-Filho, H. F. 2001. Floração, frutificação e síndromes de dispersão de uma comunidade de floresta de brejo na região de Campinas (SP). *Acta bot. bras.*, 15(3): 349-368.
- Takeda, I. J. M.; Farago, P. V. 2001. *Vegetação do Parque Estadual de Vila Velha*. Vol. 1. Curitiba.
- Steinbach, F.; Longo, A. N. 1992. Lista preliminar das espécies da flora apícola nativa da Fazenda Faxinal. *Revista do Instituto Florestal, São Paulo*, v. 4, pt. 1, p. 347-34. Edição de Anais do 2 Congresso Nacional sobre Essências Nativas, São Paulo, 1992.
- Vattimo, I. 1956. Nota prévia sobre as espécies de *Ocotea aubl.* que ocorrem no estado do Paraná (Lauraceae). *Arquivos do Serviço Florestal, Rio de Janeiro*, p.109-117.
- Wanderley, M. G. L.; Shepherd, G. J.; Melhem, T. S.; Giulieta, A. M.; Martins, S. E. 2009. *Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo*. Vol 6. São Paulo. Instituto de Botânica, FAPESP.
- Weiser, V. L.; Godoy, S. A. P. 2001. Florística em um hectare de Cerrado stricto sensu na ARIE - Cerrado Pé-de-Gigante, Santa Rita do Passa Quatro, SP. *Acta bot. bras.* 15(2): 201-212.
- Yamamoto, L. F.; Kinoshit, L. S.; Martins, F. R. 2007. Síndromes de polinização e de dispersão em fragmentos da Floresta Estacional Semidecídua Montana, SP, Brasil. *Acta bot. bras.* 21(3): 553-573.

Anexo 2 – Ocorrência das espécies e famílias de plantas nas áreas de diferentes idades, RNRC, Antonina, PR.

Famílias e Espécies	Idade das Parcelas (anos)
ANACARDIACEAE	
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	15-25/30-50/80
ANNONACEAE	
<i>Annona dolabripetala</i> Raddi	30-50
<i>Annona neosericea</i> H.Reiner	15-25/80
<i>Rollinia sylvatica</i> (A.St.-Hil.) Mart.	80
<i>Xylopia brasiliensis</i> Spreng.	4-5 /15-25/30-50
AQUIFOLIACEAE	
<i>Ilex dumosa</i> Reissek	15-25
<i>Ilex integerrima</i> (Vell.) Reissek	4-5/6-7/8-10/15-25
ARALIACEAE	
<i>Dendropanax australis</i> Fiaschi & Jung-Mend	15-25
ARECACEAE	
<i>Astrocaryum aculeatissimum</i> (Schott) Burret	30-50/80
<i>Attalea dubia</i> (Mart.) Burret	15-25/30-50
<i>Bactris setosa</i> Mart.	8-10/15-25/30-50/80
<i>Euterpe edulis</i> Mart.	6-7/15-25/30-50/80
<i>Geonoma schottiana</i> Mart.	80
<i>Syagrus rommanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	2-3/4-5/6-7/8-10 /15-25/30-50
APOCYNACEAE	

<i>Tabernaemontana catharinensis</i> A. DC.	30-50
ASTERACEAE	
<i>Vernonanthura beyrichii</i> (Less.) H.Rob.	2-3/4-5/6-7/8-10
<i>Vernonantura puberula</i> (Less.) H.Rob.	15-25
BIGNONIACEAE	
<i>Cybistax antisyphilitica</i> (Mart.) Mart.	2-3/4-5 /6-7
<i>Jacaranda puberula</i> Cham.	2-3/4-5/6-7/8-10/15-25/30-50/80
<i>Tabebuia serratifolia</i> (Vahl) G.Nichols	15-25/80
<i>Tabebuia umbellata</i> (Sond.) Sandwith	15-25
BOMBACACEAE	
<i>Pseudobombax grandiflorum</i> (Cav.) A. Robyns	15-25/30-50
BORAGINACEAE	
<i>Cordia sellowiana</i> Cham.	15-25
<i>Cordia silvestris</i> Fresen	15-25
BURSERACEAE	
<i>Protium kleinii</i> Cuatrec.	30-50/80
CAESALPINACEAE	
<i>Bauhinia forficata</i> Link	6-7/30-50
<i>Copaifera trapezifolia</i> Hayne	30-50
<i>Senna multijuga</i> (Rich.) H.S.Irwin & Barneby	2-3/6-7/8-10/15-25
CANELLACEAE	
<i>Capsicodendrum dinisii</i> (Schwacke) Occhioni	80
CANNABACEAE	
<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	6-7/80

CECROPIACEAE

<i>Cecropia glaziovii</i> Snethl	2-3/4-5/6-7/8-10/15-25/30-50/80
<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	2-3/6-7/8-10/15-25
<i>Coussapoa microcarpa</i> (Schott) Rizzini	2-3 /6-7 /8-10/15-25/30-50/80
<i>Pourouma guianensis</i> Aubl.	30-50/80

CELASTRACEAE

<i>Maytenus alaternoides</i> Reissek	15-25
<i>Maytenus schumanniana</i> Loes.	30-50/80

CHRYSOBALANACEAE

<i>Hirtella hebeclada</i> Moric. ex DC.	30-50 /80
---	-----------

CLENTHACEAE

<i>Clethra scabra</i> Pers	15-25
----------------------------	-------

CLUSIACEAE

<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess	15-25
<i>Garcinia gardneriana</i> (Planch.& Triana) Zappi	15-25/30-50/80

ELAECARPACEAE

<i>Sloanea guianensis</i> (Aubl.) Benth.	15-25/30-50/80
--	----------------

EUPHORBIACEAE

<i>Alchornea glandulosa</i> Poepp. & Endl.	2-3/4-5/6-7/8-10 /15-25/30-50/80
<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll.Arg.	2-3/4-5/6-7 /8-10/15-25/30-50/80
<i>Hyeronima alchorneoides</i> Allemão	2-3/6-7 /8-10 /15-25/30-50 /80
<i>Maprounea brasiliensis</i> A.St.-Hil.	30-50
<i>Pachystroma longifolium</i> (Ness) I.M.Johnst.	80
<i>Pausandra morisiana</i> (Casar) Radlk.	30-50/80

Pera glabrata (Schott) Poepp. ex Baill 2-3/4-5/6-7/8-10/15-25/30-50/80

Sapium glandulatum (Vell.) Pasc 2-3/4-5/6-7/8-10/15-25

Tetrorchidium rubrivenium Poepp. 8-10/15-25/30-50/80

FABACEAE

Andira anthelmia (Vell.) Benth. 2-3/4-5/6-7/8-10 /15-25/30-50

Dahlstedtia pentaphylla (Taub.) Burkart 80

Dalbergia frutescens (Vell.) Britton 8-10

Erythrina speciosa Andrews 2-3/4-5

Machaerium hatschbachii Rudd 2-3/30-50

Machaerium nyctitans (Vell.) Benth 15-25

Myrocarpus frondosus Allemão 80

Plathymiscium floribundum Vogel 30-50

Pseudopiptadenia warmingii (Benth.) G.P. Lewis &
M.P. Lima 6-7 /15-25/30-50

Pterocarpus violaceus Vogel 2-3/6-7/30-50/80

Schizolobium parahyba (Vell.) Blake 2-3 /15-25/80

LAMIACEAE

Vitex polygama Cham. 30-50

LAURACEAE

Aniba firmula (Ness & Mart.) Mez 15-25/30-50

Cryptocaria mandioccana Meisn. 30-50/80

Endlicheria paniculata (Spreng.) J.F. Macbr 30-50/80

Nectandra leucantha Ness 15-25/30-50/80

Nectandra membranacea (Sw.) Griseb 2-3/4-5/6-7/8-10/15-25/30-50/80

<i>Nectandra oppositifolia</i> Ness	4-5/6-7/8-10/15-25/30-50
<i>Ocotea catharinensis</i> Mez	80
<i>Ocotea dispersa</i> (Nees & Mart.) Mez	15-25/30-50
<i>Ocotea nunesiana</i> (Vattimo-Gil) J.B. Baitello	30-50/80
<i>Ocotea odorifera</i> (Vell.) Rohwer	15-25
<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Ness	2-3
<i>Ocotea pulchella</i> (Nees & Mart.) Mez	6-7/15-25
<i>Ocotea teleiandra</i> (Meisn.) Mez	15-25/30-50/80
LECYTHIDACEAE	
<i>Cariniana estrellensis</i> (Raddi) Kuntze	15-25/30-50/80
MAGNOLIACEAE	
<i>Magnolia ovata</i> (A.St.-Hil.) Spreng.	30-50/80
MALPIGHIACEAE	
<i>Bunchosia pallescens</i> Skottsbo	6-7
MALVACEAE	
<i>Triumfetta semitriloba</i> Jacq.	2-3/6-7/8-10
MELASTOMATACEAE	
<i>Clidemia biserrata</i> DC.	4-5/8-10
<i>Clidemia hirta</i> (L.) D. Don	2-3/8-10
<i>Clidemia urceolata</i> DC.	2-3/8-10/15-25
<i>Leandra australis</i> (Cham.) Cogn	2-3/6-7/8-10
<i>Leandra melastomoides</i> Raddi	15-25/30-50
<i>Miconia cabucu</i> Hoehne	2-3/4-5/6-7/8-10/15-25/30-50/80
<i>Miconia cinerascens</i> Miq.	2-3/4-5/6-7/8-10/15-25/30-50/80

<i>Miconia cinnamomifolia</i> (DC.) Naudin	2-3/4-5/6-7/15-25
<i>Miconia cubatanensis</i> Hoehne	15-25
<i>Miconia latecrenata</i> (DC.) Naudin	2-3/8-10/15-25
<i>Miconia tristis</i> Spring	15-25
<i>Ossaea amygdaloides</i> (DC.) Triana	2-3/4-5/6-7/8-10
<i>Ossaea confertiflora</i> (DC.) Triana	4-5
<i>Tibouchina pulchra</i> Cogn.	2-3/4-5/6-7/8-10/15-25/30-50
<i>Tibouchina trichopoda</i> (DC.) Baill	2-3/4-5/6-7/8-10 /15-25

MELIACEAE

<i>Cabrlea canjerana</i> (Vell.) Mart.	15-25/30-50/80
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	2-3/15-25
<i>Guarea macrophylla</i> Vahl	6-7/15-25/30-50/80
<i>Trichilia lepidota</i> Mart.	15-25/30-50/80
<i>Trichilia pallens</i> C.DC.	80

MIMOSACEAE

<i>Inga edulis</i> Mart.	15-25/30-50/80
<i>Inga marginata</i> Willd.	30-50
<i>Inga sellowiana</i> Benth	4-5
<i>Inga sessilis</i> (Vell.) Mart.	4-5 /15-25/30-50
<i>Inga striata</i> Benth	4-5
<i>Mimosa bimucronata</i> (DC.) Kuntze	4-5 /6-7/8-10
<i>Piptadenia paniculata</i> Benth.	15-25

MONIMIACEAE

<i>Mollinedia schottiana</i> (Spreng.) Perkins	15-25/30-50/80
--	----------------

MORACEAE

<i>Brosimum lactescens</i> (S.Moore) C.C. Berg	30-50/80
<i>Ficus adhatodifolia</i> Schott ex Spreng.	2-3/15-25
<i>Ficus enormis</i> Mart. ex Miq.	6-7
<i>Ficus insipida</i> Willd	30-50/80
<i>Sorocea bonplandii</i> (Baill) W.C. Burger et al.	15-25/30-50/80

MYRISTICACEAE

<i>Virola bicuhyba</i> (Schott ex Spreng.) Warb	2-3/15-25/30-50/80
---	--------------------

MYRTACEAE

<i>Calycorectes australis</i> D. Legrand	15-25/80
<i>Calyptanthres eugenipsioides</i> Cambess.	30-50
<i>Calyptranthes grandifolia</i> O. Berg	2-3/8-10/15-25/30-50/80
<i>Calyptranthes lucida</i> Mart. ex DC.	15-25/30-50/80
<i>Calyptranthes strigipes</i> O. Berg	30-50 /80
<i>Campomanesia neriifolia</i> (O. Berg) Nied	80
<i>Eugenia beaurepaireana</i> (Kiaersk.) D. Legrand	30-50
<i>Eugenia brevistyla</i> D. Legrand	15-25/30-50/80
<i>Eugenia burkartiana</i> (D. Legrand) D. Legrand	15-25/30-50/80
<i>Eugenia candolleana</i> DC.	80
<i>Eugenia cerasiflora</i> Miq.	8-10/80
<i>Eugenia cereja</i> D. Legrand	80
<i>Eugenia magnibracteolata</i> Mattos & D. Legrand	80
<i>Eugenia mosenii</i> (Kausel) Sobral	30-50/80
<i>Eugenia multicostata</i> D. Legrand	80

<i>Eugenia obovata</i> O. Berg	80
<i>Eugenia platysema</i> O. Berg	15-25/30-50
<i>Eugenia stigmata</i> DC.	15-25/80
<i>Eugenia subavenia</i> O. Berg	30-50/80
<i>Eugenia uniflora</i> L.	80
<i>Eugenia verticillata</i> (Vell.) Angely	80
<i>Gomidesia flagellaris</i> D. Legrand	80
<i>Gomidesia schaueriana</i> O. Berg	80
<i>Gomidesia spectabilis</i> (DC.) O. Berg	15-25/30-50/80
<i>Marlierea obscura</i> O. Berg	15-25/30-50/80
<i>Marlierea riedeliana</i> (O. Berg) D. Legrand	30-50
<i>Marlierea silvatica</i> (O. Berg) Kiaersk	6-7 /8-10/15-25/30-50/80
<i>Marlierea tomentosa</i> Cambess	15-25/30-50/80
<i>Myrcia bicarinata</i> (O. Berg) D. Legrand	80
<i>Myrcia dilucida</i> G.M. Barroso	30-50
<i>Myrcia glabra</i> (O. Berg) D. Legrand	15-25/30-50
<i>Myrcia multiflora</i> (Lam.) DC.	8-10/15-25
<i>Myrcia pubipetala</i> Miq.	30-50/80
<i>Myrcia racemosa</i> (O. Berg) Kiaersk	15-25/30-50
<i>Myrcia richardiana</i> (O. Berg) Kiaersk	8-10/80
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	15-25/30-50/80
<i>Myrciaria floribunda</i> (H.West ex Willd.) O. Berg	15-25/30-50/80
<i>Neomitranthes glomerata</i> (D. Legrand) D. Legrand	80
<i>Plinia edulis</i> (Vell.) Sobral	80

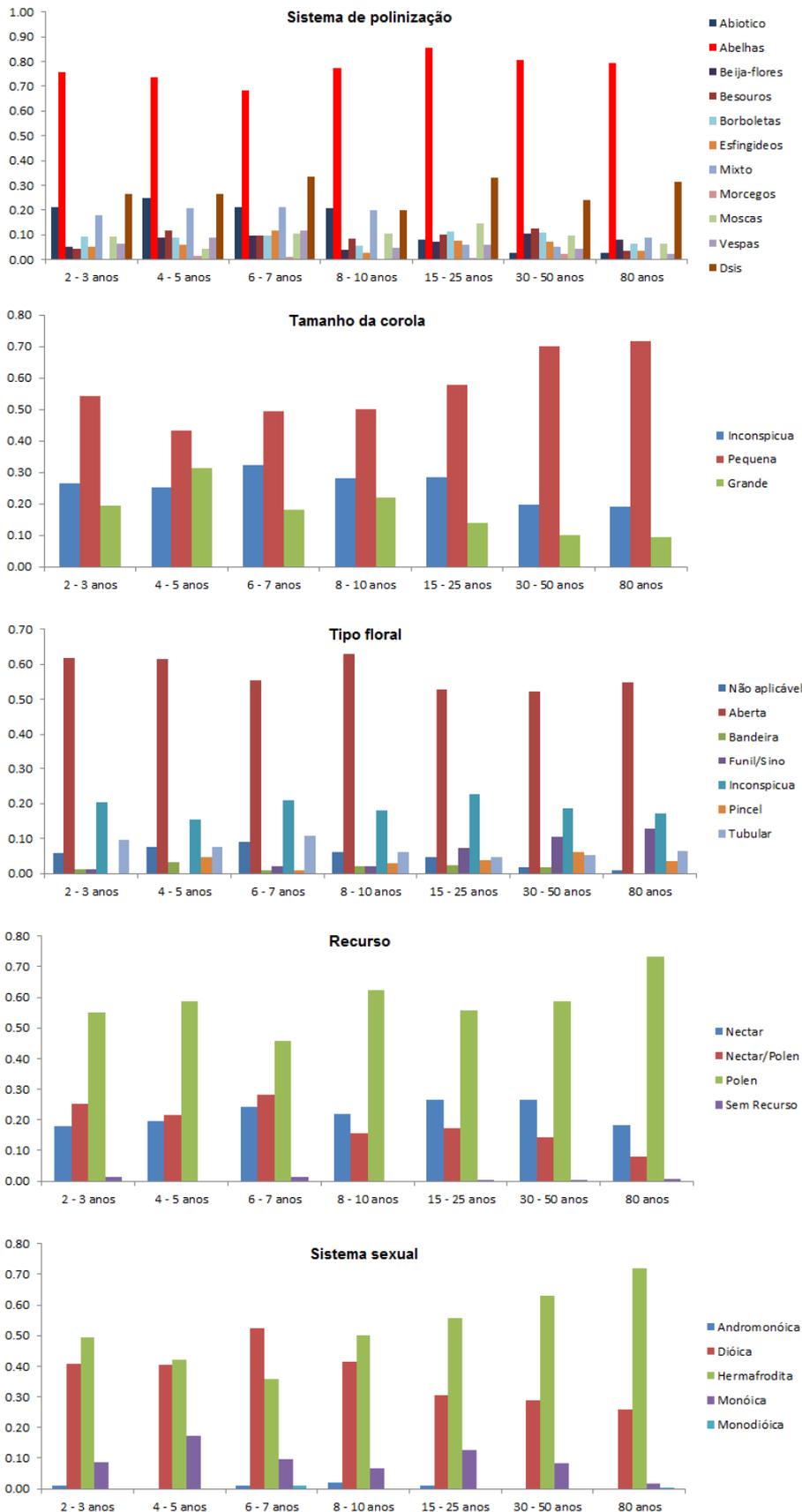
<i>Plinia trunciflora</i> (O. Berg) Kausel	80
<i>Psidium cattleianum</i> Sabine	2-3/4-5/6-7/8-10/15-25/30-50
<i>Psidium guajava</i> L.	2-3/4-5/6-7 /8-10/15-25
<i>Syzygium jambos</i> (L.) Alston	8-10 /15-25
NYCTAGINACEAE	
<i>Guapira asperula</i> (Standl.) Lundell	15-25
<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	15-25/30-50/80
<i>Pisonia ambigua</i> Heimerl	80
OCHNACEAE	
<i>Ouratea parviflora</i> (A. DC.) Baill	30-50/80
OLACACEAE	
<i>Tetrastylidium grandifolium</i> (Baill.) Sleumer	15-25/30-50/80
OLEACEAE	
<i>Heisteria silvianii</i> Schwacke	30-50/80
PHYTOLACCACEAE	
<i>Gallesia integrifolia</i> (Spreng.) Harms	80
<i>Phytolacca dioica</i> L.	15-25
PIPERACEAE	
<i>Piper arboreum</i> Aubl.	6-7/8-10/15-25
<i>Piper cernuum</i> Vell.	15-25/80
<i>Piper dilatatum</i> Rich.	6-7/15-25
<i>Piper gaudichanianum</i> Kunth	8-10/15-25/30-50
PRIMULACEAE	
<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br. ex Roem. & Schult.	2-3/4-5/6-7/8-10/15-25

<i>Myrsine gardneriana</i> A. DC.	6-7/8-10/15-25/30-50
<i>Rapanea hermogenesii</i> Jung-Mend & Bernacci	80
PROTEACEAE	
<i>Roupala brasiliensis</i> Klotzsch	80
QUIINACEAE	
<i>Quiina glazovii</i> Engl.	30-50/80
ROSACEAE	
<i>Rubus erythroclapos</i> Mart. ex Hook.f.	6-7
RUBIACEAE	
<i>Amaioua guianensis</i> Aubl.	15-25/30-50/80
<i>Bathysa australis</i> (A.St.-Hil.) K.Schum.	15-25/30-50/80
<i>Chomelia brasiliiana</i> A. Rich.	30-50
<i>Cordia concolor</i> (Cham.) Kuntze	30-50 /80
<i>Coussarea contracta</i> (Walp.) Müll.Arg.	80
<i>Posoqueria latifolia</i> (Rudge) Schult	30-50/80
<i>Psychotria brachypoda</i> (Müll.Arg.) Britton	30-50
<i>Psychotria carthagenensis</i> Jacq.	6-7 /15-25
<i>Psychotria dusenii</i> Standl.	15-25/80
<i>Psychotria hastisepala</i> Müll.Arg.	15-25
<i>Psychotria leiocarpa</i> Cham. & Schltldl	15-25/30-50
<i>Psychotria mapourioides</i> DC.	15-25/30-50/80
<i>Psychotria nuda</i> (Cham. & Schltldl.) Wawra	15-25/30-50/80
<i>Psychotria pubigera</i> Schltldl.	30-50/80
<i>Psychotria stenocalyx</i> Müll.Arg.	15-25/30-50/80

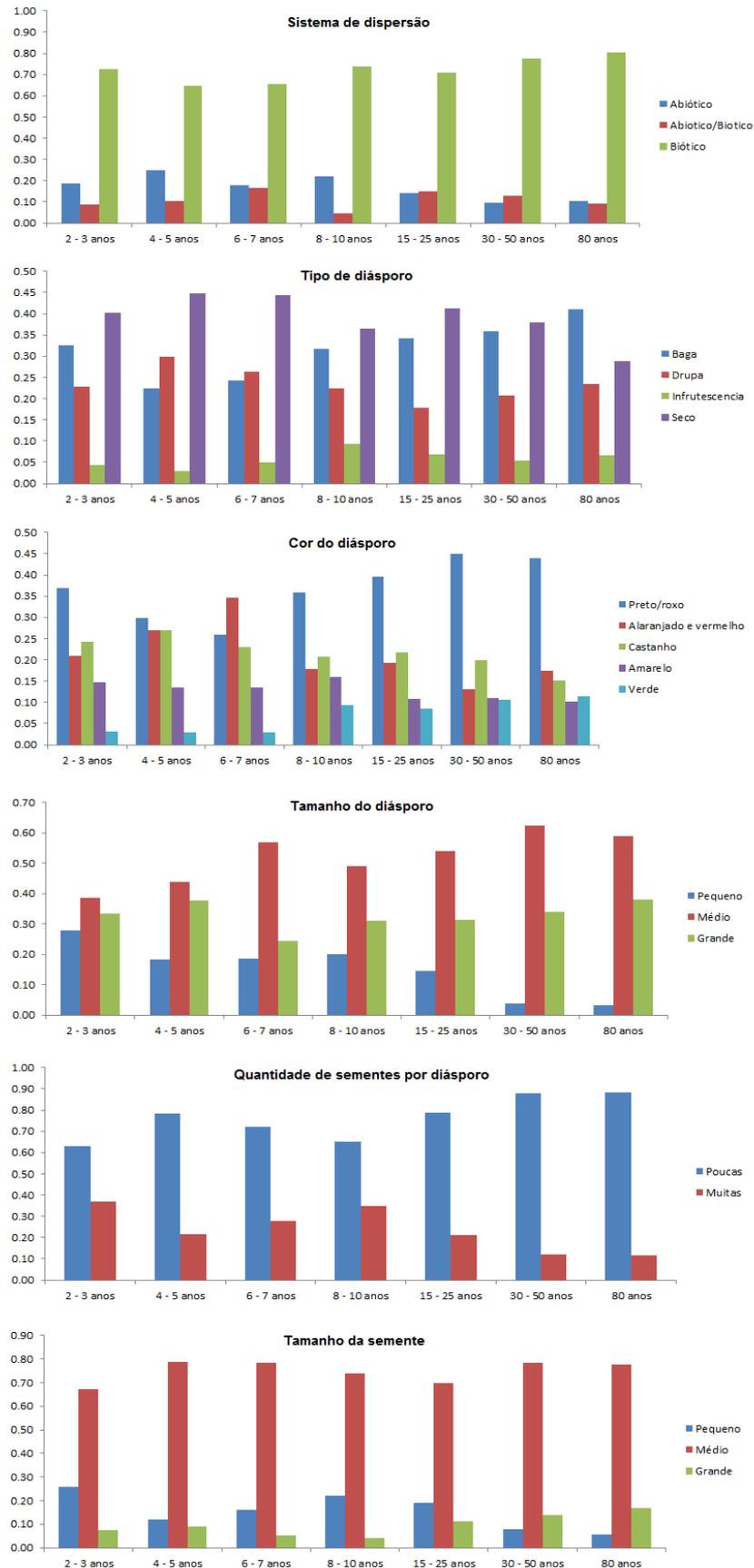
<i>Psychotria suterella</i> Müll.Arg.	15-25/30-50/80
<i>Rudgea jasminoides</i> (Cham.) Müll.Arg.	30-50/80
<i>Rudgea recurva</i> Müll.Arg.	15-25/30-50
RUTACEAE	
<i>Citrus limon</i> (L.) Osbeck	8-10
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	15-25/80
SABIACEAE	
<i>Meliosma sellowii</i> Urb.	80
SALICACEAE	
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	6-7 /8-10/15-25/30-50
<i>Casearia obliqua</i> Spreng.	2-3/6-7/8-10/15-25/30-50/80
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	2-3/6-7/15-25/30-50/80
SAPINDACEAE	
<i>Allophylus edulis</i> (A.St.-Hil. Et al.) Hieron. ex Niederl	15-25/30-50
<i>Allophylus petiolulatus</i> Radek	15-25/80
<i>Cupania oblongifolia</i> Mart.	2-3/15-25/30-50/80
<i>Matayba guianensis</i> Aubl.	4-5/6-7/8-10/15-25/30-50
<i>Matayba juglandifolia</i> (Cambess.) Radlk.	2-3/30-50/80
SAPOTACEAE	
<i>Chrysophyllum inornatum</i> Mart.	2-3 /15-25/80
<i>Manilkara subsericea</i> (Mart.) Dubard	30-50
<i>Pouteria venosa</i> (Mart.) Baehni	30-50/80
SOLANACEAE	

<i>Actinistus arborescens</i> (L.) Schltdl.	6-7/8-10/30-50
<i>Actinostemon concolor</i> (Spreng.) Müll.Arg.	30-50/80
<i>Cestrum amictum</i> Schltdl.	6-7/8-10
<i>Solanum pseudoquina</i> A.St.-Hil.	6-7
<i>Solanum rufescens</i> Sendtn.	2-3/8-10
SYMPLOCACEAE	
<i>Symplocos celastrinea</i> Mart.	80
<i>Symplocos laxiflora</i> Benth	4-5/15-25/30-50/80
THEACEAE	
<i>Gordonia fruticosa</i> (Schrad.) H.Keng	15-25
VERBANACEAE	
<i>Aegiphila sellowiana</i> Cham.	2-3
<i>Citharexylum myrianthum</i> Cham.	8-10
VEBENACEAE	
<i>Stachytarpheta maximilianii</i> Schauer	2-3/4-5/6-7/8-10/15-25
<i>Verbena lobata</i> Vell.	2-3
VOCHYSIACEAE	
<i>Vochysia bifalcata</i> Warm.	2-3 /4-5/8-10/15-25/30-50

Anexo 3 – Proporções de ocorrência dos traços reprodutivos relacionados à polinização nas áreas de diferentes idades, RNRC, Antonina, PR.



Anexo 4 – Proporções de ocorrência dos traços reprodutivos relacionados à dispersão nas áreas de diferentes idades, RNRC, Antonina, PR.



CAPÍTULO 2

Traços reprodutivos e padrões de organização das plantas lenhosas da Floresta Atlântica durante a sucessão florestal*

*Artigo organizado conforme normas da Revista Austral Ecology – A Journal of ecology in the Southern Hemisphere

RESUMO

O entendimento da variação de traços reprodutivos durante a sucessão florestal pode ser feito a partir da perspectiva da montagem de comunidades em áreas sucessionais com distintas idades. Comunidades podem ser simultaneamente sujeitas a dois tipos de filtros, abióticos e bióticos, de modo que os traços associados à filtragem ambiental e à facilitação podem ser agrupados, enquanto traços associados às interações competitivas podem ser sobredispersos. Assim, comunidades distintas tendem a ser organizar de forma a refletir ambos os processos, que vão ter maior ou menor expressão, dependendo dos atributos fenotípicos analisados. Neste estudo, os traços reprodutivos foram utilizados na tentativa de definir quais destes traços constituem traços funcionais importantes nos padrões de montagem e quais processos podem estar influenciando na montagem de comunidades da Floresta Atlântica do Sul do Brasil associadas com sucessão florestal. As áreas de estudo estão inseridas na Área de Proteção Ambiental (APA) de Guaraqueçaba, no município de Antonina no Paraná. O levantamento das espécies foi realizado em estudo prévio, em áreas sucessionais oriundas de regeneração natural, em 55 parcelas com 14 metros de raio e idades variando entre 2 e 80 anos e para cada espécie foram categorizados os traços reprodutivos referentes à polinização e dispersão. As comunidades convergiram e divergiram ao mesmo tempo em seus traços reprodutivos relacionados à polinização para quase todos os gradientes. Os traços reprodutivos relacionados à dispersão, tanto do estrato regenerante quanto do estrato do dossel, não apresentaram padrão de convergência em ambos os gradientes ambientais utilizados (idade e área basal). Os padrões de convergência podem tanto resultar de filtragem ambiental como de pressões bióticas, que não as de competição. Os padrões de divergência podem ser resultado de competição, em especial para o estrato regenerante. Para o estrato de dossel, a divergência se

expressou nos estádios iniciais o que deve estar associado a fatores de caráter neutro ocasionando a dispersão fenotípica.

Palavras-chave: Convergência; divergência; padrões de organização; sucessão florestal; traços funcionais.

INTRODUÇÃO

O entendimento da variação de traços reprodutivos durante a sucessão florestal pode ser feito a partir da perspectiva da montagem de comunidades em áreas sucessionais com distintas idades. A presença de traços fenotípicos em uma comunidade está associada com processos diversos (Webb *et al.* 2002). Comunidades podem ser simultaneamente sujeitas a dois tipos de filtros, abióticos e bióticos, de modo que os traços associados à filtragem ambiental e a facilitação podem ser agrupados, enquanto traços associados à competição podem ser sobredispersos (Weiher *et al.* 1998, Cavender-Bares *et al.* 2004, Weiher *et al.* 2011). Assim, comunidades distintas tendem a se organizar de forma a refletir ambos os processos, que terão maior ou menor expressão, dependendo dos traços fenotípicos analisados (Pillar *et al.* 2009).

De modo geral, no contexto de sucessão secundária, no período de 0 a 10 anos (Chazdon 2008), é possível que a composição da comunidade em florestas tropicais seja mais influenciada por processos neutros, devido à uma menor limitação de dispersão das espécies pioneiras uma vez que são espécies que se caracterizam por uma alta fecundidade e potencial de dispersão, taxas de crescimento populacionais rápidas e baixa competitividade (Gotelli 2007). Além disto, é possível que as pressões bióticas sejam menos fortes devido à curta duração das primeiras comunidades sucessionais compostas por espécies transitórias ou nômades (Van Steenis 1958, Parrish & Bazzaz 1979). Durante esta fase da sucessão muitos elementos da comunidade anterior também podem se reestabelecer através do banco de sementes do solo, rebrotamento de troncos danificados ou também através do *pool* local de mudas e plântulas que sobreviveram ao distúrbio (Gotelli 2007). Neste sentido, características florais associadas com a transposição de filtros ambientais resultaria em espécies das primeiras comunidades sucessionais mais semelhantes umas às outras porque necessitam de

grandes tolerâncias devido à imprevisibilidade de fatores físicos e bióticos. Apenas espécies capazes de transpor estes filtros ambientais vão compor a comunidade de plantas (Levine 1999). No início da Fase 2 da sucessão secundária, de 10 a 25 anos, segundo Chazdon (2008), o crescimento rápido em área basal e altura das primeiras árvores colonizadoras favorece o estabelecimento de árvores tolerantes à sombra e de palmeiras (Chazdon 2008), e em torno de 25 anos após o início do processo sucessional, inicia-se uma nova mudança na composição e abundância de espécies de árvores (Chazdon 2008). Muitas vezes a transposição de filtros nessa fase é facilitada pela presença de uma ou outra espécie nucleadora (Levine 1999), sendo a facilitação uma interação biótica importante nas fases iniciais da regeneração florestal (Connell & Slatyer 1977). Durante o longo estágio de reinício do subosque, árvores pioneiras do dossel de idade avançada começam a morrer, formando clareiras na cobertura que tornam mais heterogênea a disponibilidade de luz. Este estágio está associado a uma renovação das espécies do dossel, em contraste com o estágio anterior de exclusão das intolerantes à sombra que corresponde a uma renovação das espécies do subosque. O estágio de floresta madura (Fase 3, de 25 a 200 anos) começa com a morte das últimas árvores pioneiras restantes, estabelecidas durante o estágio de iniciação da colonização sendo caracterizada por alta heterogeneidade espacial e diversidade funcional e é a mais longa fase de sucessão florestal (Chazdon 2008).

Uma comunidade não é apenas uma escolha aleatória de espécies com traços que possibilitam ultrapassar filtros ambientais, mas também devem permitir que espécies coexistam. Além de todos os aspectos acima mencionados, é possível pensar que interações como polinização podem funcionar como filtros bióticos ou facilitadoras, selecionando quais são as características das espécies que vão compor as comunidades (Pillar *et al.* 2009). Por outro lado, características florais associadas com filtragem biótica devido à competição devem resultar em divergência de traços florais (Pillar *et al.* 2009). O estudo dos padrões de

convergência e divergência de traços em organizações de comunidades durante a sucessão podem ser usados para prever a estrutura da comunidade (Weiher & Keddy 1995, Pillar *et al.* 2009), a função do ecossistema (Diaz *et al.* 2007, Pillar *et al.* 2009) e os processos subjacentes a estes padrões. Neste estudo, os traços reprodutivos foram utilizados na tentativa de definir quais deles constituem traços funcionais importantes nos padrões de montagem e quais processos podem estar influenciando na montagem de comunidades da Floresta Atlântica do Sul do Brasil ao longo da sucessão florestal.

MÉTODOS

Área de estudo e categorização dos traços reprodutivos

O levantamento das espécies foi realizado em áreas sucessionais oriundas de regeneração natural, em 55 parcelas com 14 m de raio (ver Capítulo 1). Foram distribuídas oito parcelas nas idades 2 e 3 anos, 4 e 5 anos, 6 e 7 anos, 8 a 10 anos, 15 a 25 anos, 30 a 50 anos e cinco parcelas com aproximadamente 80 anos de idade. Foram amostradas todas as plantas maiores que 5 cm de DAP (diâmetro à altura do peito), estrato do dossel, dentro de cada parcela. Além disto foram amostradas as plantas regenerantes maiores que 1,3 m e menores que 5 cm de DAP em um raio de 0 a 4 m. Paralelamente ao registro das espécies, foram coletadas informações referentes à estrutura da vegetação, como, por exemplo, área basal, abundância e altura média das espécies (Cardoso, F. dados não publicados). A altura média das espécies foi utilizada para caracterização das espécies em espécies pertencentes ao subosque (até 8 m de altura) e espécies pertencentes ao dossel (acima de 8 m de altura). A dominância relativa das espécies em cada estrato foi calculada pela razão da área basal total da espécie no estrato na parcela pela área basal total do estrato na parcela.

Para cada espécie foram categorizados os traços reprodutivos referentes à polinização e dispersão. Em relação à polinização, as características reprodutivas utilizadas para o estudo foram sistemas de polinização, biologia floral (tamanho, tipo floral e recurso) e sistema sexual. Em relação a traços de dispersão foram analisados o sistema de dispersão utilizado, o tipo de diásporo, o tamanho do diásporo, o número de sementes por diásporo e o tamanho das sementes encontradas (Tabela 1).

Análise dos dados

A análise dos padrões de organização dos traços reprodutivos das espécies dos diferentes estratos em relação à variação estrutural das parcelas em diferentes estádios sucessionais foi realizada através do método proposto por Pillar *et al.* (2009), implementada no algoritmo de análise SYNCSEA (Debastiani & Pillar 2012), do software R versão 2.15.3 (R Core Team 2012). Os padrões de organização por convergência de traços (TCAP) e os padrões de organização por divergência de traços (TDAP) foram obtidos por multiplicações e correlações entre as matrizes, transferindo, assim, as informações dos traços do nível de espécie para o nível de comunidade.

Foram montados dois grupos de matrizes, um para as espécies que compõem o estrato regenerante e outro para o dossel (Anexo 1), no qual os traços reprodutivos relacionados à polinização e à dispersão das espécies, a dominância relativa e abundância das espécies nas parcelas e os dados estruturais da vegetação (área basal total das espécies de dossel e idade) foram organizados em três matrizes distintas, a matriz **B**, **W** e **E**, como exposto a seguir.

A primeira, denominada matriz **B**, contém as espécies de plantas registradas nas linhas, pelos seus respectivos traços funcionais nas colunas. Todos os traços foram categorizados e a matriz composta apenas por dados binários, indicando a presença ou ausência da espécie no respectivo estado de caráter. Foram montadas duas matrizes **B**, uma com traços funcionais relacionados à polinização e outra matriz com traços funcionais relacionados à dispersão, devido ao grande número de traços e estados de caráter dos mesmos que inviabilizaram as análises dos traços em conjunto. A segunda, denominada matriz **W**, é composta pelas espécies nas linhas e pelas parcelas que compõem todos os estádios sucessionais dispostos nas colunas. Também foram montadas duas matrizes **W**, sendo uma delas uma matriz de abundância das espécies e a outra uma matriz com a dominância relativa

de cada espécie. A terceira matriz, matriz **E**, consiste em uma matriz que descreve as parcelas que compõem todos os estádios sucessionais nas colunas, pelas variáveis ambientais. Foram utilizadas como variáveis ambientais a idade, que foi considerada como sendo a média de idade de cada estágio sucessional, e área basal total do estrato dossel de cada parcela (dados estruturais das parcelas obtidos por Fernanda Cardoso, não publicados). Os dois grupos e suas respectivas combinações de matrizes geraram 16 tipos diferentes de análises (Tabela 2).

No processo de obtenção de TCAP e TDAP foi utilizado o método iterativo de Pillar e Sosinski (2003), com a intenção de utilizar nas análises apenas os traços da matriz **B** que maximizam os valores de correlações dos padrões de convergência e divergência de traços em relação ao gradiente estrutural da vegetação utilizado para cada análise (matriz **E**). A análise apontou, dentre todos os traços contidos na matriz **B**, quais os traços que mais convergem e divergem ao longo do gradiente ambiental (traços ótimos) e que acabam sendo os traços que maximizam, respectivamente, os valores de TCAP e TDAP. A significância das correlações parciais foi testada por 999 permutações em comparação ao modelo nulo (Pillar *et al.*, 2009).

Foi realizada a transferência da informação dos traços do nível de espécies (matriz **B**) para a comunidade, pela multiplicação das matrizes **B'** (matriz transposta de **B**), e **W**, gerando assim a matriz **T** ($T=B'W$). Os elementos de T são caracterizados por serem os valores médios ponderados ou os parâmetros funcionais da comunidade, e permitem a percepção dos padrões de convergência de traços (TCAP). Para obtenção de padrões de divergência (TDAP), foi utilizada a matriz **B** para definir o grau de pertinência das espécies com base na caracterização destas pelos traços ótimos num intervalo de 0 a 1. O valor de pertinência das espécies aos traços é calculado ponderando a semelhança nos estados de caráter dos traços entre as espécies (Pillar *et al.*, 2009). A matriz obtida, que apresenta os graus de pertinência da espécie em relação aos traços, é denominada matriz **U**. O próximo passo é a multiplicação das matrizes **U'** (matriz transposta de **U**) e **W**, que resultará na matriz **X** ($X = U'W$), que

representa a performance das espécies ponderadas (de modo difuso) pelos traços nas comunidades avaliadas.

A avaliação de quanto os padrões observados estão relacionados com o gradiente ambiental considerado neste estudo foi realizada através de uma correlação matricial das matrizes **T** e **X** com a matriz **E** (variáveis ambientais). Foram calculadas matrizes de distâncias das parcelas a partir de **T** (**DT**), de **X** (**DX**) e de **E** (**DE**) e então estimadas as correlações matriciais (ρ) entre os respectivos conjuntos de dados [$\rho(\mathbf{TE}) = \rho(\mathbf{DT}; \mathbf{DE})$, $\rho(\mathbf{XE}) = \rho(\mathbf{DX}; \mathbf{DE})$]. O $\rho(\mathbf{TE})$ mede a convergência dos traços (TCAP) ao longo do gradiente ecológico e valores elevados de $\rho(\mathbf{TE})$ indicam que unidades amostrais mais semelhantes em traços são também mais semelhantes para as variáveis ambientais. Em seguida, foi removido o componente de convergência dos traços (TCAP) da $\rho(\mathbf{XE})$, através do método de correlação parcial de matrizes, obtendo-se $\rho(\mathbf{XE.T})$, que representa a relação do efeito TDAP em $\rho(\mathbf{XE})$ ao longo do gradiente ambiental.

Para avaliar como são os padrões das assembléias de plantas descritas pelos traços que maximizam a expressão de TCAP e TDAP ao longo do gradiente ambiental, foram realizadas regressões lineares, utilizando os valores de cada traço por parcela (matriz **T**) e área basal e idade (matriz **E**), separadamente. Dentre estes traços, aqueles que foram expressos nos diversos conjuntos de análises foram considerados como consistentes na expressão do processo de convergência ou de divergência. Estes traços foram destacados nos resultados e os padrões discutidos. Os demais traços foram apresentados nos arquivos anexos.

RESULTADOS

Na realização deste estudo foram utilizados dados de traços funcionais de 125 espécies de plantas regenerantes (raio 4 m) pertencentes a 40 famílias e de 156 espécies de plantas do estrato dossel, pertencentes a 47 famílias (Anexo 1). Por não terem apresentado espécies no estrato regenerante, duas parcelas de 4 a 5 anos e uma parcela de 6 a 7 anos foram excluídas das análises relacionadas ao estrato regenerante.

O efeito da estrutura florestal nos padrões de organização por convergência e divergência dos traços das plantas variou entre os estratos florestais e entre os traços relacionados à polinização e dispersão (Tabela 3, Anexos 2 ao 23).

Os traços funcionais relacionados à dispersão do estrato regenerante não apresentaram convergência nem divergência (TCAP e TDAP, Tabela 3) quando o gradiente ambiental utilizado foi a idade. Não houve convergência de traços quando se utilizou a área basal como gradiente ambiental (Tabela 3), porém foi possível observar padrões de divergência (TDAP). Os traços que maximizaram consistentemente TDAP foram sistema de dispersão abiótico, diásporos de tamanho médio e diásporo do tipo seco (Figura 1, Anexo 2 e Anexo 3).

Os traços funcionais relacionados à polinização do estrato regenerante que maximizaram consistentemente TCAP, foram tipo floral funil/sino ($r^2 = 0,13$, $F_{1,51} = 8,46$, $p = 0,005$) e tipo floral tubular ($r^2 = 0,35$, $F_{1,51} = 27,83$, $p < 0,001$) (Figura 2). Os traços que maximizaram TCAP foram muito semelhantes tanto quando o gradiente ambiental utilizado foi a área basal (Anexo 4 e Anexo 6) ou a idade (Anexo 8 e Anexo 10).

Os traços funcionais relacionados à polinização do estrato regenerante, que maximizaram consistentemente TDAP, foram polinização por morcegos, tipo floral acamídea, tipo floral goela, tipo floral pincel, tipo floral tubular e corola de tamanho grande (Figura 3). Estes traços foram muito semelhantes entre si tanto quando se utilizou área basal e

idade como gradiente ambiental (Anexo 5, Anexo 7 e Anexo 11). A exceção ocorreu quando se utilizou a dominância relativa como matriz B e a idade como gradiente ambiental, em que os traços que maximizaram TDAP (sistema de polinização por várias ordens de polinizadores não identificados e tipo floral funil/sino) diferiram totalmente dos demais (Anexo 9).

Os traços funcionais relacionados à dispersão do estrato do dossel não apresentaram convergência (TCAP, Tabela 3) em nenhum dos casos, porém foi possível observar padrões de divergência (TDAP). Os traços que maximizaram consistentemente TDAP (Anexo 12, Anexo 13, Anexo 14 e Anexo 15) foram arbusto, sistema de dispersão abiótico, diásporo do tipo drupa e seco e diásporo de tamanho médio (Figura 4).

Os traços funcionais relacionados à polinização do estrato do dossel que maximizaram consistentemente TCAP (Anexo 16, Anexo 18, Anexo 20 e Anexo 22) foram polinização por moscas ($r^2 = 0,29$, $F_{1,51} = 21,78$, $p < 0,001$), polinização por DSIs (pequenos insetos diversos) ($r^2 = 0,16$, $F_{1,51} = 10,57$, $p = 0,002$), tipo floral funil/sino ($r^2 = 0,28$, $F_{1,51} = 21,2$, $p < 0,001$) e tipo floral pincel ($r^2 = 0,35$, $F_{1,51} = 28,8$, $p < 0,001$) (Figura 5). Já dentre os traços que maximizaram consistentemente TDAP (Anexo 17, Anexo 19, Anexo 21 e Anexo 23) foram sistema de polinização abiótico, polinização por abelhas, tamanho corola pequeno, tamanho corola grande, pólen e sistema sexual dióico (Figura 6).

DISCUSSÃO

Traços funcionais relacionados à polinização

Os padrões de convergência e divergência de atributos relacionados à polinização observados indicam que tanto processos relacionados à filtragem ambiental quanto a interações bióticas atuam na estruturação desta comunidade sucessional. As expressões dos padrões de convergência no estrato regenerante e de dossel indicam que ambos os estratos estão sujeitos à transposição a filtros ambientais e/ou bióticos resultando em similaridade ecológica ao longo da sucessão, com maiores valores nos estádios mais maduros. Da mesma forma, as expressões dos padrões de divergência no estrato regenerante e de dossel indicam que as respostas a interações bióticas como competição resultariam em limitação de similaridade, partição de nicho ou complementaridade no uso dos recursos (Gause 1934, Hutchinson 1959, MacArthur & Levins 1967, Chesson 2000). No entanto a dispersão fenotípica se expressou nos estádios iniciais de sucessão, nos quais há uma grande variação da participação dos traços reprodutivos, com redução desta dispersão nos estádios mais maduros. Assim, é possível que a divergência de traços nos estádios iniciais se deve mais a fatores neutros, associados com chance de colonização de espécies com traços por acaso muito distintos, que a efeitos de competição.

Os padrões de convergência e divergência no estrato regenerante e de dossel foram associados com traços distintos, indicando que o gradiente temporal associado com a sucessão resulta em pressões distintas para estes dois estratos. Além disto, isto indica que estes estratos representam funções distintas na floresta. De fato, os sistemas de polinização não são distribuídos aleatoriamente na comunidade (Bawa *et al.* 1985, Martins & Batalha 2007) e estas diferenças de sistemas podem estar relacionadas às diferenças na morfologia da flor nos

diferentes estratos (Bawa & Opler 1975, Opler *et al.* 1980, Bawa *et al.* 1985, Martins & Batalha 2007).

A convergência de traços florais no estrato regenerante, com maior participação de flores com corolas tipo funil/sino e tubulares em estádios mais maduros está provavelmente associada com o aumento da participação da polinização de vertebrados e lepidópteros em plantas do subosque, apesar destes sistemas de polinização não terem sido selecionados. Os estádios mais maduros, a partir de 25 anos pós-distúrbio, se caracterizam pelo reinício do subosque, agora por espécies intolerantes à sombra (Chazdon 2008). Estas espécies apresentam outros traços florais e sistemas de polinização que as espécies de dossel. Apesar de não ser claro quais sistemas predominam no subosque, é sabido que a polinização em espécies de dossel consiste principalmente de espécies polinizadas por abelhas e pequenos insetos diversos (Bawa *et al.* 1985).

De fato, houve convergência de traços florais no estrato do dossel com maior participação de sistema de polinização (moscas e DSIs). Porém, além destes traços, houve convergência de tipo floral (funil/sino e pincel), que não são associados com polinização por moscas ou DSI. Isto indica que uma parcela da comunidade de plantas arbóreas, em média 5 a 10% da dominância relativa nos estádios mais maduros, estão associadas com outros polinizadores. A polinização por abelhas, que aparece como um traço divergente com uma ampla variação deste sistema nos estádios iniciais, de fato apresenta maior participação nos estádios mais maduros.

Os padrões de divergência são consistentes com esta expectativa pois no estrato regenerante há reduzida expressão dos traços associados com corolas tubulares e pincel nos estádios iniciais, e uma grande variância nos estádios mais maduros, indicando novamente uma maior participação de polinizadores vertebrados e lepidópteros. No entanto, nos estádios

iniciais há uma proporção relativamente alta de espécies com corolas grandes, que também poderiam ser polinizadas por animais maiores.

Houve uma distinção no controle da sexualidade de plantas do dossel e do estrato regenerante. Enquanto que não houve divergência para o estrato regenerante, houve divergência para o estrato do dossel, cujas espécies apresentaram uma grande variação tanto sistemas de polinização abiótico quanto o sistema sexual dióico nos estádios iniciais, com redução progressiva de sua participação nos estádios mais maduros. A diminuição da participação de corolas grandes e aumento das pequenas pode estar associada com a polinização por abelhas, moscas e pequenos insetos diversos nas árvores de dossel dos estádios mais maduros, além de que a redução da variação da expressão de pólen como recurso deve estar relacionada com a maior participação de abelhas nos estádios mais maduros.

A dissimilaridade entre as características morfológicas em espécies polinizadas pelo vento e espécies polinizadas por vetores bióticos é um fator importante para a raridade ou ausência de co-ocorrência entre esses modos de polinização (Ramirez 2004). O padrão de aumento da dispersão fenotípica de traços relacionados à polinização em comunidades é consistente com a previsão de que a interferência reprodutiva mediada por polinizadores limita a semelhança floral de espécies co-ocorrentes. Se tais espécies compartilham polinizadores e têm flores semelhantes, elas irão enfrentar uma reduzida aptidão devido ao fluxo de pólen heteroespecífico, favorecendo assim espécies divergentes (Eaton *et al.* 2012). Se as diferenças nas características florais reduzem a transferência de pólen heteroespecífico (Kay & Sargent 2009, Eaton *et al.* 2012) então, flores de espécies que co-ocorrem devem ser mais fenotipicamente diferenciadas que o esperado pelo acaso (Armbruster *et al.* 1994, Eaton *et al.* 2012). Em outras palavras, a distribuição de características florais nas comunidades deve

apresentar maior variância (Cavender-Bares *et al.* 2004, Eaton *et al.* 2012) que esperado pela montagem aleatória de um *pool* de espécies regional (Eaton *et al.* 2012).

Vários sistemas de polinização são distribuídos de forma não aleatória nas comunidades (Bawa *et al.* 1985). Morellato (1991) encontrou uma maior frequência de espécies polinizadas pelo vento, por morcegos e pássaros na borda de fragmentos da floresta tropical e de espécies polinizadas por abelhas no interior (Martins & Batalha 2007). Em seu estudo Bawa *et al.* 1985, observou que todas as espécies polinizadas pelo vento e por besouros ocorreram no subdossel, enquanto que há um aumento de espécies polinizadas por abelhas médias e grandes do subosque ao dossel (19,6% vs 44,2%). Mecanismos de polinização no dossel são bastante singulares, consistindo principalmente de espécies polinizadas por abelhas e pequenos insetos diversos (Bawa *et al.* 1985). As abelhas têm sido relatadas como os principais polinizadores para a maioria das comunidades (Moldenke 1976, Kevan & Baker 1983, Roubik 1989, Bawa 1990, Momose *et al.* 1998, Nakano & Washitani 2003, Ramírez 2004, Freitas & Sazima 2006). No entanto, algumas comunidades com percentagens semelhantes de polinização por abelhas podem apresentar diferenças marcantes entre os seus padrões gerais de polinização. As abelhas pertencentes a diferentes grupos mostram grande variação em suas preferências, habilidades e comportamento em flores (Roubik 1989, Freitas & Sazima 2006), e se espera que essa variação leve a diferentes padrões de polinização entre as comunidades com faunas de abelhas distintas (Freitas & Sazima 2006). A categoria diversificada de DSIs inclui um conjunto variado de pequenos insetos, como abelhas pequenas, besouros, borboletas, moscas e vespas. As flores de espécies polinizadas por este grupo são geralmente pequenas (menos de 1 cm de comprimento) e disponibilizam recompensas florais acessíveis a uma grande variedade de insetos (Bawa *et al.* 1985).

A morfologia floral pode excluir alguns visitantes florais e atrair potenciais polinizadores (Leppik 1968, Faegri & Pijl 1979, Ramirez *et al.* 1990, Chittka *et al.* 2001,

Gegeer & Lavery 2001, Machado & Lopes 2004) devido a relações interdependentes existente entre tamanho de flor e polinizadores (Feinsinger & Colwell 1978, Frankie *et al.* 1983, Machado & Lopes 2004). Alguns estudos demonstraram correlação entre o tamanho do tubo floral e o tamanho dos insetos (Lindsey & Bell 1985, Machado & Lopes 2004), o comprimento da probóscide (Real 1983, Machado & Lopes 2004) ou o comprimento do bico dos beija-flores (Kodric-Brown *et al.* 1984, Machado & Lopes 2004). Salvo raras exceções, flores tubulares curtas, abertas, do tipo pincel e inconspícuas permitem o acesso a uma grande diversidade de polinizadores (Faegri & Pijl 1979, Machado & Lopes 2004). Já as flores complexas refletem a seleção por grupos funcionais mais estreitos (Orr 2000, Fenster *et al.* 2004). Machado e Lopes (2004) observaram em um estudo realizado na Caatinga que a grande maioria das flores polinizadas por pássaros e por borboletas eram do tipo tubular, a maioria das flores polinizadas por DSIs eram inconspícuas, espécies polinizadas por morcegos apresentaram tipos florais funil/sino e pincel e flores polinizadas por abelhas foram principalmente do tipo floral aberta ou bandeira.

Certos tipos de sistemas de polinização também estão associados com alguns sistemas sexuais. Bawa *et al.* (1985) relatou em seu estudo que a dioícia está associada à polinização por pequenos insetos, em que 66% das espécies dióicas são polinizadas por DSIs e pequenas abelhas. Bawa *et al.* (1985) também associou à dioícia a polinização pelo vento, pois todas as espécies de seu estudo polinizadas pelo vento eram dióicas, uma relação também apoiada por outros estudos (Vámosi & Otto 2002, Avila & Freitas 2011).

Traços funcionais relacionados à dispersão

Não houve convergência de traços reprodutivos relacionados à dispersão, indicando a ausência de filtragem ambiental associada à dispersão no gradiente analisado. A divergência

de traços do estrato regenerante e de dossel foi maximizada consistentemente pelos traços sistema de dispersão abiótico, diásporo seco e diásporo de tamanho médio. Além disto, traços arbusto e diásporo drupa foram os que divergiram em plantas do dossel. Assim como para traços reprodutivos associados à polinização, também houve grande variação da participação dos traços reprodutivos nos estádios iniciais, com redução desta variação nos estádios mais maduros.

A redução da participação de dispersão abiótica pode estar relacionada com as características estruturais dos ambientes sucessionais ou associadas aos nichos de regeneração das plantas, pois espécies com síndromes de polinização por vento tendem a predominar em ambientes com maior grau de perturbação, como áreas de vegetação secundária (Opler *et al.* 1980, Yamamoto *et al.* 2007), vegetação mais aberta (Howe & Smallwood 1982, Drezner *et al.* 2001, Yamamoto *et al.* 2007) e nas bordas das matas (Oliveira & Moreira 1992, Yamamoto *et al.* 2007).

A ocorrência de divergência em traços distintos entre os estratos, em especial dispersão por drupas, indica uma diferença na dispersão entre os estratos verticais, como já reportado para florestas tropicais (Opler *et al.* 1980, Roth 1987, Morellato & Leitão Filho 1992, Killeen *et al.* 1998).

A convergência de traços reprodutivos pode resultar da filtragem ambiental durante o gradiente sucessional em traços associados com a transposição de filtros ambientais (Zobel 1997). Por outro lado, interações mutualísticas podem atuar como filtros bióticos, uma vez que as características de um parceiro mutualístico podem gerar convergência nos atributos do outro parceiro mutualístico (Sargent & Ackerly 2008). Assim os padrões de convergência podem tanto resultar de filtragem ambiental como de pressões bióticas, que não as de competição.

A divergência de alguns traços reprodutivos associados com a polinização do estrato regenerante ocorreu em estádios intermediários a mais maduros, indicando que para estas plantas, a competição pode ser um dos processos organizadores desta comunidade. No entanto, neste estudo a divergência se expressou preponderantemente nos estádios mais jovens, onde as comunidades são mais efêmeras e portanto menos sujeitas às pressões por competição (Gotelli 2007). Assim é possível que a dispersão fenotípica encontrada seja resultado de processos mais neutros, associados com as chances de colonização das áreas jovens. De fato, a estruturação das comunidades tende a ser preponderantemente determinada por fatores neutros em estádios mais jovens, com um aumento de fatores relacionados ao nicho em estádios mais maduros (Chu *et al.* 2007).

As áreas sucessionais de Floresta Atlântica do Litoral do Paraná se caracterizaram por uma grande divergência de traços reprodutivos nas florestas mais jovens, por possíveis processos neutros associados com chance de colonização. Além disto ocorreu uma progressiva convergência e uma redução da divergência de traços reprodutivos nas florestas mais velhas. Isto aponta para uma direcionalidade da sucessão expressa nas características reprodutivas das plantas lenhosas nestas florestas. Isto pode sugerir também que a sucessão de áreas restauradas nesta paisagem não deve depender das plantas que forem plantadas (no caso de reflorestamento) ou as que chegaram naturalmente a colonizar esta áreas (no caso de regeneração natural). Este estudo indica que para estas áreas, as comunidades mais velhas tenderão a apresentar os mesmos traços reprodutivos, o que, evidentemente deve depender da paisagem do entorno, uma vez que haverá necessidade de fonte de espécies de florestas mais velhas com estes traços no entorno das áreas restauradas.

REFERÊNCIAS

- Armbruster W. S., Edwards M. E., Debevec E. M. (1994) Floral character displacement generates assemblage structure of western Australian triggerplants (*Stylidium*). *Ecology* **75**, 315–329.
- Angiosperm Phylogeny Group. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. (2009) *Bot. J. Linnean Soc.* **161**, 105–121.
- Avila Jr. R.S., Freitas L. (2011) Frequency of visits and efficiency of pollination by diurnal and nocturnal lepidopterans for the dioecious tree *Randia itatiaiae* (Rubiaceae). *Austral. J. Bot.* **59**, 176–184.
- Bawa K. S., Opler, P. A. (1975) Dioecism in tropical forest trees. *Evolution* **29**, 167-179.
- Bawa K. S. (1980a) Evolution of dioecy in flowering plants. *Annual Rev. Ecol. Syst.* **11**, 15–39.
- Bawa K. S. (1980b) Mimicry of male by female flowers and intrasexual competition for pollinators in *Jacaratia dolichaula* (D. Smith) Woodson (Caricaceae). *Evolution* **34**, 467–474.
- Bawa K. S., Bullock S. H., Perry D. R., Coville R. E., Grayum M. H. (1985). Reproductive biology of tropical lowland rain forest trees.II. Pollination systems. *Am. J. Bot.* **72**, 346-356.
- Bawa K. S. (1990) Plant-pollinator interactions in tropical rain forests. *Annual Rev. Ecol. Syst.* **21**, 399–422.
- Cavender-Bares J., Ackerly, D. D., Baum, D. A., Bazzaz, F. A. (2004) Phylogenetic overdispersion in Floridian oak communities. *Am. Nat.* **163**, 823–843.

- Chazdon R. L. (2008) Chance and determinism in tropical forest succession. In: *Tropical Forest Community Ecology*. (eds Carson, W. P) 384-408. Wiley–Blackwell, Oxford.
- Chesson P. (2000) Mechanisms of Maintenance of Species Diversity. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.* 31, 343-66.
- Chittka L., Spaethe J., Schmidt A., Hickelsberger A. (2001) Adaptation, constraint, and chance in the evolution of flower color and pollinator color vision. In: Chittka L, Thomson JD, eds. *Cognitive ecology of pollination*. Cambridge: Cambridge University Press, 106–126.
- Chu C., Wang Y., Du G., Maestre F. T., Luo Y., Wang G. (2007) On the Balance between Niche and Neutral Processes as Drivers of Community Structure along a Successional Gradient: Insights from Alpine and Sub-alpine Meadow Communities. *Ann. Bot.* **100**, 807-812.
- Connell J. H., Slatyer R. O. (1977) Mechanisms of succession in natural communities and their role in community stability and organization. *Am. Nat.* **111**, 1119–1144.
- Diaz S., Lavorel S., De Bello F., Quetier F., Grigulis K., Robson, M. (2007) Incorporating plant functional diversity effects in ecosystem service assessments. *Proc Natl Acad Sci U.S.A.* **104**, 20684–20689.
- Drezner T. D., Fall P. L., Stromberg J. C (2001) Plant distribution and dispersal mechanisms at the Hassayampa River Preserve, Arizona, USA. *Global Ecol. Biogeogr.* **10**, 205-217.
- Eaton D. A. R., Fenster C. B., Hereford J., Huang S-Q., Ree R. H. (2012) Floral diversity and community structure in *Pedicularis* (Orobanchaceae). *Ecology* **93**, S182–S194.
- Endress P. K. (1994) *Diversity and evolutionary biology of tropical flowers*. Cambridge Univ. Press, Cambridge.

- Faegri K., van der Pijl L. (1979) The principles of pollination ecology, 3rd edition. Oxford: Pergamon.
- Feinsinger P., Colwell R. K. (1978) Community organization among neotropical nectar-feeding birds. *Am. Zool.* **18**, 779–795.
- Fenster C. B., Armbruster S., Wilson P., Dudash M. R., Thomson J. D. (2004) Pollination syndromes and floral specialization. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* **35**, 375–403.
- Frankie G. W., Haber W. A., Opler P. A., Bawa K.S. (1983) Characteristics and organization of the large bee pollination system in the Costa Rican dry forest. In: Jones CE, Little RJ, eds. Handbook of experimental pollination biology. New York: Van Nostrand Reinhold Company Inc., 411–447.
- Freitas L., Sazima M. (2006) Pollination biology in a tropical high-altitude grassland in Brazil: Interactions at the community level. *Ann. Missouri Bot. Gard.* **93**, 465–516.
- Gegear R. J., Lavery T.M. (2001) The effect of variation among floral traits on the flower constancy of pollinators. In: Chittka L, Thomson JD, eds. Cognitive ecology of pollination. Cambridge: Cambridge University Press, 1–20.
- Gotelli N. J. 2007. Ecologia. 3. Ed. Planta, Londrina.
- Howel H. F., Smallwood J. (1982) Ecology of seed dispersal. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* **13**, 201–228.
- Hutchinson G. E. (1961) The paradox of the plankton. *Am. Nat.* **95**, 137–145.
- Kay K. M., Sargent R. D. (2009) The role of animal pollination in plant speciation: Integrating ecology, geography, and genetics. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* **40**, 637–656.
- Kevan P. G., Baker H. G. (1983) Insects as flower visitors and pollinators. *Annual Rev. Entomol.* **28**, 407–453.

- Killeen T. J., Jardim A., Mamani F., Rojas N. (1998) Diversity, composition and structure of a tropical semideciduous forest in the Chiquitanía region of Santa Cruz, Bolivia. *J. Trop. Ecol.* **14**, 803-827.
- Kodric-Brown A., Brown J., Byers G. S., Gori D. F. (1984) Organization of a tropical island community of hummingbirds and flowers. *Ecology* **65**, 1358–1368.
- Leppik E. E. (1968) Directional trend of floral evolution. *Acta Biotheor.* **18**, 87–102.
- Levine J. M. (1999) Indirect facilitation: evidence and predictions from a riparian community. *Ecology* **80**, 1762-1769.
- Lindsey A. H., Bell C. R. (1985) Reproductive biology of Apiaceae. II. Cryptic specialization and floral evolution in *Thaspium* and *Zizia*. *Amer. J. Bot.* **72**, 231–247.
- Machado I. C., Lopes A. V. (2004) Floral Traits and Pollination Systems in the Caatinga, a Brazilian Tropical Dry Forest. *Ann. Bot.* **94**, 365–376.
- Martins F. Q. & Batalha, M. A. (2007) Pollination Systems and Floral Traits in Cerrado Woody Species of the Upper Taquari Region (Central Brasi). *Braz. J. Biol.* **66**, 543-552.
- Moldenke A. R. (1976) California pollination ecology and vegetation types. *Phytologia* **34**, 305–361.
- Momose K., Yumoto T., Nagamitsu T., Kato M., Nagamasu H., Sakai S., Harrison R. D., Itioka T., Hamid A. A., Inoue T. (1998) Pollination biology in a lowland dipterocarp forest in Sarawak, Malaysia. I. Characteristics of the plant-pollinator community in a lowland dipterocarpforest. *Amer. J. Bot.* **85**, 1477–1501.
- Morellato L. P. C. (1991) Estudo da fenologia de árvores, arbustos e lianas de uma floresta semidecídua no Sudoeste do Brasil. PhD Thesis, State University of Campinas, Campinas, Brazil.

- Nakano C., Washitani I. (2003) Variability and specialization of plant-pollinator systems in a northern maritime grassland. *Ecol. Res.* **18**: 221–246.
- Opler P. A., Frankie G. W., Baker H. G. (1980) Comparative phenology studies of treelet and shrub species in tropical wet and dry forest in the lowland of Costa Rica. *J. Ecol.* **68**, 189-209.
- Opler P. A., Baker H. G., Frankie G. W. (1980) Plant reproductive characteristics during secondary succession in Neotropical lowland forest ecosystems. *Biotropica* **12**, 40-46.
- Orr H. A. (2000) Adaptation and the cost of complexity. *Evolution* **54**, 13–20.
- Parrish J. A. D., Bazzaz F. A. (1979) Difference in pollination niche relationships in early and late successional plant communities. *Ecology* **60**, 597-610.
- Pillar V.P., Sosinski Jr. E.E. (2003) An improved method for searching plant functional types by numerical analysis. *J. Veg. Sci* **14**, 323-332.
- Pillar V. D., Duarte L. S., Sosinski E. E., Joner F. (2009) Discriminating trait-convergence and trait-divergence assembly patterns in ecological community gradients. *J. Veg. Sci* **20**, 334–348.
- Pillar V. D., Duarte L. D. S. (2010) A framework for metacommunity analysis of phylogenetic structure. *Ecol. Lett.* **13**, 587-596.
- Proctor M., Yeo P., Lack A. (1996) The natural history of pollination. Portland, Oregon: Timber Press.
- Ramirez N., Gil C., Hokche O., Seres A., Brito Y. (1990) Biología floral de una comunidad arbustiva tropical en la Guayana Venezolana. *Ann. Missouri Bot. Gard.* **77**, 383–397.
- Ramirez N. (2004) Pollination specialization and time of pollination on a tropical Venezuelan plain: variations in time and space. *Bot. J. Linn. Soc.* **145**, 1–16.

- Real L. (1983) *Pollination biology*. Florida: Academic Press.
- Roth I. (1987) *Stratification of a tropical forest as seen in dispersal types*. Dordrecht, Dr W. Junk Publishers.
- Roubik D. W. (1989) *Ecology and Natural History of Tropical Bees*. Cambridge Univ. Press, Cambridge.
- Sargent R.D., Ackerly D.D. (2008) Plant-pollinator interactions and the assembly of plant communities. *Trends Ecol. Evol.* **23**, 123–30.
- Vamosi J. C., Otto S. P. (2002) When looks can kill: the evolution of sexually dimorphic floral display and extinction of dioecious plants. *Proceedings. Biol. Sci.* **269**, 1187–1194.
- Van Steenis C. G. G. J. (1958) Rejuvenation as a factor for judging the status of vegetation types: The biological nomad theory. in *Study of tropical vegetation*. Proceedings, Kandy Symposium. United Nations Educational, Scientific, and Cultural Organization pp 212-218. França.
- Waser N. M. 1983. Competition for pollination and floral character differences among sympatric plant species: a review of evidence. Pages 277–293 in C. E. Jones and R. J. Little, editors. *Handbook of experimental pollination biology*. Van Nostrand Reinhold, New York, New York, USA.
- Weiher E., Keddy P. A. (1995) Assembly rules, null models, and trait dispersion: new questions from old patterns. *Oikos* **74**, 159–164.
- Weiher E., Clarke G. D., Keddy P. A. (1998) Community assembly rules, morphological dispersion, and the coexistence of plant species. *Oikos* **81**, 309–322.
- Weiher E., Freund D., Bunton T., Stefanski A., Lee T., Bentivengas, S. (2011) Advances, challenges and a developing synthesis of ecological community assembly theory. *Philos Trans R Soc B-Biol Sci* **366**, 2403–2413.

Yamamoto L. F.; Kinoshita, L. S.; Martins, F. R. (2007) Síndromes de polinização e de dispersão em fragmentos da Floresta Estacional Semidecídua Montana, SP, Brasil. *Acta bot. bras.* **21**, 553-573.

Zobel M. (1997) The relative role of species pools in determining plant species richness: an alternative explanation of species coexistence? *Trends Ecol. Evol.* **12**, 266–269.

Tabela 1. Categorização dos traços reprodutivos de plantas.

Traços	Categoria
<u>Estrato</u>	Subosque (até 8 m de altura); Dossel (acima de 8 m de altura)
<u>Polinização</u>	
Sistema de polinização	Abiótico; Abelhas; Beija-flores; Besouros; Borboletas; Esfingídeos; Misto (várias ordens de polinizadores não identificados); Morcegos; Moscas; Vespas; Pequenos insetos diversos
Tamanho (altura e largura da corola)	Inconspícuo (≤ 4 mm); Pequeno ($>4 \leq 20$ mm); Grande (>20 mm)
Recurso	Néctar; Pólen
Tipo floral	Aberta; Aclamídea; Funil/Sino; Goela (gullet); Inconspícua (flores ≤ 4 mm); Pincel; Tubular
Sistema sexual	Dióica; Hermafrodita; Monóica
<u>Dispersão</u>	
Sistema de dispersão	Abiótico; Biótico
Tipo de diásporo	Baga; Drupa; Infrutescência; Seco
Tamanho do diásporo	Pequeno (< 5 mm); Médio (5 – 15 mm); Grande (> 15 mm)
Número de sementes por diásporo	Poucas (até 10); Média (11 até 100); Muitas (mais de 100)
Tamanho da semente	Pequeno (< 2 mm); Médio (2 – 15 mm); Grande > 15 mm)

Tabela 2 – A análise dos padrões de organização por convergência e divergência dos traços funcionais das espécies dos diferentes estratos combinando diferentes matrizes **B**, **W** e **E**. O mesmo tipo de combinação de matrizes foi realizado para o estrato regenerante e estrato de dossel

Tipos de combinação de matrizes

Traços funcionais relacionados à dispersão (B) – Dominância relativa (W) – Área basal (E)

Traços funcionais relacionados à dispersão (B) – Abundância (W) – Área basal (E)

Traços funcionais relacionados à dispersão (B) – Dominância relativa (W) – Idade (E)

Traços funcionais relacionados à dispersão (B) – Abundância (W) – Idade (E)

Traços funcionais relacionados à polinização (B) – Dominância relativa (W) – Área basal (E)

Traços funcionais relacionados à polinização (B) – Abundância (W) – Área basal (E)

Traços funcionais relacionados à polinização (B) – Dominância relativa (W) – Idade (E)

Traços funcionais relacionados à polinização (B) – Abundância (W) – Idade (E)

Tabela 3 – Traços funcionais que maximizaram a expressão de TCAP e TDAP.

	TCAP			TDAP		
	ρ (TE)		Traços funcionais que maximizaram TCAP	ρ (XE, T)		Traços funcionais que maximizaram TDAP
Estrato regenerante	Obs	P		Obs	p	
Traços funcionais dispersão (B) - Dominância relativa (W) - Area basal (E)	0.144639	0.177 [†]	NA	0.3978313	0.002	<i>inf, msd, sda, sec, tfm</i>
Traços funcionais dispersão (B) - Abundância (W) - Area basal (E)	0.2200485	0.134 [†]	NA	0.4150913	0.002	<i>dru, sda, sec, tfm</i>
Traços funcionais dispersão (B) - Dominância relativa (W) - Idade (E)	0.1123362	0.279 [†]	NA	-0.100258	0.861 [†]	NA
Traços funcionais dispersão (B) - Abundância (W) - Idade (E)	0.1591653	0.139 [†]	NA	-0.1333517	0.932 [†]	NA
Traços funcionais polinização (B) - Dominância relativa (W) - Area basal (E)	0.5020864	0.001	<i>ab, fs, mos, nec, tub, ves</i>	0.3809809	0.003	<i>ab, acl, goe, pol, tcg</i>
Traços funcionais polinização (B) - Abundância (W) - Area basal (E)	0.5331553	0.001	<i>ab, dio, fs, nec, tub, ves</i>	0.4036085	0.012	<i>acl, goe, mor, pin, tub</i>
Traços funcionais polinização (B) - Dominância relativa (W) - Idade (E)	0.4418344	0.015	<i>ab, fs, tub</i>	-0.4364559	0.044	<i>fs, mis</i>
Traços funcionais polinização (B) - Abundância (W) - Idade (E)	0.610871	0.002	<i>fs, tub</i>	0.4520855	0.016	<i>acl, goe, mor, pin, tub</i>
Estrato do dossel						
Traços funcionais dispersão (B) - Dominância relativa (W) - Area basal (E)	0.287007	0.186 [†]	NA	0.3180902	0.028	<i>arb, dru, sda, sdb, sec, tfm</i>
Traços funcionais dispersão (B) - Abundância (W) - Area basal (E)	0.3943196	0.207 [†]	NA	0.3916176	0.023	<i>dru, sda, sec, tfm</i>
Traços funcionais dispersão (B) - Dominância relativa (W) - Idade (E)	0.316387	0.193 [†]	NA	0.350497	0.005	<i>arb, bag, dru, mesd, psd, sec, tfm</i>
Traços funcionais dispersão (B) - Abundância (W) - Idade (E)	0.5414233	0.158 [†]	NA	0.4574221	0.003	<i>dru, sda, sec, tfm</i>
Traços funcionais polinização (B) - Dominância relativa (W) - Area basal (E)	0.5024552	0.013	<i>ar, dsi, mos, nec, pin</i>	0.4664916	0.01	<i>abe, bor, dio, pol, spa, tcp, tcg</i>
Traços funcionais polinização (B) - Abundância (W) - Area basal (E)	0.6223534	0.006	<i>dio, esf, fs, mos, nec, pin</i>	0.5111501	0.013	<i>abe, mis, nec</i>
Traços funcionais polinização (B) - Dominância relativa (W) - Idade (E)	0.5842424	0.011	<i>dsi, fs, pin</i>	0.4680448	0.008	<i>abe, dio, pol, spa, tcp, tcg</i>
Traços funcionais polinização (B) - Abundância (W) - Idade (E)	0.6344637	0.032	<i>fs, mos, tub</i>	0.5580789	0.048	<i>acl, mor, tub</i>

† Valores não significativos de p.

Rótulos dos traços relacionados à polinização: *ab* – tipo floral aberta; *abe* – sistema de polinização abelhas; *acl* – tipo floral aclamídea; *arb* – arbusto; *arv* – árvore; *bor* – sistema de polinização borboletas; *dio* – sistema sexual dióica; *dsi* – sistema de polinização pequenos insetos diversos; *esf* – sistema de polinização esfingídeos; *fs* – tipo floral funil/sino; *goe* – tipo floral goela; *mis* – sistema de polinização várias ordens de polinizadores não identificados; *mor* – sistema de polinização morcegos; *mos* – sistema de polinização moscas; *nec* – recurso néctar; *pin* – tipo floral pincel; *pol* – recurso pólen; *spa* – sistema de polinização abiótico; *tcg* – corola de tamanho grande; *tcp* – corola de tamanho pequeno; *tub* – tipo floral tubular; *ves* – sistema de polinização vespas. Rótulos de traços relacionados à dispersão: *arb* – arbusto; *arv* – árvore; *bag* – diásporo baga; *dru* – diásporo drupa; *inf* – infrutescência; *mesd* – quantidade sementes por diásporo média; *msd* – quantidade sementes por diásporo muitas; *psd* – quantidade sementes por diásporo poucas; *sda* – sistema de dispersão abiótico; *sdb* – sistema de dispersão biótico; *sec* – diásporo seco; *tfn* – diásporo de tamanho médio. NA – não apresentam convergência e/ou divergência de traços, não apresentando traços que maximizaram TCAP e/ou TDAP.

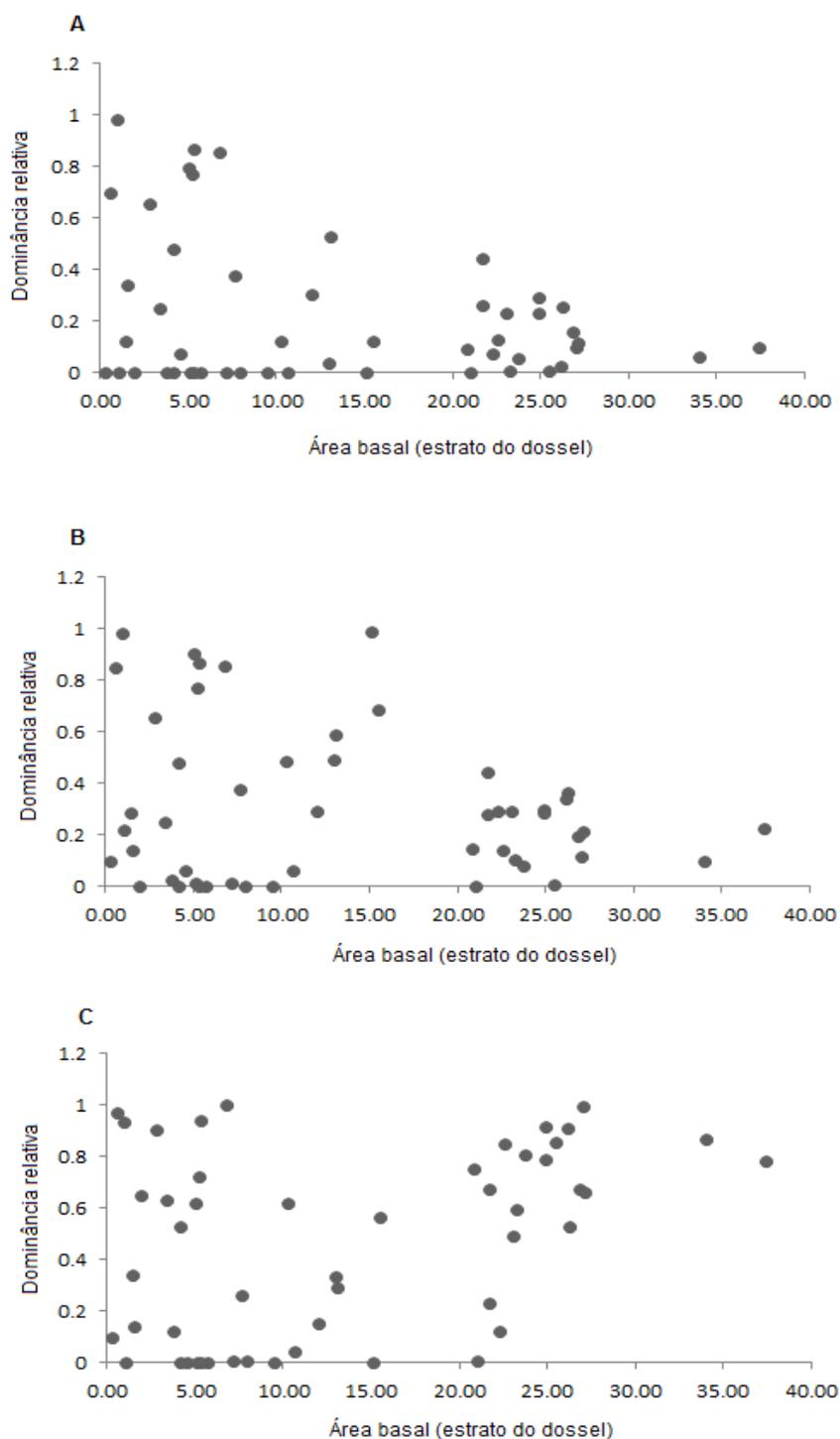


Figura 1 – Traços funcionais de espécies do estrato regenerante relacionados à dispersão que maximizaram consistentemente TDAP, obtidos a partir da matriz T composta pelos valores médios ponderados dos traços funcionais da comunidade, para todas as comunidades (Eixo Y). (A) Sistema de dispersão abiótico; (B) Diásporo seco; (C) Diásporo de tamanho médio.

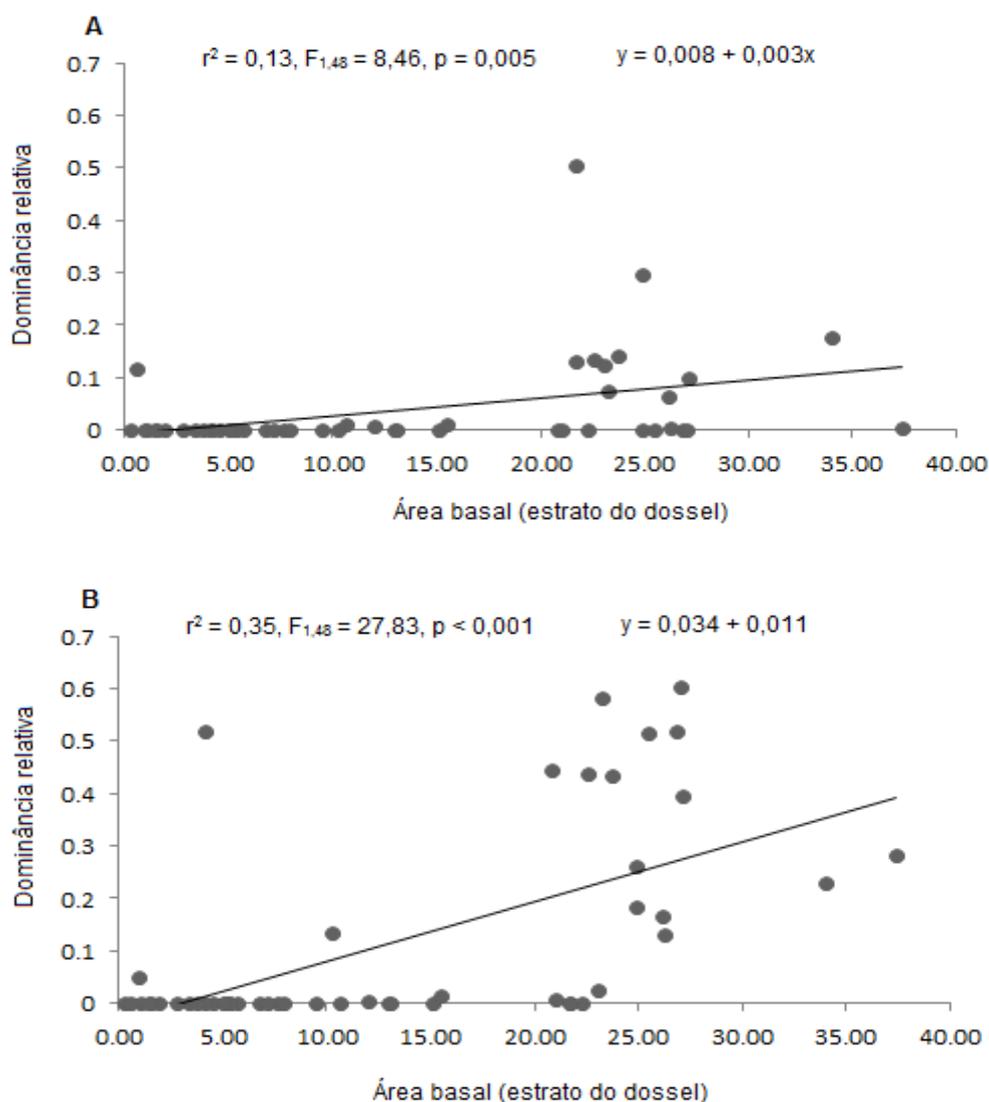


Figura 2 – Traços funcionais de espécies do estrato regenerante relacionados à polinização que maximizaram consistentemente TCAP, obtidos a partir da matriz T composta pelos valores médios ponderados dos traços funcionais da comunidade, para todas as comunidades (Eixo Y). (A) Tipo floral funil/sino; (B) Tipo floral tubular.

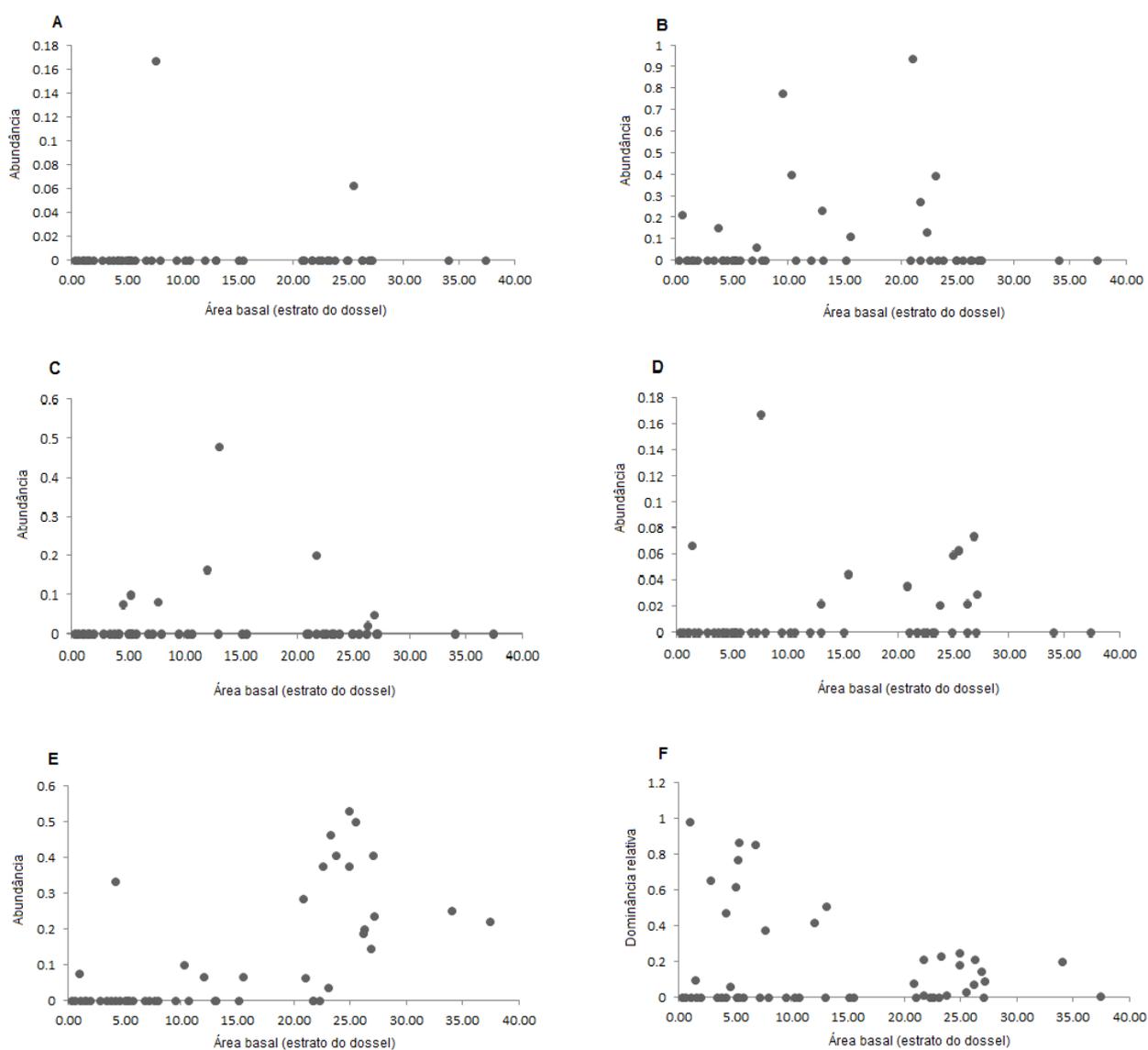


Figura 3 – Traços funcionais de espécies do estrato regenerante relacionados à polinização que maximizaram consistentemente TDAP, obtidos a partir da matriz T composta pelos valores médios ponderados dos traços funcionais da comunidade, para todas as comunidades (Eixo Y). (A) Sistema de polinização morcegos; (B) Tipo floral aclamídea; (C) Tipo floral goela; (D) Tipo floral pincel; (E) Tipo floral tubular; (F) Corola de tamanho grande.

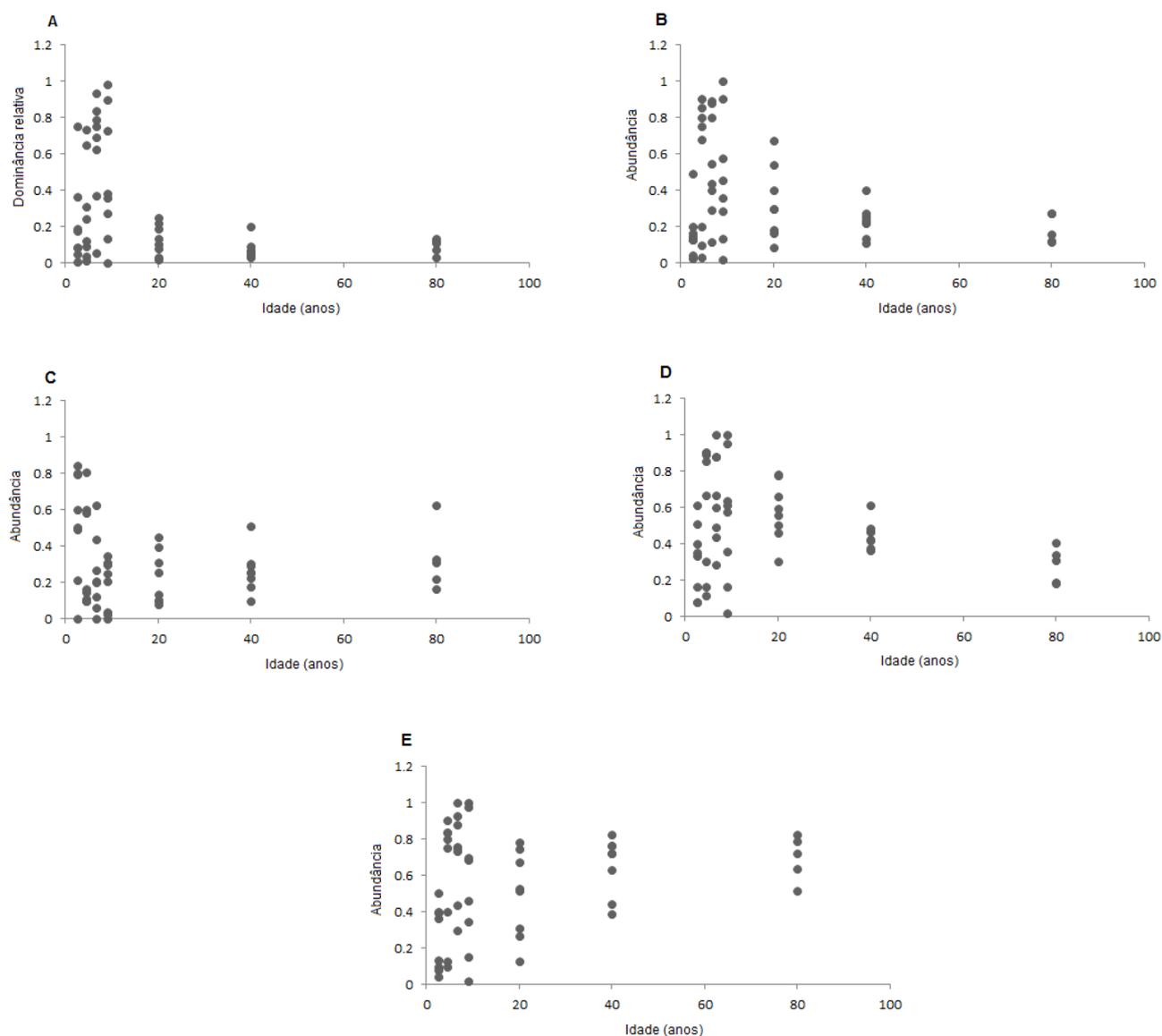


Figura 4 – Traços funcionais de espécies do estrato do dossel relacionados à dispersão que maximizaram consistentemente TDAP, obtidos a partir da matriz T composta pelos valores médios ponderados dos traços funcionais da comunidade, para todas as comunidades (Eixo Y). (A) Arbusto; (B) Sistema de dispersão abiótico; (C) Diásporo drupa; (D) Diásporo seco; (E) Diásporo de tamanho médio.

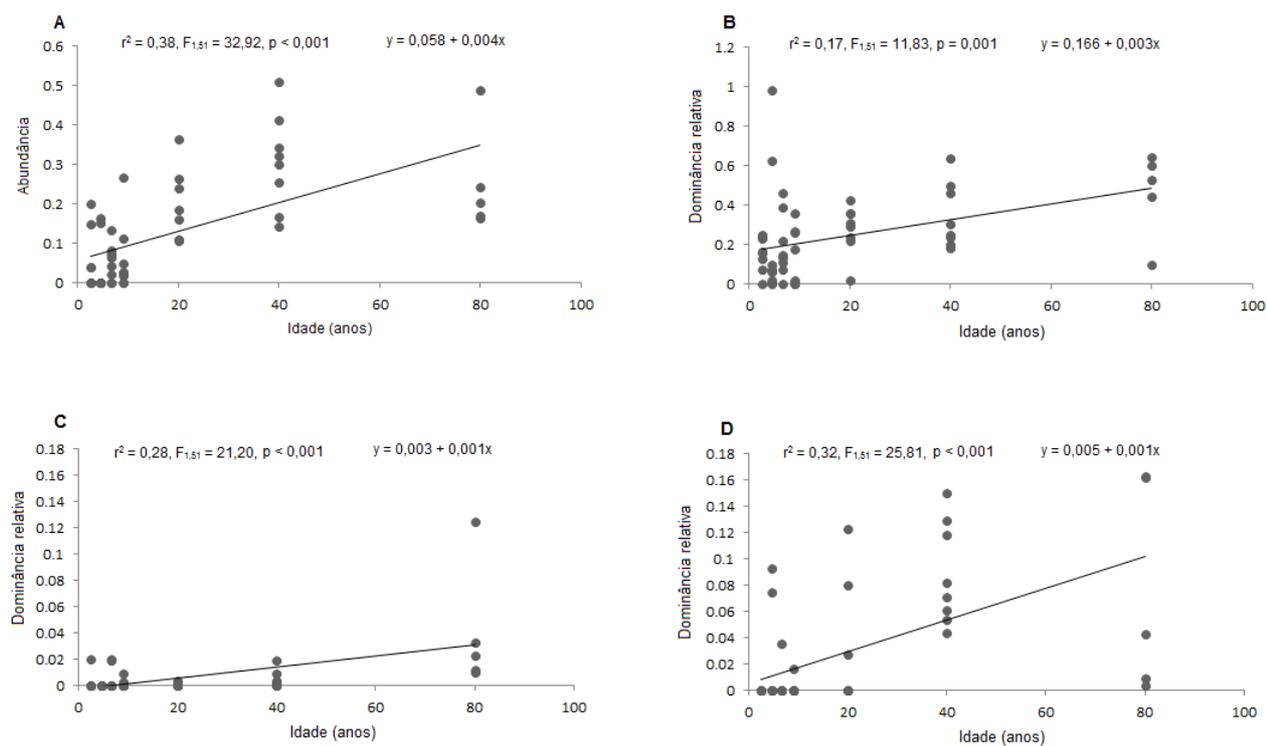


Figura 5 – Traços funcionais de espécies do estrato do dossel relacionados à polinização que maximizaram consistentemente TCAP, obtidos a partir da matriz T composta pelos valores médios ponderados dos traços funcionais da comunidade, para todas as comunidades (Eixo Y). (A) Sistema de polinização moscas; (B) Sistema de polinização DSIs (pequenos insetos diversos); (C) Tipo floral funil/sino; (D) Tipo floral pincel.

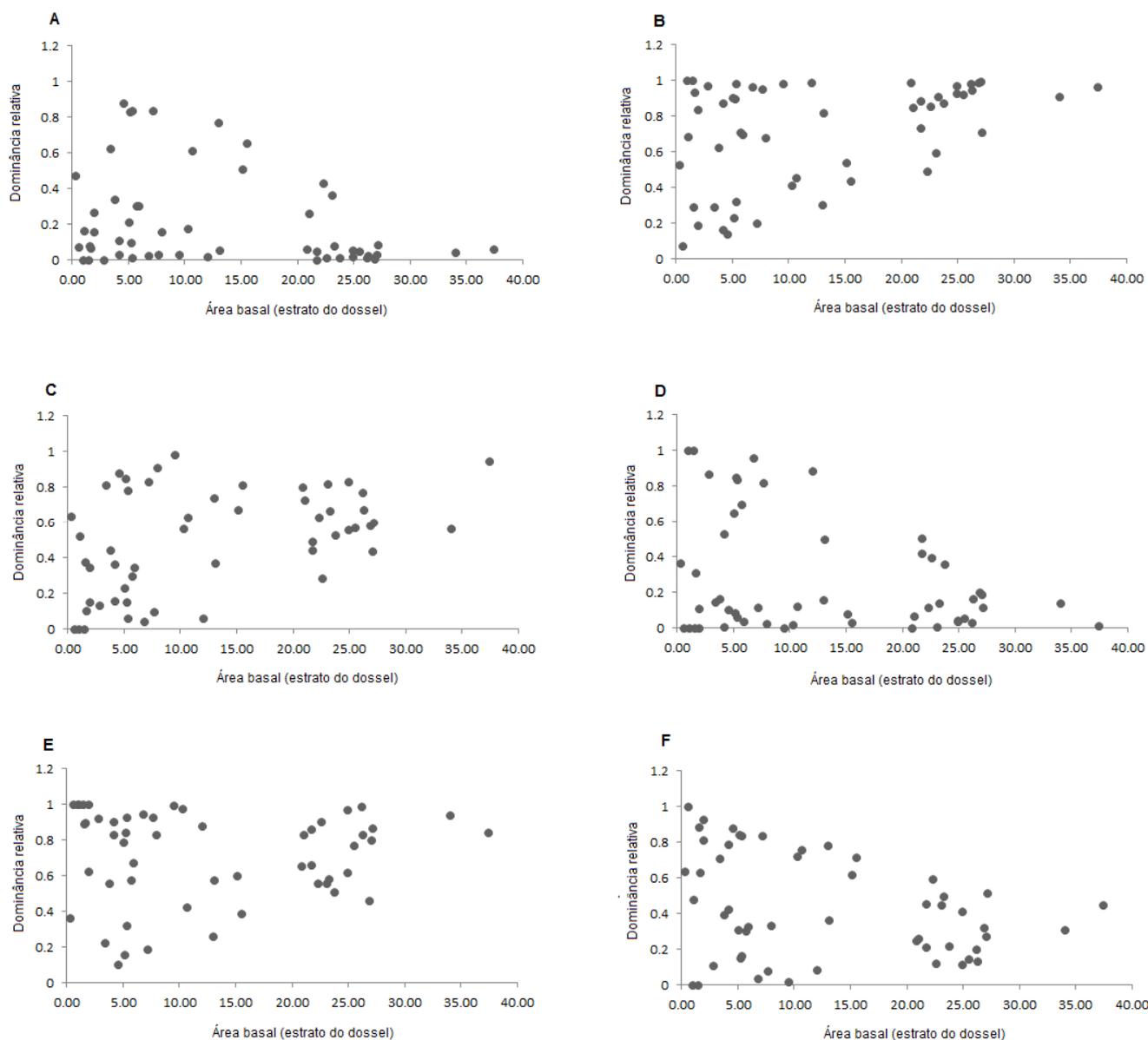


Figura 6 – Traços funcionais de espécies do estrato do dossel relacionados à polinização que maximizaram consistentemente TDAP, obtidos a partir da matriz T composta pelos valores médios ponderados dos traços funcionais da comunidade, para todas as comunidades (Eixo Y). (A) Sistema de polinização abiótico; (B) Sistema de polinização abelhas; (C) Corola de tamanho pequeno; (D) Corola de tamanho grande; (D) Recurso pólen; (E) Sistema sexual dióico.

Anexo 1 – Ocorrência das espécies e famílias de plantas do estrato regenerante e do dossel nas áreas de diferentes idades, RNRC, Antonina, PR

Famílias e Espécies	Idade das Parcelas (anos)	Estrato Vegetal
ANACARDIACEAE		
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	15-25/30-50/80	Regenerante/Dossel
ANNONACEAE		
<i>Annona dolabripetala</i> Raddi	30-50	Regenerante/Dossel
<i>Annona neosericea</i> H.Reiner	15-25/80	Dossel
<i>Rollinia sylvatica</i> (A.St.-Hil.) Mart.	80	Dossel
<i>Xylopia brasiliensis</i> Spreng.	4-5 /15-25/30-50	Regenerante/Dossel
AQUIFOLIACEAE		
<i>Ilex dumosa</i> Reissek	15-25	Dossel
<i>Ilex integerrima</i> (Vell.) Reissek	4-5/6-7/8-10/15-25	Regenerante/Dossel
ARECACEAE		
<i>Attalea dubia</i> (Mart.) Burret	15-25/30-50	Regenerante/Dossel
<i>Bactris setosa</i> Mart.	8-10/15-25/30-50/80	Regenerante/Dossel
<i>Euterpe edulis</i> Mart.	6-7/15-25/30-50/80	Dossel
<i>Geonoma schottiana</i> Mart.	80	Regenerante/Dossel
<i>Syagrus rommanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	2-3/4-5/6-7/8-10 /15-25/30-50	Dossel
APOCYNACEAE		
<i>Tabernaemontana catharinensis</i> A. DC.	30-50	Dossel
BIGNONIACEAE		
<i>Cybistax antisyphilitica</i> (Mart.) Mart.	2-3/4-5 /6-7	Regenerante/Dossel
<i>Jacaranda puberula</i> Cham.	2-3/4-5/6-7/8-10/15-25/30-50/80	Regenerante/Dossel
<i>Tabebuia serratifolia</i> (Vahl) G. Nichols	15-25/80	Dossel
BOMBACACEAE		
<i>Pseudobombax grandiflorum</i> (Cav.) A. Robyns	15-25/30-50	Dossel
BORAGINACEAE		

<i>Cordia sellowiana</i> Cham.	15-25	Regenerante
<i>Cordia silvestris</i> Fresen	15-25	Dossel
CAESALPINACEAE		
<i>Bauhinia forficata</i> Link	6-7/30-50	Dossel
<i>Copaifera trapezifolia</i> Hayne	30-50	Regenerante
<i>Senna multijuga</i> (Rich.) H.S. Irwin & Barneby	2-3/6-7/8-10/15-25	Regenerante/Dossel
CANELLACEAE		
<i>Capsicodendrum dinisii</i> (Schwacke)		
Ochioni	80	Dossel
CANNABACEAE		
<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	6-7/80	Dossel
CECROPIACEAE		
<i>Cecropia glaziovii</i> Snethl	2-3/4-5/6-7/8-10/15-25/30-50/80	Dossel
<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul.	2-3/6-7/8-10/15-25	Dossel
<i>Coussapoa microcarpa</i> (Schott) Rizzini	2-3 /6-7 /8-10/15-25/30-50/80	Dossel
CELASTRACEAE		
<i>Maytenus alaternoides</i> Reissek	15-25	Regenerante
<i>Maytenus schumanniana</i> Loes.	30-50/80	Regenerante/Dossel
CHRYSOBALANACEAE		
<i>Hirtella hebeclada</i> Moric. ex DC.	30-50 /80	Regenerante/Dossel
CLENTHACEAE		
<i>Clethra scabra</i> Pers	15-25	Regenerante/Dossel
CLUSIACEAE		
<i>Garcinia gardneriana</i> (Planch. & Triana) Zappi	15-25/30-50/80	Regenerante/Dossel
ELAECARPACEAE		
<i>Sloanea guianensis</i> (Aubl.) Benth.	15-25/30-50/80	Regenerante/Dossel
EUPHORBIACEAE		
<i>Alchornea glandulosa</i> Poepp. & Endl.	2-3/4-5/6-7/8-10 /15-25/30-50 /80	Regenerante/Dossel
<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll. Arg.	2-3/4-5/6-7 /8-10/15-25/30-50/80	Regenerante/Dossel

<i>Hyeronima alchorneoides</i> Allemão	2-3/6-7 /8-10 /15-25/30-50 /80	Regenerante/Dossel
<i>Maprounea brasiliensis</i> A. St.-Hil.	30-50	Dossel
<i>Pachystroma longifolium</i> (Ness) I.M. Johnst.	80	Regenerante/Dossel
<i>Pausandra morisiana</i> (Casar.) Radlk.	30-50/80	Regenerante/Dossel
<i>Pera glabrata</i> (Schott) Poepp. ex Baill.	2-3/4-5/6-7/8-10/15-25/30-50 /80	Regenerante/Dossel
<i>Sapium glandulatum</i> (Vell.) Pax	2-3/4-5/6-7/8-10/15-25	Regenerante/Dossel
<i>Tetrorchidium rubrivenium</i> Poepp.	8-10/15-25/30-50/80	Dossel
FABACEAE		
<i>Andira anthelmia</i> (Vell.) Benth.	2-3/4-5/6-7/8-10 /15-25/30-50	Regenerante/Dossel
<i>Dahlstedtia pentaphylla</i> (Taub.) Burkart	80	Dossel
<i>Dalbergia frutescens</i> (Vell.) Britton	8-10	Regenerante
<i>Erythrina speciosa</i> Andrews	2-3/4-5	Regenerante/Dossel
<i>Machaerium nyctitans</i> (Vell.) Benth.	15-25	Dossel
<i>Myrocarpus frondosus</i> Allemão	80	Dossel
<i>Plathymiscium floribundum</i> Vogel	30-50	Dossel
<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) Blake	2-3 /15-25/80	Dossel
LAURACEAE		
<i>Aniba firmula</i> (Ness & Mart.) Mez	15-25/30-50	Regenerante/Dossel
<i>Cryptocaria mandioccana</i> Meisn.	30-50/80	Dossel
<i>Endlicheria paniculata</i> (Spreng.) J.F. Macbr.	30-50/80	Regenerante/Dossel
<i>Nectandra leucantha</i> Ness	15-25/30-50/80	Regenerante/Dossel
<i>Nectandra membranacea</i> (Sw.) Griseb.	2-3/4-5/6-7/8-10/15-25/30-50/80	Regenerante/Dossel
<i>Nectandra oppositifolia</i> Ness	4-5/6-7/8-10/15-25/30-50	Regenerante/Dossel
<i>Ocotea catharinensis</i> Mez	80	Dossel
<i>Ocotea dispersa</i> (Ness & Mart.) Mez	15-25/30-50	Regenerante/Dossel
<i>Ocotea nunesiana</i> (Vattimo-Gil) J.B. Baitello	30-50/80	Dossel
<i>Ocotea odorifera</i> (Vell.) Rohwer	15-25	Dossel
<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Ness	2-3	Dossel
<i>Ocotea pulchella</i> (Ness & Mart.) Mez	6-7/15-25	Regenerante/Dossel

<i>Ocotea teleiandra</i> (Meisn.) Mez	15-25/30-50/80	Regenerante/Dossel
LECYTHIDACEAE		
<i>Cariniana estrellensis</i> (Raddi) Kuntze	15-25/30-50/80	Regenerante/Dossel
MAGNOLIACEAE		
<i>Magnolia ovata</i> (A. St.-Hil.) Spreng.	30-50/80	Dossel
MALPIGHIACEAE		
<i>Bunchosia pallescens</i> Skottsbo.	6-7	Regenerante
MELASTOMATACEAE		
<i>Clidemia biserrata</i> DC.	4-5/8-10	Regenerante
<i>Clidemia hirta</i> (L.) D. Don	2-3/8-10	Regenerante/Dossel
<i>Leandra australis</i> (Cham.) Cogn	2-3/6-7/8-10	Regenerante/Dossel
<i>Miconia cabucu</i> Hoehne	2-3/4-5/6-7/8-10/15-25/30-50/80	Regenerante/Dossel
<i>Miconia cinerascens</i> Miq.	2-3/4-5/6-7/8-10/15-25/30-50/80	Regenerante/Dossel
<i>Miconia cinnamomifolia</i> (DC.) Naudin	2-3/4-5/6-7/15-25	Regenerante/Dossel
<i>Miconia cubatanensis</i> Hoehne	15-25	Regenerante
<i>Miconia latecrenata</i> (DC.) Naudin	2-3/8-10/15-25	Regenerante
<i>Miconia tristis</i> Spring	15-25	Regenerante
<i>Ossaea amygdaloides</i> DC. Triana	2-3/4-5/6-7/8-10	Regenerante
<i>Ossaea confertiflora</i> DC. Triana	4-5	Regenerante
<i>Tibouchina pulchra</i> Cogn.	2-3/4-5/6-7/8-10/15-25/30-50	Regenerante/Dossel
<i>Tibouchina trichopoda</i> Dc. Baill.	2-3/4-5/6-7/8-10 /15-25	Regenerante/Dossel
MELIACEAE		
<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	15-25/30-50/80	Regenerante/Dossel
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	2-3/15-25	Dossel
<i>Guarea macrophylla</i> Vahl	6-7/15-25/30-50/80	Regenerante/Dossel
<i>Trichilia lepidota</i> Mart.	15-25/30-50/80	Regenerante/Dossel
<i>Trichilia pallens</i> C. DC.	80	Regenerante/Dossel
MIMOSACEAE		
<i>Inga edulis</i> Mart.	15-25/30-50/80	Regenerante/Dossel
<i>Inga marginata</i> Willd.	30-50	Dossel
<i>Inga sessilis</i> (Vell.) Mart.	4-5 /15-25 /30-50	Regenerante/Dossel
<i>Inga striata</i> Benth	4-5	Dossel

<i>Mimosa bimucronata</i> (DC.) Kuntze	4-5 /6-7/8-10	Regenerante/Dossel
MONIMIACEAE		
<i>Mollinedia schottiana</i> (Spreng.)		
Perkins	15-25/30-50/80	Regenerante/Dossel
MORACEAE		
<i>Ficus adhatodifolia</i> Schott ex Spreng.	2-3/15-25	Dossel
<i>Ficus enormis</i> Mart. ex Miq.	6-7	Dossel
<i>Ficus insipida</i> Willd	30-50/80	Dossel
<i>Sorocea bonplandii</i> (Baill) W.C.		
Burger <i>et al.</i>	15-25/30-50/80	Regenerante/Dossel
MYRTACEAE		
<i>Calycorectes australis</i> D. Legrand	15-25/80	Regenerante
<i>Calyptranthes grandifolia</i> O. Berg	2-3/8-10/15-25/30-50/80	Regenerante/Dossel
<i>Calyptranthes lucida</i> Mart. ex DC.	15-25/30-50/80	Regenerante/Dossel
<i>Calyptranthes strigipes</i> O. Berg	30-50 /80	Regenerante/Dossel
<i>Campomanesia neriifolia</i> (O. Berg)		
Nied	80	Dossel
<i>Eugenia beaurepaireana</i> (Kiaersk.) D.		
Legrand	30-50	Dossel
<i>Eugenia brevistyla</i> D. Legrand	15-25/30-50/80	Dossel
<i>Eugenia burkartiana</i> (D. Legrand) D.		
Legrand	15-25/30-50/80	Regenerante/Dossel
<i>Eugenia candolleana</i> DC.	80	Dossel
<i>Eugenia cerasiflora</i> Miq.	8-10/80	Dossel
<i>Eugenia cereja</i> D. Legrand	80	Regenerante/Dossel
<i>Eugenia mosenii</i> (Kausel) Sobral	30-50/80	Dossel
<i>Eugenia multicostata</i> D. Legrand	80	Dossel
<i>Eugenia platysema</i> O. Berg	15-25/30-50	Regenerante/Dossel
<i>Eugenia stigmatica</i> DC.	15-25/80	Regenerante/Dossel
<i>Eugenia subavenia</i> O. Berg	30-50/80	Regenerante/Dossel
<i>Gomidesia flagellaris</i> D. Legrand	80	Regenerante/Dossel
<i>Gomidesia schaueriana</i> O. Berg	80	Dossel

<i>Gomidesia spectabilis</i> (DC.) O. Berg	15-25/30-50/80	Regenerante/Dossel
<i>Marlierea obscura</i> O. Berg	15-25/30-50/80	Regenerante/Dossel
<i>Marlierea riedeliana</i> (O. Berg) D. Legrand	30-50	Dossel
<i>Marlierea silvatica</i> (O. Berg) Kiaersk	6-7 /8-10/15-25/30-50/80	Regenerante/Dossel
<i>Marlierea tomentosa</i> Cambess.	15-25/30-50/80	Regenerante/Dossel
<i>Myrcia bicarinata</i> (O. Berg.) D. Legrand	80	Dossel
<i>Myrcia glabra</i> (O. Berg) D. Legrand	15-25/30-50	Regenerante/Dossel
<i>Myrcia multiflora</i> (Lam.) DC.	8-10/15-25	Regenerante
<i>Myrcia pubipetala</i> Miq.	30-50/80	Regenerante/Dossel
<i>Myrcia racemosa</i> (O. Berg) Kiaersk.	15-25/30-50	Regenerante/Dossel
<i>Myrcia richardiana</i> (O. Berg) Kiaersk.	8-10/80	Regenerante
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	15-25/30-50/80	Regenerante/Dossel
<i>Myrciaria floribunda</i> (H. West ex Willd.) O. Berg	15-25/30-50 /80	Regenerante/Dossel
<i>Plinia edulis</i> (Vell.) Sobral	80	Dossel
<i>Plinia trunciflora</i> (O. Berg) Kausel	80	Dossel
<i>Psidium cattleianum</i> Sabine	2-3/4-5/6-7/8-10/15-25 /30-50	Regenerante/Dossel
<i>Psidium guajava</i> L.	2-3/4-5/6-7 /8-10/15-25	Regenerante/Dossel
<i>Syzygium jambos</i> (L.) Alston	8-10 /15-25	Regenerante
NYCTAGINACEAE		
<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	15-25/30-50/80	Regenerante/Dossel
OCHNACEAE		
<i>Ouratea parviflora</i> (A. DC.) Baill.	30-50/80	Regenerante/Dossel
OLEACEAE		
<i>Heisteria silvianii</i> Schwacke	30-50 /80	Regenerante/Dossel
PHYTOLACCACEAE		
<i>Gallesia integrifolia</i> (Spreng.) Harms	80	Dossel
<i>Phytolacca dioica</i> L.	15-25	Dossel
PIPERACEAE		
<i>Piper arboreum</i> Aubl.	6-7/8-10/15-25	Regenerante

<i>Piper dilatatum</i> Rich.	6-7/15-25	Regenerante
<i>Piper gaudichanianum</i> Kunth	8-10/15-25/30-50	Regenerante/Dossel
PRIMULACEAE		
<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br. ex Roem. & Schult.	2-3/4-5/6-7/8-10/15-25	Regenerante/Dossel
<i>Myrsine gardneriana</i> A. DC.	6-7/8-10/15-25/30-50	Regenerante/Dossel
PROTEACEAE		
<i>Roupala brasiliensis</i> Klotzsch	80	Dossel
QUIINACEAE		
<i>Quiina glaziovii</i> Engl.	30-50/80	Regenerante/Dossel
RUBIACEAE		
<i>Amaioua guianensis</i> Aubl.	15-25/30-50/80	Regenerante
<i>Bathysa australis</i> (A. St.-Hil.) K. Schum.	15-25/30-50/80	Regenerante/Dossel
<i>Chomelia brasiliensis</i> A. Rich.	30-50	Regenerante
<i>Cordia concolor</i> (Cham.) Kuntze	30-50 /80	Regenerante/Dossel
<i>Coussarea contracta</i> (Walp.) Müll.Arg.	80	Dossel
<i>Posoqueria latifolia</i> (Rudge) Schult.	30-50/80	Dossel
<i>Psychotria brachypoda</i> (Müll.Arg.) Britton	30-50	Regenerante
<i>Psychotria carthagenensis</i> Jacq.	6-7 /15-25	Regenerante
<i>Psychotria hastisepala</i> Müll.Arg.	15-25	Regenerante
<i>Psychotria leiocarpa</i> Cham. & Schltdl.	15-25/30-50	Regenerante
<i>Psychotria mapourioides</i> DC.	15-25/30-50/80	Regenerante/Dossel
<i>Psychotria nuda</i> (Cham. & Schltdl.) Wawra	15-25/30-50/80	Regenerante/Dossel
<i>Psychotria stenocalyx</i> Müll.Arg.	15-25/30-50/80	Regenerante/Dossel
<i>Psychotria suterella</i> Müll.Arg.	15-25/30-50/80	Regenerante/Dossel
<i>Rudgea jasminoides</i> (Cham.) Müll.Arg.	30-50/80	Regenerante/Dossel
RUTACEAE		
<i>Citrus limon</i> (L.) Osbeck	8-10	Dossel

<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	15-25/80	Dossel
SABIACEAE		
<i>Meliosma sellowii</i> Urb.	80	Regenerante/Dossel
SALICACEAE		
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	6-7 /8-10/15-25/30-50	Regenerante/Dossel
<i>Casearia obliqua</i> Spreng.	2-3/6-7/8-10/15-25/30-50/80	Regenerante/Dossel
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	2-3/6-7 /15-25/30-50/80	Regenerante/Dossel
SAPINDACEAE		
<i>Allophylus edulis</i> (A. St.-Hil. <i>et al.</i>)		
Hieron. ex Niederl	15-25/30-50	Regenerante/Dossel
<i>Allophylus petiolulatus</i> Radlk.	15-25/80	Regenerante
<i>Cupania oblongifolia</i> Mart.	2-3/15-25/30-50/80	Regenerante/Dossel
<i>Matayba guianensis</i> Aubl.	4-5/6-7/8-10/15-25/30-50	Regenerante/Dossel
<i>Matayba juglandifolia</i> (Cambess.)		
Radlk.	2-3/30-50/80	Regenerante/Dossel
SAPOTACEAE		
<i>Chrysophyllum inornatum</i> Mart.	2-3 /15-25/80	Regenerante/Dossel
<i>Manilkara subsericea</i> (Mart.) Dubard	30-50	Dossel
<i>Pouteria venosa</i> (Mart.) Baehni	30-50/80	Regenerante/Dossel
SOLANACEAE		
<i>Actinistus arborescens</i> (L.) Schltdl.	6-7/8-10/30-50	Dossel
<i>Actinostemon concolor</i> (Spreng.)		
Müll.Arg.	30-50/80	Regenerante/Dossel
<i>Solanum pseudoquina</i> A. St.-Hil.	6-7	Dossel
SYMPLOCACEAE		
<i>Symplocos celastrinea</i> Mart.	80	Dossel
<i>Symplocos laxiflora</i> Benth	4-5/15-25/30-50/80	Regenerante/Dossel
THEACEAE		
<i>Gordonia fruticosa</i> (Schrad.) H. Keng	15-25	Regenerante/Dossel
VERBANACEAE		
<i>Aegiphila sellowiana</i> Cham.	2-3	Dossel
<i>Citharexylum myrianthum</i> Cham.	8-10	Regenerante/Dossel

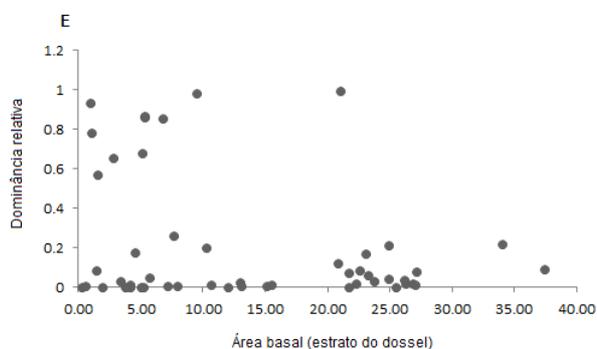
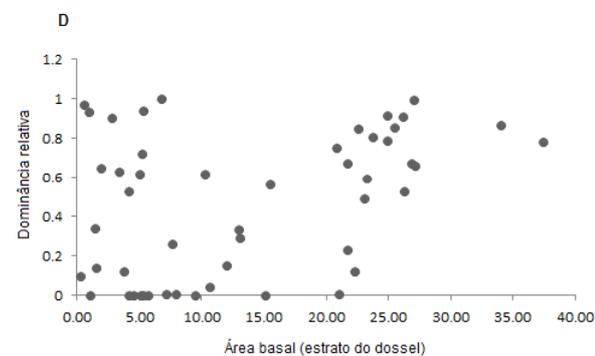
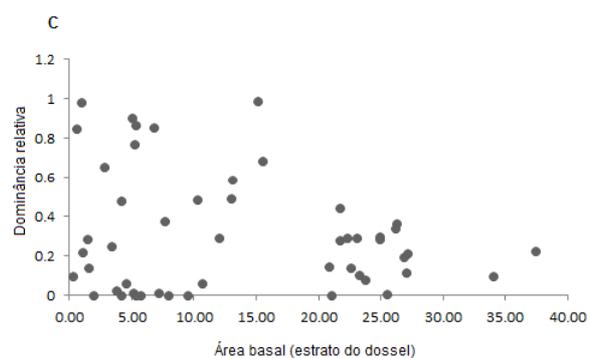
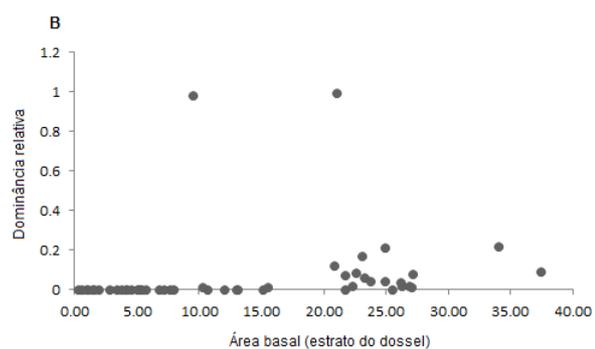
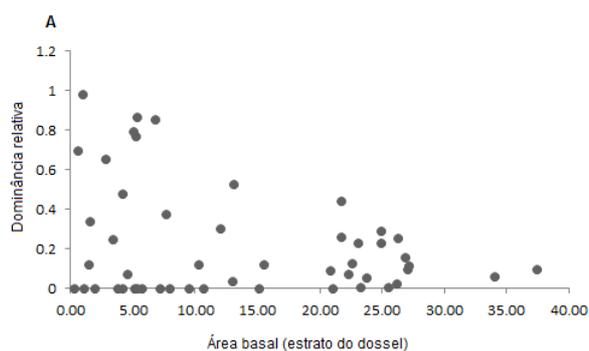
VOCHYSIACEAE

Vochysia bifalcata Warm.

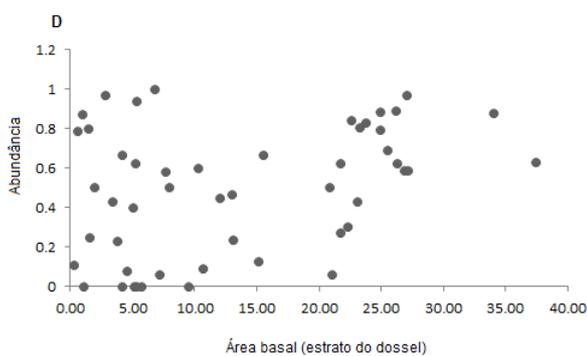
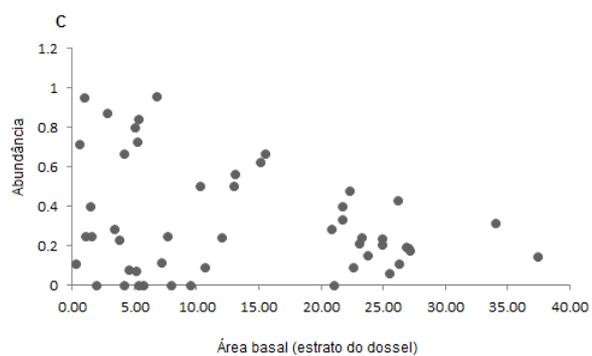
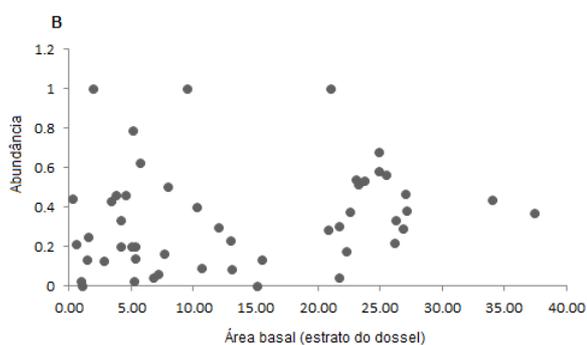
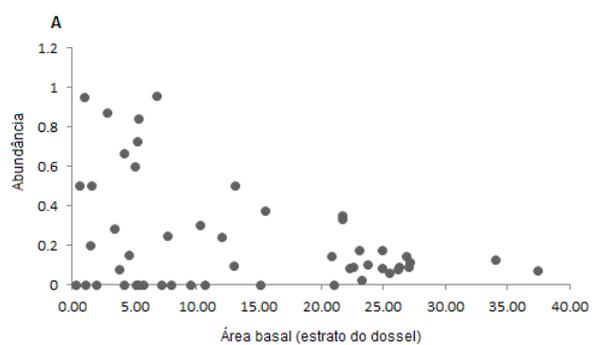
2-3 /4-5/8-10/15-25/30-50

Regenerante/Dossel

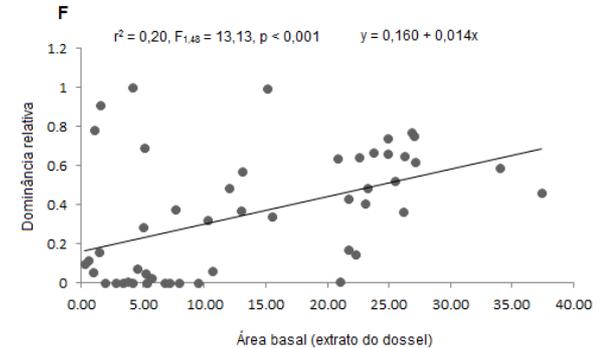
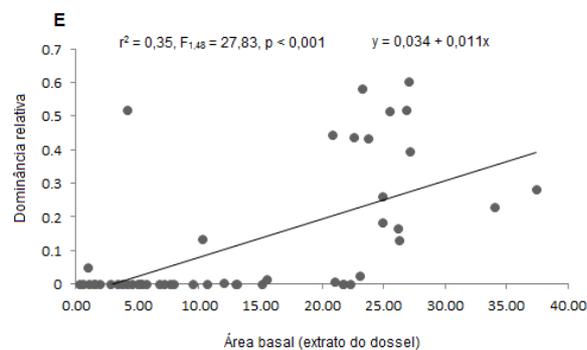
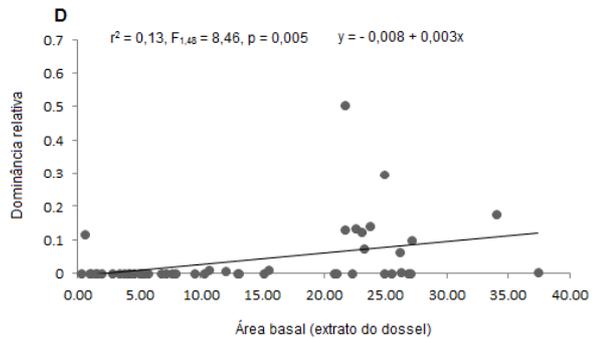
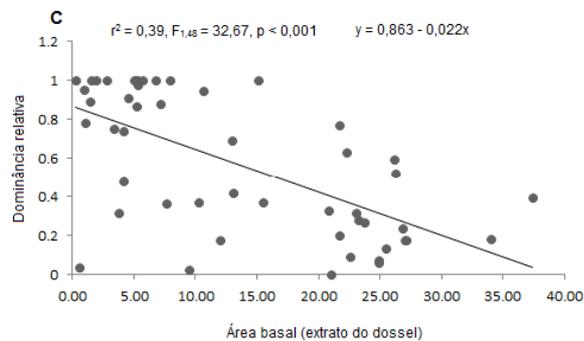
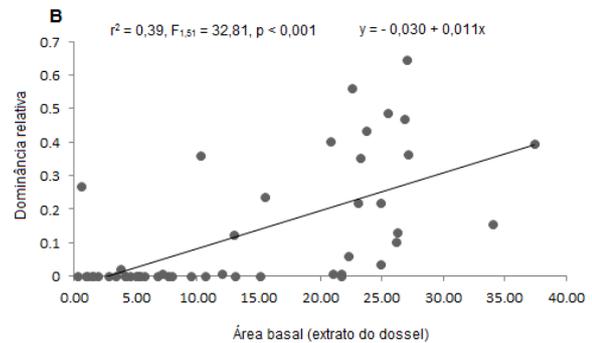
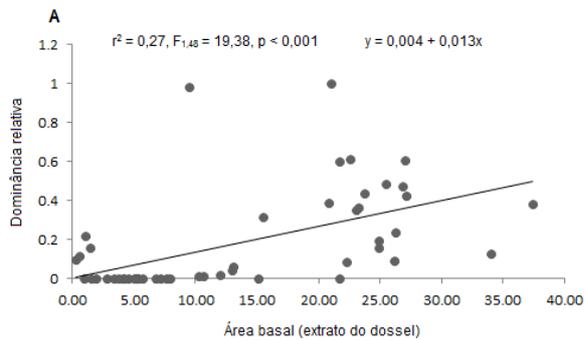
Anexo 2 – Traços funcionais de espécies do estrato regenerante relacionados à dispersão que maximizaram TDAP, obtidos a partir da matriz T composta pelos valores médios ponderados dos traços funcionais da comunidade, para todas as comunidades (Eixo Y). (A) Sistema de dispersão abiótico; (B) Infrutescência; (C) Diásporo seco; (D) Diásporo de tamanho médio; (E) Quantidade de sementes por diásporo muitas.



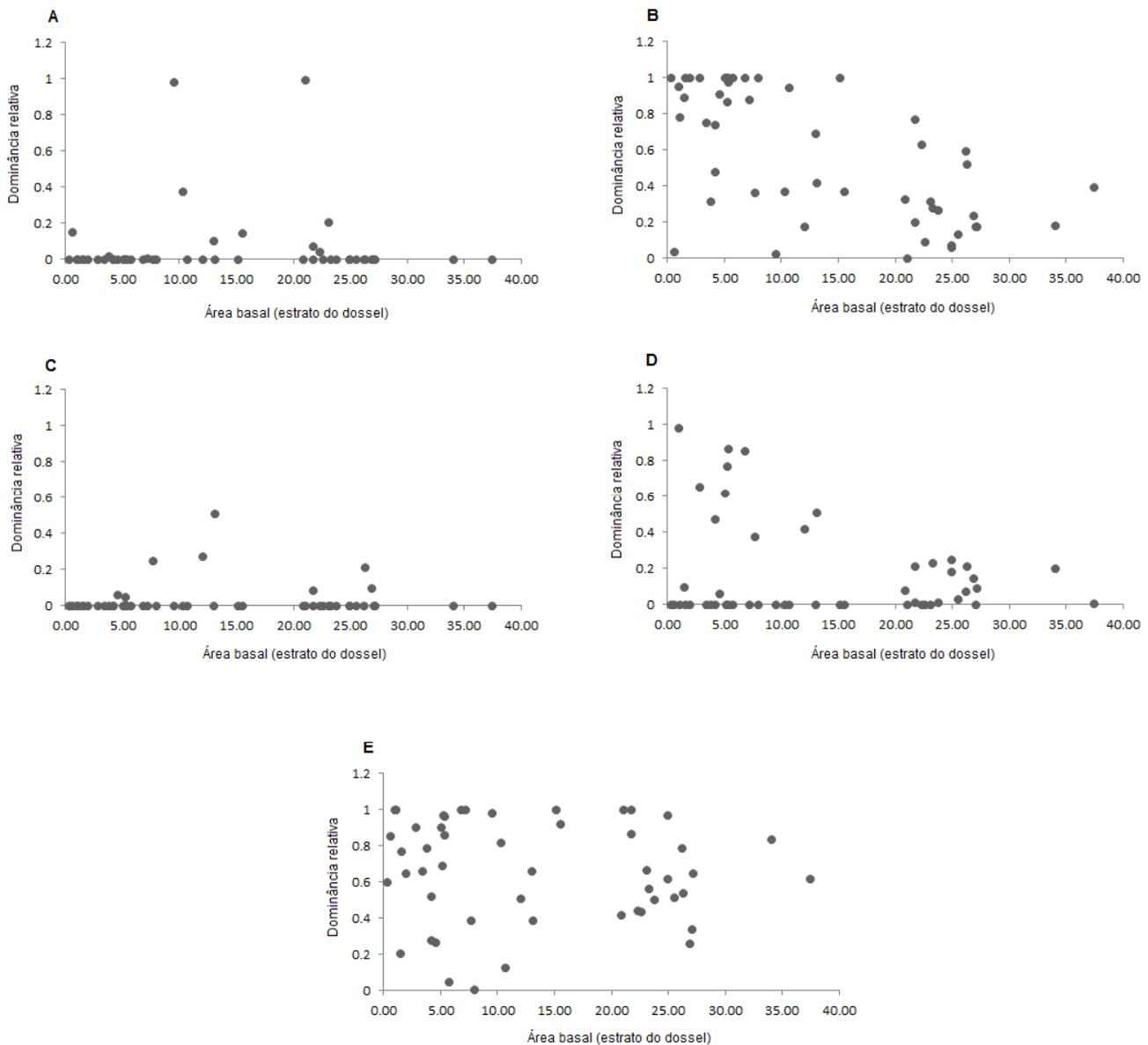
Anexo 3 – Traços funcionais de espécies do estrato regenerante relacionados à dispersão que maximizaram TDAP, obtidos a partir da matriz T composta pelos valores médios ponderados dos traços funcionais da comunidade, para todas as comunidades (Eixo Y). (A) Sistema de dispersão abiótico; (B) Diásporo drupa; (C) Diásporo seco; (D) Diásporo de tamanho médio.



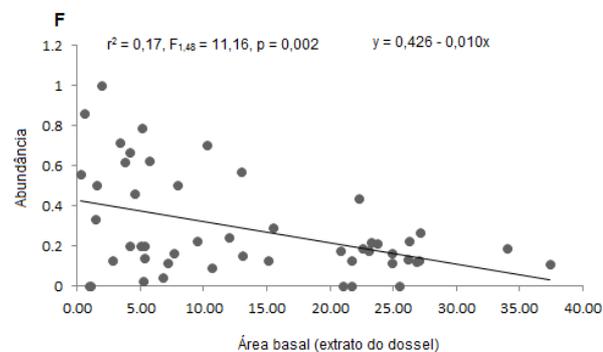
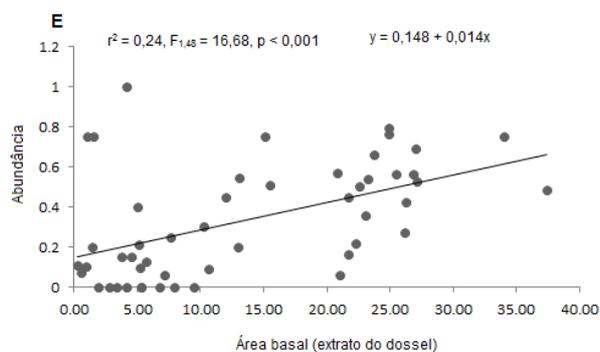
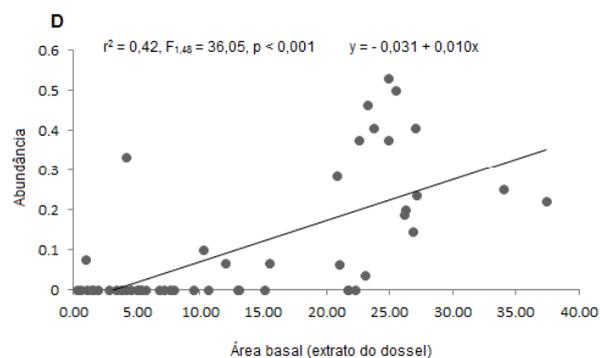
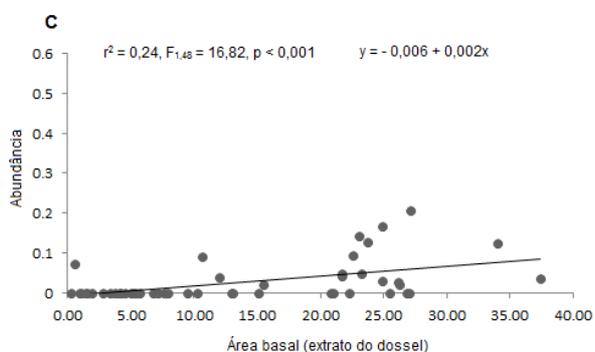
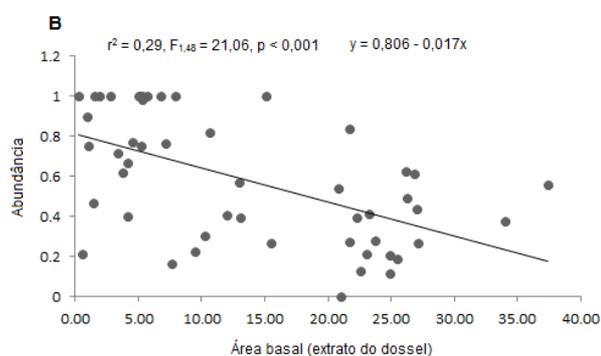
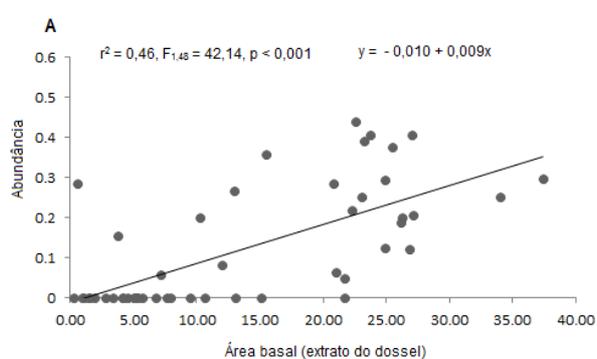
Anexo 4 – Traços funcionais de espécies do estrato regenerante relacionados à polinização que maximizaram TCAP, obtidos a partir da matriz T composta pelos valores médios ponderados dos traços funcionais da comunidade, para todas as comunidades (Eixo Y). (A) Sistema de polinização moscas; (B) Sistema de polinização vespas; (C) Tipo floral aberta; (D) Tipo floral funil/sino; (E) Tipo floral tubular; (F) Recurso néctar.



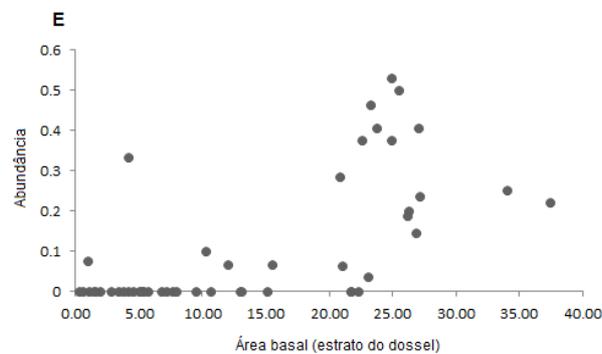
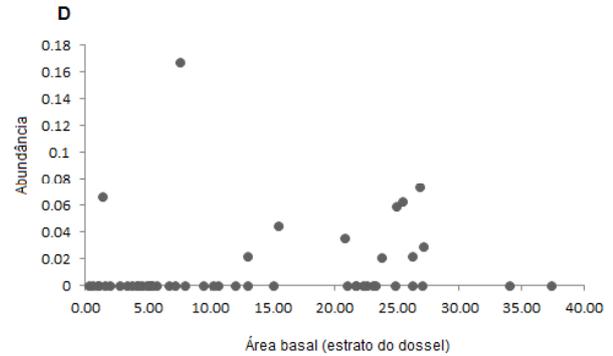
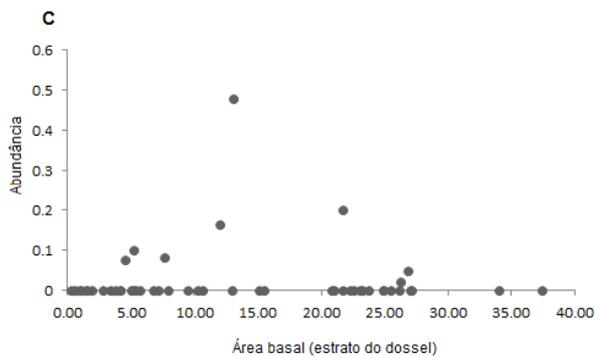
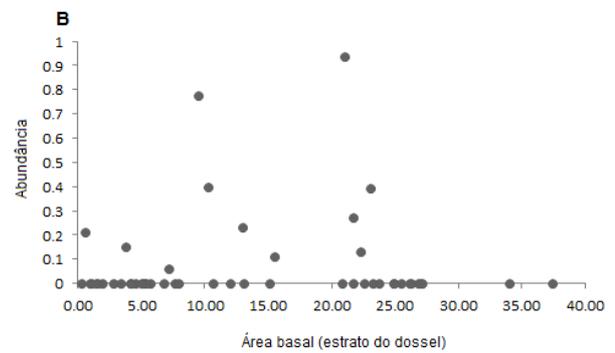
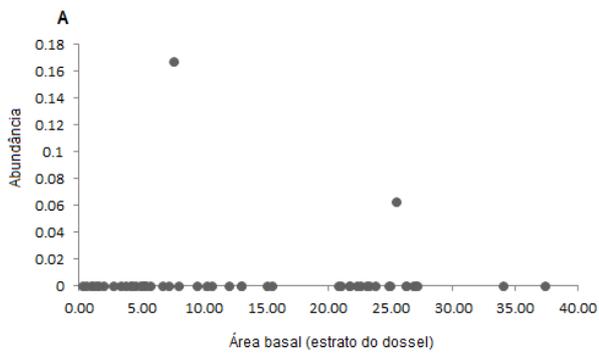
Anexo 5 – Traços funcionais de espécies do estrato regenerante relacionados à polinização que maximizaram TDAP, obtidos a partir da matriz T composta pelos valores médios ponderados dos traços funcionais da comunidade, para todas as comunidades (Eixo Y). (A) Tipo floral aclamídea; (B) Tipo floral aberta; (C) Tipo floral goela; (D) Corola de tamanho grande; (E) Recurso pólen.



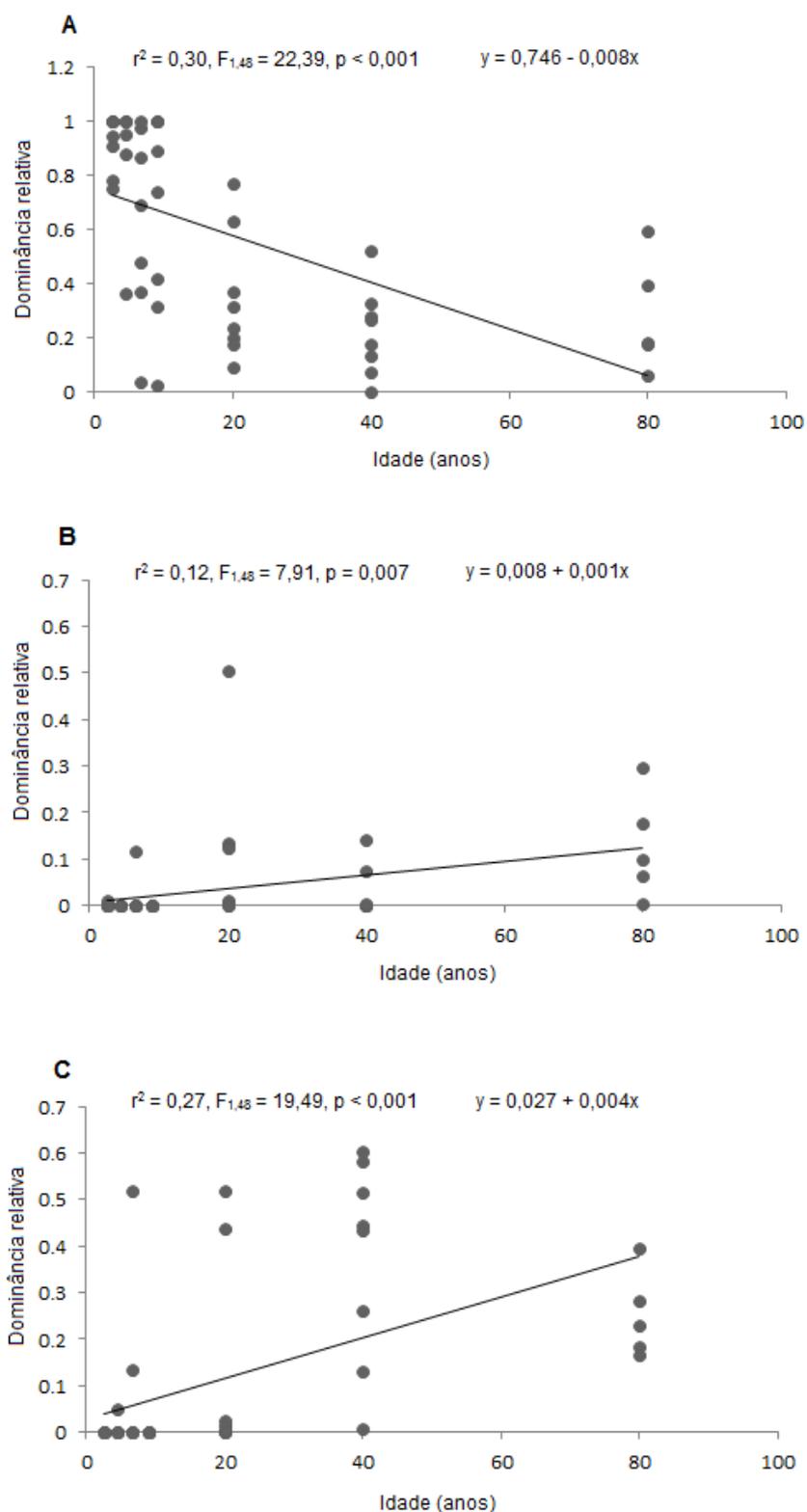
Anexo 6 – Traços funcionais de espécies do estrato regenerante relacionados à polinização que maximizaram TCAP, obtidos a partir da matriz T composta pelos valores médios ponderados dos traços funcionais da comunidade, para todas as comunidades (Eixo Y). (A) Sistema de polinização vespas; (B) Tipo floral aberta; (C) Tipo floral funil/sino; (D) Tipo floral tubular; (E) Recurso néctar; (F) Sistema sexual dióica.



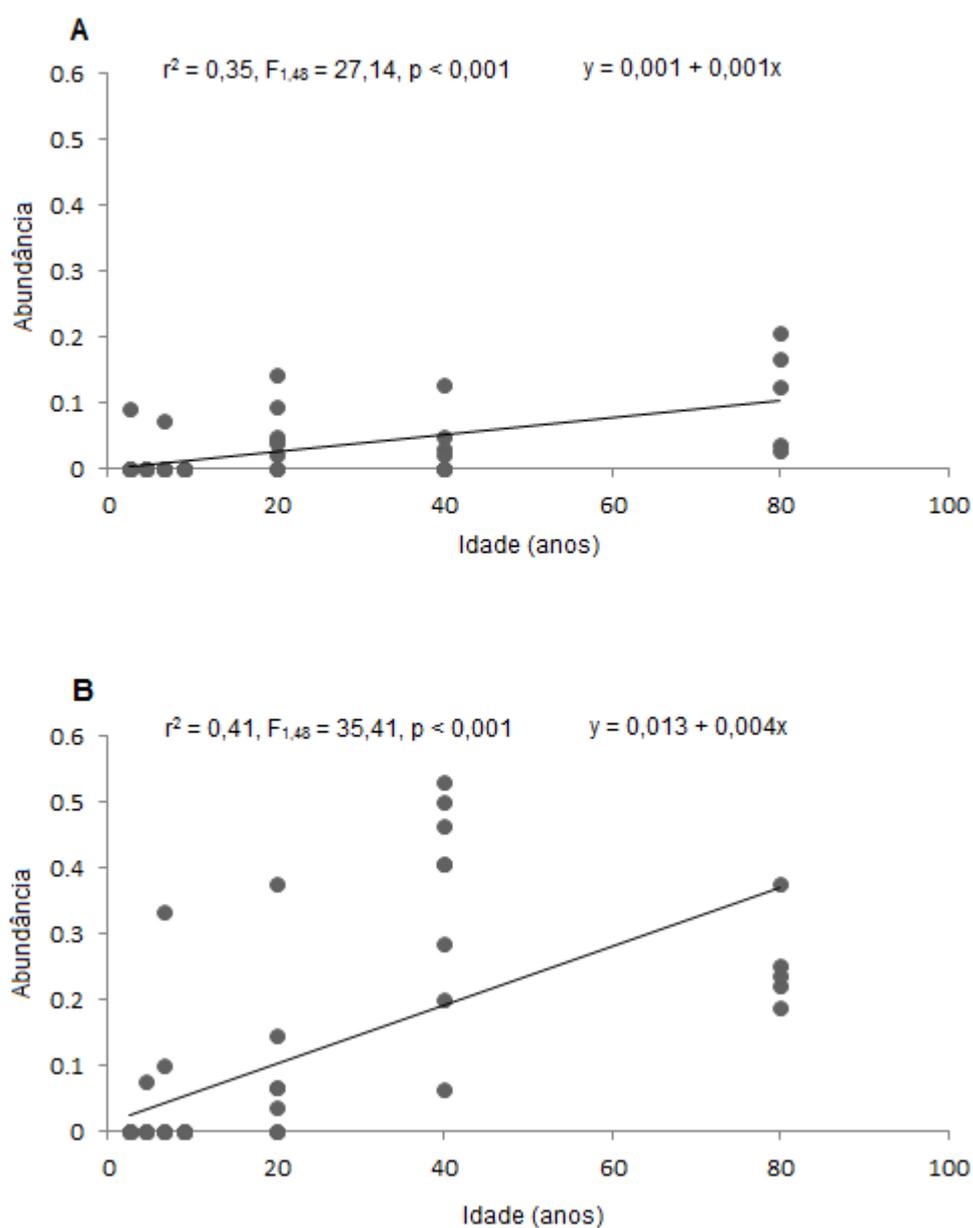
Anexo 7 – Traços funcionais de espécies do estrato regenerante relacionados à polinização que maximizaram TDAP, obtidos a partir da matriz T composta pelos valores médios ponderados dos traços funcionais da comunidade, para todas as comunidades (Eixo Y). (A) Sistema de polinização morcegos; (B) Tipo floral aclamídea; (C) Tipo floral goela; (D) Tipo floral pincel; (E) Tipo floral tubular.



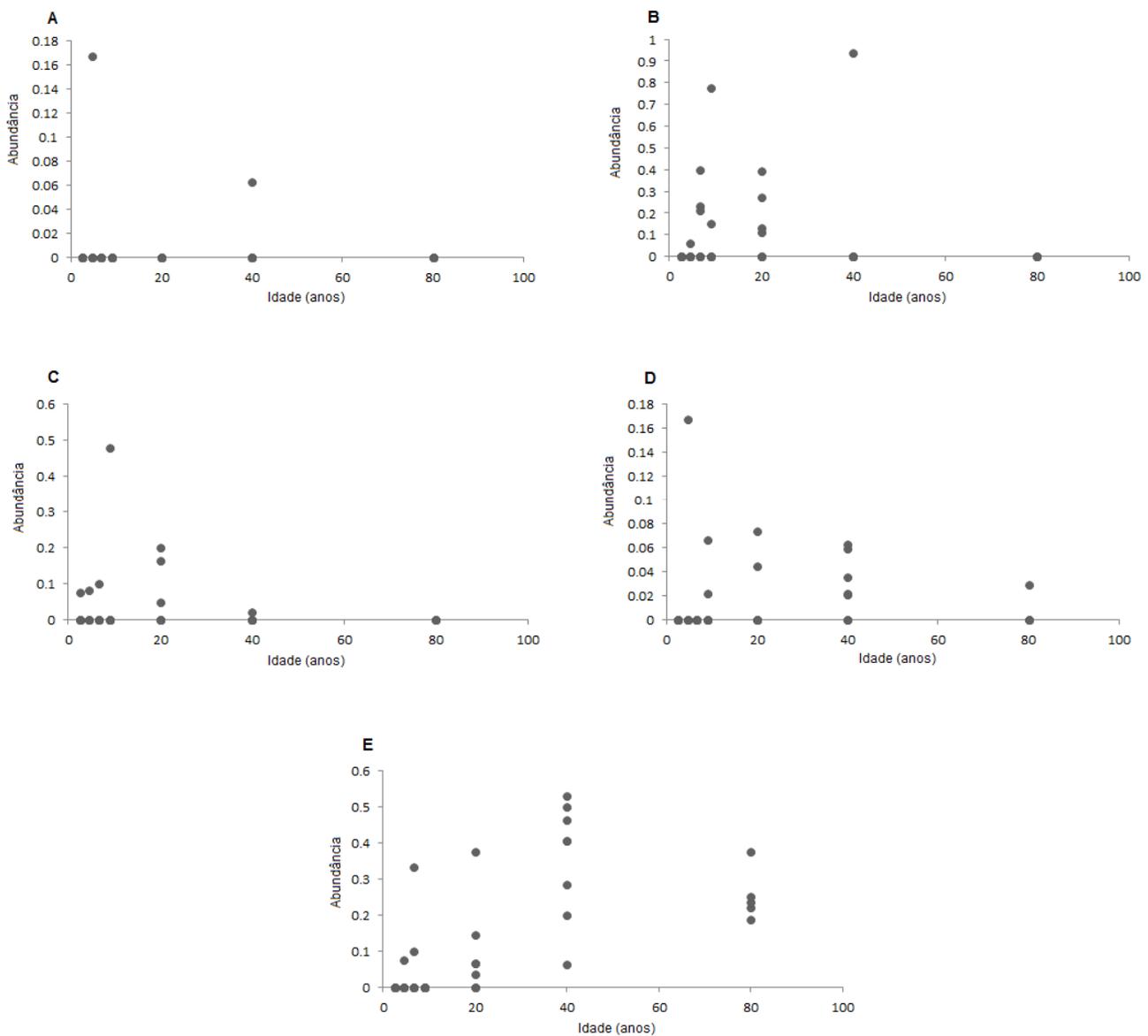
Anexo 8 – Traços funcionais de espécies do estrato regenerante relacionados à polinização que maximizaram TCAP, obtidos a partir da matriz T composta pelos valores médios ponderados dos traços funcionais da comunidade, para todas as comunidades (Eixo Y).(A) Tipo floral aberta; (B) Tipo floral funil/sino; (C) Tipo floral tubular.



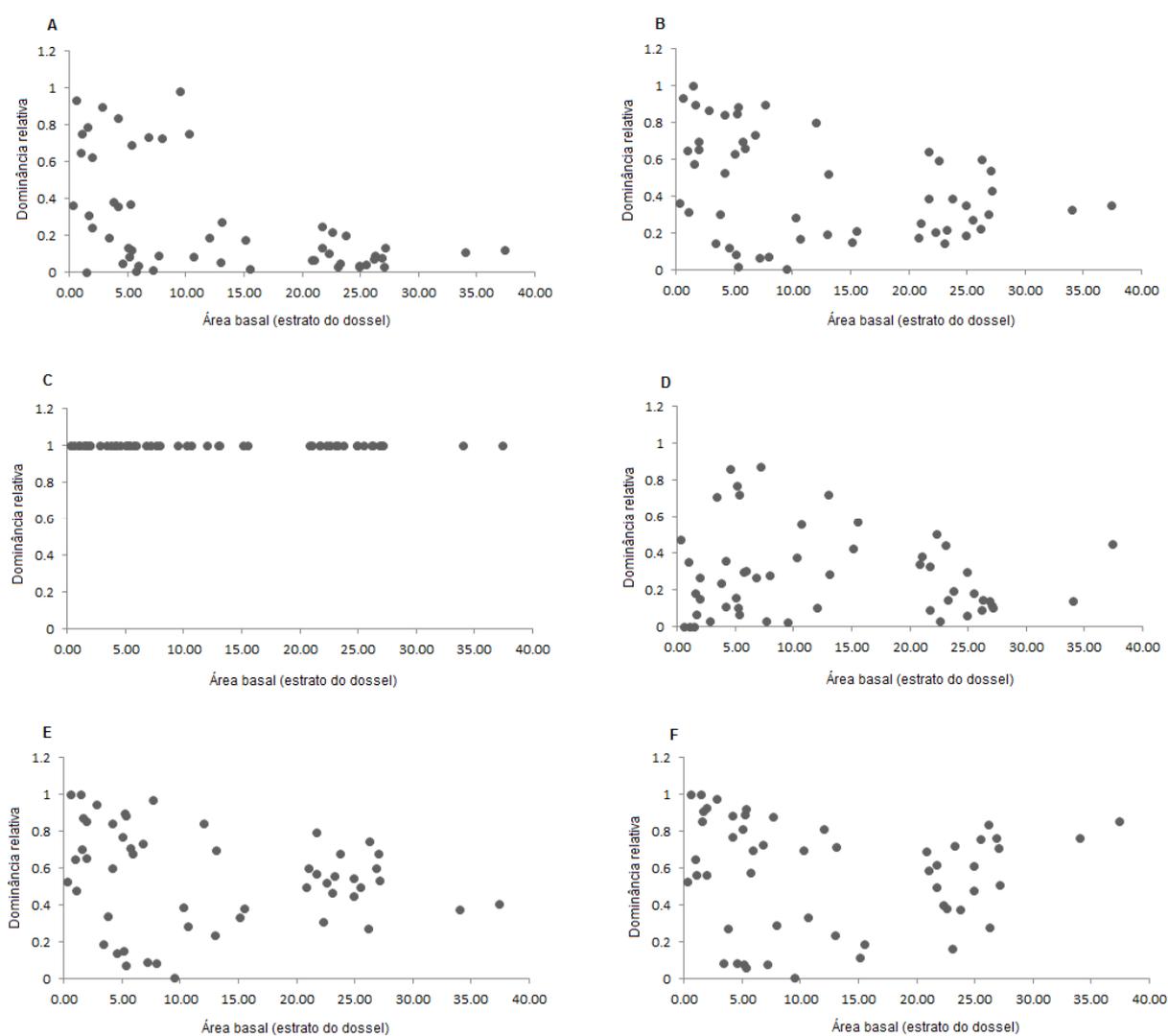
Anexo 10 – Traços funcionais de espécies do estrato regenerante relacionados à polinização que maximizaram TCAP, obtidos a partir da matriz T composta pelos valores médios ponderados dos traços funcionais da comunidade, para todas as comunidades (Eixo Y). (A) Tipo floral funil/sino; (B) Tipo floral tubular.



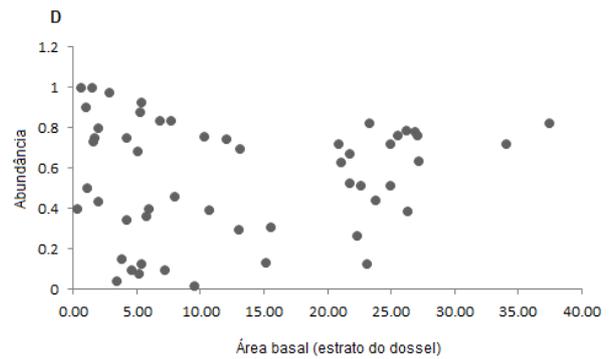
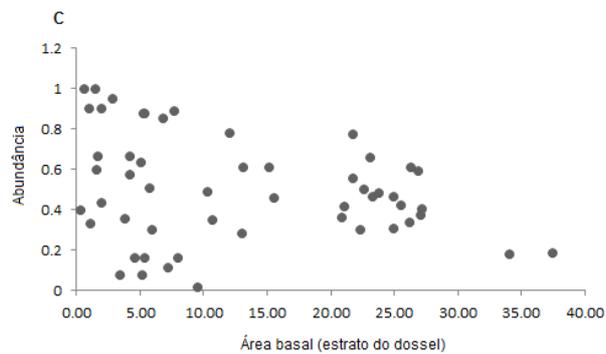
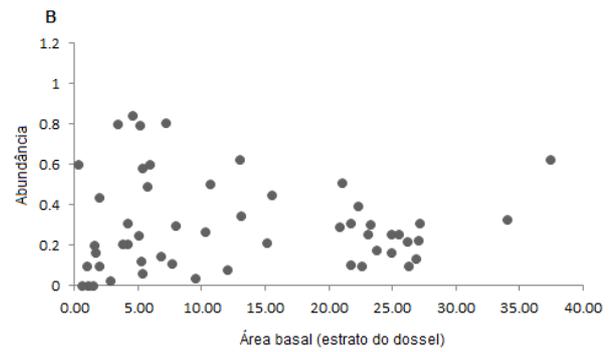
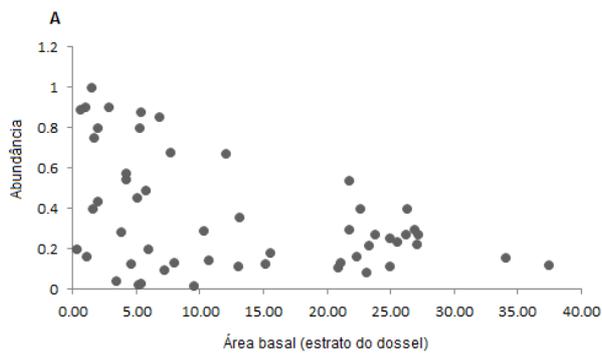
Anexo 11 – Traços funcionais de espécies do estrato regenerante relacionados à polinização que maximizaram TDAP, obtidos a partir da matriz T composta pelos valores médios ponderados dos traços funcionais da comunidade, para todas as comunidades (Eixo Y). (A) Sistema de polinização morcegos; (B) Tipo floral aclamídea; (C) Tipo floral goela; (D) Tipo floral pincel; (E) Tipo floral tubular.



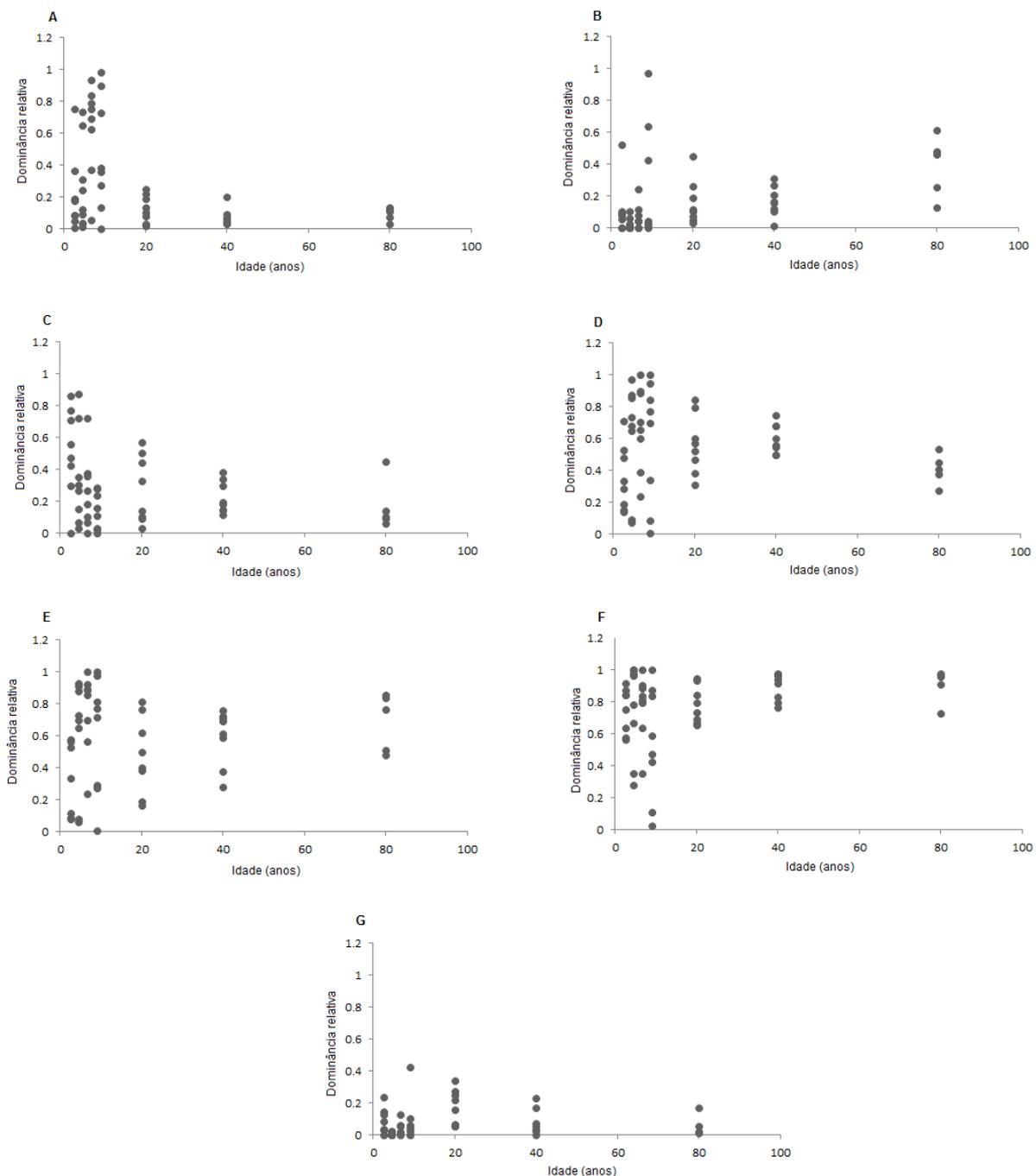
Anexo 12 – Traços funcionais de espécies do estrato do dossel relacionados à dispersão que maximizaram TDAP, obtidos a partir da matriz T composta pelos valores médios ponderados dos traços funcionais da comunidade, para todas as comunidades (Eixo Y). (A) Arbusto; (B) Sistema de dispersão abiótico; (C) Sistema de dispersão biótico; (D) Diásporo drupa; (E) Diásporo seco; (F) Diásporo de tamanho médio.



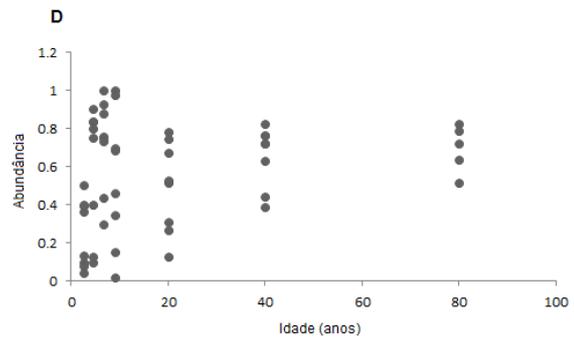
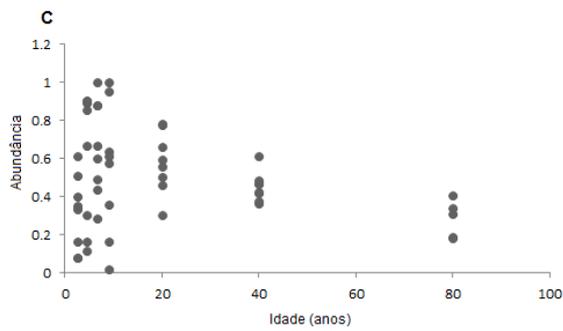
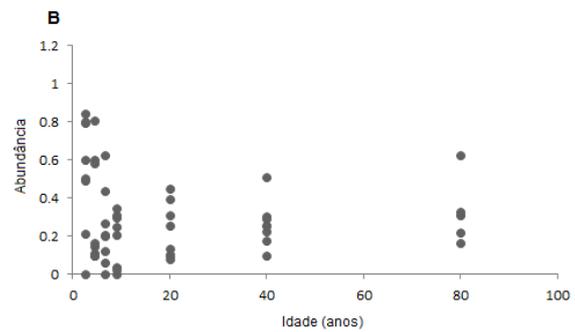
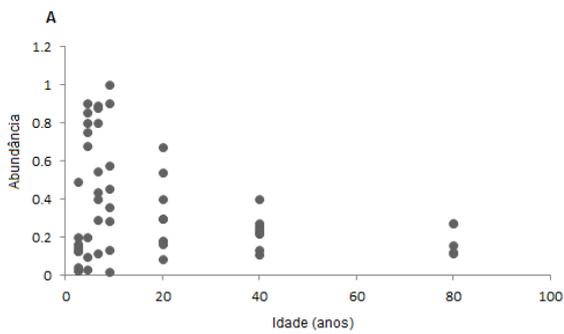
Anexo 13 – Traços funcionais de espécies do estrato do dossel relacionados à dispersão que maximizaram TDAP, obtidos a partir da matriz T composta pelos valores médios ponderados dos traços funcionais da comunidade, para todas as comunidades (Eixo Y). (A) Sistema de dispersão abiótico; (B) Diásporo drupa; (C) Diásporo seco; (D) Diásporo de tamanho médio.



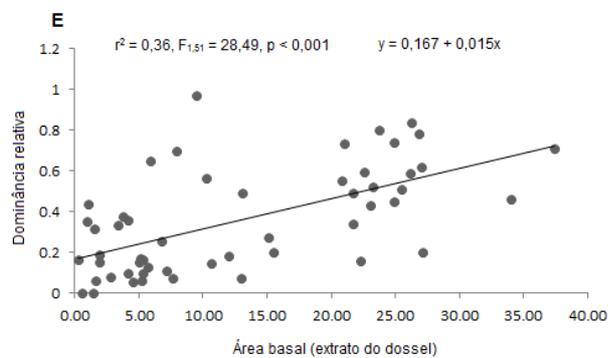
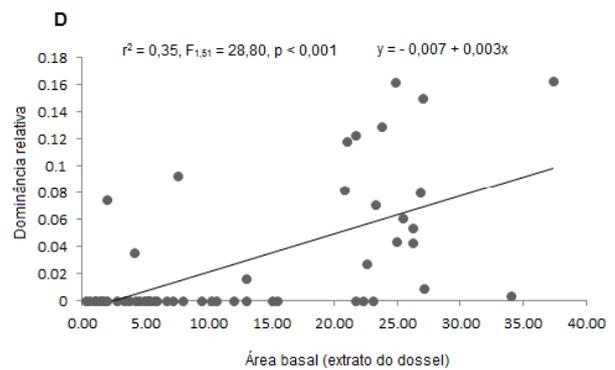
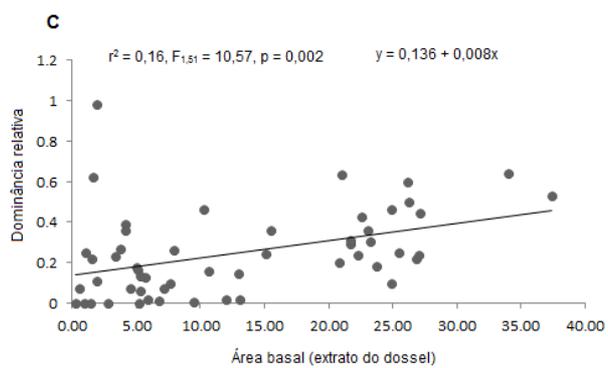
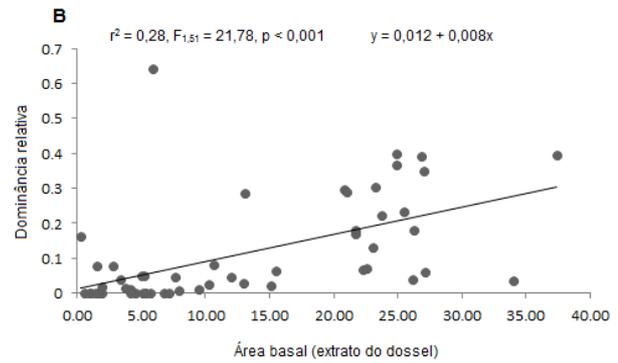
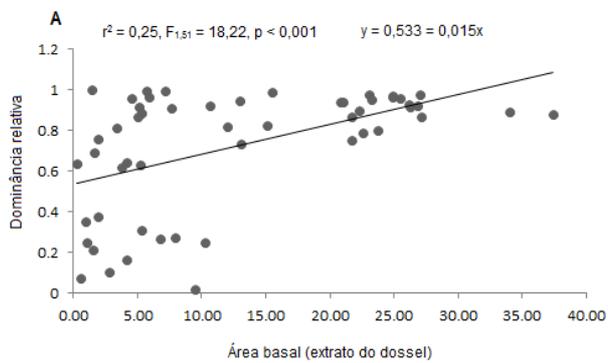
Anexo 14 – Traços funcionais de espécies do estrato do dossel relacionados à dispersão que maximizaram TDAP, obtidos a partir da matriz T composta pelos valores médios ponderados dos traços funcionais da comunidade, para todas as comunidades (Eixo Y). (A) Arbusto; (B) Diásporo baga; (C) Diásporo drupa; (D) Diásporo seco; (E) Tamanho de diásporo - médio; (F) Quantidade de sementes por diásporo poucas; (G) Quantidade de sementes por diásporo média.



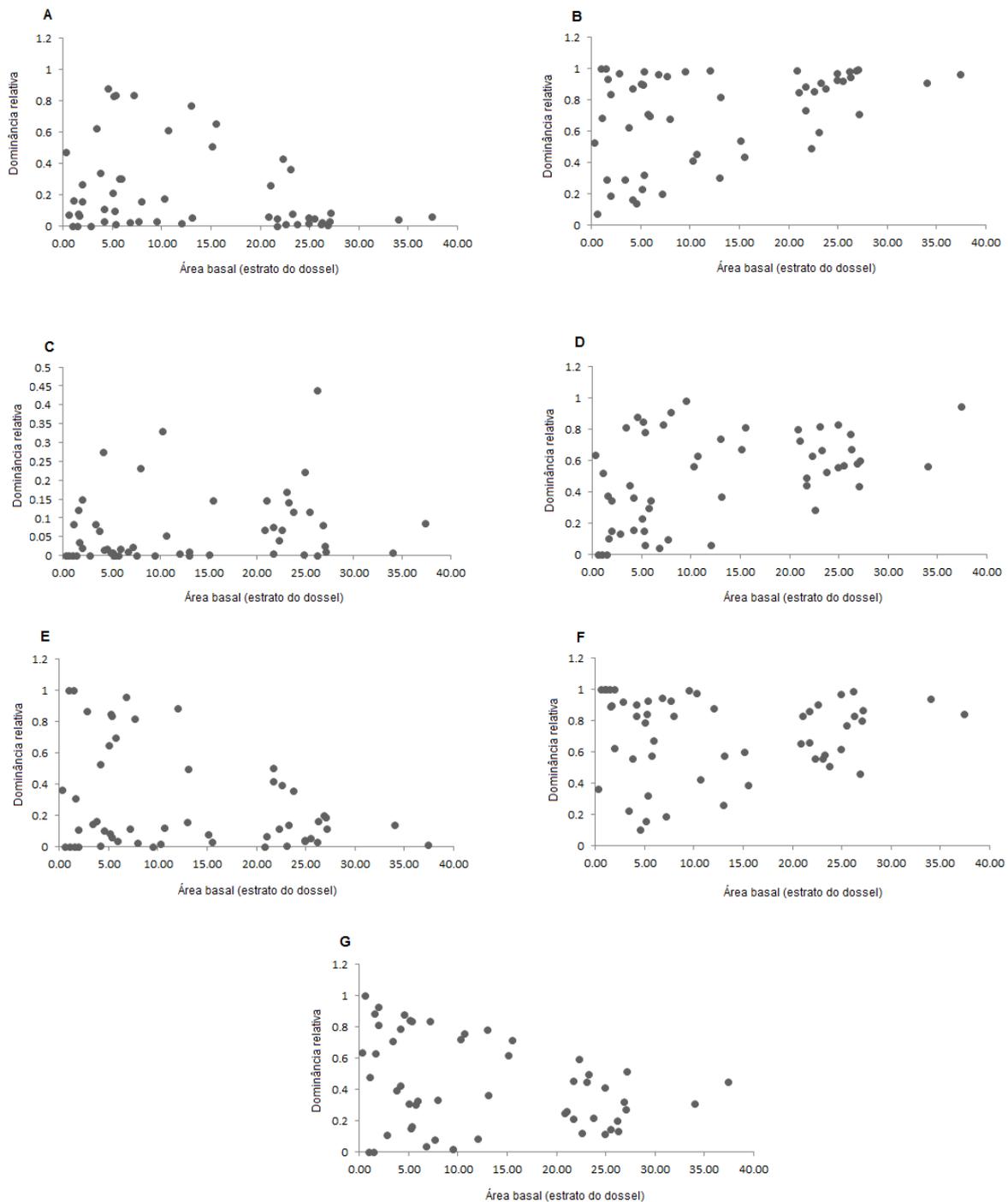
Anexo 15 – Traços funcionais de espécies do estrato do dossel relacionados à dispersão que maximizaram TDAP, obtidos a partir da matriz T composta pelos valores médios ponderados dos traços funcionais da comunidade, para todas as comunidades (Eixo Y). (A) Sistema de dispersão abiótico; (B) Diásporo drupa; (C) Diásporo seco; (D) Diásporo de tamanho médio.



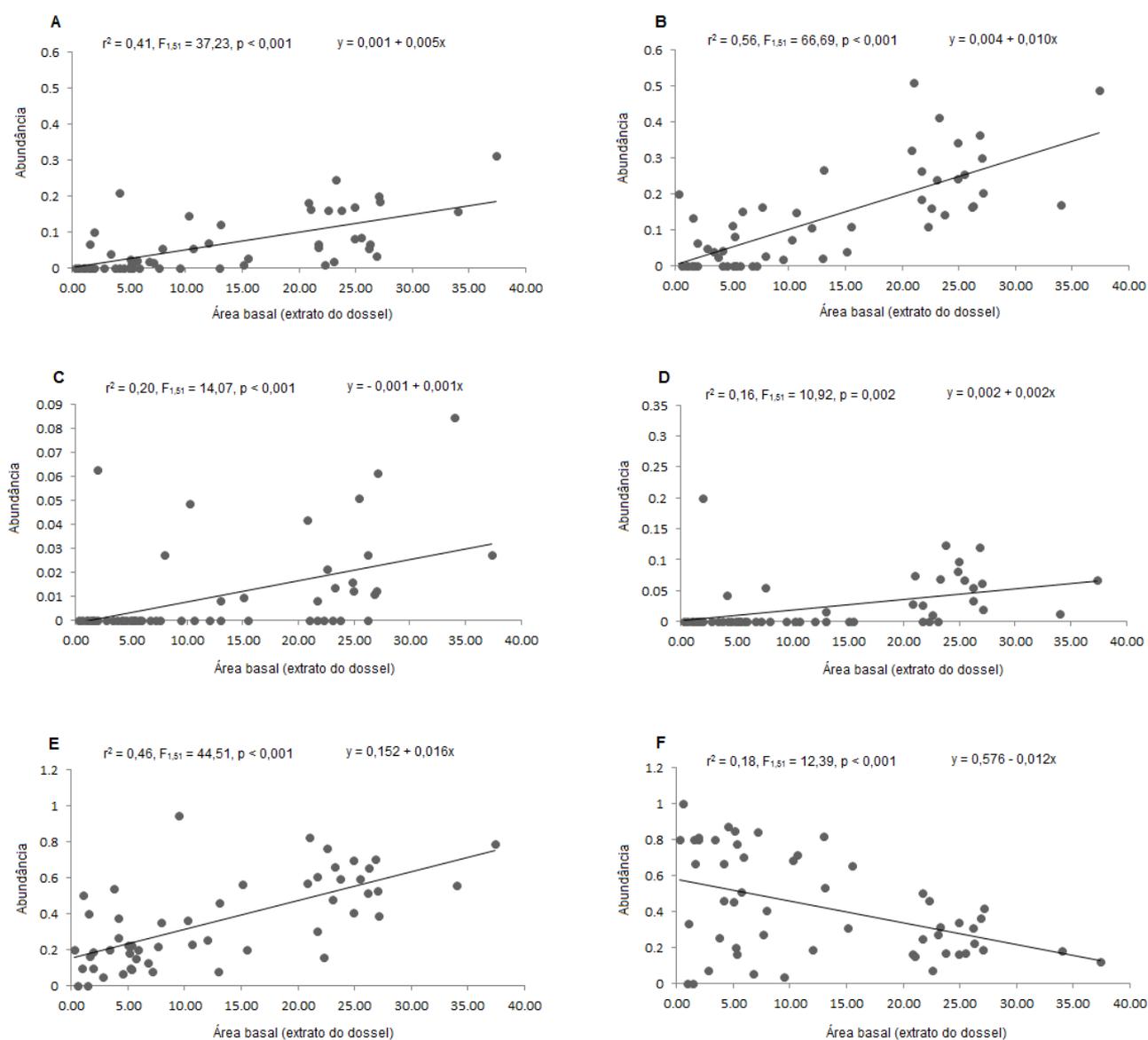
Anexo 16 – Traços funcionais de espécies do estrato do dossel relacionados à polinização que maximizaram TCAP, obtidos a partir da matriz T composta pelos valores médios ponderados dos traços funcionais da comunidade, para todas as comunidades (Eixo Y). (A) Árvore; (B) Sistema de polinização moscas; (C) Sistema de polinização DSIs (pequenos insetos diversos); (D) Tipo floral pincel; (E) Recurso néctar.



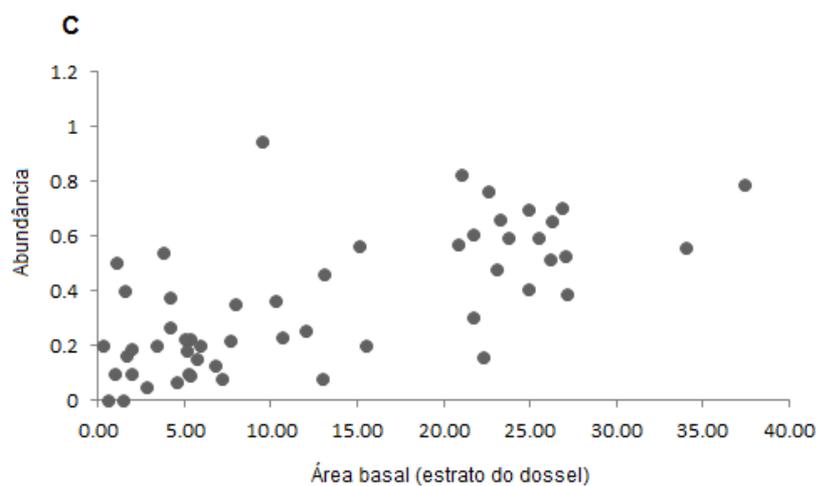
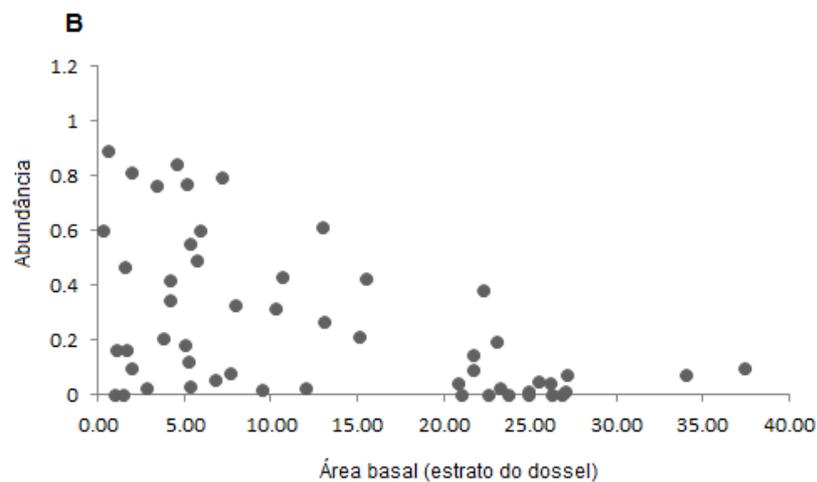
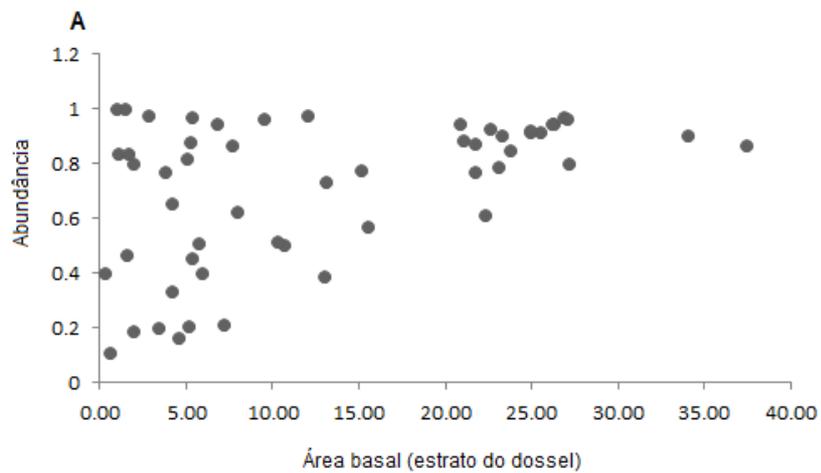
Anexo 17 – Traços funcionais de espécies do estrato do dossel relacionados à polinização que maximizaram TDAP, obtidos a partir da matriz T composta pelos valores médios ponderados dos traços funcionais da comunidade, para todas as comunidades (Eixo Y). (A) Sistema de polinização abiótico; (B) Sistema de polinização abelhas; (C) Sistema de polinização borboletas; (D) Corola de tamanho pequeno; (E) Corola de tamanho grande; (F) Recurso pólen; (G) Sistema sexual dióica.



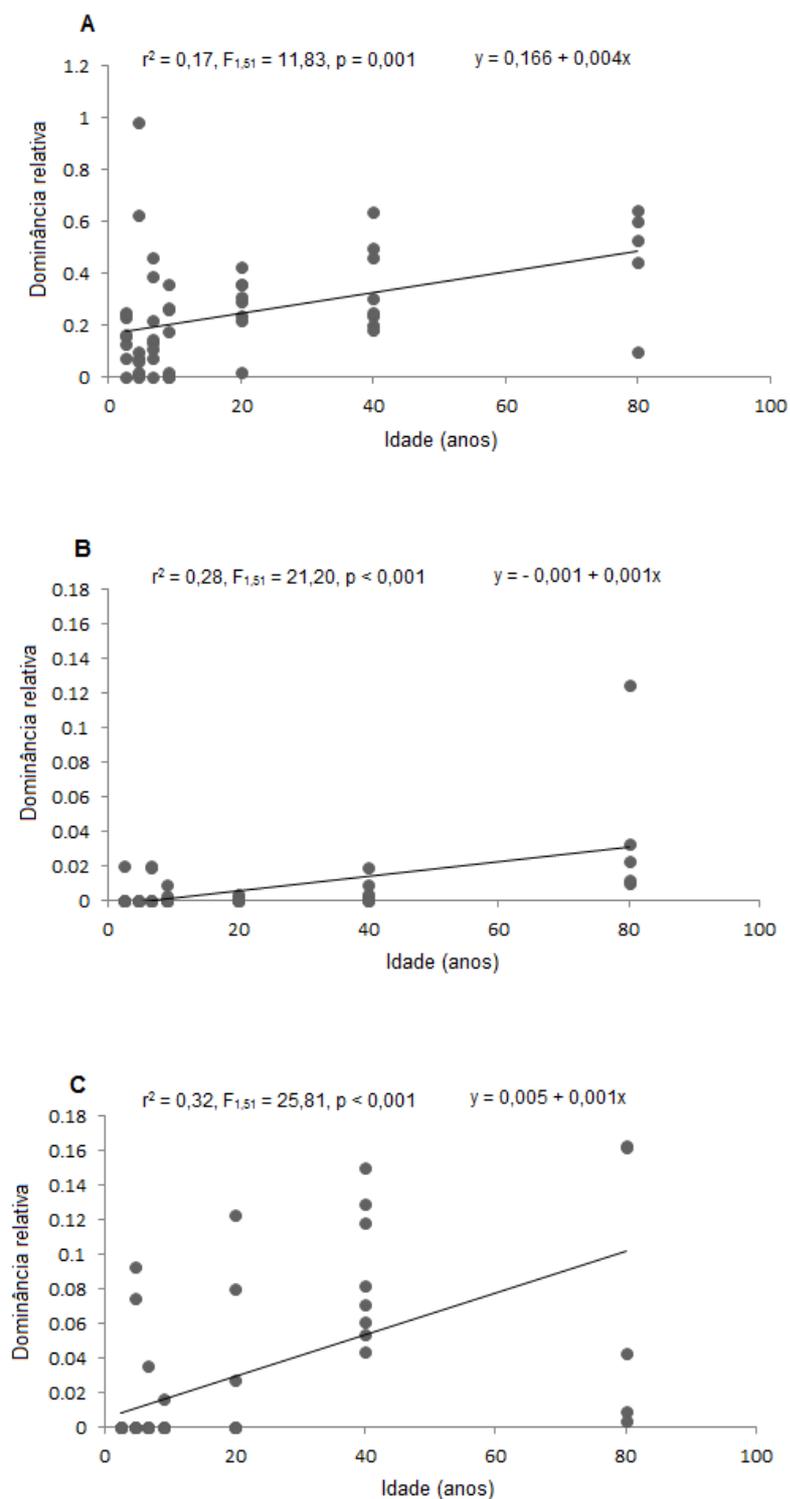
Anexo 18 – Traços funcionais de espécies do estrato do dossel relacionados à polinização que maximizaram TCAP, obtidos a partir da matriz T composta pelos valores médios ponderados dos traços funcionais da comunidade, para todas as comunidades (Eixo Y). (A) Sistema de polinização esfingídeos; (B) Sistema de polinização moscas; (C) Tipo floral funil/sino; (D) Tipo floral pincel; (E) Recurso néctar; (F) Sistema sexual dióica.



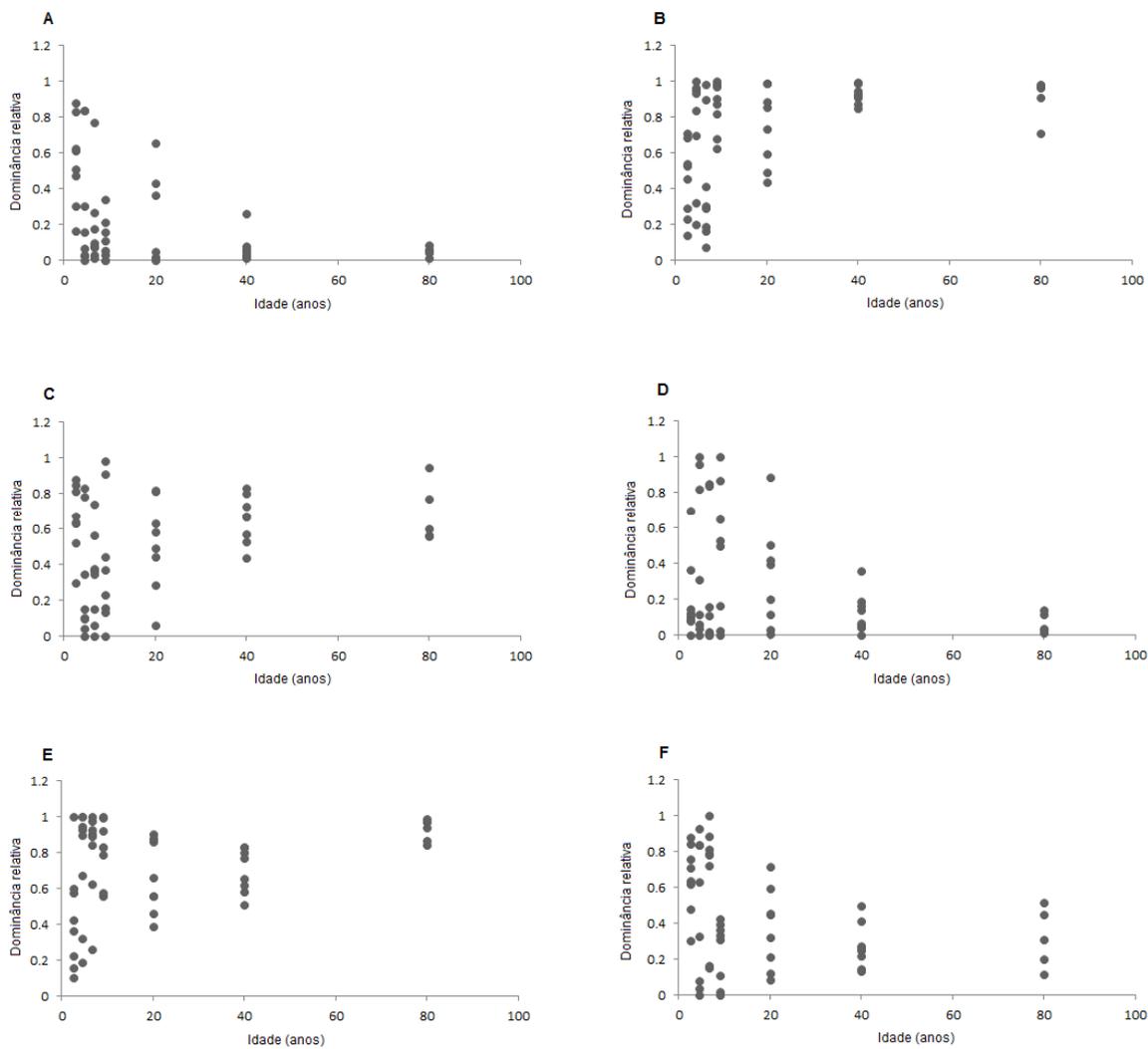
Anexo 19 – Traços funcionais de espécies do estrato do dossel relacionados à polinização que maximizaram TDAP, obtidos a partir da matriz T composta pelos valores médios ponderados dos traços funcionais da comunidade, para todas as comunidades (Eixo Y). (A) Sistema de polinização abelhas; (B) Sistema de polinização misto (várias ordens de polinizadores não identificados); (C) Recurso néctar.



Anexo 20 – Traços funcionais de espécies do estrato do dossel relacionados à polinização que maximizaram TCAP, obtidos a partir da matriz T composta pelos valores médios ponderados dos traços funcionais da comunidade, para todas as comunidades (Eixo Y). (A) Sistema de polinização DSIs (pequenos insetos diversos); (B) Tipo floral funil/sino; (C) Tipo floral pincel.



Anexo 21 – Traços funcionais de espécies do estrato do dossel relacionados à polinização que maximizaram TDAP, obtidos a partir da matriz T composta pelos valores médios ponderados dos traços funcionais da comunidade, para todas as comunidades (Eixo Y). (A) Sistema de polinização abiótico; (B) Sistema de polinização abelhas; (C) Corola de tamanho pequeno; (D) Corola de tamanho grande; (E) Recurso pólen; (F) Sistema sexual dióica.



Anexo 22 – Traços funcionais de espécies do estrato do dossel relacionados à polinização que maximizaram TCAP, obtidos a partir da matriz T composta pelos valores médios ponderados dos traços funcionais da comunidade, para todas as comunidades (Eixo Y). (A) Sistema de polinização moscas; (B) Tipo floral funil/sino; (C) Tipo floral tubular.

