



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

INSTITUTO DE BIOLOGIA

MARIA CLARA OLESKI AMATUZZI

REDES DE INTERAÇÕES ENTRE PLANTAS E FRUGÍVOROS NA
MATA ATLÂNTICA: ESTRUTURA E FRAGILIDADE A
EXTINÇÕES

Este exemplar corresponde à redação final
da tese defendida pelo(a) candidato (a)
MARIA CLARA OLESKI AMATUZZI
e aprovada pela Comissão Julgadora.

Dissertação apresentada ao Instituto de
Biologia para obtenção do Título de
Mestre em Ecologia.


Orientador: Prof. Dr. Wesley Rodrigues Silva

Co-Orientador: Prof. Dr. Paulo Roberto Guimarães Jr.

Campinas, 2009

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DO INSTITUTO DE BIOLOGIA – UNICAMP**

Am15r

Amatuzzi, Maria Clara Oleski

Redes de interações entre plantas e frugívoros na Mata Atlântica: estrutura e fragilidade a extinções / Maria Clara Oleski Amatuzzi. – Campinas, SP: [s.n.], 2009.

Orientadores: Wesley Rodrigues Silva, Paulo Roberto Guimarães Junior.

Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Biologia.

1. Ecologia. 2. Sementes - Dispersão. 3. Redes de interações. 4. Mata Atlântica. I. Silva, Wesley Rodrigues. II. Guimarães Junior, Paulo Roberto. III. Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Biologia. IV. Título.

Título em inglês: Interactions network between plants and frugivores in the Atlantic Forest: structure and fragility.

Palavras-chave em inglês: Ecology; Seed dispersal; Network interactions; Mata Atlântica (Brazil).

Área de concentração: Ecologia.

Titulação: Mestrado em Ecologia.

Banca examinadora: Wesley Rodrigues Silva, Rafael Dias Loyola, Thomas Michael Lewinsohn.

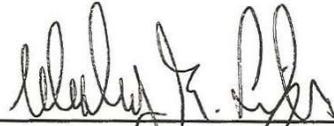
Data da defesa: 26/02/2009.

Programa de Pós-Graduação: Ecologia.

Campinas, 26 de fevereiro de 2009

Banca Examinadora

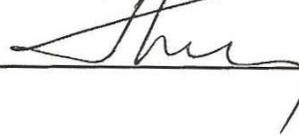
Prof. Dr. Wesley Rodrigues Silva (Orientador)



Prof. Dr. Rafael Dias Loyola



Prof. Dr. Thomas Michael Lewinsohn



Prof. Dr. Sérgio Furtado dos Reis

Prof. Dr. Marco Aurélio Ribeiro de Mello

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu orientador Wesley R. Silva, que após o insucesso no projeto inicialmente proposto, aceitou a nova proposta e colaborou de todas as formas possíveis para o resultado final aqui apresentado. Além disso, foi sempre muito atencioso e atuou com extrema eficiência me acalmando nos momentos de desespero natural nesse processo. Possibilitou, ainda, a co-orientação do Paulo R. Guimarães Jr., a quem agradeço, em primeiro por ter aceitado me co-orientar prontamente e pela paciência frente a minha inicial inexperiência no tema estudado. Sempre disponível e interessado foi essencial no desenvolvimento do trabalho. Ambos, orientador e co-orientador, trouxeram contribuições indispensáveis para o desenvolvimento da tese.

Agradeço a CAPES pelo apoio financeiro ao projeto. Agradeço a Unicamp e o Instituto de Biologia que possibilitaram minha formação.

Agradeço também ao Marcus Aguiar que produziu alguns dos programas que usei. Eficientes e práticos me geraram resultados rapidamente e confiáveis. Além disso, colaboraram para um menor esforço de minha parte na confecção de planilhas, o que em um momento me gerou LER, problema que me afastou por alguns dias do computador.

Os professores que fizeram parte da pré-banca e banca, Marco Mello, Sérgio Furtado e Thomas M. Lewinsohn e Rafael Loyola que contribuíram para o trabalho de forma impressionante. Todos os professores que contribuíram para minha formação como pesquisadora e ecóloga também foram importantes. O professor Benson, com que passei momentos ótimos e enriquecedores na Praia da Fazenda durante o curso de campo.

Agradeço meus amigos da Unicamp, tanto de graduação quanto do mestrado (João, Léo, Thaís, Mariana, Lucas, Tadeu, Kid, Chris Correa e a outra Chris, a Chris Macaco) que me

proporcionaram agradáveis momentos de descontração e, por vezes, contribuíram com discussões sobre o tema da tese. Agradeço ao Pets, que me ajudou em questões matemáticas de forma muito eficiente e à Carol, que me auxiliou apresentando referências importantes.

Agradeço aos meus amigos (Mari, Anne, Rodrigo, Gal, Fran, Gabriel, Léo dentre outros) que têm parte importante na minha vida e com quem passo ótimos momentos e inesquecíveis conversas. Em especial ao Sandro, que é meu grande amigo e que esteve presente durante todo o tempo.

Agradeço ao meu querido Jãozinho, que felizmente surgiu na minha vida e é meu companheiro.

Agradeço a minha família, tios avós, irmãos, pais, primos e agregados (Ca, Giu, Pê, Ju, Ana, Neto, Vinícius, Tia Nilda, Tio Paulo, Paulo, Alê, Carla, Carol, Isabela, Ri, Nice, Samuel e Ravi) que me fizeram, e ainda fazem, quem eu sou hoje. Minha vó Érica, matriarca da família, sempre muito forte e invejavelmente boa.

Agradeço ao meu pai, Mauro, por todo amor, compreensão e paciência nos momentos pelos quais passei durante esses anos do mestrado. Obrigada, mãe! Pelo seu amor incondicional e seu exemplo de mulher.

ÍNDICE

Abstract	7
Resumo	8
Introdução	9
Métodos	18
Origem dos dados	18
Área de Estudo	18
Construção da Rede de Interações Frugívoro-Planta de Intervalos	19
Métricas Calculadas	20
Simulações de Extinções de Espécies	25
Características Estruturais Utilizadas para Observar os Efeitos das Simulações de Extinções Sistemáticas	29
Resultados	32
Estrutura da Rede de Interações Frugívoro-Planta de Intervalos	32
Simulações de Extinções	34
Simulações de Extinção das Espécies Ameaçadas	48
Discussão	57
Estrutura e Fragilidade da Rede de Interações Frugívoro-Planta de Intervalos	57
Resistência da Rede Frugívoro-Planta de Intervalos à Simulação de Extinção de Espécies	59
Implicações para a Conservação da Mata Atlântica do Parque Estadual de Intervalos	64
Conclusões Finais	68
Referências	70
Anexo 1 – Espécies de Frugívoros e suas Interações	77

ABSTRACT

The frugivore-plant mutualism has been recognized as an important process in maintaining terrestrial ecosystems. Frugivores feed on fruits and disperse their seeds. The increase of habitat fragmentation and loss may affect these interactions. Therefore, understanding the effects of these disturbances on seed dispersal process may help to predict shifts in the remaining ecosystems. In this sense, the network approach has been used to describe the structure and investigate function and evolution of different types of interactions. I explored different patterns of extinction in a network of mutualistic frugivore-plant interactions of the Parque Estadual de Intervales (PEI) by simulating the removal of frugivores and plants and observing the effects on its structure. The PEI network as a typical mutualistic network with highly nested interactions; low connectance; small average number of interactions for both plants and animals; prevalence of weak interactions and occurrence of asymmetric interactions. When removing specialists, co-extinctions occurred very slowly, leading a significant decline on species richness only after the removal of 80%. Random removal of species created an almost linear co-extinction pattern, showing important cumulative loss of species after removal of 50% of species. Species diversity declined most rapidly with the removal of the generalists. The removal of endangered species caused patterns of co-extinction similar to those caused by the random removal. In general, PEI network showed a pattern of break down of small clusters after the extinction of just 5% of species, although a large and nested cluster still observed. The nested structure of the network was slightly changed through the simulations. The network lost its nested structure more rapidly when generalists species were removed. These simulations support the notion that mutualistic networks are robust to extinction and generalists are the most important species for the maintenance of structure and species richness of these networks.

RESUMO

O mutualismo planta-frugívoro é bem conhecido como importante processo na manutenção dos ecossistemas. O frugívoro obtém o recurso alimentar da polpa e dispersa as sementes da planta. A crescente perda e fragmentação de ambientes naturais devem afetar essas interações. Portanto, conhecer quais são os efeitos desta degradação na dispersão de sementes é um passo importante na tentativa de preservação dos ecossistemas. A abordagem de redes vem sendo usada atualmente a fim de entender melhor a estrutura, funcionamento e evolução de diversos tipos de interações. Explorei alguns padrões de extinção de espécies em uma rede de interações mutualísticas frugívoro-planta do Parque Estadual de Intervalos (PEI) simulando extinções de frugívoros e plantas e observando os efeitos na sua estrutura. A rede frugívoro-planta do PEI é uma rede típica de interações mutualísticas com estrutura extremamente aninhada; baixa conectância; baixos graus médios tanto de plantas como dos animais; prevalência de interações fracas e ocorrência de interações assimétricas. As co-extinções ocorreram muito lentamente com as remoções de especialistas e geram um declínio considerável na riqueza de espécies do outro grupo, somente após remoção de 80% das espécies. Remoções aleatórias de espécies geraram um padrão quase linear de co-extinções, após a remoção de 50% das espécies observa-se um maior impacto na riqueza da rede. A remoção das espécies ameaçadas de extinção causou impacto semelhante ao observado com as remoções aleatórias. Em geral, ocorre um padrão de surgimento de pequenos componentes, a partir da remoção de 5% das espécies, porém há sempre um grande e aninhado componente. O aninhamento da rede foi pouco modificado com as simulações. A rede perde o aninhamento mais rapidamente durante a remoção de generalistas. Os resultados reforçam a idéia de robustez dessa rede que é gerada pela suas características estruturais. As espécies mais importantes para a manutenção da estrutura e riqueza de espécies da rede são as generalistas.

INTRODUÇÃO

Um objetivo fundamental da pesquisa em ecologia é entender mecanismos que influenciam a estabilidade dos ecossistemas (Ings *et al.* 2008). O uso de redes ecológicas tem contribuído para a construção desse conhecimento (Solé & Montoya 2001, Memmott *et al.* 2004, Silva *et al.* 2007, Ings *et al.* 2008). Podemos classificar as redes ecológicas em três tipos: redes tróficas, redes hospedeiro-parasitóides e redes mutualísticas (Ings *et al.* 2008).

As redes mutualísticas incluem as interações nas quais os dois indivíduos de espécies diferentes beneficiam-se mutuamente. Há vários tipos de mutualismos, cada um conferindo aos indivíduos envolvidos diferentes benefícios, dentre eles, proteção, dispersão de estruturas reprodutivas (sementes e pólen), higienização e alimento (Guimarães *et al.* 2007a). Da mesma forma, esse tipo de associação ocorre em vários graus, desde interações muito íntimas, como as simbioses observadas em plantas leguminosas e bactérias, até interações não simbióticas como a dispersão de sementes por frugívoros (Begon *et al.* 2006).

A interação mutualística frugívoro-planta é um processo chave na reprodução das plantas envolvidas, uma vez que garante a dispersão das sementes da planta (Jordano 1987). Devido à grande importância da dispersão de sementes para as plantas, há, na natureza, diferentes estratégias de dispersão, além da dispersão por animais frugívoros. Alguns exemplos são plantas que possuem seus frutos adaptados para a dispersão pelo vento (anemocóricas), plantas com adaptações para o lançamento das sementes, produzida pela explosão do fruto (autocoria), ou ainda, frutos com estruturas que permitem a dispersão pela água (hidrocoria) (Campassi 2006). Porém, segundo Jordano (2000) 89,5% das plantas lenhosas em florestas tropicais depende de vertebrados para a dispersão de suas sementes.

Vista a importância da interação frugívoro-planta, não é surpresa que pressões seletivas recíprocas entre o frugívoro e a planta tenham gerado, tanto em frugívoros quanto em plantas zoocóricas, adaptações importantes para garantir a eficiência desta interação por meio da coevolução (Herrera 1987). Em plantas zoocóricas, podemos citar como adaptações importantes a cor, o tamanho, características nutricionais do fruto (Pizo 2002) e grau de proteção da semente que varia de acordo com o tipo de dispersor, dentre outras (Traveset & Verdú 2002). Em frugívoros, alguns exemplos de adaptações são: o sistema digestório encurtado de aves, o que diminui o tempo de permanência da semente no trato digestivo (Jordano 2000) e tamanho do bico (Wheelwright 1985).

A destruição de habitat e conseqüente perda de biodiversidade são hoje um tema recorrente na literatura (Loreau *et al.* 2001, Memmott *et al.* 2004, Silva *et al.* 2007) e já que tais mutualismos constituem processos críticos para a manutenção dos ecossistemas (Bascompte & Jordano 2006), prever como esse processo ecológico reage à crescente degradação e conseqüente perda de espécies é um passo importante na tentativa de preservação desses ambientes (Silva & Tabarelli 2000).

A teoria de redes tem se mostrado uma importante ferramenta para compreender a estrutura dessas interações e o impacto antrópico sobre as mesmas (Memmott *et al.* 2004, Silva *et al.* 2007). Em uma comunidade, as interações podem ser representadas como conexões ligando duas espécies e formando uma rede (Jordano *et al.* 2003). Esta rede pode ser representada por um grafo composto por pontos (vértices ou nodos), representando as espécies, e linhas ligando-os sempre que houver interação (Figura 1). Pode-se, ainda, usar espessuras diferentes para interações com “forças” diferentes, usando linhas proporcionalmente mais grossas para interações mais fortes. Essa abordagem de redes permite visualizar a organização estrutural das interações numa comunidade, e a descrição desses padrões estruturais, tais como o aninhamento e

distribuição de grau, permite, ainda, fazer inferências sobre sua robustez e trazem novas informações sobre os mecanismos evolutivos que moldam essas interações (Dunne *et al.* 2002, Jordano *et al.* 2003, Memmott *et al.* 2004, Guimarães *et al.* 2005, Bascompte *et al.* 2006a, Bascompte 2007, Silva *et al.* 2007).

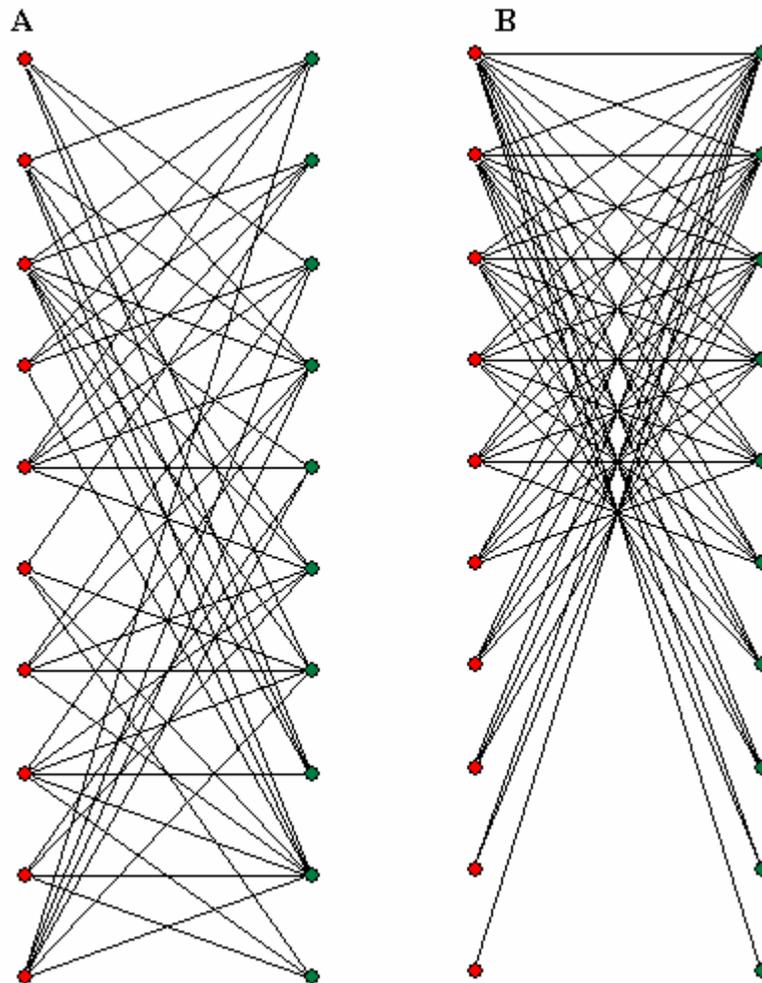


Figura 1. Exemplo da representação em grafo de uma rede de interações, *A* é uma rede com distribuição aleatória de interações e *B*, uma rede aninhada, na qual espécies especialistas interagem preferencialmente com as generalistas, não ocorrendo interações entre especialistas e, as generalistas interagem entre si, formando um grupo de espécies que contém a maioria das interações.

Algumas características foram observadas em redes de interações mutualísticas de polinização e dispersão de sementes e descritas como típicas desse tipo de rede, alguns exemplos são o grau de aninhamento e a distribuição de grau (Bascompte *et al.* 2003, Jordano *et al.* 2003). Essas características aparecem devido, dentre outras coisas, à evolução, dinâmica de estabelecimento de interações com o crescimento da rede e grau de especialização das espécies envolvidas em redes mutualísticas (Jordano *et al.* 2003, Guimarães *et al.* 2007a). Estudos com redes de diversos tipos de mutualismo como a interação formiga-planta (Guimarães *et al.* 2006) e a interação de peixes limpadores e seus clientes (Guimarães *et al.* 2007b), e de diversos ambientes (Dupont *et al.* 2003, Memmott *et al.* 2004, Ollerton *et al.* 2007) contribuíram para confirmar a existência dessas características típicas de redes de interações mutualísticas independente dos organismos envolvidos na interação e do ambiente no qual ocorrem (Jordano *et al.* 2003).

O aninhamento, por exemplo, é uma característica frequentemente associada às redes de interações mutualísticas e à sua robustez (Memmott *et al.* 2004, Jordano *et al.* 2003, Fortuna & Bascompte 2006). Uma rede aninhada possui, basicamente, três características: (i) um grupo de espécies concentra a maioria das interações, interagindo muito entre si e com as outras espécies da rede; (ii) as espécies com poucas interações interagem preferencialmente com espécies com muitas interações e (iii) não há interações entre as espécies com poucas interações (Bascompte & Jordano 2006, Guimarães *et al.* 2006) (Figura 1b). Isso implica em duas propriedades da rede: primeiro, essas matrizes possuem interações assimétricas, ou seja, as espécies especialistas tendem a interagir com as mais generalistas, de forma que há poucas interações fortemente específicas, que aumentam a predisposição a co-extinções; segundo, uma matriz aninhada é fortemente coesa, pois plantas generalistas e animais generalistas interagem também entre si criando um núcleo que tem a maioria das interações e que é capaz de manter grande parte da

diversidade após a perda das espécies mais especialistas (Memmott *et al.*, 2004, Bascompte & Jordano 2006), além de dificultar a quebra da rede após a extinção de espécies (Bascompte *et al.* 2003).

Outra característica estrutural freqüentemente discutida é a distribuição cumulativa de grau, que mostra a probabilidade de uma espécie interagir com k outras espécies. Redes de interações mutualísticas podem possuir distribuição de grau de três tipos, podem decair exponencialmente, decair seguindo uma lei de potência ou, como mais freqüentemente é vista, decaindo como uma lei de potência, porém com truncamento exponencial (Jordano *et al.* 2003). Dessa forma, nesse tipo de rede de interações a probabilidade de existirem espécies com muitas interações é pequena. Portanto, extinções aleatórias devem suprimir preferencialmente espécies especialistas, já que estas estão em maior quantidade na rede e, visto que redes de interações mutualísticas são tipicamente aninhadas, essas extinções não devem gerar muitos impactos (Memmott *et al.*, 2004, Bascompte & Jordano 2006).

Ainda sobre a distribuição de grau de redes de interações mutualísticas discute-se, dentre outras coisas, a evolução dessa distribuição observada e, segundo Jordano e colaboradores (2003), há dois aspectos fundamentais que devem gerá-la: a conexão preferencial de espécies novas àquelas com maior número de interações e as interações proibidas, que são aquelas que não ocorrem por restrições biológicas, como as plantas cujos frutos muito grandes não podem ser ingeridos por pequenas aves.

É possível observar em redes de interações mutualísticas quantitativas a predominância de interações fracas, o que também contribui para a resistência da rede, uma vez que poucas espécies são muito dependentes da interação com apenas uma outra espécie (Jordano 1987, Bascompte *et al.* 2006a, Bascompte *et al.* 2006b). Redes mutualísticas quantitativas evidenciam ainda a interdependência assimétrica das espécies envolvidas em uma interação. Quando uma planta j

mostra-se muito dependente de um dispersor i , i tende a ser pouco dependente de j , o que deve aumentar a resistência da rede à perda de espécies, uma vez que, se a população da espécie j decair a espécie i , na qual é muito dependente, não é fortemente afetada e, com isso, o serviço ecológico se mantém favorecendo a restauração da espécie j .

A comparação de redes de interações mutualísticas de diferentes graus de intimidade, ou seja, das simbióticas às não simbióticas mostrou diferenças fundamentais no padrão das interações. As redes de interações mutualísticas simbióticas de formiga-planta estudadas por Guimarães e colaboradores (2007a) apresentam dependências simétricas com fortes interdependências. Além disso, essas redes possuem grupos de espécies que interagem entre si, porém não com o restante da rede formando sub-redes (Guimarães *et al.* 2007a), que podemos chamar de componentes (Wasserman & Faust 1994). Nesse caso, portanto, as redes não são aninhadas quando observadas no nível da comunidade, por outro lado, apresentam esta característica quando analisadas em nível regional (Guimarães *et al.* 2007a). Dessa forma este trabalho trouxe contribuições que geram novas perspectivas sobre o estudo da evolução dessas interações em comunidades interativas.

Além desses importantes exemplos, a abordagem de redes permite fazer simulações da extinção de espécies e, com isso, elaborar possíveis previsões de co-extinções (Memmott *et al.* 2004, Silva *et al.* 2007). Silva e colaboradores (2007), assim como Memmott e colaboradores (2004), detectaram relativa resistência à remoção de espécies em redes de interações mutualísticas ao observarem o número de espécies que perde todas as interações durante as simulações. No entanto, ao remover nodos das matrizes, além das co-extinções, a conexão de alguns grupos de espécies pertencentes à rede principal pode ser desfeita, quebrando a rede, que passa a ser formada por mais de um componente (Albert *et al.* 2000). Esse aspecto, apesar de influenciar claramente a estrutura da rede, ainda não foi explorado para redes de interações mutualísticas.

A análise da estrutura de redes de interações, portanto, torna-se uma importante ferramenta, contribuindo para o desenvolvimento de conhecimentos necessários a um planejamento eficiente da conservação dos ecossistemas ameaçados, tais como a Floresta Atlântica, tratada neste trabalho. A Floresta Atlântica possui uma das mais altas diversidades biológicas dos trópicos (Kurtz & Araújo 2000) e caracteriza-se por um alto nível de endemismo (Silva & Tabarelli 2000). No entanto, devido ao acelerado processo de devastação a floresta foi praticamente dizimada ao longo dos séculos, restando hoje apenas 7,6% da cobertura vegetal nativa original distribuída em fragmentos florestais muitas vezes pequenos (Morellato & Haddad 2000).

Ainda hoje, apesar da existência de áreas protegidas, os remanescentes florestais de Mata Atlântica estão sujeitos a ameaças constantes, pois se encontram próximos a grandes centros urbanos ou estão envolvidos por grandes áreas agrícolas (Morellato & Haddad 2000) e, por isso, é considerada hoje uma das áreas prioritárias do planeta para conservação (Mittermeier *et al.* 2004). Não somente a destruição direta de habitats, mas também as mudanças ambientais globais afetam a abundância de populações, composição de comunidades e fisiologia dos organismos, alterando a dinâmica das interações ecológicas (Tylianakis *et al.* 2008).

O estudo da fragilidade dessas interações se inicia ao compreender a estrutura da rede de interações que compõem e, então, examinar como ocorre a desorganização da rede em consequência da ação humana ou perturbações ambientais diretas ou indiretas (Bascompte & Stouffer 2008). Neste trabalho pretendo descrever a estrutura da rede mutualística frugívoro-planta de um remanescente de Floresta Atlântica, o Parque Estadual de Intervales e, com isso, discutir, enfocando a conservação do processo ecológico e apontando características estruturais e espécies importantes para sua manutenção. Zipparro e colaboradores (2005) observaram, em seu levantamento florístico, 338 espécies com indicadores de dispersão zoocórica na base Saibadela

do Parque Estadual de Intervales, isso representou 80% de todas as plantas analisadas por eles. Portanto, essa interação mutualística parece ser, de fato, imprescindível para a sustentação desse ecossistema, bem como já indicou Jordano (2000), quando apontou que grande parte das plantas lenhosas em florestas tropicais tem essa fase crucial da reprodução dependente de vertebrados. Dessa forma, esse estudo deve dar suporte teórico às iniciativas conservacionistas, detectando espécies, tanto de plantas como de animais, que são importantes para a manutenção desse serviço ecológico. Além disso, esse trabalho, somado a outros que abordem outras interações, pode nos trazer uma compreensão mais apurada do funcionamento da comunidade como um todo e, com isso, contribuir para formulação de planos de conservação eficientes.

A rede de Intervales, em outras versões, já foi analisada por Bascompte e colaboradores (2003) e por Silva e colaboradores (2007). Ambos observam que a versão da rede de Intervales analisada por eles é aninhada. Bascompte e colaboradores (2003) analisaram muitas redes e não apresentam muitos resultados especificamente da rede de Intervales. Já Silva e colaboradores (2007) analisam somente esta rede e durante simulações da extinção de espécies de animais ameaçados, segundo o Decreto N° 42.838 de Fevereiro de 1998, observaram pouco impacto na estrutura e composição da rede.

A rede de Intervales na versão estudada aqui deve apresentar, como observado por Bascompte e colaboradores (2003) e Silva e colaboradores (2007), estrutura aninhada e, como outras redes mutualísticas já estudadas deve possuir poucas espécies muito generalistas e apresentar preferencialmente interações fracas e assimétricas. Dessa forma, deve ser relativamente resistente à remoção de espécies especialistas e à remoção aleatória de espécies, como observou Memmott e colaboradores (2004) ao analisarem uma rede de interações mutualísticas de polinização. Um maior impacto na riqueza de espécies deve ser gerado ao simular a extinção de espécies generalistas, posto que estas possuem um grande número de

interações importantes para as especialistas e para a coesão da rede. Para verificar essa dinâmica de co-extinções simulei a extinção de espécies na rede e observei as conseqüentes co-extinções. Além disso, durante as simulações observei como se modificava a estrutura aninhada da rede, já que esta é importante para sua resistência (Memmott *et al.*, 2004, Bascompte & Jordano 2006). Ainda, a fim de dar um suporte realista às conclusões, removi também espécies ameaçadas de extinção, dessa vez, segundo uma lista internacional de espécies ameaçadas, fornecendo assim mais informações sobre quais seriam os impactos da extinção desses frugívoros nesta flora.

Outro aspecto observado durante as simulações foi a quebra da rede em componentes. Apesar de ser um estudo novo para redes de interações mutualísticas, Bascompte e colaboradores (2003) já prevêem que a estrutura aninhada de redes mutualísticas deve gerar alta coesão à rede. De fato, as redes de interações mutualísticas possuem um grupo de espécies generalistas que faz da rede um grupo coeso, portanto, espero que ao remover espécies desse grupo a rede se quebre em componentes. Uma vez quebrada, cada componente da rede deve ter evolução e dinâmica independentes e é difícil ainda dizer, devido a falta de trabalhos que abordem esse processo em redes mutualísticas, quais seriam seus reais impactos na manutenção desse serviço ecológico. Observo, neste trabalho, somente alguns aspectos estruturais de uma rede de interações mutualísticas frugívoro-planta que podem elucidar os efeitos da extinção de espécies na dispersão de sementes.

MÉTODOS

Origem dos Dados

Os dados aqui usados são dados não publicados que foram coletados pelo Prof. Dr. Wesley Silva do Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas e colaboradores, em projeto do Programa Biota da FAPESP (Proc. N° 98/05090-6). Diferentes locais no parque Estadual de Intervales foram visitados mensalmente de janeiro 1999 a outubro de 2002 por 3-4 dias. As interações entre vertebrados frugívoros e plantas foram registradas por vários métodos: amostras fecais de indivíduos capturados com redes de neblina, coleta de material fecal em trilhas, observação da interação frugívoro-planta e coletores de sementes que produziram dados somente quando foi possível indicar o frugívoro através das fezes.

Área de Estudo

A fazenda Intervales foi decretada Parque Estadual em 1995, em 1999 algumas áreas reconhecidas como remanescentes de *quilombo* foram separadas do Parque, que hoje possui cerca de 49.888ha de Mata Atlântica em diversos estágios de conservação (Carvalho *et al.*, 2002) (Figura 2). O Parque Estadual de Intervales localiza-se nos municípios de Ribeirão Grande, Guapiara, Iporanga, Eldorado e Sete Barras do estado de São Paulo, entre 24°12' – 24°25'S e 48°03' - 48°30'W. Possui gradiente altitudinal de 60 a 1095m (Carvalho *et al.* 2002). Junto com outras três áreas legalmente protegidas forma o grande contínuo de Paranapiacaba de 125.783ha (Parque Estadual de Carlos Botelho, Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira e Estação Ecológica de Xitué), que representa, hoje, uma das áreas remanescentes mais preservadas da região (Pisciotta 2002), sendo, portanto, um interessante objeto de estudo.



Figura 2. Imagem de satélite do Parque Estadual de Intervales, com localização no estado de São Paulo.

Construção da Rede de Interações Frugívoro-Planta de Intervales

O grafo das interações frugívoro-planta de Intervales foi desenhado utilizando o programa Pajek®. Para facilitar as análises, os dados foram organizados em uma matriz qualitativa (uma matriz binária de presença e ausência): espécies de plantas representadas nas linhas e frugívoros nas colunas. O elemento a_{ij} da matriz é '1' (um) se o frugívoro i interage com a planta j , e '0' (zero) se não ocorre interação (Silva *et al.* 2007). Porém, existe um outro aspecto que pode ser observado somente na rede quantitativa: a força de cada interação. O uso da rede qualitativa dá o

mesmo valor para todas as interações, mesmo que uma planta possua 99% dos seus frutos consumidos por um frugívoro *a* e 1% consumido por *b*, a interação terá o mesmo valor (Blüthgen *et al.* 2006). Na rede quantitativa, para todos os elementos diferentes de zero, faz-se estimativas da força da interação, atribuindo valores a cada uma delas de acordo com os parâmetros escolhidos (Jordano 1987, Bascompte *et al.* 2006a). Dessa forma, diferente da abordagem qualitativa, esta última discrimina a importância relativa de cada interação específica.

Construí a rede quantitativa usando como parâmetro a quantidade de registros de cada interação. A frequência da interação entre uma planta e seu dispersor é bem conhecida como fator importante para o sucesso da interação (Vazquez *et al.* 2005), de forma que um maior número de interações registradas deve demonstrar maior eficiência, portanto é um parâmetro que ilustra bem a interdependência das espécies envolvidas na interação em questão (Bascompte *et al.* 2006a).

É preciso lembrar que simplesmente juntar dados coletados por diferentes métodos não é o ideal nem para redes qualitativas nem para as quantitativas, pois são registros com amostragens diferentes. Além disso, a rede aqui estudada inclui muitos taxa e o mesmo tipo de registro com taxa diferentes deve trazer informações diferentes. Portanto, todos os resultados obtidos devem ser interpretados cuidadosamente. Espera-se que estudos futuros mostrem como diferentes métodos de amostragem podem ser combinados.

Métricas Calculadas

As características estruturais básicas estudadas foram: tamanho da rede; número de componentes; aninhamento; conectância; grau médio de plantas e de frugívoros, razão animal/planta, distribuição de grau, distribuição de dependências e ocorrência de dependências assimétricas.

O tamanho da rede (S) representa a riqueza do sistema estudado e é definido como o número total de nodos da rede, neste caso, o número de espécies que a compõe, portanto é

$$S = A + P$$

sendo A o número de animais e P o número de plantas (Silva *et al.* 2007).

Uma rede pode ser composta por um ou mais componentes, sendo um componente, um grupo de espécies que interage entre si, porém não interage com o restante da rede (Wasserman & Faust 1994). A medida do número de componentes da rede foi feita com o programa Pajek®.

O aninhamento é uma característica típica de redes de interações mutualísticas (Memmott *et al.* 2004, Jordano *et al.* 2003, Fortuna & Bascompte 2006) e freqüentemente associada à sua resistência (Memmott *et al.* 2004, Jordano *et al.* 2003). A medida do aninhamento foi feita para a rede completa e no decorrer das simulações de extinção como medidas do impacto, a fim de obter uma previsão dos impactos gerados com as simulações.

A métrica usada para medir o aninhamento foi proposta recentemente por Almeida-Neto e colaboradores (2008), o NODF. A métrica é baseada em duas propriedades: sobreposição pareada, definida como PO , e número decrescente de conexões por nodo, DF . O NODF considera as PO e os DF para cada par de linhas e colunas da rede. Considerando, por exemplo, uma matriz organizada de forma a maximizar o aninhamento e duas de suas linhas i e j , se o número de conexões da linha i (MT_i) for maior que o número de conexões da linha j (MT_j) ($MT_i > MT_j$), como se espera para uma rede aninhada, DF_{ij} será 100. Já, se MT_i for menor ou igual a MT_j ($MT_i \leq MT_j$), DF_{ij} será zero. A partir disso calcula-se o aninhamento pareado ($N_{pareado}$) para cada linha e coluna de forma que se $DF_{ij} = 0$, então $N_{ij} = 0$ e se $DF_{ij} = 100$, $N_{ij} = PO_{ij}$. Onde PO_{ij} é a porcentagem de presenças na linha j que ocorrem nas mesmas colunas que encontramos presenças na linha i . Obtidos todos os $N_{pareados}$ para o pareamento de todas as colunas e linhas, calcula-se o NODF:

$$NODF = \frac{\sum N_{pareados}}{\left[\frac{n(n-1)}{2} \right] + \left[\frac{m(m-1)}{2} \right]}$$

onde m é o número de linhas e n o número de colunas. O NODF, portanto, é uma média dos $N_{pareados}$ e varia de zero a 100, quanto mais próximo de 100 o NODF de uma rede for, mais aninhada ela é. O NODF foi obtido em todos os casos com o programa ANINHADO® (Guimarães & Guimarães 2006).

O NODF, por ser uma métrica nova não permite comparação com outros trabalhos, para esse fim medi o aninhamento da rede usando também o grau de aninhamento, N , que é definido por Bascompte e colaboradores (2003) com a fórmula:

$$N = \frac{(100 - T)}{100}$$

onde T é a Temperatura da rede (Atmar & Patterson 1993). Esta é uma medida padrão de quanto a matriz binária que descreve a rede é diferente de uma rede perfeitamente aninhada. N varia de 0 (zero) a 1 (um), quanto mais próxima de um, mais aninhada a rede é. A temperatura da matriz foi calculada usando o programa ANINHADO® (Guimarães & Guimarães 2006).

Usei dois modelos nulos do programa ANINHADO® (Guimarães & Guimarães 2006) para comparar com a rede de Intervalos e verificar se esta é significativamente mais aninhada. O primeiro modelo nulo (ER) produz uma matriz do mesmo tamanho e com o mesmo número de interações que a testada, na qual as presenças são aleatoriamente distribuídas, testando se o aninhamento ocorre simplesmente pelo tamanho da matriz e o número de interações; o segundo (CE) produz uma matriz com o mesmo tamanho e com o mesmo número de interações que a testada, na qual a chance de uma célula a_{ab} ser 1 é igual a:

$$\frac{\left(\frac{P_i}{c} + \frac{P_j}{r}\right)}{2}$$

onde P_i é o número de presenças na linha i , P_j , o número de presenças na coluna j , c é o número de colunas e r , o número de linhas (Guimarães & Guimarães 2006). Dessa forma, o modelo mantém aproximadamente constante o número de interações de cada espécie e testa se a rede é aninhada simplesmente devido ao número de interações das espécies. Realizei 500 repetições de cada modelo nulo.

A conectância, C , é a porcentagem de interações presentes na rede em relação ao total de interações possíveis (Jordano 1987). Esta é uma medida geral do nível de generalização das espécies que compõe a rede (Jordano 1987). Obtive essa métrica usando a fórmula abaixo:

$$C = \frac{100I}{M}$$

onde I é o número de conexões existentes, neste caso interações, e M o número total de conexões possíveis. M é obtido pela multiplicação do número de plantas (P) pelo número de animais (A).

O grau de uma espécie i é definido pelo número de interações que possui e, portanto, representa seu grau de especialização no sistema estudado; o grau médio, L , é simplesmente o número médio de interações por espécie, representando, dessa forma, o grau médio de especialização de todas as espécies envolvidas no cálculo. Calculei o L para frugívoros (Lm) e plantas (Ln):

$$Lm = \frac{I}{A} \quad \text{e} \quad Ln = \frac{I}{P}$$

sendo I o número total de interações (Olesen & Jordano 2002). Alta conectância e alto grau médio indicam a presença de interações redundantes na rede, que contribuem para a resistência da rede à extinção de espécies, já que caracterizam baixas dependências (Silva *et al.* 2007).

A distribuição de grau é a forma como as interações se distribuem pelas espécies. Trata-se de uma métrica que mostra se há uma tendência de todas as espécies possuírem um grau semelhante ou se existe algum outro padrão evidente (Guimarães *et al.* 2005). A fim de obter essa métrica fiz um gráfico da distribuição de interações pelas espécies, tanto para plantas quanto para frugívoros.

É comum encontrar na literatura estudos com redes de interações mutualísticas quantitativas que evidenciam a prevalência de interações fracas e, quando ocorrem interações fortes, estas são assimétricas (Jordano 1987, Bascompte *et al.* 2006a, Bascompte *et al.* 2006b), ou seja, enquanto uma espécie i é fortemente dependente da espécie j , esta é pouco dependente da i . O grau de dependência de uma planta a em relação a uma espécie de frugívoro b foi calculado por meio da proporção dos registros de interação entre a e b em relação a todos os registros de interação da planta. A importância relativa da planta para o frugívoro foi derivada da proporção da dieta frugívora do animal composta por frutos da planta em questão. Com os valores de dependência das plantas e dos frugívoros obtidos da rede quantitativa, pude observar se, de fato, ocorre na rede de Intervalos uma predominância de interações fracas, considere as interações com dependência menor que 0,3.

Bascompte e colaboradores (2006a) calculam a assimetria de cada interação (SA_{ij}) utilizando a fórmula:

$$SA_{ij} = \frac{|d_{ij}^P - d_{ji}^A|}{\max(d_{ij}^P, d_{ji}^A)}$$

onde d_{ij}^P e d_{ji}^A são a relativa dependência da planta i no animal j e a dependência do animal j na planta i respectivamente, $\max(d_{ij}^P, d_{ji}^A)$ é o maior valor entre d_{ij}^P e d_{ji}^A . SA_{ij} varia de 0 a 1, quanto mais perto de 1 mais assimétrica é a interação. Calculei os AS para todas as interações nas quais

pelo menos uma das espécies possui dependência maior ou igual a 0,3 e pode observar se há predominância de valores altos.

Simulações de Extinção de Espécies

Para analisar como a rede de interações frugívoro-planta responde à perda de espécies, fiz três tipos de simulações de extinção. Primeiro, removi somente os frugívoros, segundo removi somente plantas e, por último, tanto frugívoros como plantas. Para cada uma delas, simulei extinções usando três critérios, bem como simulou Memmott e colaboradores (2004): (i) remoção de porções crescentes de espécies escolhidos aleatoriamente e sem reposição, esta simulação representa um modelo com o qual serão comparadas as outras remoções; (ii) remoção sistemática de porções de espécies, iniciando com as mais especialistas às mais generalistas, representando a ordem mais provável de extinção, já que o número de interações é, segundo Jordano (1987), positivamente relacionado a abundância de uma espécie; (iii) remoção sistemática de porções de espécies, iniciando com as mais conectadas (mais generalistas) às menos conectadas (mais especialistas), explorando a tolerância da rede a perda de espécies mais generalistas que é uma ordem não esperada de extinção, mas que poderia ocorrer, por exemplo, devido a uma exploração humana direcionada a uma espécie generalista. Em todos os casos as simulações foram feitas até que não houvesse mais interações entre as espécies.

As remoções de plantas aqui feitas, mostram os efeitos na estrutura e riqueza da rede. Porém, na natureza, as extinções de plantas não devem gerar necessariamente a co-extinção de frugívoros. Os frugívoros, aqui tratados dessa maneira, não possuem, necessariamente, dieta composta somente por frutos, sabe-se que dentre as aves, que compõem a maior parte dos frugívoros da rede de Intervalles, há poucos animais com esse tipo de dieta e muitos parcialmente frugívoros (Jordano 2000, Bascompte & Jordano 2006), até mesmo espécies de aves da família

Cotingidae, cujos representantes são considerados muito frugívoros, já foram observadas utilizando outros recursos alimentares (Pizo *et al.* 2002). Portanto, certamente, utilizariam outro recurso alimentar, ou até mesmo outras espécies de plantas, uma vez que a preferencial não esteja mais presente.

A remoção de frugívoros, por outro lado, é justificável pela atual situação de conservação desse ambiente. No entanto, é preciso lembrar que o método usado aqui pressupõe que todos os visitantes são sempre dispersores, o que não é necessariamente verdadeiro para todos os casos como apontam alguns autores (Jordano & Schupp 2000, Pizo 2002). Além disso, em ambiente natural, a perda dessas espécies pode não gerar co-extinções, uma vez que há fenômenos que poderiam substituir a ausência de um dispersor, já que o recurso fica disponível, outro animal pode vir a atuar como dispersor ao utilizar esse recurso (Guimarães *et al.* 2008). Por isso, os resultados devem ser interpretados cuidadosamente, restringindo as interpretações ao serviço ecológico de dispersão de sementes. Ainda assim, esta abordagem nos traz uma idéia dos possíveis efeitos desta iminente “sexta grande extinção”.

Para analisar como a rede de interações frugívoro-planta de Intervales responde à perda de espécies de dispersores ameaçadas de extinção, usei a *Red List of Threatened Species* da *International Union for Conservation of Nature (IUCN)*, através do site da *IUCN* (http://cms.iucn.org/about/work/programmes/species/red_list/index.cfm). A partir dessa lista selecionei as espécies ameaçadas de extinção que fazem parte da rede de Intervales.

A *IUCN* por quatro décadas vem produzindo informações sobre o estado de conservação das espécies. Os critérios usados para classificar as espécies são, dentre outros, o tamanho de suas populações, diversidade genética e conservação do seu habitat. A definição das categorias usadas na *Red List of Threatened Species* é ilustrada na Figura 3.

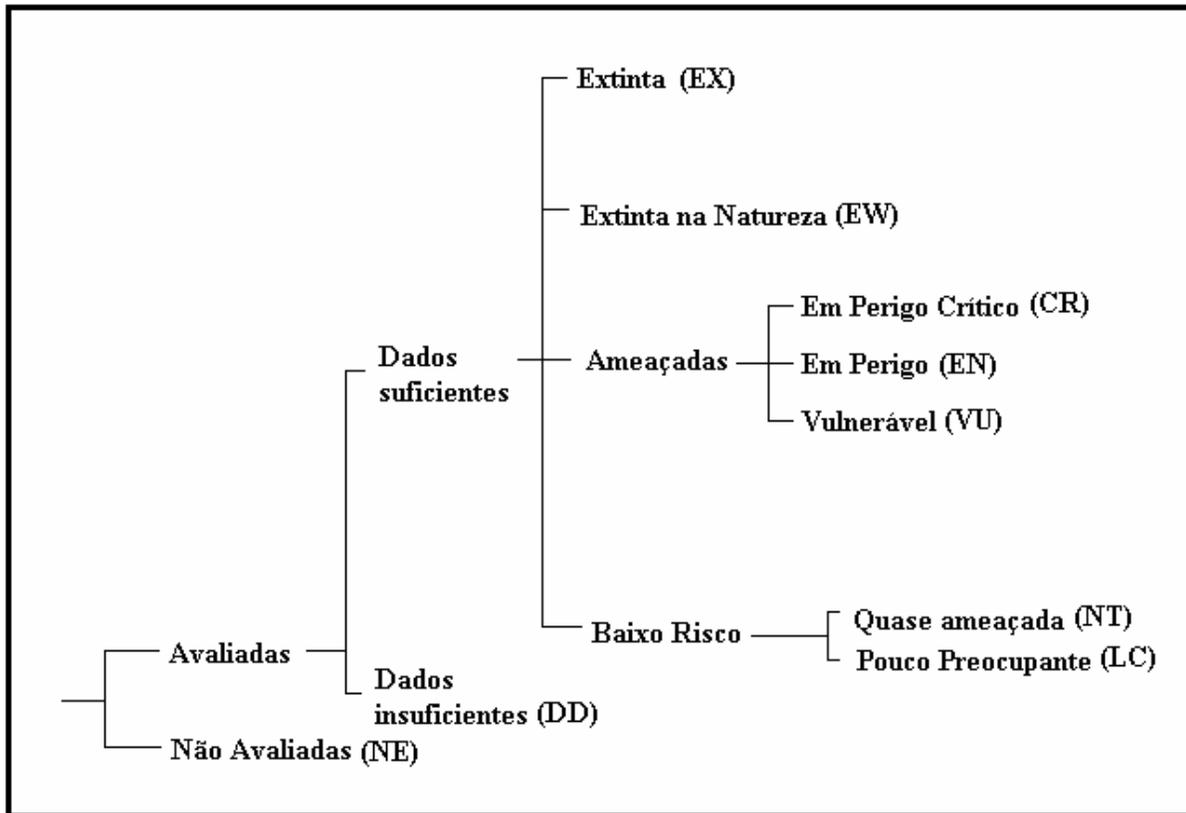


Figura 3. Esquema das categorias usadas pela *International Union for Conservation of Nature* para classificar as espécies em lista de espécies ameaçadas.

A lista de espécies ameaçadas da *IUCN* não contém 4 espécies das 112 espécies de frugívoros da rede de Intervalos (3,5% do total de frugívoros), *Marmosops paulensis* (Didelphidae), *Philander frenata* (Didelphidae), *Saltator fuliginosus* (Cardinalidae) e *Vireo olivaceus* (Vireonidae) (os nomes e classificações das espécies de animais aqui citados seguem para aves o Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos, atualizado em 2005 e para mamíferos seguem Reis *et al.* 2006). O que sugere que não foram avaliados ou que possuem sinónimas não encontradas. As categorias encontradas para as espécies da rede de Intervalos foram *Pouco Preocupante* (LC), *Quase Ameaçada* (NT), *Vulnerável* (VU) e *Em Perigo* (EN). Aquelas incluídas na categoria de *Pouco Preocupante* não foram usadas nas remoções, pois, segundo a *IUCN*, o táxon classificado dessa forma é aquele com distribuição ampla e/ou população

abundante. A rede de Intervalos possui 89 espécies de animais classificadas nessa categoria (89,4% do total de frugívoros).

As simulações foram feitas usando cinco critérios: (a) remoção das espécies ameaçadas de extinção segundo *IUCN Red List of Threatened Species*, começando pelas espécies em categorias mais ameaçadas às menos ameaçadas – iniciando com as da categoria *Em Perigo*, depois as classificadas como *Vulneráveis* e, por último as *Quase Ameaçadas* - e dessa forma simulando a ordem mais provável dos acontecimentos; (b) remoção aleatória do mesmo número de espécies, para as três categorias, buscando observar se as extinções simuladas das espécies ameaçadas de extinção geram impactos semelhantes à extinção aleatória de um mesmo número de frugívoros; (c) remoção de um mesmo número de espécies de frugívoros, estes com igual número médio de interações, para as três categorias, neste caso, a intenção foi verificar se os impactos gerados pelas extinções das espécies ameaçadas ocorrem devido ao número de interações que estas possuem ou, devido à identidade das espécies com as quais interagem; (d) remoção do mesmo número de frugívoros iniciando com os mais conectados, simulando uma perturbação ambiental extrema e pouco esperada, na qual se simula a extinção das espécies que, segundo Jordano (1987), são as mais abundantes e, por fim (e) simulei a extinção do mesmo número de frugívoros iniciando com os mais especialistas, o que representa a ordem de extinção mais provável, já que estas devem ser as espécies menos abundantes (Jordano 1987).

Na rede qualitativa, todas as espécies dispersoras têm, para a planta, a mesma importância, enquanto que na rede quantitativa não. A rede quantitativa nos permite obter um valor de dependência de uma planta em cada um dos seus dispersores. Portanto, na qualitativa, ao retirar um dispersor de uma planta, o efeito observado pode não ser forte, porém, ao fazer o mesmo na rede quantitativa podemos detectar um efeito maior se para a planta essa interação tiver um valor alto de dependência. Simulei a extinção das espécies ameaçadas segundo a *IUCN*

também na rede quantitativa, dessa forma, pude observar os possíveis efeitos dessas extinções não só no número de co-extinções, mas também na porcentagem de registros de interação perdida, o que me dá uma outra medida do impacto das extinções nas espécies restantes da rede. Iniciei com a remoção das espécies da categoria *Em Perigo*, depois as classificadas como *Vulneráveis* e, por último as *Quase Ameaçadas*.

Características Estruturais Utilizadas para Observar os Efeitos das Simulações de Extinções Sistemáticas

A primeira característica estrutural calculada durante estas simulações de extinção foi o NODF. Observando como o aninhamento se modifica com as simulações, detecta-se se essa organização típica das interações mutualísticas (Memmott *et al.* 2004, Jordano *et al.* 2003, Fortuna & Bascompte 2006) é modificada no decorrer das extinções simuladas. Para tanto, como dito anteriormente, usei o programa ANINHADO® (Guimarães & Guimarães 2006), usando sempre os modelos nulos *ER* e *CE*, com 500 repetições cada um. A medida foi feita a cada 10 espécies removidas, para remoção de plantas e para a remoção de frugívoros.

No caso do NODF das remoções aleatórias, devido ao fato de que cada uma das redes deve ser construída e adicionada ao programa para o cálculo da métrica, realizei 20 repetições e utilizei as médias e os valores máximos e mínimos como resultados.

Outra característica estrutural observada nessas simulações foi o número de espécies que restam na rede com pelo menos uma interação e, com isso, consegui o número de co-extinções decorrentes das extinções simuladas, considerando co-extintas aquelas espécies que ficaram sem nenhuma interação. As plantas que ficaram sem nenhum dispersor, segundo o modelo usado, sofrem um colapso na sua dispersão e as considerei como co-extintas. Da mesma forma, considerei co-extinto o frugívoro sem nenhuma interação. Para as remoções de plantas, obtive a

porcentagem de frugívoros com pelo menos uma interação e, conseqüentemente a porcentagem de frugívoros que sofreram co-extinção; para as simulações de extinção de frugívoros, usei a porcentagem de plantas com pelo menos um dispersor. Esses dados foram obtidos com os programas desenvolvidos pelo prof. Dr. Marcus A. M. de Aguiar, que me permitiram realizar 10.000 repetições das simulações de extinção aleatória de espécies. Usei os valores médios, máximos e mínimos como resultados.

Ao simular extinção de espécies de uma rede, algumas interações são removidas, podendo quebrar a rede em dois ou mais componentes (Albert *et al.* 2000). Para entender melhor o impacto dessas simulações investiguei também esse processo de quebra da rede nas simulações que fiz.

A formação de componentes pode ocorrer de forma a originar um componente principal com a maioria das espécies e um ou mais componentes pequenos, ou ainda, pode ocorrer formando componentes de tamanho médio, sem um principal evidente (Albert *et al.* 2000). Para obter essa informação calculei o tamanho do maior componente, ou seja, o número de espécies que compõe o maior componente, e o tamanho médio dos menores componentes, ou seja, o tamanho médio dos outros componentes. Para ambos usei a representatividade do componente, ou seja, a proporção que aquele número de espécies representa do número total de espécies da rede.

As medidas de quebra da rede durante as simulações de extinção de espécies foram feitas com o programa em Fortran 90, especialmente desenvolvidos para este projeto pelo prof. Dr. Marcus A. M. de Aguiar do Instituto de Física Gleb Wataghin, Universidade Estadual de Campinas. Além de me fornecer, durante as simulações, o número de componentes, tamanho do maior componente e tamanho médio dos menores componentes, o programa permitiu a realização

de 10.000 repetições das remoções aleatórias. Usei como resultados os valores médios, máximos e mínimos.

Para observar os efeitos das simulações de extinção das espécies ameaçadas na rede qualitativa, obtive, para cada critério de remoção, as seguintes métricas: o NODF; o número de co-extinções; porcentagem de plantas restantes; número de componentes; representatividade do maior componente e representatividade média dos menores componentes. Para o NODF, nas simulações de extinções aleatórias e de espécies com o mesmo número médio de interações, e as métricas relacionadas à separação de componentes nas remoções de espécies com o mesmo número médio de interações, fiz 20 repetições e usei os valores médios, máximos e mínimos. Para as outras métricas obtidas com as remoções aleatórias, realizei 10.000 repetições usando os programas desenvolvidos pelo prof. Dr. Marcus A. M. de Aguiar e usei os valores médios, máximos e mínimos. Com objetivo de obter descrição mais detalhada do efeito das simulações de extinção das espécies ameaçadas identifiquei as espécies que na rede quantitativa perdem 50% ou mais dos registros de interação.

RESULTADOS

Estrutura da Rede de Interações Frugívoro-Planta de Intervalles

A rede frugívoro-planta de Intervalles possui 207 espécies de plantas, totalizando 53 famílias, das quais Melastomataceae e Myrtaceae são as mais ricas (29 e 20 espécies respectivamente). Possui 112 espécies de frugívoros, distribuídos em 30 famílias, 8 famílias de mamíferos e 16 de aves, das quais Thraupidae e Tyrannidae foram as mais freqüentes (18 e 16 espécies respectivamente). Com essas grandezas a rede possui razão animal/planta de 0,54.

No total existem 1126 interações (Anexo 1) e 319 espécies gerando uma baixa conectância, apenas 4,85% das interações possíveis. O grau médio tanto dos frugívoros quanto de plantas, conseqüentemente, também é pequeno em relação ao grau médio máximo que poderiam ter (10,05 e 5,43 de interações por espécies respectivamente).

A rede de Intervalles é formada por um único componente, ou seja, não há nenhum grupo de espécies que interage entre si, porém não com o restante da rede. Trata-se de uma rede aninhada, cujo NODF é 16,36 ($P_{ER} < 0,05$; $P_{EC} < 0,05$) e grau de aninhamento é 0,96 ($P_{ER} < 0,05$; $P_{EC} < 0,05$) (Figura 4).

A distribuição de grau, tanto das plantas como dos frugívoros mostra que há predominância de espécies com poucas interações e poucas espécies possuem muitas interações (Figuras 5 e 6), de forma que a chance de removermos uma espécie generalista, numa remoção aleatória é baixa, assim, a rede deve ser relativamente resistente às remoções aleatórias.

As métricas usadas para a descrição da rede quantitativa mostram que, de fato, tanto para plantas como para frugívoros, há predominância de interações fracas. Cerca de 75% das interações (850 interações) da rede de Intervalles possui dependências mútuas menores que 0,3, como mostra distribuição de dependências da rede quantitativa (Figura 7). Apenas 276 interações

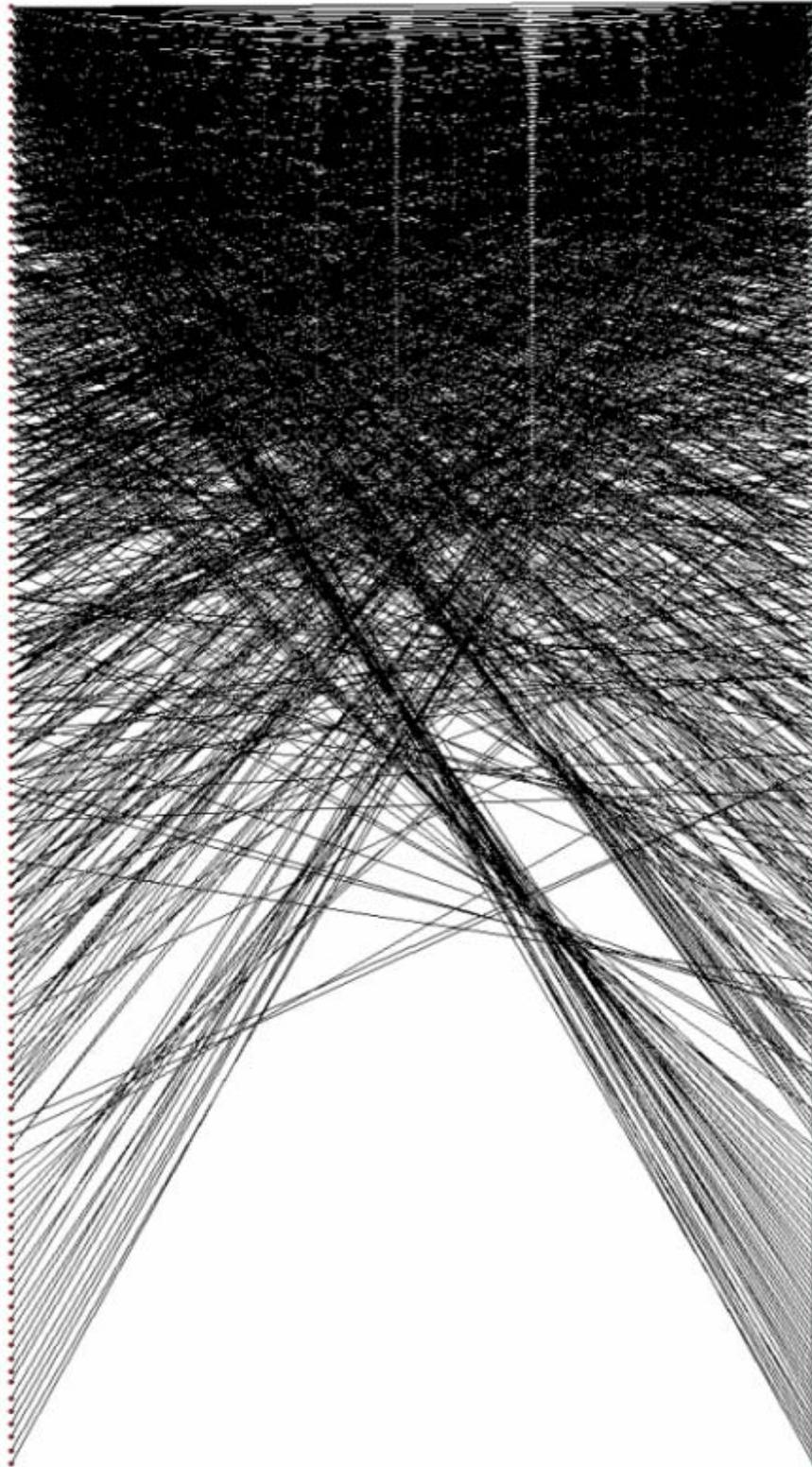


Figura 4. Representação da rede de interações mutualísticas frugívoro-planta do Parque Estadual de Intervales. À esquerda, em vermelho, estão os frugívoros, à direita em verde, as plantas.

(25% das interações) possuem pelo menos uma das dependências maior ou igual a 0,3 e, segundo a métrica usada, *AS* (Bascompte *et al.* 2006a), possuem em geral dependências assimétricas, como mostra a Figura 8.

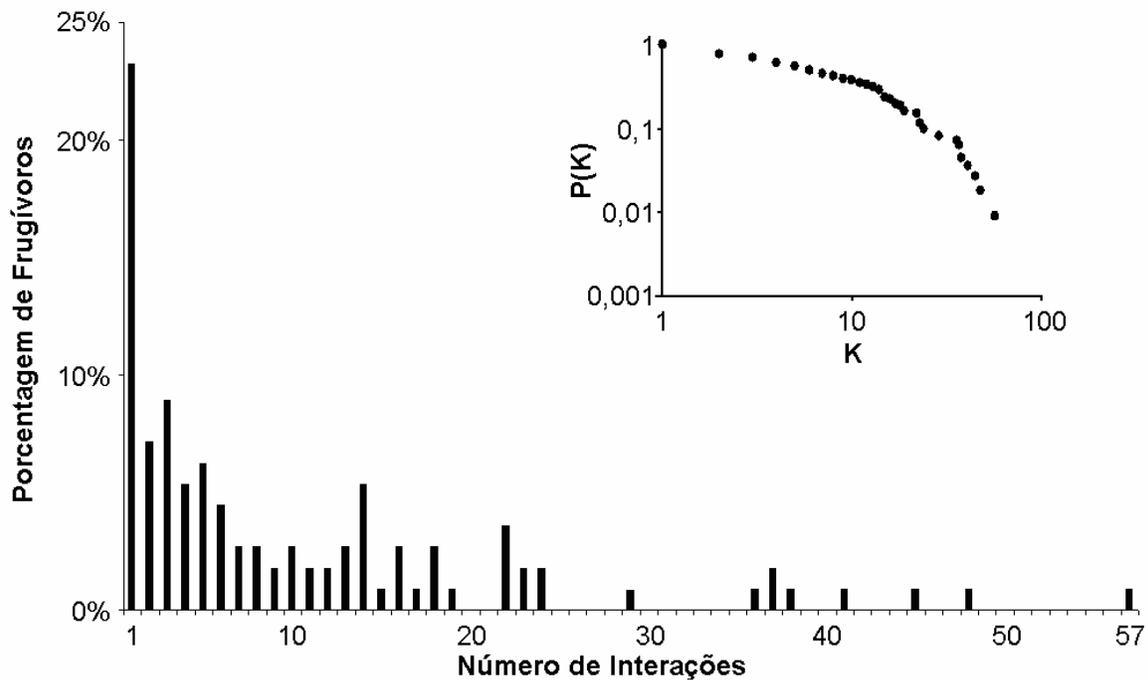


Figura 5. Distribuição de grau dos frugívoros da rede de interações frugívoro-planta do Parque Estadual de Intervales, mostrando que há prevalência de frugívoros com poucas interações. Acima, a distribuição cumulativa de grau dos frugívoros da rede de interações frugívoro-planta do Parque Estadual de Intervales.

Simulações de Extinções

A simulação da extinção sistemática de frugívoros e a simulação de extinções sistemáticas de plantas geraram, de forma geral, resultados semelhantes em todos os aspectos observados. Ocorreu gradativa diminuição do NODF somente durante as remoções iniciadas pelas espécies mais conectadas (Figura 9 e 10). Mesmo assim, neste tipo de simulação, a rede deixa de ser aninhada, segundo os dois testes usados, somente após remoção de cerca de 55% das espécies (60

espécies de animais e 110 espécies de plantas). Nesse momento, em ambos os casos, a rede já possui menos de 50% de seu tamanho original.

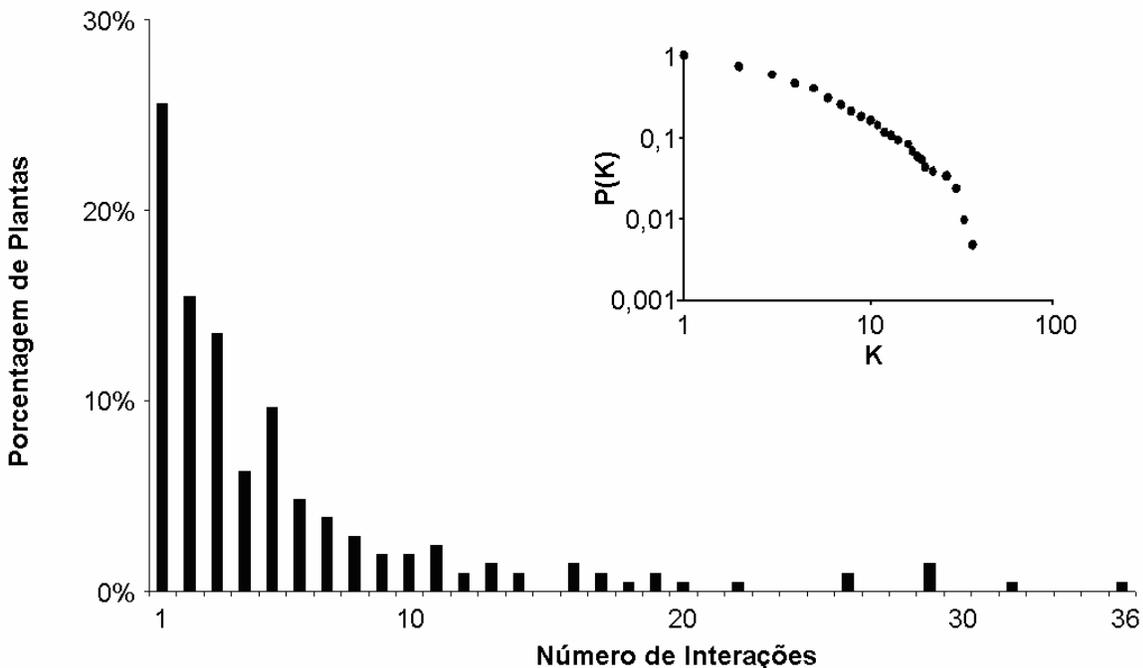


Figura 6. Distribuição de grau das plantas da rede de interações frugívoro-planta do Parque Estadual de Intervales, mostrando que há prevalência de plantas com poucas interações. Acima, a distribuição cumulativa de grau das plantas da rede de interações frugívoro-planta do Parque Estadual de Intervales.

As simulações feitas com os outros critérios – aleatoriamente e iniciada pelas espécies menos conectadas – geraram aumento gradativo do NODF. Mesmo assim, nas remoções de animais, a rede deixa de ser significativamente aninhada depois da extinção simulada de cerca de 90% dos frugívoros aleatoriamente (100 espécies), e de 98% na simulação iniciada pelos frugívoros menos conectados (110 espécies). Da mesma forma, foi preciso remover grande parte das plantas, tanto aleatoriamente como iniciando pelas menos conectadas, até que a rede perdesse o aninhamento (92% das plantas aleatoriamente – 190 espécies; 99% das plantas iniciando com as menos conectadas – 205 espécies).

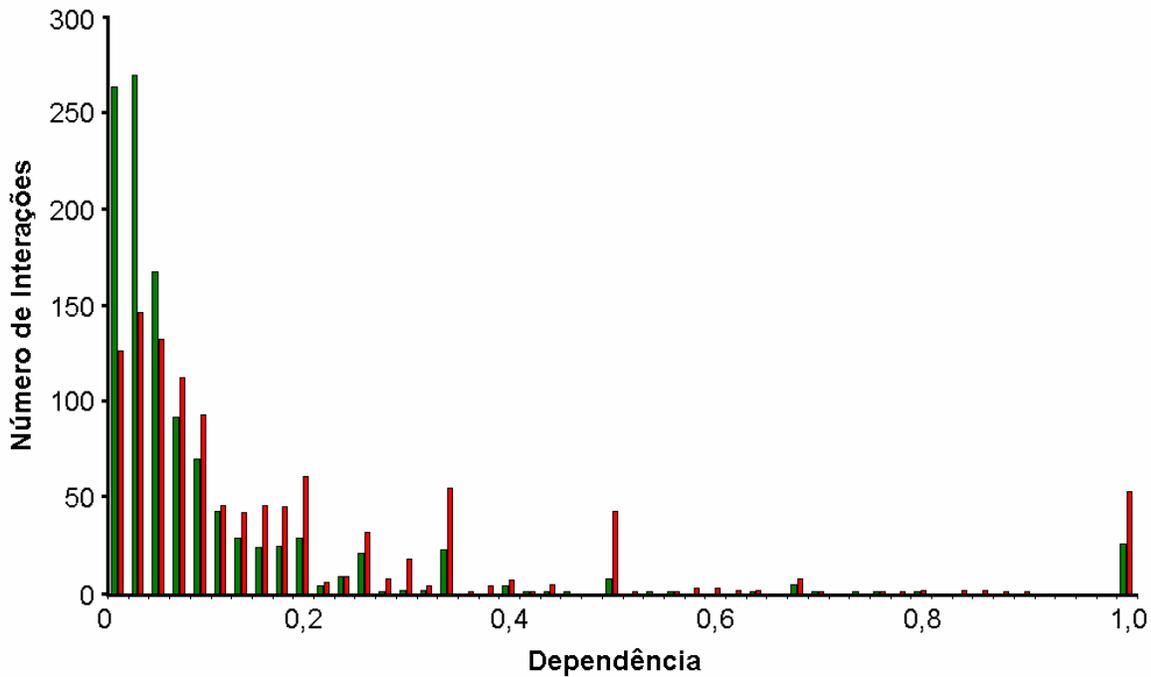


Figura 7. Distribuição de dependências dos frugívoros em relação às plantas que consomem (em vermelho) e das plantas em relação aos seus dispersores (em verde) da rede de interações mutualísticas frugívoro-planta do Parque Estadual de Intervales. Os valores de dependência vão de 0 (zero) a 1 (um), sendo zero quando as espécies não interagem e um, quando uma espécie depende inteiramente dos serviços da outra.

Os padrões de co-extinções observados para cada um dos critérios utilizados foram semelhantes na remoção de plantas ou animais (Figuras 11a e 12a). A simulação da extinção das espécies menos conectadas às mais conectadas gerou pouco colapso, somente com a remoção de 35% dos frugívoros (39 espécies) uma espécie de planta perdeu todos os dispersores. No caso da remoção de plantas, foi necessário remover 30% delas (62 espécies) para que um animal ficasse sem nenhuma interação. Com 50% dos animais removidos (56 espécies) 97% das plantas ainda possuíam dispersores (202 espécies). Da mesma forma, ao remover 50% das plantas (103 espécies) 99% dos animais ainda possuíam pelo menos uma interação.

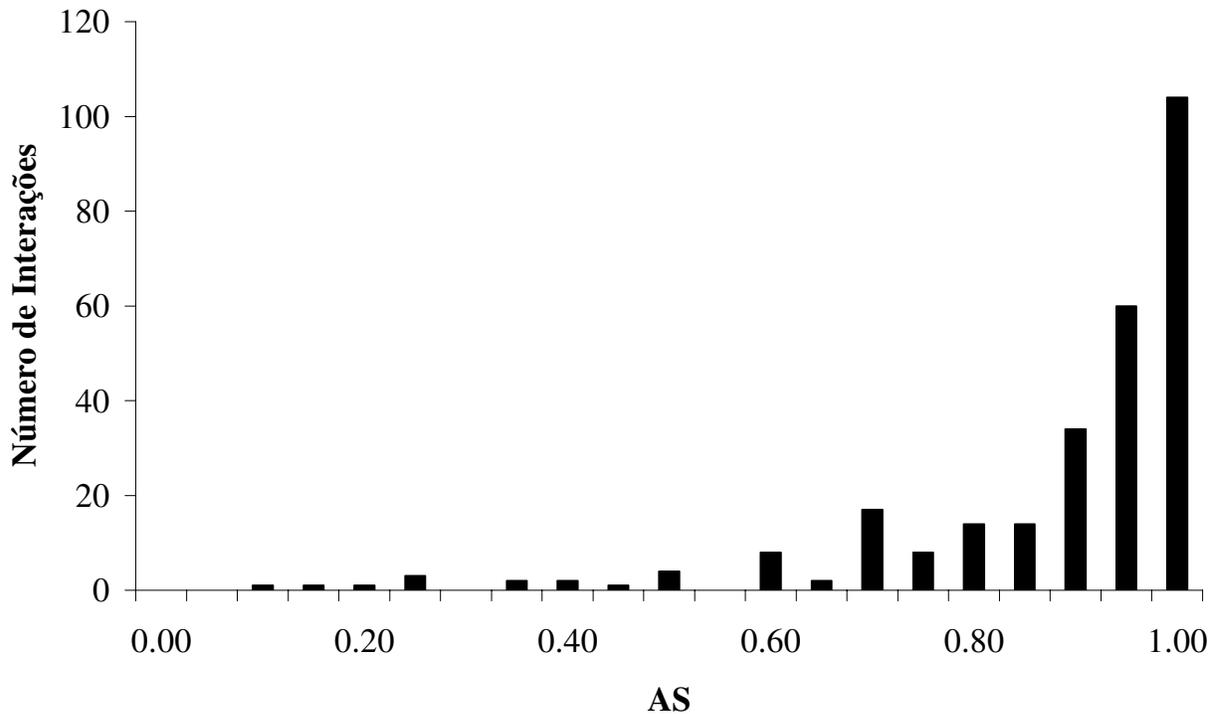


Figura 8. Assimetria das interações com dependência maior ou igual a 0,3 da rede de interações frugívoro-planta do Parque Estadual de Intervales, segundo a métrica *AS*, proposta por Bascompte e colaboradores (2006a).

Por outro lado, a remoção iniciada com as espécies mais conectadas gerou rapidamente co-extinções, mostrando uma queda quase linear do número de espécies tanto na remoção de plantas como na remoção de animais. Após a exclusão de 14% dos frugívoros (16 espécies), mais de 20% das plantas já não tinham nenhum dispersor (47 espécies). Sem 50% de frugívoros pouco mais de 30% das plantas possuíam algum dispersor (67 espécies).

As remoções aleatórias de plantas ou frugívoros geraram um efeito intermediário. Logo de início, ocorreu a co-extinção de algumas espécies, porém, até a remoção de 50% dos animais a rede ainda possuía 80% das plantas (168 espécies). Da mesma forma, com a remoção de 50% das

plantas 85% dos animais ainda possuíam alguma interação (95 espécies). Um impacto mais profundo só ocorreu a partir da remoção de 80% nos dois casos.

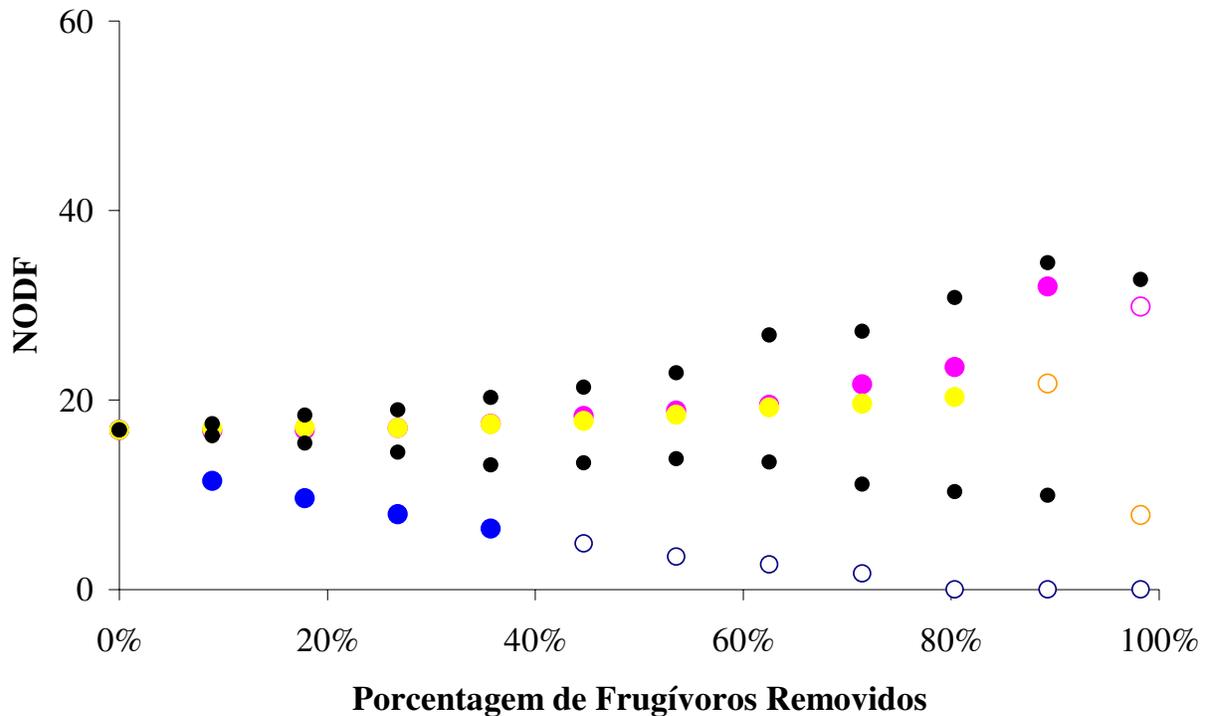


Figura 9. NODF da rede de interações frugívoro-planta do Parque Estadual de Intervales com a remoção de frugívoros, em rosa remoção dos frugívoros menos conectados aos mais conectados (i), em azul, dos mais conectados aos menos conectados (ii), em amarelo, a média da remoção aleatória de frugívoros (iii) e em preto, os valores superiores e inferiores da remoção aleatória. Para i, ii e iii, os círculos vazados representam resultados não significativos ($P > 0,05$) para pelo menos um dos modelos nulos testados.

Como mostram as Figuras 11b e 12b, os padrões de quebra da rede durante as simulações de extinções somente de plantas e somente de frugívoros também foram semelhantes. As simulações geraram a separação de componentes durante a remoção iniciada com as espécies mais conectadas e durante a remoção aleatória. No entanto, a separação de componentes durante a remoção aleatória, em geral, ocorreu pouco, atingindo um número máximo de componentes

pequeno (2,26 componentes na remoção de frugívoros e 2,84 componentes na remoção de plantas), o que ocorreu após a remoção de mais de 90% das espécies nos dois casos.

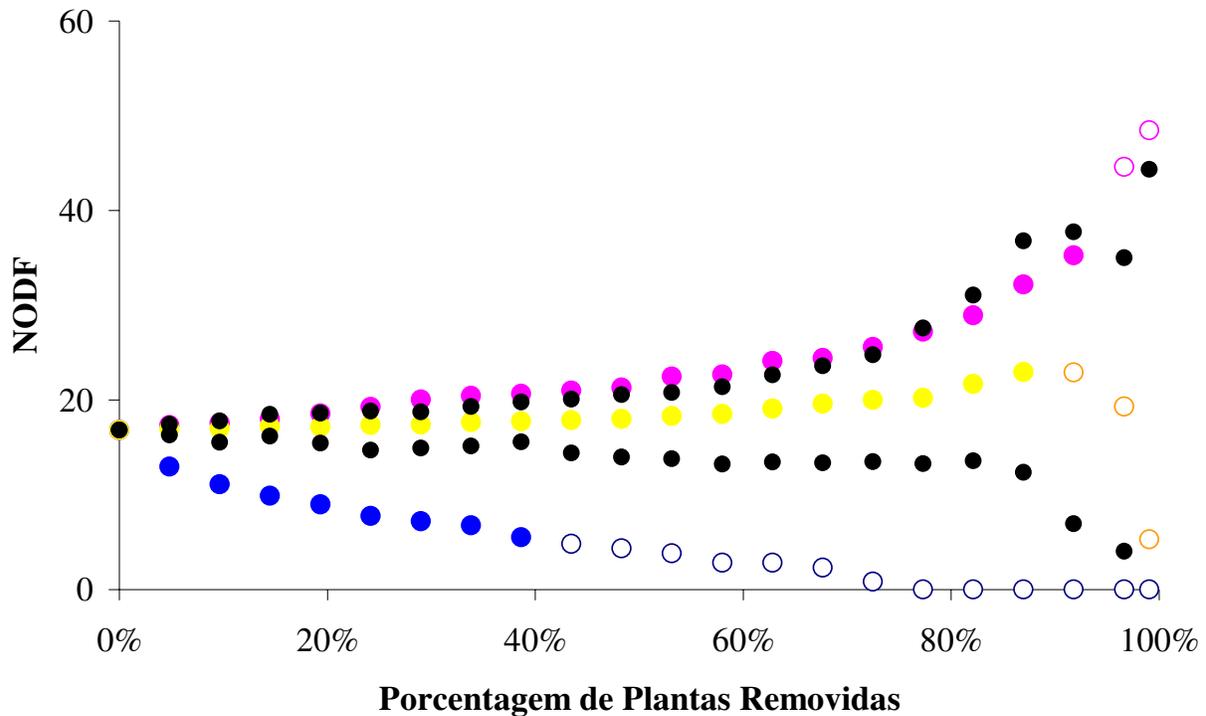


Figura 10. NODF da rede de interações frugívoro-planta do Parque Estadual de Intervalos com a remoção de plantas. Em rosa remoção de plantas menos conectadas às mais conectadas (*i*), em azul, das mais conectada às menos conectadas (*ii*), em amarelo, a média da remoção aleatória (*iii*) e em preto, os valores superiores e inferiores da remoção aleatória. Para *i*, *ii* e *iii*, os círculos vazados representam resultados não significativos ($P > 0,05$) para pelo menos um dos modelos nulos testados.

As simulações da extinção iniciadas com as mais generalistas (Figuras 11c e 12c) geraram um padrão que pode ser dividido em 3 etapas. Durante a primeira etapa, a rede é formada por um único componente, que se quebra com a remoção de cerca de 5% de frugívoros (6 espécies) e 14% das plantas (29 espécies); na segunda etapa, inicia-se a separação de

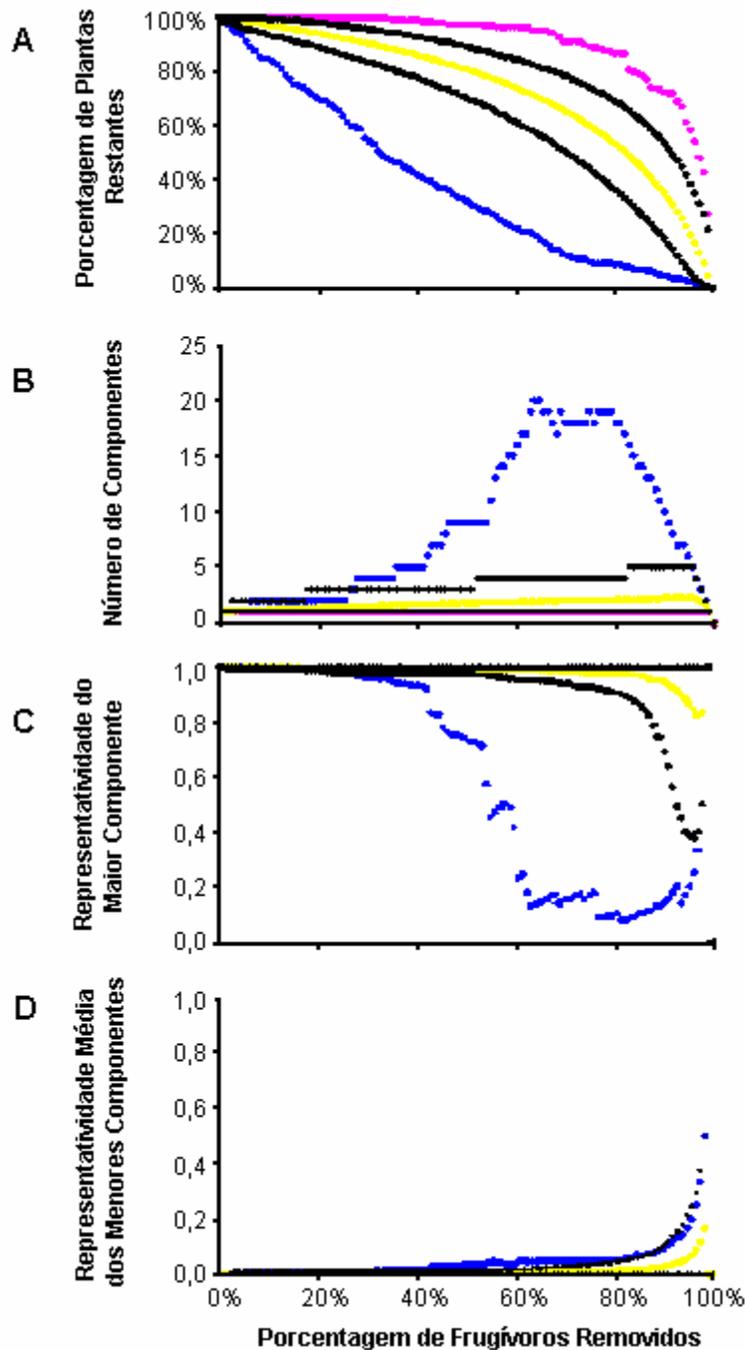


Figura 11. Simulações de extinção de animais da rede de interações frugívoro-planta do Parque Estadual de Intervales. A – Padrões de co-extinção de espécies; B – Padrões de formação de componentes; C – Representatividade do maior componente e D – Representatividade Média dos menores componentes. Em rosa remoção dos frugívoros menos conectados aos mais conectados, em azul, dos mais conectados aos menos conectados, em amarelo, a média da remoção aleatória de frugívoros e em preto, os valores superiores e inferiores da remoção aleatória.

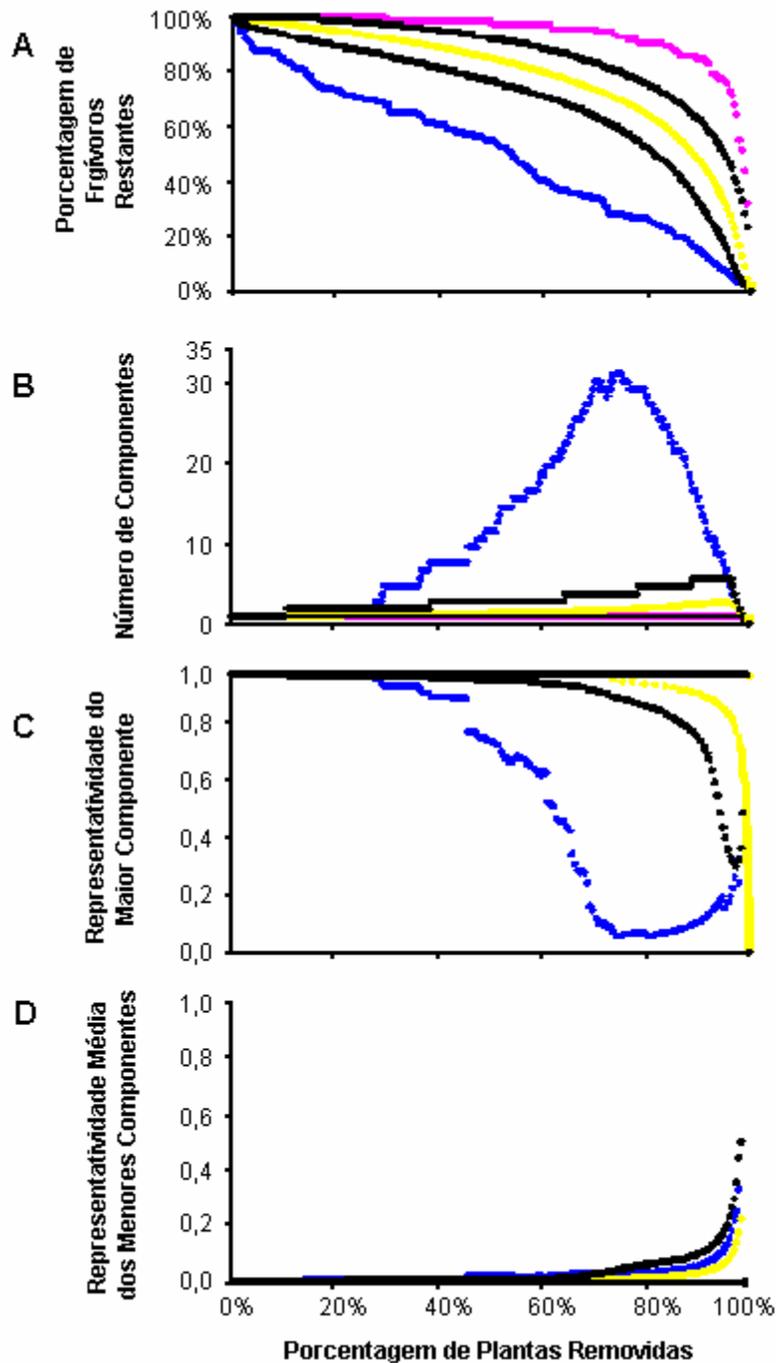


Figura 12. Simulações de extinção de plantas da rede de interações frugívoro-planta do Parque Estadual de Intervales. A – Padrões de co-extinção de espécies; B – Padrões de formação de componentes; C – Representatividade do maior componente e D – Representatividade Média dos menores componentes. Em rosa remoção das plantas menos conectadas às mais conectadas, em azul, das mais conectadas às menos conectadas, em amarelo, a média da remoção aleatória de plantas e em preto, os valores superiores e inferiores da remoção aleatória.

componentes, aumentando o número de componentes gradativamente até atingir um pico, o que ocorre, para exclusão de frugívoros, com 20 componentes após a remoção de 63% dos animais (71 espécies), na remoção de plantas o pico é de 32 componentes com a remoção de 75% das plantas (154 espécies); a terceira etapa é a queda também linear, porém mais rápida do número de componentes.

As representatividades dos maiores componentes e a representatividade média dos componentes restantes nos mostram como são os componentes gerados. As simulações feitas caracterizaram, em geral, a separação de pequenos componentes da rede, já que durante grande parte de todas as remoções o maior componente possuiu a grande maioria das espécies e os menores, foram sempre pouco representativos (Figuras 11d e 12d). Mais uma vez, os resultados obtidos para as simulações excluindo somente frugívoros e somente plantas foram semelhantes. Iniciando com as mais especialistas não há fragmentação, logo, não ocorre modificação na representatividade dos componentes. No sentido oposto, ao iniciar a fragmentação, a representatividade média do maior componente diminui, principalmente a partir da remoção de cerca de 45% dos frugívoros e, para plantas, depois de 55%. Nesse momento ocorre maior aumento no número de componentes e a rede perde o aninhamento, como mostram as Figuras 9 e 10. Com isso, a representatividade média dos menores componentes aumenta. Quando a rede atinge o maior número de componentes a representatividade do maior deles é somente 0,13 na remoção de frugívoros e 0,05 na remoção de plantas. Por fim, a representatividade do maior componente aumenta, pois o número de componentes diminui.

As representatividades dos maiores componentes e a representatividade média dos menores nas simulações da extinção aleatória somente de plantas e somente de frugívoros não se alteram profundamente, pois esse tipo de remoção não gera fragmentação até a remoção de grande parte das espécies. Portanto, os maiores fragmentos permaneceram com alta

representatividade e os menores fragmentos foram pouco representativos até a remoção de cerca de 80%, a partir daí os maiores fragmentos diminuem e, portanto, os menores aumentam ligeiramente.

As simulações feitas com remoção de plantas e frugívoros ao mesmo tempo geraram resultados um pouco diferentes dos observados nas remoções de plantas ou frugívoros separadamente (Figura 13). As co-extinções observadas durante as remoções da menos conectada à mais conectada, neste caso, geraram uma redução quase linear de espécies. Em contrapartida, na simulação de extinção das mais generalistas às mais especialistas também houve redução praticamente linear do número de espécies, porém a queda foi mais intensa inicialmente. Em ambos os casos a rede resistiu somente até a remoção de 33% das espécies (104 espécies). Neste tipo de remoção, a remoção aleatória das espécies gerou queda linear bem mais lenta e a rede persistiu até a remoção de 82% das espécies. A rede possui metade do seu tamanho original com a remoção de 14% das espécies generalistas, 23% das especialistas e 39% aleatoriamente removidas.

Como mostra a Figura 13b, diferente da remoção somente de plantas ou frugívoros, a remoção de ambos os grupos gera separação de componentes em todos os critérios. Ao simular a extinção das mais generalistas às mais especialistas observamos o mesmo padrão com três etapas, com pico de 26 componentes observado após a remoção de 21% das espécies (69 espécies). A simulação feita das mais especialistas às mais generalistas, diferente do observado com as simulações da extinção de cada grupo separadamente, origina, também, as três etapas, porém com pico menor, de apenas 7 componentes, o que ocorreu com a remoção de 26% das espécies da rede (84 espécies).

Ao remover simultaneamente plantas e frugívoros das mais generalistas às especialistas, as representatividades dos componentes são semelhantes às que obtive com esse critério de

remoção para os outros tipos de simulações, uma vez que possui a mesma dinâmica de quebra da rede. Os maiores componentes seguem bem representativos inicialmente, logo os menores são pouco representativos. Em seguida, quando a quebra mais intensa se inicia, com a remoção de cerca de 11% das espécies (37 espécies), o tamanho dos maiores componentes diminui e o tamanho médio dos menores, aumenta. Quando a rede possui o maior número de componentes, o que ocorre com a remoção de 21% das espécies (69 espécies), a representatividade do maior componente é de 0,14. Por fim, a representatividade do maior componente aumenta, finalizando com representatividade 1,00, já que o número de componentes diminui e finaliza com apenas um pequeno componente (Figura 13c).

Observei, portanto, em todos os tipos de remoções, um maior impacto sempre ao simular extinções iniciadas pelas espécies mais generalistas. As Tabelas 1 e 2 mostram as 10 espécies de frugívoros mais generalistas e de plantas mais generalistas respectivamente.

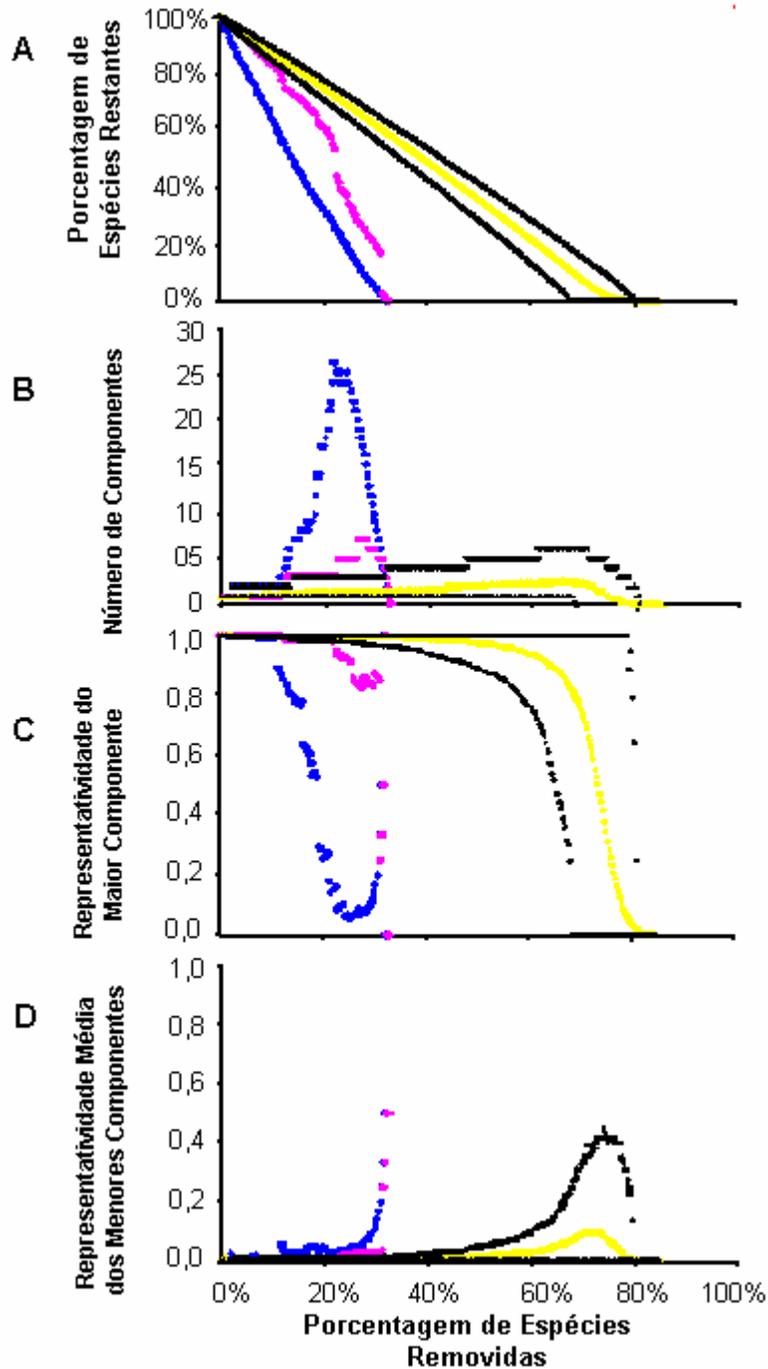


Figura 12. Simulações de extinção de espécies da rede de interações frugívoro-planta do Parque Estadual de Intervales. A – Padrões de co-extinção de espécies; B – Padrão de formação de componentes; C – Representatividade do maior componente e D – Representatividade Média dos menores componentes. Em rosa remoção das espécies menos conectadas às mais conectadas, em azul, das mais conectadas às menos conectadas, em amarelo, a média da remoção aleatória de espécies e em preto, os valores superiores e inferiores da remoção aleatória.

Tabela 1. As dez espécies de frugívoros com mais interações na rede de interações mutualísticas frugívoro-planta qualitativa do Parque Estadual de Intervalos e a porcentagem de interações da rede das quais fazem parte. São as espécies cuja simulação de extinção causa maior número de co-extinções.

Espécie	Família	Porcentagem de interações da rede
<i>Chiroxiphia caudata</i>	Pipridae	5,06%
<i>Carpornis cucullata</i>	Cotingidae	4,26%
<i>Turdus albicollis</i>	Turdidae	4,00%
<i>Tachyphonus coronatus</i>	Thraupidae	3,64%
<i>Turdus rufiventris</i>	Turdidae	3,37%
<i>Penelope obscura</i>	Cracidae	3,29%
<i>Trichothraupis melanops</i>	Thraupidae	3,29%
<i>Thraupis cyanoptera</i>	Thraupidae	3,20%
<i>Euphonia pectoralis</i>	Fringillidae	2,58%
<i>Tangara cyanocephala</i>	Thraupidae	2,13%
TOTAL		34,8%

Tabela 2. As dez espécies de plantas com mais interações na rede de interações mutualísticas frugívoro-planta qualitativa do Parque Estadual de Intervales e a porcentagem de interações da rede das quais fazem parte. São as espécies cuja simulação de extinção causa maior número de co-extinções. Os nomes e classificações das espécies de plantas aqui citados seguem o banco de dados da Tropicos.org, do Missouri Botanical Garden (consultado em abril de 2009).

Espécie	Família	Porcentagem de Interações da rede
<i>Myrsine coriacea</i>	Myrsinaceae	3,20%
<i>Ficus luschnathiana</i>	Moraceae	2,84%
<i>Myrsine lancifolia</i>	Myrsinaceae	2,58%
<i>Coussapoa microcarpa</i>	Cecropiaceae	2,58%
<i>Cecropia glaziovii</i>	Cecropiaceae	2,58%
<i>Miconia pusilliflora</i>	Melastomataceae	2,31%
<i>Cupania vernalis</i>	Sapindaceae	2,31%
<i>Trema micrantha</i>	Ulmaceae	1,95%
<i>Symplocos glanduloso-marginata</i>	Symplocaceae	1,78%
<i>Miconia valtheri</i>	Melastomataceae	1,69%
TOTAL		23,8%

Simulações de Extinção das Espécies Ameaçadas

A rede de Intervalos possui, segundo a *IUCN*, 19 espécies de frugívoros classificadas entre as *Quase Ameaçadas*, *Vulneráveis* e *Em Perigo* (17% do total de frugívoros da rede), sendo elas seis mamíferos e treze aves. Duas espécies (1,8% do total de frugívoros da rede) estão classificadas como *Em Perigo*: *Brachyteles arachnoides* (Atelidae) e *Aburria jacutinga* (Cracidae); Quatro espécies (3,6% do total de frugívoros da rede) como *Vulneráveis*: *Tangara peruviana* (Thraupidae), *Procnias nudicollis* (Cotingidae), *Neopelma aurifrons* (Pipridae) e *Tapirus terrestris* (Tapiridae); e treze (11,6% do total de frugívoros da rede) classificadas em *Quase Ameaçada*: *Artibeus fimbriatus*, *A. obscurus*, *Pygoderma bilabiatum* (Phyllostomidae), *Pteroglossus bailloni* (Ramphastidae), *Carpornis cucullata*, *Lipaugus lanioides*, *Phibalura flavirostris*, (Cotingidae), *Orchesticus abeillei*, *Thraupis cyanoptera* (Thraupidae), *Tinamus solitarius* (Tinamidae), *Phylloscartes oustaleti* (Tyrannidae), *Triclaria malachitacea* (Psittacidae) e *Alouatta guariba* (Atelidae).

Ao remover as duas espécies consideradas *Em perigo*, três espécies de planta sofrem colapso na dispersão (Tabela 3 e 4). Ao remover também as classificadas como *Vulneráveis*, mais uma planta sofre colapso na dispersão. A remoção dessas e mais as treze espécies classificadas como *Quase Ameaçada* gerou quatorze co-extinções de plantas que perdem todos os dispersores, o que representa 6,7% do total de plantas da rede.

O número de co-extinções geradas com a remoção das espécies ameaçadas está dentro dos intervalos obtidos para a remoção aleatória e de espécies com os mesmos números médios de interações e é inferior àquele que ocorre com a remoção dos mais generalistas. Porém, é superior ao número de co-extinções da remoção iniciada com o mais especialista (Tabela 4). Indicando que as espécies ameaçadas segundo a *IUCN* não são especialistas apesar da sua raridade.

O aninhamento foi pouco modificado nos cinco critérios usados nas simulações (Tabela 4). Como visto anteriormente, o NODF sofre, em todos os tipos de simulações, pouca variação. Só verifiquei maior variação após a remoção de grande parte das espécies. Dessa forma, simulando a extinção de somente 19 espécies de frugívoros, obtive pequena alteração no NODF e em todos os casos a rede ainda é significativamente aninhada, considerando os modelos nulos usados. Nenhuma das remoções simuladas de espécies ameaçadas gerou quebra da rede (Tabela 4), mostrando que nenhuma das espécies listadas pela *IUCN* nas categorias usadas e presentes nesta rede é responsável primária pela coesão da mesma. O maior número de fragmentos encontrado com a remoção de 19 espécies foi o maior valor encontrado com as remoções aleatórias e, mesmo assim, observei a formação de apenas 3 fragmentos e o maior deles ainda possuía 95% das espécies da rede. Mais uma vez, a extinção de 19 espécies de frugívoros não gerou grandes efeitos em nenhuma das métricas calculadas.

A simulação de extinção das espécies ameaçadas da rede quantitativa removeu 16% do total de interações da rede, exatamente a mesma quantidade é removida da rede qualitativa. Isso indica que as espécies ameaçadas não possuem nem interações desproporcionalmente fortes nem desproporcionalmente fracas e, juntas, possuem grau médio semelhante ao de todos os frugívoros da rede qualitativa (9,7 interações por espécie de frugívoro ameaçado e 10,05 interações por frugívoro na rede completa).

Além dos 6,7% de espécies de plantas que sofrem co-extinção, mais 11% das plantas da rede perdem 50% ou mais dos seus registros de interação, ou seja, 11% das plantas teriam pelo menos 50% a menos de sementes dispersas (Tabela 5). É importante lembrar, no entanto, que na natureza esses 50% poderiam ser dispersos por outros animais, sendo este dado importante como uma análise heurística do processo de dispersão.

Tabela 3. Remoção de espécies ameaçadas de extinção segundo a *IUCN* e as co-extinções observadas.

Espécies Removidas	Espécies que Co-extinguem
<i>Em Perigo</i>	
<i>Aburria jacutinga</i> (Cracidae)	<i>Eugenia</i> sp. (Myrtaceae)
<i>Brachyteles arachnoides</i> (Atelidae)	<i>Rollinia sericea</i> (Annonaceae)
	Lauraceae sp.
<i>Em Perigo, Vulneráveis</i>	
<i>Tangara peruviana</i> (Thraupidae)	Cucurbitaceae sp.
<i>Procnias nudicollis</i> (Cotingidae)	
<i>Neopelma aurifrons</i> (Pipridae)	
<i>Tapirus terrestris</i> (Tapiridae)	
<i>Em Perigo, Vulneráveis e Quase ameaçadas</i>	
<i>Artibeus fimbriatus</i> (Phyllostomidae)	<i>Drymis brasiliensis</i> (Winteraceae)
<i>Artibeus obscurus</i> (Phyllostomidae)	<i>Geonoma</i> sp. (Arecaceae)
<i>Carpornis cucullata</i> (Cotingidae)	<i>Leandra xanthocoma</i> (Melastomataceae)
<i>Lipaugus lanioides</i> (Cotingidae)	<i>Maytenus littoralis</i> (Celastraceae)
<i>Phibalura flavirostris</i> (Cotingidae)	<i>Mollinedia uleana</i> (Monimiaceae)
<i>Pteroglossus bailloni</i> (Ramphastidae)	<i>Myrcia</i> sp. (Myrtaceae)
<i>Pygoderma bilabiatum</i> (Phyllostomidae)	<i>Smilax elastica</i> (Smilacaceae)
<i>Em Perigo, Vulneráveis e Quase ameaçadas</i>	
<i>Orchesticus abeillei</i> (Thraupidae)	<i>Nectandra mollis</i> (Lauraceae)
<i>Phylloscartes oustaleti</i> (Tyrannidae)	<i>Ocotea aciphylla</i> (Lauraceae)
<i>Thraupis cyanoptera</i> (Thraupidae)	<i>Ocotea pulchella</i> (Lauraceae)
<i>Tinamus solitarius</i> (Tinamidae)	
<i>Trichloria malachitacea</i> (Psittacidae)	
<i>Alouatta guariba</i> (Atelidae)	

Tabela 4. Resultados das remoções de espécies de frugívoros ameaçados de extinção, segundo a *IUCN*, da rede de interações mutualísticas frugívoro-planta do Parque Estadual de Intervalos e das remoções feitas para comparação. Onde *f* representa o número de frugívoros removidos; *f**, porcentagem de frugívoros removidos; *E*, número de co-extinções; *S**, porcentagem de plantas com pelo menos um dispersor; **NODF**, a medida de aninhamento; *F*, número de componentes; *Q*, representatividade do maior componente e *q*, representatividade média dos menores componentes. Em cada linha um algoritmo de simulação de extinção: *a* - remoção das espécies de frugívoros ameaçadas de extinção segundo *IUCN Red List of Threatened Species*, começando pelas espécies em categorias mais ameaçadas às menos ameaçadas – iniciando com as da categoria *Em Perigo (a1)*, depois as classificadas como *Vulneráveis (a2)* e, por último as *Quase Ameaçadas (a3)*; *b* – iniciando com os frugívoros mais generalistas aos especialistas; *c*, iniciando com os frugívoros mais especialistas aos generalistas; *d*, remoção aleatória de frugívoros e, *e*, remoção de frugívoros com o mesmo número médio de interações que os frugívoros ameaçados de extinção. Entre parênteses, os valores máximos e mínimos dos algoritmos para os quais foram feitas repetições. Todos os **NODF** obtidos foram significativos ($P < 0,05$) em relação aos modelos nulos considerados.

	<i>f</i>	<i>f*</i>	<i>E</i>	<i>S*</i>	NODF	<i>F</i>	<i>Q</i>	<i>q</i>
<i>a1</i>	2	1,8	3	98,6	17,33	1	1	0
<i>a2</i>	6	5,4	4	98,1	17,79	1	1	0
<i>a3</i>	19	17	14	93,2	17,86	1	1	0
<i>b</i>	2	1,8	5	97,6	15,24	1	1	0
	6	5,4	18	91,3	13,12	2	0,993	0,68
	19	17	53	74,4	9,75	2	0,991	0,81

Tabela 4. Continuação.

	<i>f</i>	<i>f</i> *	<i>E</i>	<i>S</i> *	NODF	<i>F</i>	<i>Q</i>	<i>q</i>
<i>c</i>	2	1,8	0	100	16,88	1	1	0
	6	5,4	0	100	16,7	1	1	0
	19	17	0	100	16,88	1	1	0
<i>d</i>	2	1,8	0,949 (4; 0)	99,5 (100; 98,1)	16,93 (16,6; 17,2)	1,036 (2; 1)	1 (1; 0,99)	0 (0,006; 0)
	6	5,4	2,937 (9; 0)	98,6 (100; 95,7)	16,92 (16,4; 17,2)	1,107 (2; 1)	0,999 (1; 0,99)	0,001 (0,01; 0)
	19	17	9,983 (20; 3)	95,2 (98,6; 90,3)	17,09 (15,4; 18,3)	1,314 (3; 1)	0,987 (1; 0,98)	0,002 (0,01; 0)
<i>e</i>	2	1,8	0,8 (4; 0)	99,6 (100; 98,1)	16,96 (16,8; 17,4)	1,1 (2; 1)	0,999 (1; 0,99)	0,001 (0,01; 0)
	6	5,4	1,4 (5; 0)	99,3 (100; 97,6)	17,01 (16,7; 17,5)	1 (1; 1)	1 (1; 1)	0 (0; 0)
	19	17	9,6 (14; 3)	95,4 (98,6; 90,3)	17,19 (15,5; 18,4)	1,5 (2; 1)	0,996 (1; 0,99)	0,004 (0,01; 0)

Tabela 5. Efeitos das remoções da simulação de extinção dos 19 frugívoros ameaçados, segundo a *IUCN*, em porcentagem de registro de interações perdidas por espécie de planta afetada na rede quantitativa de interações mutualísticas frugívoro-planta do Parque Estadual de Intervales.

(*) Espécie que perde todas as interações e, por isso, é considerada co-extinta.

(**) Espécie que perde 50% ou mais de suas interações.

Família	Espécie	Interações Perdidas – Rede Quantitativa
Anacardiaceae	<i>Schinus terebinthifolia</i>	21%
Annonaceae	<i>Rollinia sericea</i>	100% *
	<i>Xylopia brasiliensis</i>	26%
Aquifoliaceae	<i>Ilex brevicuspis</i>	8%
	<i>Ilex microdonta</i>	46%
Araliaceae	<i>Didymopanax angustissimus</i>	67% **
Arecaceae	<i>Euterpe edulis</i>	48%
	<i>Geonoma gamiova</i>	33%
	<i>Geonoma sp. 1</i>	100% *
Boraginaceae	<i>Tournefortia paniculata</i>	22%
Bursraceae	<i>Protium heptaphyllum</i>	20%
Cactaceae	<i>Rhipsalis teres</i>	20%
Cecropiaceae	<i>Cecropia glaziovi</i>	43%
	<i>Coussapoa microcarpa</i>	7%
Celastraceae	<i>Maytenus litoralis</i>	100% *
	<i>Maytenus robustus</i>	50% **
Cucurbitaceae	<i>Cucurbitaceae sp 2</i>	100% *
Euphorbiaceae	<i>Alchornea triplinervia</i>	10%
Flacourtiaceae	<i>Casearia decandra</i>	60% **

Tabela 5. Continuação.

Família	Espécie	Interações Perdidas – Rede Quantitativa
Lauraceae	<i>Lauraceae sp 1</i>	100% *
	<i>Nectandra cuspidata</i>	25%
	<i>Nectandra grandiflora</i>	50% **
	<i>Nectandra membranacea</i>	23%
	<i>Nectandra mollis</i>	100% *
	<i>Ocotea aciphylla</i>	100% *
	<i>Ocotea bicolor</i>	20%
	<i>Ocotea odorifera</i>	67% **
	<i>Ocotea pulchella</i>	100% *
	<i>Ocotea spixiana</i>	25%
	<i>Ocotea teleiandra</i>	60% **
	<i>Persea pyrifolia</i>	30%
Loranthaceae	<i>Psittacanthus sp. 2</i>	50% **
	<i>Struthanthus sp.</i>	13%
	<i>Struthanthus vulgaris</i>	7%
Marcgraviaceae	<i>Marcgravia polyantha</i>	19%
Melastomataceae	<i>Leandra australis</i>	9%
	<i>Leandra dasytricha</i>	8%
	<i>Leandra pilonensis</i>	8%
	<i>Leandra xanthocoma</i>	100% *
	<i>Miconia budlejoides</i>	31%
	<i>Miconia cabussu</i>	13%
	<i>Miconia cinnamomifolia</i>	33%
	<i>Miconia cubatanensis</i>	50% **
	<i>Miconia discolor</i>	11%
	<i>Miconia inconspicua</i>	10%
	<i>Miconia pusilliflora</i>	13%
	<i>Miconia racemifera</i>	11%
	<i>Miconia sellowiana</i>	25%
	<i>Miconia sp. 1</i>	43%
<i>Miconia valtheri</i>	10%	

Tabela 5. Continuação.

Família	Espécie	Interações Perdidas – Rede Quantitativa
Monimiaceae	<i>Mollinedia uleana</i>	100% *
Moraceae	<i>Ficus luschnathiana</i>	21%
	<i>Ficus sp.</i>	45%
Moraceae (Cont.)	<i>Ficus sp. 1</i>	83% **
Myristicaceae	<i>Virola bicuhyba</i>	48%
Myrsinaceae	<i>Myrsine coriacea</i>	6%
	<i>Myrsine lancifolia</i>	9%
	<i>Myrsine umbellata</i>	50% **
	<i>Myrsine venosa</i>	77% **
Myrtaceae	<i>Eugenia melanogyna</i>	67% **
	<i>Eugenia mosenii</i>	13%
	<i>Eugenia sp. 1</i>	100% *
	<i>Gomidesia affinis</i>	40%
	<i>Gomidesia schaueriana</i>	35%
	<i>Marlierea reitzii</i>	25%
	<i>Myrcia fallax</i>	9%
	<i>Myrcia grandiflora</i>	33%
	<i>Myrcia rufula</i>	14%
	<i>Myrcia sp. 1</i>	40%
	<i>Myrcia sp. 3</i>	100% *
	<i>Neomitranthes glomerata</i>	33%
	<i>Psidium cattleianum</i>	10%
	<i>Psidium guajava</i>	17%
	<i>Psidium sp. 1</i>	67% **
	<i>Siphoneugena densiflora</i>	50% **
Nyctaginaceae	<i>Guapira opposita</i>	40%
Onagraceae	<i>Fuchsia regia</i>	22%
Opiliaceae	<i>Agonandra sp. 1</i>	67% **

Tabela 5. Continuação.

Família	Espécie	Interações Perdidas – Rede Quantitativa
Passifloraceae	<i>Passiflora sp.</i>	14%
Phytolaccaceae	<i>Phytolacca dioica</i>	56% **
Piperaceae	<i>Piper sp.</i>	5%
Rosaceae	<i>Rubus urticaefolius</i>	13%
Rubiaceae	<i>Amaioua intermedia</i>	55% **
	<i>Coccosypselum hasslerianum</i>	33%
	<i>Ixora heterodoxa</i>	50% **
	<i>Posoqueria latifolia</i>	33%
	<i>Psychotria leiocarpa</i>	50% **
	<i>Psychotria longipes</i>	31%
	<i>Psychotria vellosiana</i>	6%
	<i>Rudgea jasminoides</i>	14%
Sapindaceae	<i>Cupania vernalis</i>	9%
Smilacaceae	<i>Smilax elastica</i>	100% *
Solanaceae	<i>Solanum inodorum</i>	14%
	<i>Solanum sp.</i>	7%
	<i>Solanum swartzianum</i>	18%
	<i>Vassobia breviflora</i>	10%
Symplocaceae	<i>Symplocos glanduloso-marginata</i>	55% **
	<i>Symplocos tetrandra</i>	50% **
	<i>Symplocos variabilis</i>	33%
Winteraceae	<i>Drymis brasiliensis</i>	100% *
	<i>Drymis winterii</i>	50% **

DISCUSSÃO

Estrutura e Fragilidade da Rede de Interações Frugívoro-Planta de Intervales

As métricas usadas para caracterizar a estrutura da rede de interações frugívoro-planta de Intervales demonstraram que esta rede possui características já observadas por outros autores em rede de interações mutualísticas. Além disso, algumas delas foram bem semelhantes às encontradas por Silva e colaboradores (2007), que analisaram outra versão da rede de Intervales. A estrutura aninhada das interações é uma característica freqüentemente associada às redes de interações mutualísticas (Jordano 1987, Bascompte *et al.* 2003, Dupont *et al.* 2003, Bascompte & Jordano 2006, Guimarães *et al.* 2006, Guimarães *et al.* 2007b, Ollerton *et al.* 2007). Bascompte e colaboradores (2003) analisaram 27 redes frugívoro-planta e 25 polinizador-planta e detectaram que ambos os tipos eram fortemente aninhados. Algumas das redes analisadas por eles, porém, não eram aninhadas, mas os próprios autores apontam que isso ocorreu principalmente para redes pequenas.

A evolução dessa estrutura em redes de interações mutualísticas e sua importância na robustez têm sido discutidas na literatura (Jordano 1987, Memmott *et al.* 2004, Guimarães *et al.* 2005). Justifica-se o aparecimento dessa estrutura aninhada das interações através de processos ecológicos que restringem o número de interações por espécies, aspectos da biologia das plantas e animais que impossibilitam a interação entre as espécies e ainda, através da diferença na abundância das espécies especialistas e generalistas (Guimarães 2006). Ao entrar na comunidade, uma espécie tem mais chances de formar interações com as mais abundantes. Portanto, quanto maior a abundância de uma espécie na rede, mais conexões ela deve possuir (Jordano 1987). Dessa forma, o grupo de generalistas abundantes representa um “recurso” estável para a evolução

de espécies mais especialistas e é muito rara a presença de conexões entre especialistas que são interações muito frágeis devido às altas dependências mútuas (Bascompte & Jordano 2006).

Outra característica que gera resistência da rede à extinção é a presença de interações redundantes (Memmott *et al.* 2004), o que pode ser evidenciado na rede de Intervalles pelo grau médio dos frugívoros (10,05 interações por frugívoro) e das plantas (5,43 interações por planta), que mostram que há necessidade de extinção de mais de uma espécie para que ocorram co-extinções, dessa forma dão maior resistência à rede.

Observei na rede de Intervalles uma razão animal planta de 0,54, tal diferença na riqueza entre plantas e animais em redes mutualísticas animal-planta já foi descrita na literatura (Jordano 1987, Guimarães *et al.* 2007c). Jordano (1987) encontrou um resultado semelhante para suas redes de dispersão de sementes. Guimarães e colaboradores (2007c) também demonstraram que este tipo de razão caracteriza interações mutualísticas planta-animal e, ainda, questionaram que se essa razão não é gerada por um viés amostral, deve ocorrer devido a processos ecológicos que atuam durante a formação da rede. Guimarães e colaboradores (2007c) utilizando modelos matemáticos, então, demonstraram que a distribuição de grau, comumente observada nesse tipo de rede, poderia ser explicada, dentre outras coisas, por essa diferença na riqueza.

A distribuição de grau que trata Guimarães e colaboradores (2007c) é a probabilidade de uma espécie interagir com k outras espécies. Em redes mutualísticas essa probabilidade decai com o aumento de k , ou seja, a probabilidade de haver uma espécie supergeneralista é muito pequena (Jordano *et al.* 2003, Guimarães *et al.* 2007c). Observei na rede de Intervalles, de fato, uma predominância de poucas interações por espécie, da mesma forma que encontraram Memmott e colaboradores (2004). Essa distribuição de grau é observada também em outras redes, como rede de internet e redes tróficas (Albert *et al.* 2000) e, segundo Solé e Montoya (2001), faz com que a rede seja resistente à remoção de espécies aleatoriamente já que a chance de remover

uma espécie generalista é pequena e ao remover espécies com poucas interações, as especialistas, não ocorre grande impacto nem na estrutura nem no tamanho da rede.

Há, na rede de Intervales, predominância de interações fracas e ocorrência de dependências assimétricas nas interações fortes, como descrito por Bascompte e colaboradores (2006a). A presença de dependências assimétricas protege as espécies raras e especialistas, pois são dependentes de espécies generalistas abundantes (Bascompte *et al.* 2003).

Há, ainda, outro aspecto da resistência de uma rede de interações: a propagação de distúrbios ao longo da rede, como a transmissão de doenças através das interações (Pastor-Satorras & Vespignani 2001, Guimarães *et al.* 2007d). Há algumas características estruturais que são associadas a esse aspecto, como conectância e número de componentes de uma rede (Silva *et al.* 2007). Redes altamente conectadas propagam mais os distúrbios e redes compostas por mais de um componente propagam menos (Silva *et al.* 2007).

A rede de Intervales possui uma conectância de 4,85, esse é um valor baixo comparado àqueles observados por Jordano (1987). Porém as redes estudadas por ele são relativamente menores que a rede de Intervales e sabe-se que a conectância diminui com o tamanho da rede (Olesen & Jordano 2002). A maior rede estudada por ele, a da Costa Rica com 171 espécies também apresenta uma conectância baixa como a de Intervales. Porém, a rede de Intervales, apesar de ter baixa conectância, que diminuiria a transmissão de distúrbios através das interações, possui um único componente, o que possibilita a transmissão deles por toda a rede (Silva *et al.* 2007).

Resistência da Rede Frugívoro-Planta de Intervales à Simulação de Extinção de Espécies

Apresentando muitas das características citadas anteriormente que lhe conferem robustez, a rede de interações frugívoro-planta de Intervales é relativamente tolerante à extinção de

espécies ao observarmos o número de co-extinções geradas pelas simulações de extinção de espécies. Tal como observaram Memmott e colaboradores (2004), em seu estudo com redes de polinização, a perda aleatória de animais, ou iniciando pelas mais especialistas.

Solé e Montoya (2001) também estudaram os efeitos da remoção de espécies em redes de interações, porém, redes de interações tróficas incluindo mais de dois níveis tróficos nas quais os nodos representam presa e predador. Bem como a rede de Intervales, as redes estudadas por eles possuem distribuição de grau na qual a maioria das espécies possui poucas interações. Segundo Solé e Montoya (2001), as “extinções” causadas pelas remoções feitas aleatoriamente por eles produziram muito poucas co-extinções até a remoção de grande parte das espécies. No entanto, das três redes analisadas, aquela que gerou menos co-extinções perdeu 50% das espécies após a remoção aleatória de somente 20% das espécies. Na rede de Intervales, a remoção aleatória somente de frugívoros e somente de plantas só gerou perda de 50% das espécies da rede após a remoção de mais de 80%, da mesma forma que encontraram Memmott e colaboradores (2004), mostrando-se, portanto mais resistente que a de Solé e Montoya (2001). Mesmo ao realizar a simulação de extinção de frugívoros e plantas simultaneamente, o que deveria diminuir o efeito de redes mutualísticas serem bipartidas e as estudadas por eles não, ainda foi necessária a remoção de 40% das espécies para a co-extinção de 50% que compõem a rede.

As simulações sistemáticas de extinção das espécies mais especialistas às generalistas na rede de Intervales geraram muito poucas co-extinções, como o encontrado por Memmott e colaboradores (2004). Visto que esta seria a ordem mais provável de extinção, já que as mais especialistas têm tendência a serem aquelas com menor abundância (Jordano *et al.* 2003, Krishna *et al.* 2008), é importante destacar que os efeitos causados por estas extinções não seriam grandes no serviço ecológico estudado para a rede frugívoro-planta de Intervales.

Em contrapartida, a simulação de extinção das mais generalistas foi a que causou co-extinções mais rapidamente, como também observaram por Memmott e colaboradores (2004). Mesmo assim, o impacto na riqueza de espécies foi ainda menor que os observados por Solé e Montoya (2001), que observam o colapso total das redes (momento em que todas as espécies ficam sem nenhuma interação) ao se remover entre 15 a 25% das espécies. Porém, mais uma vez, as redes mutualísticas são bipartidas, e essa diferença só é tão óbvia com a remoção somente de plantas, ou somente de frugívoros, nas quais a rede persiste até a remoção de 100% das espécies, tanto para a rede de Intervales, como para as analisadas por Memmott e colaboradores (2004). Ao remover simultaneamente frugívoros e plantas, por outro lado, a rede sofre total colapso com a remoção de cerca de 30% das espécies, dessa forma, nesse aspecto a rede de interações mutualísticas de Intervales não é muito diferente das observadas por Solé e Montoya (2001).

As alterações na métrica de aninhamento usada, o NODF, são explicadas pela própria estrutura da métrica. A remoção iniciada com as mais generalistas retira as espécies com as quais as mais especialistas compartilham interações, portanto são as espécies com as quais se obtém os maiores $PO_{pareados}$. Dessa forma o índice diminui. Já a simulação no sentido oposto, diminui o número total de $PO_{pareados}$ da rede, porém não diminui o valor deles e ainda, por vezes, deve excluir espécies que apresentam baixo $PO_{pareado}$, aumentando o NODF. As simulações de extinção aleatória removem tanto as espécies generalistas como as especialistas e, dessa forma, geram um efeito intermediário. Porém, como há, na rede de Intervales, mais espécies com poucas interações, o efeito é mais semelhante à remoção das mais especialistas às generalistas.

A quebra de redes mutualísticas decorrente das simulações de extinções de espécies não foi ainda descrita, mas há estudos que observam esse processo em outros tipos de rede (Albert *et al.* 2000, Solé & Montoya 2001). Para a rede de Intervales as simulações mostraram que há maior quebra da rede somente com a remoção iniciada pelas espécies mais conectadas, assim como

observaram Solé & Montoya (2001) para redes tróficas e Albert e colaboradores (2000) para rede de internet. Este é também um aspecto que reforça a resistência da rede de Intervals, pois nas simulações de extinção aleatória de espécies, assim como iniciando pelas mais especialistas, ocorreu pouca formação de componentes.

A comparação do meu estudo com os de Solé e Montoya (2001) e o de Albert e colaboradores (2000), em relação à quebra da rede, é prejudicada, pois ambos, além de não analisarem redes bipartidas, consideram um componente mesmo que este contenha somente um nodo. Neste estudo, a desconexão de um nodo foi considerada co-extinção da espécie e, por isso, foram retirados da rede e não contabilizados como novos componentes. Porém, alguns aspectos podem ser comparados. A fragmentação da rede de Intervals caracteriza-se pela desconexão de pequenos componentes, contendo poucas espécies, restando sempre um grande componente, bem como observa Albert e colaboradores (2000), por exemplo, para a rede de internet. Esse também parece ser o padrão observado por Solé e Montoya (2001) para as redes tróficas que estudou, uma vez que, assim como observei, eles observaram a permanência de um grande componente muito representativo que só diminui próximo ao colapso da rede.

No entanto, é difícil dizer exatamente quais as conseqüências dessa quebra da rede. De qualquer forma, os componentes de uma rede possuem tanto a dinâmica quanto a evolução independentes (Silva *et al.* 2007). A rede de Intervals, porém, mantém sempre um grande componente que contém grande parte das espécies e interações. Esse componente mantém-se com a mesma estrutura aninhada e consistente, já que o NODF da rede como um todo se mantém significativo até grande parte das remoções. Dessa forma, a rede como um todo não perde suas características estruturais gerais, que lhe conferem robustez. Porém, é preciso lembrar que, como proposto por Lewinsohn e Prado (2006), é possível haver dentro de cada componente de uma rede uma organização estrutural própria, que não é observada ao analisarmos a rede completa.

A rede de Intervalos se quebra formando dois tipos de componentes, um principal e grande, que parece manter a estrutura básica da rede completa, e outros componentes muito pequenos, compostos muitas vezes por duas espécies e que, por isso, não devem possuir estrutura aninhada. Esses compartimentos pequenos formados pelas remoções aqui feitas são compostos por interações entre especialistas e, esse tipo de interação é muito frágil (Bascompte 2007). Portanto, as espécies que deixam o grande componente e passam a compor pequenos componentes e a estar em situação mais perigosa. Seria preciso, de qualquer maneira, analisar cada um dos componentes separadamente em busca da estrutura de cada um deles como propõem Lewinsohn e Prado (2006).

Confirmando, portanto, que a estrutura da rede de Intervalos gera robustez considerável e, em todos os aspectos observados durante as simulações, a rede também se mostrou resistente à simulação de extinção das espécies ameaçadas. A simulação da extinção dos 19 frugívoros ameaçados, segundo a *IUCN*, não alterou a estrutura macroscópica da rede de Intervalos, ela continua aninhada e composta por um único grupo de espécies que interagem entre si, características que ainda garantem a manutenção da sua robustez (Bascompte 2007). Além disso, não causou mais co-extinções que uma remoção aleatória do mesmo número de espécies. Por outro lado, gera mais efeitos que a remoção iniciada pelas especialistas, o que nos mostra que, apesar de as espécies especialistas serem aquelas relacionadas às menores abundâncias (Jordano *et al.* 2003, Krishna *et al.* 2008), no Parque Estadual de Intervalos há, segundo a *IUCN*, espécies não tão especialistas ameaçadas de extinção. De qualquer forma, Guimarães (2006) já observou que algumas espécies abundantes têm poucas interações e espécies raras podem fazer parte do grupo das generalistas.

O impacto da remoção das espécies ameaçadas não parece tão pequeno quando olhamos para as forças das interações. Nesse caso, percebi que, além das 14 co-extinções, outras 22

espécies de planta perdem mais de 50% dos registros de interação, o que pode gerar alguns impactos na população dessas plantas. A população da planta afetada pode vir a ter uma distribuição mais agregada, ter sua distribuição geográfica limitada e ter sua estrutura genética modificada quando perde parte importante de sua dispersão (Guimarães *et al.* 2008).

Implicações para a Conservação da Mata Atlântica do Parque Estadual de Intervales

Apesar de este estudo confirmar que a rede mutualística frugívoro-planta de Intervales é uma rede resistente à extinção de espécies e só apresenta impactos mais severos após a remoção de grande quantidade de espécies, é importante lembrar que a interação estudada aqui é apenas um dos tipos de interação que essas espécies fazem parte. Muitas outras, como interações tróficas (Solé & Montoya 2001), competição, ou a própria polinização (Memmott *et al.* 2004) também devem ser estudadas para se obter uma previsão mais real desses impactos. E esse é um desafio aos pesquisadores, conseguir unir redes de diferentes tipos de interações de um mesmo ecossistema e analisá-las.

As espécies ameaçadas usadas aqui foram classificadas como tal pela *IUCN* atualmente e, ao considerar uma lista de espécies de frugívoros ameaçados construída no mesmo período em que foi feita a coleta das interações e, na qual as espécies são inseridas principalmente de acordo com sua abundância, cria-se um paradoxo. Obviamente, se essas espécies classificadas como ameaçadas possuem, de fato, pequenas populações, não se observará muitas interações entre elas e algumas plantas ou frugívoros, possivelmente, já não farão parte da rede devido à raridade de suas interações que outrora, podem não ter sido tão raras e nem menos importantes. Isso pode fazer com que essas espécies da lista da *IUCN*, já não desempenhem, na rede de Intervales, um papel importante e, por isso, não geram impactos fortes na metodologia usada.

Como coloca Ings e colaboradores (2008), seria interessante usar redes construídas com dados coletados em épocas diferentes e observar as mudanças estruturais e de riqueza durante o processo de degradação e, assim, construir previsões mais elaboradas. De fato, seria o ideal. No mesmo trabalho, os autores apontam o uso de fósseis para construção de redes e observação da evolução e mudanças na estrutura dessas redes e, com isso, entender melhor esses processos. Para a área de Intervales, não há uma rede de interações frugívoro-planta antiga nem tão completa que possa ser usada em comparações. Além disso, a área de Intervales estudada faz parte do grande contínuo de Paranapiacaba que é considerado a área mais preservada da região (Pisciotta 2002). Portanto, para conseguirmos prever mais acuradamente seria necessário obter uma rede muito antiga. De qualquer forma, qualquer tentativa de dar suporte teórico aos planos de conservação é positiva.

Este estudo permitiu detectar que as espécies generalistas têm importante papel na manutenção da riqueza, estrutura e robustez da rede, da mesma forma que observa Memmott e colaboradores (2004) e, por isso devem receber especial atenção na tentativa de conservação desse processo ecológico tão essencial na manutenção do ecossistema de Intervales (Bascompte *et al.* 2006a).

Chiroxiphia caudata (Pipridae) foi o frugívoro que interagiu com maior número de espécies de plantas (57 espécies distribuídas em 26 famílias) e possuiu também, o maior número de registros de interação. Esta espécie já foi relacionada, na literatura, à dispersão de sementes de plantas da família Melastomataceae (Krijger *et al.* 1997), de fato, *Chiroxiphia caudata*, em Intervales, interage com 18 espécies desta família. Além disso, a família a qual pertence, Pipridae, foi considerada por Lopes e colaboradores (2005) como um grupo importante para a dispersão de plantas da Floresta Atlântica. Portanto é um exemplo de família importante para manutenção da rede frugívoro-planta de Intervales.

Carpornis cuculatta ficou em segundo lugar (interagindo com 48 espécies de plantas distribuídas em 18 famílias). Essa ave pertence à família Cotingidae que, segundo Snow (1981), é uma das famílias mais características da Região Neotropical, onde é endêmica. É uma família considerada bastante frugívora e algumas espécies são conhecidas por serem predominantemente frugívoras e, em alguns casos totalmente dependentes de frutos, como é o caso de *Procnias nudicollis* (Snow 1981). Na rede de interações mutualísticas aqui estudada, há 5 espécies desta família (Anexo 1). As cinco espécies juntas são responsáveis por 82 interações, o que representa cerca de 7% de todas as interações da rede. Interagem com 63 espécies de plantas (30% do total). Dessa forma, essa pode ser considerada uma importante família de dispersores de sementes como observaram Pizo e colaboradores (2002) e é, portanto, uma família que deve ser preservada na tentativa de conservação desse processo ecológico. *Carpornis cuculatta* é, ainda, uma das classificadas pela IUCN como *Quase Ameaçada*, mostrando que, apesar de generalista e, por isso, relacionada a maiores abundâncias, já encontra-se em estado preocupante de conservação.

As aves aparecem como as principais dispersoras do sistema estudado, constituindo 82% dos frugívoros (92 espécies). Por outro lado, os morcegos representam 11% dos frugívoros da rede. O morcego que se encontra entre os mais importantes é o *Sturnira lilium* (Phyllostomidae) que na rede qualitativa aparece em vigésimo lugar entre os mais generalistas interagindo com 18 espécies de plantas, na rede quantitativa está em terceiro com 129 registros. Mello e colaboradores (2008) observaram que esta espécie é exclusivamente frugívora, atuando como importante dispersora das espécies que consome, que são principalmente da família Solanaceae.

Apesar de não haver um componente separando os morcegos do restante da rede, observa-se que algumas plantas são mais dependentes de morcegos do que de outros grupos de frugívoros. Há 13 morcegos na rede de Intervalos que interagem com 24 espécies de plantas, destas, 13 espécies dependem exclusivamente deles para a dispersão de suas sementes, a família mais

representada neste caso é a Solanaceae com 6 espécies. Passos e colaboradores (2003), e Mello e colaboradores (2008) da mesma forma, encontraram esta família como sendo importante na dieta de morcegos frugívoros. Portanto, a conservação dos morcegos frugívoros contribuirá para manutenção dessa família de plantas, favorecendo o bom funcionamento da rede de interações frugívoro-planta de Intervalles.

As dez plantas mais generalistas, cuja remoção causou maior impacto na rede, estão listadas na Tabela 5. Jordano (1987) apontou as famílias Moraceae, Lauraceae e Melastomataceae como as mais importantes fornecedoras de recurso alimentar aos animais frugívoros dos trópicos. A família Melastomataceae, de fato, é a família com maior número de espécies na rede e é responsável por 20% dos registros de interação (525 registros) e 19% das interações da rede (220 interações). Lauraceae também é uma família bem representada na rede, possuindo 16 espécies (7,7% do total de plantas), é responsável por cerca de 5% das interações (55 interações) e 2,5% dos registros (64 registros).

A família Moraceae, por outro lado, possui somente 3 representantes e mesmo assim atua em 4% das interações (97 interações) e está presente em 3,5% dos registros (40 registros). No entanto, comparando o grau médio das espécies das três famílias entre si e com o grau médio das plantas da rede inteira, a família Moraceae é a que possui o maior deles e é consideravelmente maior que o grau médio da rede completa (13,3 interações por espécie de Moraceae, 7,6 interações por espécie de Melastomataceae, 3,4 interações por espécie de Lauraceae e 5,4 interações por espécie de planta da rede completa). Portanto, reafirmo o que há muito foi dito por Jordano (1987), as famílias Moraceae, Lauraceae e Melastomataceae constituem importante recurso alimentar para os animais frugívoros e são famílias que devem ser foco de conservação na tentativa de manutenção desse processo ecológico.

CONCLUSÕES FINAIS

O estudo da estrutura da rede de interações mutualísticas frugívoro-planta de Intervalles mostra que esta rede apresenta muitas das características já relacionadas a esse tipo de redes – estrutura aninhada com prevalência de interações fracas e as fortes, quando ocorrerem, apresentam dependências assimétricas (Bascompte 2007). Além disso, a rede possui relativa resistência à extinção de espécies, tanto ao observar o colapso na dispersão quanto ao observar a fragmentação da rede e, nem mesmo a estrutura aninhada se perde.

No entanto, o impacto gerado depende da identidade das espécies perturbadas como observaram Silva e colaboradores (2007). Mostro aqui que perturbações em espécies generalistas podem gerar impactos mais fortes e indico algumas das espécies que têm maior importância para a manutenção do bom funcionamento desse processo ecológico na Mata Atlântica do Parque Estadual de Intervalles. Porém, reafirmo que para um projeto de conservação eficiente da Mata Atlântica, não se deve abordar somente interações mutualísticas e sim toda a ampla diversidade de interações que ocorrem nesse ecossistema, que são também essenciais para sua manutenção. Esse é um novo desafio para a pesquisa, no qual a abordagem de redes pode ser uma ferramenta muito importante. É importante, também, utilizar estudos mais específicos que abordem espécies endêmicas e as características individuais de cada espécie no ambiente estudado.

Um aspecto novo no estudo de redes de interações mutualísticas estudado aqui foi a quebra de uma rede mutualística em consequência da simulação de extinção de espécies. Mostro que a rede só se quebra de forma mais acentuada com a remoção das espécies generalistas e que isso ocorre mantendo sempre um grande componente que contém maior parte das interações e espécies e, ainda, apresenta a estrutura aninhada. Isso implica na manutenção da robustez da rede, porém as espécies presentes nos pequenos componentes devem sofrer com a fragilidade de suas

interações especialistas. O estudo da fragmentação é novo para redes mutualísticas e, portanto, ainda precisa ser explorado para tomarmos maiores conhecimentos sobre seus efeitos e dinâmica.

REFERÊNCIAS

- Albert, Réka, Hawoong Jeong & Albert-László Barabási. 2000. Error and attack tolerance of complex networks. *Nature*, 406:378-382.
- Almeida-Neto, Mário, Paulo Guimarães, Paulo R. Guimarães Jr, Rafael D. Loyola e Werner Ulrich. 2008. A Consistent metric for nestedness analysis in ecological systems: reconciling concept and measurement. *Oikos*, 117: 1227-1239.
- Atmar, W. & B. D. Paterson. 1993. The measure of order and disorder in the distribution of species in fragmented habitats. *Oecologia* 96: 373-382.
- Bascompte, J. 2007. Plant-animal mutualistic networks: the architecture of biodiversity. *Revista de la Real Academia de Ciencias Serie A Matemática*, 101:221-223.
- Bascompte, J. & D. B. Stouffer. 2008. The Assembly and Disassembly of Ecological Networks. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, In Press.
- Bascompte, J., Pedro Jordano & Jens M. Olesen. 2006a. Asymmetric Coevolutionary Networks Facilitate Biodiversity Maintenance. *Science*, 312:431-433.
- Bascompte, J., Pedro Jordano & Jens M. Olesen. 2006b. Response to “Asymmetric Coevolutionary Networks Facilitate Biodiversity Maintenance. *Science*, 313:1887-1888.
- Plant-animal mutualistic networks: the architecture of biodiversity. Preliminary Communication, *Applied Mathematics*, 101:221-223.
- Bascompte, J., Pedro Jordano, Carlos J. Melián & Jens M. Olesen. 2003. The nested assembly of plant-animal mutualistic networks. *PNAS*, 100:9383-9387.
- Bascompte, Jordi & Pedro Jordano. 2006. The Structure of Plant-Animal Mutualistic Networks. In *Ecological Networks*. Pascoal, M. and Dunne, J. Oxford. 143-159.

- Begon, Michael, Townsend, Colin R. & Harper, John L. 2006. Ecology: from individuals to ecosystems. 4^a ed. Blackwell, Oxford, 738pp.
- Blüthgen, N.; F. Menzel & N. Blüthgen. 2006. Measuring specialization in species interaction network. *BMC Ecology*, 6: 9.
- Campassi, Flavia. 2006. Padrões geográficos das síndromes de dispersão e características dos frutos de espécies arbustivo-arbóreas em comunidades vegetais da Mata Atlântica. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 84pp.
- Carvalho, M. P., C. H. G. Cezare, C. G. Costa, R. G. T. da Cunha, S. S. Dornelles, M. S. Fialho, J. C. Guix, A. Hernández, P. C. Lazarin, L. Llorens, M. Martín, E. Mateos, C. Miquel, L. M. Petroni, B. S. Pinto, K. Pisciotta, C. Sánchez, I. Oliveras e A. Serra. 2002. Description of the study areas. Pp. 27-48 em Mateos, E., J. C. Guix, A. Serra, e K. Pisciotta (eds.). *Censuses of vertebrates in a Brazilian Atlantic rainforest area: the Paranapiacaba fragment*. Barcelona, Universitat de Barcelona.
- Dunne, Jennifer A., Richard J. Williams & Neo D. Martinez. 2002. Network structure and biodiversity loss in food webs: robustness increases with connectance. *Ecology Letters*, 5: 558-567.
- Dupont, Yoko L., Dennis M. Hansen & Jens M. Olesen. 2003. Structure of a plant-flower-visitor network in the high-altitude sub-alpine desert of Tenerife, Canary Islands. *Ecography*, 26: 301-310.
- Fortuna M. A. & J. Bascompte. 2006. Habitat loss and the structure of plant-animal mutualistic networks. *Ecology Letters*, 9:278–283

- Guimarães, P. R. 2006. Investigating the importance of abundance for nestedness in a plant-frugivore network. Em Guimarães, P. R. *Estrutura de Redes de Interações Mutualísticas*. Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Brasil. p. 38-49.
- Guimarães, P. R., V. Rico-Gray, P. S. Oliveira, T. J. Izzo, S. F. dos Reis, J.N. Thompson. 2007a. Interaction intimacy affects structure and coevolutionary dynamics in mutualistic networks. *Current Biology*, 17: 1797-1803.
- Guimarães, P. R., C. Sazima, S. F. dos Reis & I. Sazima. 2007b. The nested structure of marine cleaning symbiosis: is it like flowers and bees? *Biology Letters*, 3:51-54.
- Guimarães, P. R., G. Machado, M. A. M de Aguiar, P. Jordano, J. Bascompte, A. Pinheiro, S. F. dos Reis. 2007c. Build-up mechanisms determining the topology of mutualistic networks. *Journal of Theoretical Biology*, 249:181-189.
- Guimarães, P. R., M. Argollo de Menezes, R. W. Baird, D. Lusseau, P. Guimarães & S. F. dos Reis. 2007d. Vulnerability of a killer whale social network to disease outbreaks. *Physical Review E*, 76:042901.
- Guimarães, P. R. & P. Guimarães. 2006. Improving the analyses of nestedness for large sets of matrices. *Environmental Modelling and Software*, 21: 1512-1513.
- Guimarães, P. R., M. A. M. de Aguiar, J. Bascompte, P. Jordano & S. F. dos Reis. 2005. Random initial condition in small Barabasi-Albert networks and deviations from the scale-free behavior. *Physical Review E*, 71: 037101.
- Guimarães, P. R., M. Galetti & P. Jordano. 2008. Seed Dispersal Anachronisms: Rethinking the Fruits Extinct Megafauna Ate. *PLOS ONE*, 3:e1745.
- Guimarães, P. R., V. Rico-Gray & S. F. dos Reis, J.N. Thompson. 2006. Asymmetries in specialization in ant-plant mutualistic networks. *Proceedings of the Royal Society of London B*, 273: 2041-2047.

- Herrera, Carlos M. 1987. Vertebrate-dispersed plants of the Iberian peninsula: a study of fruit characteristics. *Ecological Monographs*, 57:305-331.
- Ings, Thomas C., José M. Montoya, Jordi Bascompte, Nico Blüthgen, Lee Brown, Carsten F. Dormann, François Edwards, David Figueroa, Ute Jacob, J. Iwan Jones, Rasmus B. Lauridsen, Mark E. Ledger, Hannah M. Lewis, Jens M. Olesen, F. J. Frank van Veen, Phil H. Warren e Guy Woodward. 2008. Ecological networks – beyond food webs. *Journal of Animal Ecology*, 78: 253-269.
- Jordano, P. 1987. Pattern of Mutualistic Interactions in Pollination and Seed Dispersal: Connectance, Dependence Asymmetries, and Coevolution. *The American Naturalist*, 129: 657-677.
- Jordano, P. 2000. Fruits and frugivory. Em Fenner, M. (eds.). *Seeds: the ecology of regeneration in plant communities*. CABI Publ., Wallingford, UK. p. 125-166.
- Jordano, P. & Eugene W. Schupp. 2000. Seed disperser effectiveness: the quality component and patterns of seed rain for *Prunus mahaleb*. *Ecological Monographs*, 70:591-615.
- Jordano, P., J. Bascompte & J. M. Olesen. 2003. Invariant properties in coevolutionary networks of plant-animal interactions. *Ecology Letters*, 6:69-81
- Krijger, C. L. , M. Opdam, M. They & F. Bongers. 1997. Courtship behaviour of manakins and seed bank composition in a French Guianan rain forest. *Journal of Tropical Ecology*, 13: 631-636.
- Krishna, A., P. R. Guimarães, P. Jordano & J. Bascompte. 2008. A neutral-niche theory of nestedness in mutualistic networks. *Oikos*, in press.
- Kurtz, B. C. & D. S. D. de Araújo. 2000. Composição florística e estrutura do componente arbóreo de um trecho de Mata Atlântica na Estação Ecológica Estadual do Paraíso, Cachoeiras de Macacu, Rio de Janeiro, Brasil. *Rodriguésia*, 51:69-112.

- Lewinsohn, T. M. & P. I. Prado. 2006. Structure in plant animal-interaction assemblages. *Oikos* (Copenhagen), Lund, Suécia, 113: 174-184.
- Lopes, L. E., A. Mendes Fernandes & M. Ângelo Marini. 2005. Diet of some Atlantic Forest birds. Ararajuba. *Revista Brasileira de Ornitologia*, 13:95-103.
- Loreau, M., S. Naeem, P. Inchausti, J. Bengtsson, J. P. Grime, A. Hector, D. U. Hooper, M. A. Huston, D. Raffaelli, B. Schmid, D. Tilman & D. A. Wardle. 2001. Biodiversity and ecosystem functioning: current knowledge and future challenges. *Science*, 294:804-808.
- Mello, M. A. R., E. K. V. Kalko & W. R. Silva. 2008. Diet and Abundance of the Bat *Sturnira lilium* (Chiroptera) in a Brazilian Montane Atlantic Forest. *Journal of Mammalogy*, 89:485-492.
- Memmott, Jane, N. M. Waser & Mary V. Price. 2004. Tolerance of pollination networks to species extinctions. *Proceeding of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, 271:2605-2611.
- Mittermeier, R., P. R. Gil, M. Hoffmann, J. D. Pilgrim, T. Brooks, C. G. Mittermeier & G. A. B. Fonseca. 2004. Hotspots Revisited: Earth's Biologically Richest and Most Endangered Ecoregions. Mexico City: CEMEX & Agrupacion Sierra Madre. 640pp.
- Morellato, L. P. C. & C. F. B. Haddad. 2000. Introduction: the Brazilian Atlantic Forest. *Biotropica*, 32:786-792.
- Olesen, Jens M. & Pedro Jordano. 2002. Geographic patterns in a plant-pollinator mutualistic networks. *Ecology*, 83:2416-2424.
- Ollerton, Jeff, Duncan McCollin, Daphne G. Fautin & Gerard R. Allen. 2007. Finding NEMO: nestedness engendered by mutualistic organization in anemofish and their hosts. *Proceedings of The Royal Society*, 274: 591-598.

- Passos, Fernando C., W. R. Silva, Wagner A. Pedro & Marcela R. Bonin. 2003. Frugivoria em morcegos (Mammalia, Chiroptera) no Parque Estadual Intervales, sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 20:511-517.
- Pastor-Satorras, Romualdo & Alessandro Vespignani. 2001. Epidemic Spreading in Scale-Free Networks. *Physical Review Letters*, 86: 3200-3203.
- Pisciotta, Kátia. 2002. The Paranapiacaba Forest Fragment. Pp. 19-26 em Mateos, E., J. C. Guix, A. Serra, e K. Pisciotta (eds.). *Censuses of vertebrates in a Brazilian Atlantic rainforest area: the Paranapiacaba fragment*. Barcelona, Universitat de Barcelona
- Pizo, M. A. 2002. Seed-dispersers and Fruit Syndromes of Myrtaceae. Em: *Seed dispersal and frugivory: ecology, evolution and conservation*. Levey, D. J., Silva, W. R. & Galetti, M. (eds.) CAB International. p. 129-143.
- Pizo, M. A., W. R. Silva, M. Galetti & R. Laps. 2002. Frugivory in Cotingas of the Atlantic Forest of southeast Brazil. *Ararajuba*, 10, 177:185.
- Reis, N. R. dos, A. L. Peracchi, W. A. Pedro, I. P. de Lima. 2006. *Mamíferos do Brasil*. Londrina, 437 pp.
- Silva, José Maria C. da & Marcelo Tabarelli. 2000. Tree species impoverishment and the future flora of the Atlantic Forest of northeast Brazil. *Nature*, 404:72-74.
- Silva, W., P. R. Guimaraes, P. Guimaraes, S. F. dos Reis. 2007. Investigating fragility in plant-frugivore networks: a case study for Atlantic Forest . In: Dennis, A., R. Green, E. W. Schupp, D. Wescott. *Frugivory and seed dispersal: theory and applications in a changing world*. Wallingford: Commonwealth Agricultural Bureau International.
- Solé, Ricard V. & J. M. Montoya 2001. Complexity and fragility in ecological networks. *Proceedings of Royal Society of London*, 268: 2039-2045.

- Snow, David W. 1981. Tropical frugivorous birds and their food plant: a world survey. *Biotropica*, 13:1-14.
- Traveset, A. & Miguel Verdú. 2002. A meta-analysis of the effect of gut treatment on seed germination. Em: Seed dispersal and frugivory: ecology, evolution and conservation. Levey, D. J., Silva, W. R. & Galetti, M. (eds.) CAB International, p. 339-350.
- Tylianakis, J. M., R. K. Didham, J. Bascompte & D. A. Wardle. 2008. Global change and species interactions in terrestrial ecosystems. *Ecology Letters*, in press.
- Vazquez, Diego P., W. F. Morris & P. Jordano. 2005. Interaction frequency as a surrogate for the total effect of animal mutualists on plants. *Ecology Letters*, 8:1088-1094.
- Wasserman, S. & K. Faust. 1994. *Social Network Analysis - Methods and Applications*. New York, Cambridge University Press, 825pp.
- Wheelwright, Nathaniel T. 1985. Fruit-size, gape width, and diets of fruit-eating birds. *Ecology*, 66: 808-818.
- Zipparro, Valesca B., Frederico A. G. Guilherme, Renata J. Almeida-Scabbia & L. Patrícia C. Morellato. 2005. Levantamento Florístico de Floresta Atlântica no Sul do Estado de São Paulo, Parque Estadual Intervales, Base Saibadela. *Biota Neotropica*, 5:147-170.

Anexo 1. Espécies de Frugívoros e suas Interações

Espécies de Frugívoros	Plantas com as quais há Interações
Atelidae	
<i>Alouatta guariba</i>	Annonaceae <i>Xylopia brasiliensis</i> Cecropiaceae <i>Cecropia glaziovi</i> Myristicaceae <i>Virola bicuhyba</i> Myrtaceae <i>Psidium sp.</i> Opiliaceae <i>Agonandra sp.</i> Phytolaccaceae <i>Phytolacca dioica</i>
<i>Brachyteles arachnoides</i>	Lauraceae <i>Ocotea aciphylla</i> Myrtaceae <i>Eugenia sp.</i> <i>Myrcia grandiflora</i> Opiliaceae <i>Agonandra sp.</i>
<i>Cebus apella</i>	Cactaceae <i>Rhipsalis teres</i> Cecropiaceae <i>Cecropia glaziovi</i> Fabaceae <i>Inga sessilis</i> Lauraceae <i>Nectandra membranacea</i> Myrtaceae <i>Gomidesia schaueriana</i> <i>Marlierea reitzii</i> <i>Myrcia grandiflora</i> Opiliaceae <i>Agonandra sp.</i> Rubiaceae <i>Posoqueria latifolia</i> Sapindaceae <i>Matayba guianensis</i>
Canidae	
<i>Cerdocyon thous</i>	Annonaceae <i>Rollinia emarginata</i>

Anexo 1. Continuação.

Espécies de Frugívoros	Plantas com as quais há Interações
<i>Cerdocyon thous</i> (Cont.)	<p>Arecaceae <i>Euterpe edulis</i> <i>Syagrus romazoffiana</i></p> <p>Caricaceae <i>Carica papaya</i></p> <p>Cucurbitaceae <i>Cucumis sp.</i></p> <p>Loganiaceae <i>Strychnos brasiliensis</i></p> <p>Moraceae <i>Ficus luschnathiana</i></p> <p>Myrtaceae <i>Campomanesia guaviroba</i> <i>Gomidesia affinis</i> <i>Myrcia grandiflora</i></p> <p>Rosaceae <i>Rubus rosaefolius</i></p> <p>Rubiaceae <i>Coccocypselum krauseanum</i></p> <p>Solanaceae <i>Solanum variabile</i></p>
Cardinalidae	
<i>Saltator fuliginosus</i>	<p>Rubiaceae <i>Psychotria suterella</i></p> <p>Solanaceae <i>Solanum rufescens</i></p>
<i>Saltator similis</i>	<p>Euphorbiaceae <i>Alchornea triplinervia</i></p> <p>Loranthaceae <i>Struthanthus concinnus</i></p> <p>Melastomataceae <i>Leandra dasytricha</i> <i>Miconia theizans</i> <i>Miconia tristis</i> <i>Ossaea amygdaloides</i></p> <p>Myrsinaceae <i>Myrsine coriacea</i> <i>Myrsine lancifolia</i></p> <p>Sapindaceae <i>Matayba guianensis</i></p> <p>Solanaceae <i>Solanum argenteum</i></p>

Anexo 1. Continuação.

Espécies de Frugívoros

Saltator similis (Cont.)

Plantas com as quais há Interações

Solanum inodorum

Solanum rufescens

Solanum variabile

Ulmaceae

Trema micrantha

Cervidae

Mazama sp.

Moraceae

Ficus luschnathiana

Myrtaceae

Psidium cattleianum

Coerebidae

Coereba flaveola

Moraceae

Ficus luschnathiana

Columbidae

Patagioenas plumbea

Cecropiaceae

Coussapoa microcarpa

Loranthaceae

Loranthaceae sp.

Phoradendron crassifolium

Struthanthus sp.

Struthanthus vulgaris

Melastomataceae

Miconia pusilliflora

Moraceae

Ficus luschnathiana

Myrsinaceae

Myrsine gardneriana

Myrtaceae

Gomidesia affinis

Gomidesia schaueriana

Neomitranthes glomerata

Ulmaceae

Trema micrantha

Cotingidae

Carpornis cucullata

Aquifoliaceae

Ilex microdonta

Araliaceae

Didymopanax angustissimus

Anexo 1. Continuação.

<u>Espécies de Frugívoros</u>	<u>Plantas com as quais há Interações</u>
<i>Carpornis cucullata</i> (Cont.)	Arecaceae <i>Geonoma gamiova</i> <i>Geonoma sp.</i>
	Cactaceae <i>Rhipsalis teres</i>
	Celastraceae <i>Maytenus robusta</i>
	Euphorbiaceae <i>Alchornea triplinervia</i>
	Lauraceae <i>Nectandra cuspidata</i> <i>Ocotea aciphylla</i> <i>Ocotea odorifera</i> <i>Ocotea pulchella</i> <i>Ocotea spixiana</i> <i>Ocotea teleiandra</i> <i>Persea pyrifolia</i>
	Melastomataceae <i>Leandra australis</i> <i>Leandra dasytricha</i> <i>Leandra pilonensis</i> <i>Miconia budlejoides</i> <i>Miconia cubatanensis</i> <i>Miconia pusilliflora</i> <i>Miconia selloana</i> <i>Miconia valtheri</i>
	Moraceae <i>Ficus luschnathiana</i>
	Myrsinaceae <i>Myrsine coriacea</i> <i>Myrsine lancifolia</i> <i>Myrsine umbellata</i> <i>Myrsine venosa</i>
	Myrtaceae <i>Eugenia melanogyna</i> <i>Eugenia mosenii</i> <i>Gomidesia affinis</i> <i>Myrcia grandiflora</i> <i>Myrcia rufula</i> <i>Myrcia sp. 1</i> <i>Myrcia sp. 3</i> <i>Neomitranthes glomerata</i> <i>Siphoneugena densiflora</i>

Anexo 1. Continuação.

<u>Espécies de Frugívoros</u>	<u>Plantas com as quais há Interações</u>
<i>Carpornis cucullata</i> (Cont.)	Nyctaginaceae <i>Guapira opposita</i>
	Onagraceae <i>Fuchsia regia</i>
	Rosaceae <i>Rubus urticaefolius</i>
	Rubiaceae <i>Ixora heterodoxa</i> <i>Psychotria longipes</i> <i>Rudgea jasminoides</i>
	Smilacaceae <i>Smilax elastica</i>
	Symplocaceae <i>Symplocos glanduloso-marginata</i> <i>Symplocos tetrandra</i> <i>Symplocos variabilis</i>
	Winteraceae <i>Drymis brasiliensis</i> <i>Drymis winterii</i>
<i>Lipaugus lanioides</i>	Annonaceae <i>Xylopiá brasiliensis</i>
	Araliaceae <i>Didymopanax angustissimus</i>
	Arecaceae <i>Euterpe edulis</i>
	Cecropiaceae <i>Cecropia glaziovi</i> <i>Coussapoa microcarpa</i>
	Melastomataceae <i>Leandra dasytricha</i> <i>Miconia budlejoides</i> <i>Miconia racemifera</i> <i>Miconia sp.</i> <i>Miconia valtheri</i>
	Moraceae <i>Ficus luschnathiana</i>
	Myristicaceae <i>Virola bicuhyba</i> <i>Myrsine coriacea</i> <i>Myrsine lancifolia</i>
	Myrtaceae <i>Gomidesia schaueriana</i>

Anexo 1. Continuação.

Espécies de Frugívoros	Plantas com as quais há Interações
<i>Lipaugus lanioides</i> (Cont.)	Rubiaceae <i>Amaioua intermedia</i> Sapindaceae <i>Cupania vernalis</i> Solanaceae <i>Solanum swartzianum</i>
<i>Phibalura flavirostris</i>	Symplocaceae <i>Symplocos glanduloso-marginata</i>
<i>Procnias nudicollis</i>	Arecaceae <i>Euterpe edulis</i> Lauraceae <i>Nectandra membranacea</i> <i>Persea pyrifolia</i> Moraceae <i>Ficus luschnathiana</i> Myrtaceae <i>Gomidesia schaueriana</i> <i>Myrcia rufula</i> <i>Myrcia sp. 3</i> Sapindaceae <i>Cupania vernalis</i>
<i>Pyroderus scutatus</i>	Aquifoliaceae <i>Ilex brevicuspis</i> Celastraceae <i>Maytenus robusta</i> Lauraceae <i>Persea pyrifolia</i> Myrtaceae <i>Campomanesia xanthocarpa</i> <i>Gomidesia schaueriana</i> <i>Marlierea reitzii</i> Symplocaceae <i>Symplocos glanduloso-marginata</i>
Cracidae <i>Penelope obscura</i>	Aquifoliaceae <i>Ilex brevicuspis</i> Cecropiaceae <i>Cecropia glaziovi</i> <i>Coussapoa microcarpa</i>

Anexo 1. Continuação.

<u>Espécies de Frugívoros</u>	<u>Plantas com as quais há Interações</u>
<i>Penelope obscura</i> (Cont.)	Fabaceae <i>Inga marginata</i>
	Flacourtiaceae <i>Casearia sylvestris</i>
	Lauraceae <i>Cryptocaria moschata</i> <i>Nectandra cuspidata</i> <i>Nectandra grandiflora</i> <i>Persea pyrifolia</i>
	Melastomataceae <i>Leandra melastomoides</i>
	Moraceae <i>Ficus luschnathiana</i>
	Myrsinaceae <i>Myrsine coriacea</i> <i>Myrsine lancifolia</i> <i>Myrsine venosa</i>
	Myrtaceae <i>Campomanesia xanthocarpa</i> <i>Eugenia melanogyna</i> <i>Eugenia mosenii</i> <i>Gomidesia affinis</i> <i>Gomidesia schaueriana</i> <i>Marlierea reitzii</i> <i>Myrcia grandiflora</i> <i>Myrcia rufula</i> <i>Myrcia sp. 1</i> <i>Neomitranthes glomerata</i> <i>Psidium cattleianum</i>
	Piperaceae <i>Piper aduncum</i>
	Rosaceae <i>Rubus urticaefolius</i>
	Rubiaceae <i>Allibertia myrciifolia</i> <i>Coccosypselum hasslerianum</i> <i>Coussarea contracta</i> <i>Psychotria suterella</i>
	Sapindaceae <i>Allophylus edulis</i>
	Solanaceae <i>Solanum bullatum</i> <i>Solanum variabile</i> <i>Vassobia breviflora</i>

Anexo 1. Continuação.

Espécies de Frugívoros	Plantas com as quais há Interações
<i>Penelope obscura</i> (Cont.)	Symplocaceae <i>Symplocos glanduloso-marginata</i>
	Ulmaceae <i>Celtis iguanaea</i>
<i>Aburria jacutinga</i>	Annonaceae <i>Rollinia sericea</i>
	Arecaceae <i>Euterpe edulis</i>
	Cecropiaceae <i>Cecropia glaziovi</i>
	Lauraceae <i>Lauraceae sp.</i> <i>Nectandra grandiflora</i> <i>Nectandra membranacea</i> <i>Ocotea bicolor</i> <i>Ocotea teleiandra</i>
	Melastomataceae <i>Miconia inconspicua</i>
	Moraceae <i>Ficus luschnathiana</i>
	Myrsinaceae <i>Myrsine coriacea</i> <i>Myrsine venosa</i>
	Myrtaceae <i>Marlierea reitzii</i>
	Sapindaceae <i>Cupania vernalis</i>
Didelphidae	
<i>Didelphis aurita</i>	Araceae <i>Anthurium crassipes</i>
	Melastomataceae <i>Miconia latecrenata</i>
	Piperaceae <i>Piper corintoanum</i>
	Rosaceae <i>Rubus rosaefolius</i>
<i>Marmosops paulensis</i>	Rosaceae <i>Rubus rosaefolius</i>
<i>Micoureus demerarae</i>	Piperaceae <i>Piper dilatatum</i>

Anexo 1. Continuação.

Espécies de Frugívoros	Plantas com as quais há Interações
<i>Micoureus demerarae</i> (Cont.)	Rosaceae <i>Rubus rosaefolius</i>
	Symplocaceae <i>Symplocos variabilis</i>
<i>Philander frenata</i>	Araceae <i>Anthurium crassipes</i> <i>Philodendron appendiculatum</i>
	Cecropiaceae <i>Coussapoa microcarpa</i>
	Cucurbitaceae <i>Cayaponia sp.</i>
	Melastomataceae <i>Leandra melastomoides</i> <i>Leandra pilonensis</i> <i>Leandra sp.</i> <i>Ossaea amygdaloides</i>
	Moraceae <i>Ficus luschnathiana</i>
	Myrtaceae <i>Campomanesia guaviroba</i> <i>Campomanesia neriiflora</i> <i>Myrcia fallax</i> <i>Psidium cattleianum</i>
	Piperaceae <i>Piper corintoanum</i> <i>Piper dilatatum</i>
	Rosaceae <i>Rubus brasiliensis</i> <i>Rubus rosaefolius</i> <i>Rubus urticaefolius</i>
	Solanaceae <i>Solanum megalochiton</i> <i>Solanum pseudoquina</i> <i>Solanum sanctaecatharinae</i> <i>Vassobia breviflora</i>
Fringillidae <i>Euphonia pectoralis</i>	Annonaceae <i>Xylopiã brasiliensis</i>
	Araceae <i>Anthurium scandens</i>
	Bromeliaceae <i>Bromeliaceae sp 1</i>

Anexo 1. Continuação.

<u>Espécies de Frugívoros</u>	<u>Plantas com as quais há Interações</u>
<i>Euphonia pectoralis</i> (Cont.)	<i>Bromeliaceae</i> sp 2
	Cactaceae
	<i>Rhipsalis campos-portoana</i>
	<i>Rhipsalis elliptica</i>
	<i>Rhipsalis</i> sp.
	<i>Rhipsalis teres</i>
	Cecropiaceae
	<i>Cecropia glaziovi</i>
	<i>Coussapoa microcarpa</i>
	Gesneriaceae
	<i>Codonanthe cordifolia</i>
	Melastomataceae
	<i>Leandra australis</i>
	<i>Leandra dasytricha</i>
	<i>Leandra pilonensis</i>
	<i>Leandra refracta</i>
	<i>Leandra sabiaensis</i>
	<i>Miconia cinnamomifolia</i>
	<i>Miconia latecrenata</i>
	<i>Miconia pusilliflora</i>
	<i>Miconia theizans</i>
	<i>Miconia valtheri</i>
	<i>Ossaea amygdaloides</i>
	Moraceae
	<i>Ficus luschnathiana</i>
	Myrsinaceae
	<i>Myrsine coriacea</i>
	Myrtaceae
	<i>Gomidesia schaueriana</i>
	Phytolaccaceae
	<i>Phytolacca dioica</i>
	Rubiaceae
	<i>Psychotria longipes</i>
	Ulmaceae
	<i>Trema micrantha</i>
	Urticaceae
	<i>Urera baccifera</i>
<i>Euphonia violacea</i>	Cactaceae
	<i>Rhipsalis paradoxa</i>
	Cecropiaceae
	<i>Cecropia glaziovi</i>
	<i>Coussapoa microcarpa</i>

Anexo 1. Continuação.

Espécies de Frugívoros	Plantas com as quais há Interações
<i>Euphonia violacea</i> (Cont.)	Loranthaceae <i>Struthanthus vulgaris</i>
	Myrsinaceae <i>Myrsine coriacea</i>
	Myrtaceae <i>Psidium guajava</i>
	Piperaceae <i>Piper corintoanum</i>
Icteridae	
<i>Cacicus chrysopterus</i>	Melastomataceae <i>Miconia pusilliflora</i>
	Myrtaceae <i>Psidium guajava</i>
<i>Cacicus haemorrhous</i>	Annonaceae <i>Xylopia brasiliensis</i>
	Arecaceae <i>Euterpe edulis</i>
	Cecropiaceae <i>Coussapoa microcarpa</i>
	Clusiaceae <i>Clusia criuva</i>
	Euphorbiaceae <i>Alchornea glandulosa</i> <i>Alchornea triplinervia</i> <i>Tetrorchidium rubrivenium</i>
	Lauraceae <i>Nectandra membranacea</i> <i>Ocotea bicolor</i>
	Marcgraviaceae <i>Marcgravia polyantha</i>
	Melastomataceae <i>Miconia cabussu</i> <i>Miconia doriana</i> <i>Miconia valtheri</i>
	Meliaceae <i>Cabranea canjerana</i>
	Menispermaceae <i>Abuta selloana</i>
	Moraceae <i>Ficus luschnathiana</i>
	Myrsinaceae <i>Myrsine coriacea</i>

Anexo 1. Continuação.

Espécies de Frugívoros	Plantas com as quais há Interações
<i>Cacicus haemorrhous</i> (Cont.)	<i>Myrsine lancifolia</i> Myrtaceae <i>Myrcia</i> sp. 2 Rosaceae <i>Rubus rosaefolius</i> Sapindaceae <i>Cupania vernalis</i> Urticaceae <i>Urera baccifera</i>
<i>Icterus cayanensis</i>	Sapindaceae <i>Matayba guianensis</i>
Mimidae <i>Mimus saturninus</i>	Anacardiaceae <i>Schinus terebinthifolia</i> Melastomataceae <i>Ossaea amygdaloides</i>
Momotidae <i>Baryphthengus ruficapillus</i>	Arecaceae <i>Euterpe edulis</i> Lauraceae <i>Nectandra membranacea</i> Myristicaceae <i>Virola bicuhyba</i>
Mustelidae <i>Eira barbara</i>	Moraceae <i>Ficus luschnathiana</i>
Odontophoridae <i>Odontophorus capueira</i>	Myrtaceae <i>Myrcia grandiflora</i>
Phyllostomidae <i>Artibeus fimbriatus</i>	Cecropiaceae <i>Cecropia glaziovi</i> Moraceae <i>Ficus</i> sp. 1 Passifloraceae <i>Passiflora</i> sp.

Anexo 1. Continuação.

Espécies de Frugívoros	Plantas com as quais há Interações
<i>Artibeus fimbriatus</i> (Cont.)	Piperaceae <i>Piper sp.</i> Solanaceae <i>Solanum sp. 2</i> <i>Vassobia breviflora</i>
<i>Artibeus jamaicensis</i>	Cecropiaceae <i>Cecropia glaziovi</i>
<i>Artibeus lituratus</i>	Cecropiaceae <i>Cecropia glaziovi</i> Piperaceae <i>Piper sp.</i> Solanaceae <i>Solanum paranense</i> <i>Solanum scuticum</i> <i>Solanum sp. 1</i>
<i>Artibeus obscurus</i>	Moraceae <i>Ficus sp. 1</i>
<i>Artibeus sp.</i>	Cecropiaceae <i>Cecropia glaziovi</i> Fabaceae <i>Andira pisonis</i> Moraceae <i>Ficus luschnathiana</i> Piperaceae <i>Piper sp.</i> Solanaceae <i>Solanum scuticum</i>
<i>Carollia perspicillata</i>	Cecropiaceae <i>Cecropia glaziovi</i> Cucurbitaceae <i>Cucurbitaceae sp. 2</i> Piperaceae <i>Otonia sp.</i> <i>Piper aduncum</i> <i>Piper dilatatum</i> <i>Piper sp.</i> Rosaceae <i>Rubus brasiliensis</i>

Anexo 1. Continuação.

Espécies de Frugívoros	Plantas com as quais há Interações
<i>Carollia perspicillata</i> (Cont.)	Solanaceae <i>Solanum scuticum</i> <i>Solanum sp. 1</i> <i>Solanum sp. 2</i> <i>Solanum subsylvestre</i> <i>Solanum variabile</i>
<i>Lonchorhina aurita</i>	Cecropiaceae <i>Cecropia glaziovi</i>
<i>Platyrrhinus lineatus</i>	Cecropiaceae <i>Cecropia glaziovi</i>
<i>Platyrrhinus sp.</i>	Moraceae <i>Ficus sp. 1</i>
<i>Pygoderma bilabiatum</i>	Solanaceae <i>Solanum sp. 2</i>
<i>Sturnira lilium</i>	Cecropiaceae <i>Cecropia glaziovi</i> Clusiaceae <i>Vismia sp.</i> Cucurbitaceae <i>Cucurbitaceae sp. 2</i> Moraceae <i>Ficus sp. 1</i> Passifloraceae <i>Passiflora sp.</i> Piperaceae <i>Piper sp.</i> Solanaceae <i>Aureliana sp.</i> <i>Solanum megalochiton</i> <i>Solanum paranense</i> <i>Solanum rufescens</i> <i>Solanum sanctaecatharinae</i> <i>Solanum scuticum</i> <i>Solanum sp. 1</i> <i>Solanum sp. 2</i> <i>Solanum subsylvestre</i> <i>Solanum swartzianum</i> <i>Solanum variabile</i> <i>Vassobia breviflora</i>

Anexo 1. Continuação.

Espécies de Frugívoros	Plantas com as quais há Interações
<i>Sturnira tildae</i>	Piperaceae <i>Piper sp.</i> Solanaceae <i>Solanum paranense</i> <i>Solanum scuticum</i> <i>Solanum sp. 1</i> <i>Solanum sp. 2</i> <i>Solanum subsylvestre</i> <i>Solanum swartzianum</i>
<i>Vampyressa pusilla</i>	Cecropiaceae <i>Cecropia glaziovi</i>
<i>Vampyressa pusilla</i> (Cont.)	Moraceae <i>Ficus sp. 1</i>
Picidae <i>Celeus flavescens</i>	Arecaceae <i>Euterpe edulis</i> Marcgraviaceae <i>Marcgravia polyantha</i> Melastomataceae <i>Miconia budlejoides</i> Myrsinaceae <i>Cybianthus peruvianus</i> <i>Myrsine coriacea</i> Sapindaceae <i>Paullinia uloptera</i>
<i>Colaptes campestris</i>	Myrsinaceae <i>Myrsine coriacea</i>
<i>Melanerpes flavifrons</i>	Cecropiaceae <i>Cecropia glaziovi</i> Euphorbiaceae <i>Hyeronima alchorneoides</i> Myristicaceae <i>Viola bicuhyba</i> Myrsinaceae <i>Myrsine coriacea</i> <i>Myrsine lancifolia</i>
<i>Veniliornis spilogaster</i>	Sapindaceae <i>Cupania vernalis</i>

Anexo 1. Continuação.

Espécies de Frugívoros	Plantas com as quais há Interações
Pipridae	
<i>Chiroxiphia caudata</i>	Anacardiaceae
	<i>Schinus terebinthifolia</i>
	Annonaceae
	<i>Guatteria dusenii</i>
	Boraginaceae
	<i>Cordia corymbosa</i>
	<i>Tournefortia paniculata</i>
	Cecropiaceae
	<i>Cecropia glaziovi</i>
	<i>Coussapoa microcarpa</i>
	Celastraceae
	<i>Maytenus robusta</i>
	Clusiaceae
	<i>Clusia criuva</i>
	Euphorbiaceae
	<i>Alchornea triplinervia</i>
	Fabaceae
	<i>Inga marginata</i>
	Lauraceae
	<i>Nectandra membranacea</i>
	<i>Ocotea puberula</i>
	Loranthaceae
	<i>Struthanthus vulgaris</i>
	Marcgraviaceae
	<i>Marcgravia polyantha</i>
	Melastomataceae
	<i>Leandra dasytricha</i>
	<i>Leandra laevigata</i>
	<i>Leandra refracta</i>
	<i>Leandra regnellii</i>
	<i>Leandra sabiaensis</i>
	<i>Miconia brasiliensis</i>
	<i>Miconia budlejoides</i>
	<i>Miconia cabussu</i>
	<i>Miconia cubatanensis</i>
	<i>Miconia discolor</i>
	<i>Miconia dorianae</i>
	<i>Miconia latecrenata</i>
	<i>Miconia pusilliflora</i>
	<i>Miconia racemifera</i>
	<i>Miconia theizans</i>
	<i>Miconia tristis</i>
	<i>Miconia valtheri</i>

Anexo 1. Continuação.

Espécies de Frugívoros	Plantas com as quais há Interações
<i>Chiroxiphia caudata</i> (Cont.)	<i>Ossaea amygdaloides</i>
	Meliaceae
	<i>Guarea macrophylla</i>
	Monimiaceae
	<i>Mollinedia boracensis</i>
	<i>Mollinedia floribunda</i>
	Moraceae
	<i>Ficus luschnathiana</i>
	Myrsinaceae
	<i>Myrsine coriacea</i>
	<i>Myrsine lancifolia</i>
	Myrtaceae
	<i>Myrcia grandiflora</i>
	Onagraceae
	<i>Fuchsia regia</i>
	Piperaceae
	<i>Piper corintoanum</i>
	<i>Piper dilatatum</i>
	Rosaceae
	<i>Rubus rosaefolius</i>
	Rubiaceae
	<i>Amaioua intermedia</i>
	<i>Psychotria leiocarpa</i>
	<i>Psychotria longipes</i>
	<i>Psychotria suterella</i>
	<i>Psychotria vellosiana</i>
	<i>Rudgea jasminoides</i>
	Sapindaceae
	<i>Allophylus edulis</i>
	<i>Cupania vernalis</i>
	Solanaceae
	<i>Solanum americanum</i>
	<i>Solanum inodorum</i>
	Symplocaceae
	<i>Symplocos glanduloso-marginata</i>
	<i>Symplocos variabilis</i>
	Ulmaceae
	<i>Trema micrantha</i>
	Zingiberaceae
	<i>Hedychium coronarium</i>
<i>Ilicura militaris</i>	Loranthaceae
	<i>Struthanthus concinnus</i>
	<i>Struthanthus sp.</i>

Anexo 1. Continuação.

Espécies de Frugívoros	Plantas com as quais há Interações
<i>Ilicura militaris</i> (Cont.)	Melastomataceae <i>Leandra dasytricha</i> <i>Leandra sabiaensis</i> <i>Miconia discolor</i> <i>Miconia pusilliflora</i> <i>Miconia theizans</i> Moraceae <i>Ficus luschnathiana</i> <i>Ficus sp. 2</i> Myrsinaceae <i>Myrsine coriacea</i> <i>Myrsine lancifolia</i> <i>Myrsine venosa</i> Poaceae <i>Poaceae sp.</i> Rubiaceae <i>Psychotria vellosiana</i>
<i>Neopelma aurifrons</i>	Rubiaceae <i>Coccosypselum hasslerianum</i>
Psittacidae	
<i>Brotogeris tirica</i>	Annonaceae <i>Xylopia brasiliensis</i> Cecropiaceae <i>Cecropia glaziovi</i> <i>Coussapoa microcarpa</i> Moraceae <i>Ficus luschnathiana</i> Myristicaceae <i>Virola bicuhyba</i>
<i>Forpus xanthopterygius</i>	Onagraceae <i>Fuchsia regia</i>
<i>Pionus maximiliani</i>	Rubiaceae <i>Posoqueria latifolia</i>
<i>Pyrrhura frontalis</i>	Annonaceae <i>Xylopia brasiliensis</i> Arecaceae <i>Euterpe edulis</i> Cecropiaceae <i>Coussapoa microcarpa</i>

Anexo 1. Continuação.

Espécies de Frugívoros	Plantas com as quais há Interações
<i>Pyrrhura frontalis</i> (Cont.)	Fabaceae <i>Inga marginata</i>
	Myrtaceae <i>Psidium cattleianum</i>
	Symplocaceae <i>Symplocos glanduloso-marginata</i>
<i>Triclaria malachitacea</i>	Rubiaceae <i>Posoqueria latifolia</i>
Ramphastidae	
<i>Pteroglossus bailloni</i>	Annonaceae <i>Xylopia brasiliensis</i>
	Aquifoliaceae <i>Ilex microdonta</i>
	Arecaceae <i>Euterpe edulis</i> <i>Geonoma sp.</i>
	Cecropiaceae <i>Cecropia glaziovi</i> <i>Coussapoa microcarpa</i>
	Celastraceae <i>Maytenus litoralis</i> <i>Maytenus robusta</i>
	Euphorbiaceae <i>Alchornea triplinervia</i>
	Lauraceae <i>Nectandra mollis</i>
	Melastomataceae <i>Leandra dasytricha</i> <i>Miconia budlejoides</i> <i>Miconia cinnamomifolia</i> <i>Miconia discolor</i> <i>Miconia racemifera</i>
	Moraceae <i>Ficus sp. 2</i>
	Myristicaceae <i>Virola bicuhyba</i>
	Myrtaceae <i>Gomidesia schaueriana</i>
	Rubiaceae <i>Amaioua intermedia</i> <i>Psychotria leiocarpa</i> <i>Psychotria longipes</i>

Anexo 1. Continuação.

Espécies de Frugívoros	Plantas com as quais há Interações
<i>Pteroglossus bailloni</i> (Cont.)	Symplocaceae <i>Symplocos glanduloso-marginata</i>
<i>Ramphastos dicolorus</i>	Anacardiaceae <i>Tapirira guianense</i> Aquifoliaceae <i>Ilex microdonta</i> Cecropiaceae <i>Coussapoa microcarpa</i> Celastraceae <i>Maytenus robusta</i> Lauraceae <i>Ocotea spixiana</i> <i>Persea pyrifolia</i> Moraceae <i>Ficus luschnathiana</i> Myristicaceae <i>Virola bicuhyba</i> <i>Myrsine coriacea</i> <i>Myrsine venosa</i> Myrtaceae <i>Gomidesia schaueriana</i> <i>Myrcia fallax</i> Rubiaceae <i>Psychotria longipes</i> Sapindaceae <i>Allophylus edulis</i> Symplocaceae <i>Symplocos glanduloso-marginata</i>
<i>Selenidera maculirostris</i>	Arecaceae <i>Euterpe edulis</i> Cecropiaceae <i>Cecropia glaziovii</i> <i>Coussapoa microcarpa</i> Clusiaceae <i>Clusia criuva</i> Euphorbiaceae <i>Hyeronima alchorneoides</i> Lauraceae <i>Ocotea odorifera</i> <i>Ocotea sp.</i> <i>Ocotea spixiana</i> <i>Persea pyrifolia</i>

Anexo 1. Continuação.

Espécies de Frugívoros	Plantas com as quais há Interações
<i>Selenidera maculirostris</i> (Cont.)	Marcgraviaceae <i>Marcgravia polyantha</i> Melastomataceae <i>Miconia budlejoides</i> <i>Miconia cinnamomifolia</i> <i>Miconia racemifera</i> Moraceae <i>Ficus luschnathiana</i> Myrtaceae <i>Gomidesia schaueriana</i> <i>Myrcia rufula</i> <i>Myrcia sp. 1</i> <i>Siphoneugena densiflora</i> Ochnaceae <i>Ouratea vaccinioides</i> Rubiaceae <i>Amaioua intermedia</i> <i>Coussarea contracta</i> <i>Rudgea jasminoides</i> Symplocaceae <i>Symplocos glanduloso-marginata</i>
Sciuridae <i>Guerlinguetus aestuans</i>	Myrtaceae <i>Marlierea reitzii</i> <i>Myrcia sp. 2</i> Symplocaceae <i>Symplocos glanduloso-marginata</i>
Tapiridae <i>Tapirus terrestris</i>	Cucurbitaceae <i>Cucurbitaceae sp. 1</i> Myrtaceae <i>Marlierea reitzii</i> <i>Psidium cattleianum</i> <i>Psidium sp.</i>
Tinamidae <i>Tinamus solitarius</i>	Monimiaceae <i>Mollinedia uleana</i> Myristicaceae <i>Virola bicuhyba</i>

Anexo 1. Continuação.

Espécies de Frugívoros	Plantas com as quais há Interações
<i>Tinamus solitarius</i> (Cont.)	Myrtaceae <i>Gomidesia schaueriana</i>
<hr/>	
Tityridae	
<i>Laniisoma elegans</i>	Melastomataceae <i>Miconia pusilliflora</i>
<i>Oxyruncus cristatus</i>	Arecaceae <i>Euterpe edulis</i> Clusiaceae <i>Clusia criuva</i> Lauraceae <i>Nectandra membranacea</i> <i>Ocotea bicolor</i> Loranthaceae <i>Loranthaceae sp.</i> <i>Struthanthus sp.</i> <i>Struthanthus vulgaris</i> Melastomataceae <i>Miconia latecrenata</i> Myrtaceae <i>Myrcia fallax</i>
<i>Pachyramphus castaneus</i>	Loranthaceae <i>Struthanthus vulgaris</i> Myrsinaceae <i>Myrsine lancifolia</i>
<i>Pachyramphus validus</i>	Annonaceae <i>Xylopia brasiliensis</i> Lauraceae <i>Ocotea puberula</i> Sapindaceae <i>Cupania vernalis</i> <i>Matayba guianensis</i> Ulmaceae <i>Trema micrantha</i>
<i>Schiffornis virescens</i>	Caricaceae <i>Carica papaya</i> Clusiaceae <i>Clusia criuva</i> Flacourtiaceae <i>Casearia decandra</i>

Anexo 1. Continuação.

<u>Espécies de Frugívoros</u>	<u>Plantas com as quais há Interações</u>
<i>Schiffornis virescens</i> (Cont.)	Melastomataceae <i>Leandra dasytricha</i> <i>Leandra laevigata</i> <i>Leandra pilonensis</i> <i>Miconia discolor</i> <i>Miconia latecrenata</i> <i>Miconia pusilliflora</i> <i>Miconia tristis</i> <i>Miconia valtheri</i> <i>Ossaea amygdaloides</i>
	Myrtaceae <i>Myrcia fallax</i>
	Rosaceae <i>Rubus rosaefolius</i>
	Rubiaceae <i>Psychotria suterella</i> <i>Psychotria vellosiana</i>
<i>Tityra cayana</i>	Annonaceae <i>Xylopia brasiliensis</i>
	Araceae <i>Heteropsis sp.</i>
	Arecaceae <i>Euterpe edulis</i>
	Cecropiaceae <i>Cecropia glaziovi</i> <i>Coussapoa microcarpa</i>
	Euphorbiaceae <i>Alchornea triplinervia</i> <i>Hyeronima alchorneoides</i> <i>Sapium glandulatum</i> <i>Tetrorchidium rubrivenium</i>
	Lauraceae <i>Nectandra membranacea</i> <i>Ocotea puberula</i>
	Melastomataceae <i>Miconia inconspicua</i>
	Myristicaceae <i>Virola bicuhyba</i>
	Myrsinaceae <i>Myrsine coriacea</i>
	Myrtaceae <i>Myrcia fallax</i>

Anexo 1. Continuação.

<u>Espécies de Frugívoros</u>	<u>Plantas com as quais há Interações</u>
<i>Tityra cayana</i> (Cont.)	Sapindaceae <i>Allophylus edulis</i> <i>Cupania vernalis</i> <i>Matayba guianensis</i>
	Ulmaceae <i>Trema micrantha</i>
<i>Tityra inquisitor</i>	Euphorbiaceae <i>Tetrorchidium rubrivenium</i>
	Myrsinaceae <i>Myrsine lancifolia</i>
Thraupidae	
<i>Cissopis leverianus</i>	Anacardiaceae <i>Schinus terebinthifolia</i>
	Cecropiaceae <i>Cecropia glaziovii</i>
	Melastomataceae <i>Leandra dasytricha</i> <i>Leandra regnellii</i> <i>Miconia budlejoides</i> <i>Miconia racemifera</i> <i>Miconia valtheri</i>
	Myrsinaceae <i>Myrsine coriacea</i>
	Myrtaceae <i>Psidium cattleianum</i>
	Piperaceae <i>Piper aduncum</i> <i>Piper dilatatum</i>
	Solanaceae <i>Solanum megalochiton</i> <i>Vassobia breviflora</i>
<i>Dacnis cayana</i>	Anacardiaceae <i>Schinus terebinthifolia</i>
	Cecropiaceae <i>Coussapoa microcarpa</i>
	Clusiaceae <i>Clusia criuva</i>
	Euphorbiaceae <i>Alchornea glandulosa</i>
	Loranthaceae <i>Struthanthus sp.</i>

Anexo 1. Continuação.

<u>Espécies de Frugívoros</u>	<u>Plantas com as quais há Interações</u>
<i>Dacnis cayana</i> (Cont.)	Melastomataceae <i>Miconia pusilliflora</i>
	Myrsinaceae <i>Myrsine coriacea</i> <i>Myrsine lancifolia</i>
	Myrtaceae <i>Myrcia fallax</i>
	Ulmaceae <i>Trema micrantha</i>
<i>Habia rubica</i>	Annonaceae <i>Xylopiya brasiliensis</i>
	Cactaceae <i>Rhipsalis campos-portoana</i>
	Melastomataceae <i>Leandra dasytricha</i> <i>Leandra melastomoides</i> <i>Leandra refracta</i> <i>Miconia discolor</i> <i>Miconia pusilliflora</i> <i>Miconia racemifera</i> <i>Miconia valtheri</i> <i>Ossaea amygdaloides</i>
	Moraceae <i>Ficus luschnathiana</i>
	Rosaceae <i>Rubus rosaefolius</i>
	Sapindaceae <i>Allophylus edulis</i> <i>Cupania vernalis</i>
<i>Haplospiza unicolor</i>	Melastomataceae <i>Miconia pusilliflora</i> <i>Miconia theizans</i>
<i>Hemithraupis ruficapilla</i>	Boraginaceae <i>Tournefortia paniculata</i>
	Cecropiaceae <i>Coussapoa microcarpa</i>
	Euphorbiaceae <i>Hyeronima alchorneoides</i> <i>Tetrorchidium rubrivenium</i>
	Loranthaceae <i>Struthanthus sp.</i>

Anexo 1. Continuação.

<u>Espécies de Frugívoros</u>	<u>Plantas com as quais há Interações</u>
<i>Hemithraupis ruficapilla</i> (Cont.)	Melastomataceae <i>Miconia brasiliensis</i> <i>Miconia latecrenata</i> <i>Miconia valtheri</i> Myrsinaceae <i>Myrsine lancifolia</i> Sapindaceae <i>Cupania vernalis</i> Ulmaceae <i>Trema micrantha</i>
<i>Orchesticus abeillei</i>	Annonaceae <i>Xylopiya brasiliensis</i> Cecropiaceae <i>Coussapoa microcarpa</i> Loranthaceae <i>Psittacanthus</i> sp. 2 <i>Struthanthus</i> sp. <i>Struthanthus vulgaris</i> Marcgraviaceae <i>Marcgravia polyantha</i> Melastomataceae <i>Leandra dasytricha</i> <i>Miconia budlejoides</i> Myrsinaceae <i>Myrsine coriacea</i>
<i>Orthogonys chloricterus</i>	Annonaceae <i>Xylopiya brasiliensis</i> Bromeliaceae <i>Bromeliaceae</i> sp 2 Cecropiaceae <i>Cecropia glaziovi</i> <i>Coussapoa microcarpa</i> Euphorbiaceae <i>Alchornea glandulosa</i> Melastomataceae <i>Miconia brasiliensis</i> <i>Miconia budlejoides</i> <i>Miconia latecrenata</i> <i>Miconia pusilliflora</i> <i>Miconia valtheri</i> Myrsinaceae <i>Myrsine lancifolia</i>

Anexo 1. Continuação.

Espécies de Frugívoros	Plantas com as quais há Interações
<i>Orthogonys chloricterus</i> (Cont.)	Rubiaceae <i>Amaioua intermedia</i> <i>Rudgea jasminoides</i>
<i>Stephanophorus diadematus</i>	Anacardiaceae <i>Schinus terebinthifolia</i> Aquifoliaceae <i>Ilex brevicuspis</i> <i>Ilex microdonta</i> Boraginaceae <i>Cordia corymbosa</i> Lauraceae <i>Ocotea teleiandra</i> Loranthaceae <i>Struthanthus</i> sp. Melastomataceae <i>Miconia budlejoides</i> <i>Miconia pusilliflora</i> <i>Ossaea amygdaloides</i> Moraceae <i>Ficus luschnathiana</i> Myrsinaceae <i>Myrsine coriacea</i> <i>Myrsine gardneriana</i> <i>Myrsine umbellata</i> Rosaceae <i>Rubus urticaefolius</i> Rubiaceae <i>Psychotria leiocarpa</i> Solanaceae <i>Aureliana fasciculata</i> <i>Solanum inodorum</i> <i>Solanum megalochiton</i> <i>Solanum variabile</i> <i>Vassobia breviflora</i> Symplocaceae <i>Symplocos glanduloso-marginata</i> Winteraceae <i>Drymis winterii</i>
<i>Tachyphonus coronatus</i>	Anacardiaceae <i>Schinus terebinthifolia</i> Aquifoliaceae <i>Ilex brevicuspis</i>

Anexo 1. Continuação.

Espécies de Frugívoros	Plantas com as quais há Interações
<i>Tachyphonus coronatus</i> (Cont.)	<i>Ilex microdonta</i>
	Bromeliaceae
	<i>Bromeliaceae sp 1</i>
	Cecropiaceae
	<i>Coussapoa microcarpa</i>
	Commelinaceae
	<i>Dichorisandra thyrsiflora</i>
	Euphorbiaceae
	<i>Alchornea glandulosa</i>
	<i>Alchornea triplinervia</i>
	Flacourtiaceae
	<i>Casearia sylvestris</i>
	Melastomataceae
	<i>Leandra australis</i>
	<i>Leandra dasytricha</i>
	<i>Leandra laevigata</i>
	<i>Leandra melastomoides</i>
	<i>Leandra refracta</i>
	<i>Leandra sabiaensis</i>
	<i>Leandra sp.</i>
	<i>Miconia latecrenata</i>
	<i>Miconia pusilliflora</i>
	<i>Miconia racemifera</i>
	<i>Ossaea amygdaloides</i>
	Moraceae
	<i>Ficus luschnathiana</i>
	Myrsinaceae
	<i>Myrsine coriacea</i>
	<i>Myrsine lancifolia</i>
	Myrtaceae
	<i>Myrcia sp. 1</i>
	<i>Psidium sp.</i>
	Onagraceae
	<i>Fuchsia regia</i>
	Piperaceae
	<i>Piper corintoanum</i>
	<i>Piper dilatatum</i>
	Rosaceae
	<i>Rubus rosaefolius</i>
	<i>Rubus urticaefolius</i>
	Rubiaceae
	<i>Galium hypocarpium</i>
	<i>Psychotria longipes</i>
	<i>Psychotria suterella</i>

Anexo 1. Continuação.

Espécies de Frugívoros	Plantas com as quais há Interações
<i>Tachyphonus coronatus</i> (Cont.)	<i>Psychotria vellosiana</i> Sapindaceae <i>Allophylus edulis</i> <i>Cupania vernalis</i> <i>Matayba guianensis</i> Solanaceae <i>Vassobia breviflora</i> Ulmaceae <i>Trema micrantha</i> Urticaceae <i>Urera baccifera</i> Verbenaceae <i>Lantana camara</i>
<i>Tachyphonus cristatus</i>	Melastomataceae <i>Miconia latecrenata</i> <i>Miconia racemifera</i> <i>Miconia valtheri</i>
<i>Tangara cyanocephala</i>	Cecropiaceae <i>Coussapoa microcarpa</i> Loranthaceae <i>Struthanthus sp.</i> Melastomataceae <i>Leandra australis</i> <i>Leandra dasytricha</i> <i>Miconia brasiliensis</i> <i>Miconia budlejoides</i> <i>Miconia cinnamomifolia</i> <i>Miconia inconspicua</i> <i>Miconia latecrenata</i> <i>Miconia pusilliflora</i> <i>Miconia racemifera</i> <i>Miconia theizans</i> <i>Miconia valtheri</i> <i>Ossaea amygdaloides</i> Monimiaceae <i>Mollinedia boracensis</i> Moraceae <i>Ficus luschnathiana</i> Myrsinaceae <i>Myrsine coriacea</i> <i>Myrsine lancifolia</i>

Anexo 1. Continuação.

<u>Espécies de Frugívoros</u>	<u>Plantas com as quais há Interações</u>
<i>Tangara cyanocephala</i> (Cont.)	Myrtaceae <i>Myrcia fallax</i>
	Rubiaceae <i>Psychotria forsteronioides</i>
	Sapindaceae <i>Cupania vernalis</i> <i>Matayba guianensis</i>
	Symplocaceae <i>Symplocos glanduloso-marginata</i>
	Ulmaceae <i>Trema micrantha</i>
<i>Tangara desmaresti</i>	Aquifoliaceae <i>Ilex microdonta</i>
	Lauraceae <i>Ocotea corymbosa</i>
	Loranthaceae <i>Struthanthus vulgaris</i>
	Melastomataceae <i>Leandra australis</i> <i>Leandra dasytricha</i> <i>Leandra pilonensis</i> <i>Miconia budlejoides</i> <i>Miconia cinnamomifolia</i> <i>Miconia latecrenata</i> <i>Miconia pusilliflora</i> <i>Miconia selloana</i> <i>Miconia theizans</i> <i>Miconia valtheri</i>
	Moraceae <i>Ficus luschnathiana</i>
	Myrsinaceae <i>Myrsine coriacea</i>
	Sapindaceae <i>Cupania vernalis</i>
	Symplocaceae <i>Symplocos glanduloso-marginata</i>
	Ulmaceae <i>Trema micrantha</i>
<i>Tangara peruviana</i>	Anacardiaceae <i>Schinus terebinthifolia</i>

Anexo 1. Continuação.

Espécies de Frugívoros

Tangara seledon

Thraupis cyanoptera

Plantas com as quais há Interações

Cecropiaceae

Cecropia glaziovi

Coussapoa microcarpa

Euphorbiaceae

Alchornea glandulosa

Melastomataceae

Leandra pilonensis

Miconia budlejoides

Miconia cinnamomifolia

Miconia latecrenata

Miconia pusilliflora

Miconia valtheri

Moraceae

Ficus luschnathiana

Myrsinaceae

Myrsine coriacea

Myrsine lancifolia

Myrtaceae

Siphoneugena densiflora

Rubiaceae

Psychotria vellosiana

Sapindaceae

Cupania vernalis

Symplocaceae

Symplocos glanduloso-marginata

Ulmaceae

Trema micrantha

Anacardiaceae

Schinus terebinthifolia

Annonaceae

Xylopiya brasiliensis

Aquifoliaceae

Ilex brevicuspis

Ilex microdonta

Araliaceae

Didymopanax angustissimus

Boraginaceae

Tournefortia paniculata

Burseraceae

Protium heptaphyllum

Celastraceae

Maytenus robusta

Anexo 1. Continuação.

Espécies de Frugívoros

Thraupis cyanoptera (Cont.)

Plantas com as quais há Interações

Flacourtiaceae

Casearia decandra

Lauraceae

Nectandra membranacea

Marcgraviaceae

Marcgravia polyantha

Melastomataceae

Leandra xanthocoma

Miconia budlejoides

Miconia cabussu

Miconia cinnamomifolia

Miconia pusilliflora

Moraceae

Ficus luschnathiana

Ficus sp. 2

Myrsinaceae

Myrsine coriacea

Myrsine lancifolia

Myrtaceae

Eugenia melanogyna

Gomidesia affinis

Myrcia fallax

Myrcia grandiflora

Myrcia sp. 1

Psidium guajava

Nyctaginaceae

Guapira opposita

Onagraceae

Fuchsia regia

Phytolaccaceae

Phytolacca dioica

Rosaceae

Rubus urticaefolius

Rubiaceae

Psychotria leiocarpa

Psychotria vellosiana

Sapindaceae

Cupania vernalis

Solanaceae

Solanum inodorum

Symplocaceae

Symplocos glanduloso-marginata

Winteraceae

Drymis brasiliensis

Anexo 1. Continuação.

Espécies de Frugívoros

Thraupis ornata

Plantas com as quais há Interações

Anacardiaceae

Schinus terebinthifolia

Aquifoliaceae

Ilex brevicuspis

Ilex microdonta

Burseraceae

Protium heptaphyllum

Cecropiaceae

Cecropia glaziovi

Coussapoa microcarpa

Clusiaceae

Clusia criuva

Euphorbiaceae

Tetrorchidium rubrivenium

Lauraceae

Nectandra membranacea

Melastomataceae

Miconia brasiliensis

Miconia pusilliflora

Miconia racemifera

Miconia selloana

Miconia theizans

Myrsinaceae

Myrsine coriacea

Myrsine lancifolia

Myrsine umbellata

Myrtaceae

Myrcia fallax

Myrcia grandiflora

Nyctaginaceae

Guapira opposita

Piperaceae

Piper dilatatum

Sapindaceae

Allophylus edulis

Symplocaceae

Symplocos glanduloso-marginata

Ulmaceae

Trema micrantha

Thraupis sayaca

Anacardiaceae

Schinus terebinthifolia

Anexo 1. Continuação.

Espécies de Frugívoros	Plantas com as quais há Interações
<i>Thraupis sayaca</i> (Cont.)	Aquifoliaceae <i>Ilex brevicuspis</i>
	Euphorbiaceae <i>Alchornea glandulosa</i>
	Myrtaceae <i>Psidium cattleianum</i> <i>Psidium guajava</i>
	Onagraceae <i>Fuchsia regia</i>
	Rosaceae <i>Rubus rosaefolius</i>
	Sapindaceae <i>Allophylus edulis</i>
<i>Trichothraupis melanops</i>	Anacardiaceae <i>Schinus terebinthifolia</i>
	Araceae <i>Heteropsis rigidifolia</i> <i>Philodendron appendiculatum</i>
	Cactaceae <i>Rhipsalis teres</i>
	Cecropiaceae <i>Coussapoa microcarpa</i>
	Flacourtiaceae <i>Casearia decandra</i> <i>Casearia sylvestris</i>
	Marcgraviaceae <i>Marcgravia polyantha</i>
	Melastomataceae <i>Leandra australis</i> <i>Leandra barbinervis</i> <i>Leandra dasytricha</i> <i>Leandra laevigata</i> <i>Leandra melastomoides</i> <i>Leandra pilonensis</i> <i>Leandra refracta</i> <i>Leandra regnellii</i> <i>Leandra sp.</i> <i>Miconia brasiliensis</i> <i>Miconia budlejoides</i> <i>Miconia discolor</i> <i>Miconia inconspicua</i> <i>Miconia latecrenata</i> <i>Miconia mistiflora</i>

Anexo 1. Continuação.

Espécies de Frugívoros	Plantas com as quais há Interações
<i>Trichothraupis melanops</i> (Cont.)	<i>Miconia pusilliflora</i> <i>Miconia racemifera</i> <i>Miconia theizans</i> <i>Miconia tristis</i> <i>Miconia valtheri</i> <i>Ossaea amygdaloides</i> Rosaceae <i>Rubus rosaefolius</i> <i>Rubus urticaefolius</i> Rubiaceae <i>Coccocypselum krauseanum</i> <i>Psychotria forsteronioides</i> <i>Psychotria vellosiana</i> Solanaceae <i>Solanum americanum</i> Ulmaceae <i>Trema micrantha</i> Urticaceae <i>Urera baccifera</i>
Trogonidae	
<i>Trogon rufus</i>	Araceae <i>Philodendron appendiculatum</i> Cactaceae <i>Rhipsalis campos-portoana</i> Cecropiaceae <i>Coussapoa microcarpa</i> Euphorbiaceae <i>Alchornea triplinervia</i> Melastomataceae <i>Leandra sp.</i> <i>Miconia pusilliflora</i> <i>Ossaea amygdaloides</i> Myrtaceae <i>Gomidesia schaueriana</i> Rosaceae <i>Rubus rosaefolius</i> Sapindaceae <i>Cupania vernalis</i>
<i>Trogon rufus</i>	
<i>Trogon surrucura</i>	Burseraceae <i>Protium heptaphyllum</i> Clusiaceae <i>Clusia criuva</i>

Anexo 1. Continuação.

<u>Espécies de Frugívoros</u>	<u>Plantas com as quais há Interações</u>
<i>Trogon surrucura</i> (Cont.)	Euphorbiaceae <i>Alchornea triplinervia</i> <i>Sapium glandulatum</i> <i>Tetrorchidium rubrivenium</i>
	Lauraceae <i>Ocotea puberula</i>
	Loranthaceae <i>Psittacanthus sp. 1</i>
	Melastomataceae <i>Miconia budlejoides</i>
	Moraceae <i>Ficus luschnathiana</i>
	Myristicaceae <i>Virola bicuhyba</i>
	Myrtaceae <i>Myrcia fallax</i>
	Rosaceae <i>Rubus rosaefolius</i>
	Rubiaceae <i>Psychotria suterella</i>
	Sapindaceae <i>Allophylus edulis</i>
<i>Trogon viridis</i>	Arecaceae <i>Euterpe edulis</i>
	Burseraceae <i>Protium heptaphyllum</i>
	Cecropiaceae <i>Cecropia glaziovi</i> <i>Coussapoa microcarpa</i>
	Euphorbiaceae <i>Alchornea triplinervia</i>
	Lauraceae <i>Persea pyrifolia</i>
	Melastomataceae <i>Leandra dasytricha</i> <i>Miconia valtheri</i>
	Moraceae <i>Ficus luschnathiana</i>
	Myrtaceae <i>Myrcia grandiflora</i>
	Rosaceae <i>Rubus rosaefolius</i> <i>Rubus urticaefolius</i>

Anexo 1. Continuação.

Espécies de Frugívoros	Plantas com as quais há Interações
<i>Trogon viridis</i> (Cont.)	Rubiaceae <i>Amaioua intermedia</i>
	Sapindaceae <i>Cupania vernalis</i>
Turdidae	
<i>Turdus flavipes</i>	Annonaceae <i>Xylopia brasiliensis</i>
	Arecaceae <i>Euterpe edulis</i>
	Boraginaceae <i>Tournefortia paniculata</i>
	Burseraceae <i>Protium heptaphyllum</i>
	Cactaceae <i>Rhipsalis campos-portoana</i>
	Cecropiaceae <i>Coussapoa microcarpa</i>
	Euphorbiaceae <i>Alchornea triplinervia</i> <i>Sapium glandulatum</i> <i>Tetrorchidium rubrivenium</i>
	Flacourtiaceae <i>Casearia sylvestris</i>
	Lauraceae <i>Ocotea bicolor</i>
	Marcgraviaceae <i>Marcgravia polyantha</i>
	Melastomataceae <i>Miconia cabussu</i> <i>Miconia pusilliflora</i>
	Moraceae <i>Ficus luschnathiana</i>
	Myristicaceae <i>Virola bicuhyba</i>
	Myrsinaceae <i>Myrsine coriacea</i> <i>Myrsine lancifolia</i>
	Myrtaceae <i>Myrcia fallax</i>
	Nyctaginaceae <i>Guapira opposita</i>
	Rubiaceae <i>Amaioua intermedia</i>

Anexo 1. Continuação.

<u>Espécies de Frugívoros</u>	<u>Plantas com as quais há Interações</u>
<i>Turdus flavipes</i> (Cont.)	Sapindaceae <i>Cupania vernalis</i> <i>Paullinia uloptera</i>
<i>Turdus albicollis</i>	Annonaceae <i>Xylopia brasiliensis</i> Araliaceae <i>Didymopanax angustissimus</i> Arecaceae <i>Euterpe edulis</i> <i>Geonoma gamiova</i> Cecropiaceae <i>Cecropia glaziovi</i> <i>Coussapoa microcarpa</i> Celastraceae <i>Maytenus robusta</i> Euphorbiaceae <i>Alchornea triplinervia</i> <i>Tetrorchidium rubrivenium</i> Flacourtiaceae <i>Casearia sylvestris</i> Lauraceae <i>Nectandra membranacea</i> <i>Ocotea bicolor</i> <i>Ocotea puberula</i> <i>Ocotea teleiandra</i> <i>Persea pyrifolia</i> Marcgraviaceae <i>Marcgravia polyantha</i> Melastomataceae <i>Leandra dasytricha</i> <i>Leandra pilonensis</i> <i>Miconia budlejoides</i> <i>Miconia pusilliflora</i> <i>Miconia racemifera</i> <i>Miconia sp.</i> <i>Miconia theizans</i> <i>Miconia valtheri</i> Monimiaceae <i>Mollinedia floribunda</i> Moraceae <i>Ficus luschnathiana</i> Myrsinaceae <i>Myrsine coriacea</i>

Anexo 1. Continuação.

<u>Espécies de Frugívoros</u>	<u>Plantas com as quais há Interações</u>
<i>Turdus albicollis</i> (Cont.)	<i>Myrsine gardneriana</i> Myrtaceae <i>Myrcia fallax</i> <i>Myrcia grandiflora</i> <i>Myrcia rufula</i> Nyctaginaceae <i>Guapira opposita</i> Onagraceae <i>Fuchsia regia</i> Rubiaceae <i>Amaioua intermedia</i> <i>Gomidesia fenzliana</i> <i>Ixora heterodoxa</i> <i>Psychotria forsteronioides</i> <i>Psychotria suterella</i> <i>Psychotria vellosiana</i> <i>Rudgea jasminoides</i> Sapindaceae <i>Allophylus edulis</i> <i>Cupania vernalis</i> <i>Paullinia uloptera</i> Symplocaceae <i>Symplocos glanduloso-marginata</i> <i>Symplocos tetrandra</i>
<i>Turdus amaurochalinus</i>	Melastomataceae <i>Miconia pusilliflora</i> Myrsinaceae <i>Myrsine coriacea</i> Ulmaceae <i>Trema micrantha</i>
<i>Turdus leucomelas</i>	Melastomataceae <i>Miconia budlejoides</i> Monimiaceae <i>Mollinedia boracensis</i> Rubiaceae <i>Psychotria longipes</i>
<i>Turdus rufiventris</i>	Anacardiaceae <i>Schinus terebinthifolia</i> Aquifoliaceae <i>Ilex brevicuspis</i>

Anexo 1. Continuação.

<u>Espécies de Frugívoros</u>	<u>Plantas com as quais há Interações</u>
<i>Turdus rufiventris</i> (Cont.)	Araliaceae <i>Oreopanax sp.</i>
	Arecaceae <i>Euterpe edulis</i>
	Boraginaceae <i>Tournefortia paniculata</i>
	Cecropiaceae <i>Cecropia glaziovi</i> <i>Coussapoa microcarpa</i>
	Euphorbiaceae <i>Alchornea triplinervia</i> <i>Hyeronima alchorneoides</i> <i>Sapium glandulatum</i>
	Flacourtiaceae <i>Casearia sylvestris</i>
	Lauraceae <i>Ocotea puberula</i>
	Loranthaceae <i>Struthanthus vulgaris</i>
	Melastomataceae <i>Leandra dasytricha</i> <i>Leandra laevigata</i> <i>Miconia inconspicua</i> <i>Miconia pusilliflora</i> <i>Miconia racemifera</i> <i>Miconia sp.</i> <i>Miconia theizans</i> <i>Miconia valtheri</i> <i>Ossaea amygdaloides</i>
	Moraceae <i>Ficus luschnathiana</i>
	Myrsinaceae <i>Myrsine coriacea</i> <i>Myrsine lancifolia</i>
	Myrtaceae <i>Gomidesia schaueriana</i> <i>Myrcia fallax</i> <i>Psidium guajava</i>
	Phytolaccaceae <i>Phytolacca dioica</i>
	Rosaceae <i>Rubus brasiliensis</i> <i>Rubus rosaefolius</i> <i>Rubus urticaefolius</i>

Anexo 1. Continuação.

Espécies de Frugívoros	Plantas com as quais há Interações
<i>Turdus rufiventris</i> (Cont.)	Rubiaceae <i>Psychotria longipes</i>
	Sapindaceae <i>Allophylus edulis</i> <i>Cupania vernalis</i> <i>Matayba guianensis</i>
	Solanaceae <i>Aureliana fasciculata</i> <i>Solanum inodorum</i>
<i>Turdus subalaris</i>	Melastomataceae <i>Miconia inconspicua</i>
Tyrannidae	
<i>Attila rufus</i>	Loranthaceae <i>Struthanthus sp.</i>
	Monimiaceae <i>Mollinedia boracensis</i>
	Myrsinaceae <i>Myrsine gardneriana</i>
	Sapindaceae <i>Cupania vernalis</i>
<i>Conopias trivirgatus</i>	Myrsinaceae <i>Myrsine lancifolia</i>
<i>Elaenia flavogaster</i>	Anacardiaceae <i>Schinus terebinthifolia</i>
	Symplocaceae <i>Symplocos glanduloso-marginata</i>
	Ulmaceae <i>Trema micrantha</i>
<i>Elaenia mesoleuca</i>	Boraginaceae <i>Cordia corymbosa</i>
	Euphorbiaceae <i>Alchornea triplinervia</i>
	Myrsinaceae <i>Myrsine coriacea</i>
	Rubiaceae <i>Psychotria vellosiana</i>
	Sapindaceae <i>Cupania vernalis</i>

Anexo 1. Continuação.

Espécies de Frugívoros	Plantas com as quais há Interações
<i>Elaenia mesoleuca</i> (Cont.)	Symplocaceae <i>Symplocos glanduloso-marginata</i>
<i>Elaenia obscura</i>	Anacardiaceae <i>Schinus terebinthifolia</i> Aquifoliaceae <i>Ilex brevicuspis</i> Myrsinaceae <i>Myrsine coriacea</i> Rosaceae <i>Rubus urticaefolius</i>
<i>Empidonomus varius</i>	Euphorbiaceae <i>Sapium glandulatum</i> Myrsinaceae <i>Myrsine lancifolia</i> Phytolaccaceae <i>Phytolacca dioica</i>
<i>Megarynchus pitangua</i>	Lauraceae <i>Ocotea puberula</i> <i>Ocotea sp.</i> Myrtaceae <i>Myrcia sp. 2</i> Rosaceae <i>Rubus urticaefolius</i> Sapindaceae <i>Cupania vernalis</i>
<i>Mionectes rufiventris</i>	Arecaceae <i>Geonoma gamiova</i> Euphorbiaceae <i>Hyeronima alchorneoides</i> <i>Tetrorchidium rubrivenium</i> Loranthaceae <i>Struthanthus concinnus</i> <i>Struthanthus sp.</i> <i>Struthanthus vulgaris</i> Melastomataceae <i>Miconia budlejoides</i> <i>Miconia racemifera</i> <i>Miconia theizans</i> <i>Miconia valtheri</i> Myrsinaceae

Anexo 1. Continuação.

Espécies de Frugívoros	Plantas com as quais há Interações
<i>Mionectes rufiventris</i> (Cont.)	<i>Myrsine coriacea</i>
	<i>Myrsine gardneriana</i>
	<i>Myrsine lancifolia</i>
	Myrtaceae
	<i>Myrcia fallax</i>
	Ochnaceae
	<i>Ouratea vaccinioides</i>
	Ulmaceae
	<i>Trema micrantha</i>
<i>Myiarchus swainsoni</i>	Clusiaceae
	<i>Clusia criuva</i>
	Euphorbiaceae
	<i>Sapium glandulatum</i>
	<i>Tetrorchidium rubrivenium</i>
	Myrsinaceae
	<i>Myrsine coriacea</i>
	<i>Myrsine lancifolia</i>
	Myrtaceae
	<i>Myrcia fallax</i>
	Symplocaceae
	<i>Symplocos glanduloso-marginata</i>
	Ulmaceae
	<i>Trema micrantha</i>
<i>Myiodynastes maculatus</i>	Annonaceae
	<i>Xylopia brasiliensis</i>
	Arecaceae
	<i>Euterpe edulis</i>
	Boraginaceae
	<i>Tournefortia paniculata</i>
	Cecropiaceae
	<i>Coussapoa microcarpa</i>
	Euphorbiaceae
	<i>Alchornea triplinervia</i>
	<i>Sapium glandulatum</i>
	Lauraceae
	<i>Ocotea puberula</i>
	Loranthaceae
	<i>Psittacanthus sp. 2</i>
	Moraceae
	<i>Ficus luschnathiana</i>
	Myrsinaceae
	<i>Myrsine coriacea</i>

Anexo 1. Continuação.

Espécies de Frugívoros	Plantas com as quais há Interações
<i>Myiodynastes maculatus</i> (Cont.)	<i>Myrsine lancifolia</i> Myrtaceae <i>Myrcia fallax</i> Sapindaceae <i>Allophylus edulis</i> <i>Cupania vernalis</i> <i>Matayba guianensis</i> Ulmaceae <i>Trema micrantha</i>
<i>Myiopagis caniceps</i>	Myrsinaceae <i>Myrsine lancifolia</i>
<i>Myiozetetes similis</i>	Loranthaceae <i>Struthanthus vulgaris</i>
<i>Phyllomyias fasciatus</i>	Ulmaceae <i>Trema micrantha</i>
<i>Phylloscartes oustaleti</i>	Myrsinaceae <i>Myrsine lancifolia</i>
<i>Pitangus sulphuratus</i>	Apocynaceae <i>Peschiera catharinensis</i> Euphorbiaceae <i>Sapium glandulatum</i> Zingiberaceae <i>Hedychium coronarium</i>
<i>Tyrannus melancholicus</i>	Euphorbiaceae <i>Sapium glandulatum</i> Lauraceae <i>Nectandra cuspidata</i> Myrsinaceae <i>Myrsine coriacea</i> Ulmaceae <i>Trema micrantha</i>
Vireonidae <i>Hylophilus poicilotis</i>	Euphorbiaceae <i>Alchornea triplinervia</i> Loranthaceae <i>Struthanthus concinnus</i> <i>Struthanthus sp.</i>

Anexo 1. Continuação.

Espécies de Frugívoros	Plantas com as quais há Interações
<i>Hylophilus poicilotis</i> (Cont.)	Myrsinaceae <i>Myrsine lancifolia</i>
	Sapindaceae <i>Cupania vernalis</i>
<i>Vireo olivaceus</i>	Aquifoliaceae <i>Ilex brevicuspis</i>
	Araliaceae <i>Didymopanax angustissimus</i>
	Euphorbiaceae <i>Alchornea glandulosa</i> <i>Sapium glandulatum</i>
	Melastomataceae <i>Miconia pusilliflora</i>
	Myrsinaceae <i>Myrsine coriacea</i> <i>Myrsine lancifolia</i>
	Myrtaceae <i>Myrcia fallax</i>
	Rutaceae <i>Zanthoxylum riedelianum</i>
	Sapindaceae <i>Cupania vernalis</i>
	Ulmaceae <i>Trema micrantha</i>