



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO OESTE DO PARÁ  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO TECNOLÓGICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS NATURAIS DA AMAZÔNIA**

**PREVALÊNCIA DE INFECÇÃO E PADRÕES DE USO DE  
HOSPEDEIROS POR ERVAS-DE-PASSARINHO  
(LORANTHACEAE E VISCACEAE) EM ESPÉCIES DE  
ÁRVORES TROPICAIS DE INTERESSE MADEIREIRO**

**JÉSSICA LIRA PEREIRA**

**Santarém, Pará  
Março, 2014**

**JÉSSICA LIRA PEREIRA**

**PREVALÊNCIA DE INFECÇÃO E PADRÕES DE USO DE  
HOSPEDEIROS POR ERVAS-DE-PASSARINHO  
(LORANTHACEAE E VISCACEAE) EM ESPÉCIES DE  
ÁRVORES TROPICAIS DE INTERESSE MADEIREIRO**

**ORIENTADOR: DR. RODRIGO FERREIRA FADINI**

Dissertação apresentada à Universidade Federal do Oeste do Pará- UFOPA como requisito para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais, junto ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Recursos Naturais da Amazônia.

Área de Concentração: Estudos e Manejos de Ecossistemas Amazônicos

**Santarém, Pará  
Março, 2014**

## **DEDICATÓRIA**

Aos meus avós Ana Mercedes e Izidório Pereira e à minha mãe Maria Marly Lira Pereira.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, porque Dele veio a força que precisei para concluir este trabalho.

Ao professor Dr. Rodrigo Ferreira Fadini pela orientação, dedicação, pelos conselhos e pela oportunidade de me fazer conhecer o interessante grupo das ervas-de-passarinho.

Agradeço, imensamente, à Cooperativa Mista da Flona do Tapajós Verde (COOMFLONA) por todo o apoio logístico com transporte e alimentação. O auxílio prestado foi de fundamental importância para a realização desta pesquisa. Agradeço, em especial, ao Sérgio Pimentel, presidente da Cooperativa, ao Engenheiro Florestal Renato Ribeiro, aos técnicos florestais Jean Feitosa e Pedro Pantoja, aos motosserristas Oda, Caiá, Lengo, Dinei, Ton, Pedreira, Boral, Víctor, Neco e Eduardo pelas conversas e por sempre se mostrarem dispostos a ajudar.

Ao Sr. Sabá e ao Coronel, agradeço por toda a ajuda em campo, pelo cuidado e dedicação durante as coletas. À EMBRAPA, na pessoa de Raimundo Cosme, por ceder o alojamento para que eu pudesse me instalar.

Agradeço ao Bolão pela confecção da estufa e ao Laboratório de Cartografia pelo empréstimo do GPS.

Agradeço ao Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) e ao Analista Ambiental Darlison Andrade, responsável pela Flona Tapajós, pelas autorizações concedidas.

Meus agradecimentos ao Claudenir Simões Caires pela identificação das ervas-de-passarinho.

À minha amiga Bruna Naiara, por toda a cumplicidade, companheirismo e pelo incentivo.

Agradeço à Miyuki Mitsuya, Safira Canto e Suellen Cavalcante por todos os momentos de descontração, amizade, companheirismo e união durante o mestrado. Nunca esquecerei de vocês.

Agradeço ao Elvis Ricardo pela confecção dos mapas de localização das áreas de estudo, à Suellen Cavalcante pela formatação e ao Francisco Araújo pela tradução do resumo.

Meus agradecimentos à minha família, em especial à minha mãe, Marly Lira, por sempre me ajudar e por me incentivar a lutar pelos meus objetivos e a não me fazer desistir nas horas difíceis.

Agradeço, grandemente, ao meu namorado Cristiano Santos pelo conforto, carinho e amparo nos momentos tensos e difíceis. Seu incentivo me ajudou a concluir este trabalho e seu amor tornou essa caminhada mais leve.

À Comissão de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de mestrado.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho, meu muito obrigada!!!

## EPÍGRAFE

**“Nada é mais fatal para o progresso da mente humana do que achar que nossas visões da ciência são definitivas, que nossos triunfos são completos, que não há mistérios na natureza e que não há mundos novos a conquistar”.**

Humphry Davy

PEREIRA, Jéssica Lira. **Prevalência de infecção e padrões de uso de hospedeiros por ervas-de-passarinho (Loranthaceae e Viscaceae) em espécies de árvores tropicais de interesse madeireiro.** 2014. 61 páginas. Dissertação de Mestrado em Ciências Ambientais. Área de Concentração: Estudos e Manejos de Ecossistemas Amazônicos- Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais da Amazônia. Universidade Federal do Oeste do Pará-UFOPA, Santarém, 2014

## **RESUMO**

O conhecimento dos padrões de prevalência de infecção e o uso de hospedeiros por ervas-de-passarinho permanecem uma incógnita para as florestas tropicais. Neste estudo, preenchemos esta lacuna através da procura de indivíduos de ervas-de-passarinho em árvores colhidas através de atividades de Manejo Florestal de Impacto Reduzido. Amostramos 874 árvores distribuídas em duas florestas com diferentes fisionomias na Amazônia brasileira: uma floresta fechada com um dossel emergente (Floresta Tropical Densa com Árvores Emergentes) e uma floresta aberta com palmeiras intercaladas interrompendo a copa (Floresta Tropical Aberta com Palmeiras). Avaliamos o efeito da abundância relativa e das características dos hospedeiros (densidade básica, deciduidade e altura média) sobre a proporção de infecção. Nossos resultados revelaram que a prevalência de infecção foi maior na floresta densa (14,8%) do que na floresta aberta (5,4%) e que a altura média mostrou efeito significativo para o resultado encontrado apenas em uma das áreas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Prevalência de infecção, erva-de-passarinho, Floresta Tropical, Amazônia.

PEREIRA, Jéssica Lira. **Prevalence of infection and patterns of host use by mistletoes (Loranthaceae and Viscaceae) in tree species of tropical wood interest reaching**. 2014. 61 páginas. Dissertação de Mestrado em Ciências Ambientais. Área de Concentração: Estudos e Manejos de Ecossistemas Amazônicos- Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais da Amazônia. Universidade Federal do Oeste do Pará- UFOPA, Santarém, 2014

## **ABSTRACT**

The prevalence patterns of infection and the use of mistletoes remained unknown for tropical forests. In this study, we just filled this gap by looking for individuals of mistletoes in trees harvested under scheme Reduced Impact Forestry. We sampled 874 trees distributed in two forests with different features in the Brazilian Amazon: a closed forest with an emerging canopy (Dense Tropical Forest with Emerging trees) and an open forest with palm trees interspersed interrupting the canopy (Open Rainforest with Palm Trees). We evaluated the effect of relative abundance and host characteristics (basic density, deciduousness and average height) on the proportion of infection. Our results show that prevalence of infection was higher in ‘closed forest’ (14.8%) than in the ‘opened forest’ (5.4%) and the average height showed significant to the results found in only one area.

**KEYWORDS:** Prevalence of infection, mistletoes, Tropical Rainforest, Amazon Region.



## SUMÁRIO

RESUMO .....	vii
ABSTRACT .....	viii
1. INTRODUÇÃO GERAL .....	10
<b>1. 1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	11
<b>1. 2. OBJETIVOS</b> .....	15
1.2. 1. Objetivo geral.....	15
1.2.2. Objetivos específicos .....	15
CAPÍTULO I.....	16
RESUMO .....	18
1. Introdução.....	19
2. Material e métodos.....	21
2.1. <i>Área de estudo e espécies de hospedeiros amostradas</i> .....	21
2.2. <i>Procedimentos de campo</i> .....	24
2.3. <i>Análise dos dados</i> .....	25
3. Resultados .....	26
3.1. Descrição das características das comunidades arbóreas.....	26
3.2. Prevalência de infecção .....	27
3.3. Efeito da abundância relativa e das características dos hospedeiros sobre a prevalência de infecção .....	33
4. Discussão.....	34
4.1. Influência das características dos hospedeiros sobre a prevalência de infecção .....	34
4.1.1. <i>Abundância relativa dos hospedeiros</i> .....	34
4.1.2. <i>Densidade da madeira</i> .....	35
4.1.3. <i>Deciduidade</i> .....	36
4.1.4. <i>Altura</i> .....	37
4.2. Espécies generalistas e especialistas .....	37
4.3. Manejo florestal de impacto reduzido e sua influência sobre as ervas-de-passarinho .....	38
5. Conclusões.....	39
Agradecimentos .....	40
6. Referências .....	41

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

Em florestas tropicais, o levantamento da biodiversidade de copa faz-se necessário devido à sua diminuição pela ação antrópica como o desflorestamento (Lowman, 2004). Muitas espécies que habitam o dossel dessas áreas ainda não foram registradas (Lowman, 2004) e entre elas encontram-se as ervas-de-passarinho, consideradas espécies-chave por fornecerem recursos para uma ampla gama de organismos (Watson, 2001).

As ervas-de-passarinho são encontradas em ecossistemas de todo o mundo (Norton e Carpenter, 1998) e dependem de seus hospedeiros para a aquisição de água e nutrientes (Burns e Watson, 2013). A sua maior diversidade encontra-se em florestas tropicais (Downey, 1998), no entanto, estudos nessas regiões estão sub-representados (Watson, 2001; Arruda et al., 2012). A limitação para estudar as ervas-de-passarinho está na dificuldade em acessá-las. Tais plantas tendem a se estabelecer no dossel devido à necessidade de luz para a germinação e estabelecimento (Lamont, 1983; Mathiasen et al., 2008).

Diversos estudos sobre as ervas-de-passarinho concentram-se em países como Austrália, Nova Zelândia e na América do Norte (Downey, 1998; Geils et al., 2002; Grenfell e Burns, 2009) e são realizados comumente ao longo de estradas e em florestas mais baixas, abertas e com baixa diversidade, o que facilita o acesso e detecção dessas plantas (Mathiasen et al., 1996; Daugherty e Mathiasen, 2003; Downey, 2004).

No Brasil, estudos com as ervas-de-passarinho também se concentram em regiões de melhor logística de amostragem, como o Cerrado (vegetação de Savana) (Arruda et al., 2006, 2012, 2013; Fadini et al., 2009; Fadini e Lima, 2012). Em comparação ao Cerrado, nada se sabe sobre a distribuição das ervas-de-passarinho em florestas preservadas na Amazônia brasileira, e parte dessa lacuna está associada à dificuldade em acessar o dossel. Alcançar o topo de árvores que chegam a 30-50 metros de altura demandaria técnicas onerosas, restringindo a amostragem a um número pequeno de indivíduos e espécies. Neste estudo, preenchemos esta lacuna ao utilizar árvores colhidas em um empreendimento de manejo florestal de impacto reduzido. O acesso à copa das árvores no chão, além de ampliar o esforço amostral, permitiu fazer inferências sobre os padrões de distribuição das ervas-de-passarinho em diferentes áreas e espécies, o que representa um avanço para o conhecimento dessas plantas e de seus principais hospedeiros nessas áreas inacessíveis.

## 1. 1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O dossel da floresta tropical abriga uma grande parte da riqueza de espécies descobertas até hoje, principalmente artrópodes e plantas vasculares e não vasculares, além de epífitas e parasitas (Lowman e Wittman, 1996; Erwin, 2004; Nadkarni et al., 2004). O dossel é parte essencial da floresta tropical porque, além de fornecer hábitat para diversas espécies de plantas e de animais, também é a principal camada da floresta em que ocorrem trocas gasosas com a atmosfera. Apesar de os estudos de dossel terem aumentado nas últimas décadas, eles ainda são escassos em florestas tropicais, quando comparados àqueles realizados em outros estratos mais próximos ao chão. Isso atribui ao dossel o *status* de fronteira a ser desvendada (Nadkarni, 2001).

Os estudos realizados no dossel têm como grande dificuldade o acesso controlado às copas das árvores. Devido a tal dificuldade e à escassez de especialistas, as plantas parasitas, um dos componentes do dossel da floresta tropical, não foram amplamente estudadas. Em florestas nativas da Amazônia, por exemplo, plantas parasitas que habitam árvores de dossel ou emergentes (de 30 a 50 m de altura), são provavelmente subestimadas quanto à abundância e diversidade quando são amostradas a partir do chão da floresta. De fato, este efeito de redução que ocorre na detecção das plantas parasitas em hospedeiros maiores pode ocorrer até mesmo em árvores de pequeno porte (1 a 10 m) (Fadini, 2010) e deve ser muito mais elevado na floresta tropical preservada.

Plantas parasitas aéreas crescem obrigatoriamente em contato com galhos ou troncos de árvores ou arbustos (Ladley e Kelly, 1996; Watson, 2004) e o grau de dependência da planta hospedeira as classifica em hemiparasitas (parasitas do xilema) ou holoparasitas (parasitas do floema) (Press et al., 1991; Nickrent, 2011). As hemiparasitas (parcialmente dependentes do hospedeiro) produzem seus próprios açúcares através da fotossíntese, já as holoparasitas não realizam fotossíntese, sendo, portanto, totalmente dependentes das plantas hospedeiras para a aquisição de nutrientes (Nickrent, 2011).

A maioria das plantas parasitas é hemiparasita (Watson, 2001) e muitas espécies dependem de animais para o transporte de sementes da planta-mãe para ramos da planta hospedeira (Amico et al., 2011). Os principais animais que atuam nesse processo são as aves (Hawksworth, 1983; Nickrent, 2011), o que justifica o nome popular de ‘erva-de-passarinho’, em razão dessa estreita relação de dependência na dispersão (Arruda et al., 2006). Há registro,

no entanto, de uma espécie de erva-de-passarinho, *Tristerix corymbosus*, que é exclusivamente dispersa por um marsupial, *Dromiciops australis*, na Argentina (Amico e Aizen, 2000).

As ervas-de-passarinho são pertencentes à Ordem Santalales, composta por 18 famílias: Amphorogynaceae, Aptandraceae, Cervantesiaceae, Comandraceae, Coulaceae, Erythrolalaceae, Loranthaceae, Misodendraceae, Nanodeaceae, Octoknemaceae, Olacaceae, Opiliaceae, Santalaceae, Shoepfiaceae, Strombosiaceae, Thesiaceae, Viscaceae e Ximeniaceae (Nickrent et al., 2010; Nickrent, 2011), somando 88 gêneros e aproximadamente 1.600 espécies (Nickrent, 2011). Elas ocorrem em uma ampla gama de habitats em todos os continentes, exceto na Antártida (Kartoolinejad et al., 2007).

As principais famílias de ervas-de-passarinho são: Loranthaceae e Viscaceae (Nickrent, 2011). Loranthaceae compreende 73 gêneros e cerca de 990 espécies, sendo, portanto, a mais representativa, enquanto Viscaceae compreende 7 gêneros e, aproximadamente, 550 espécies (Nickrent, 2011). No Brasil, somente Loranthaceae, Santalaceae e Viscaceae são famílias de ervas-de-passarinho que, juntas somam 16 gêneros e cerca de 200 espécies (Arruda et al., 2012), sendo que os gêneros *Passovia*, *Psittacanthus* e *Struthanthus*, pertencentes à família Loranthaceae, são os mais diversificados da flora brasileira (Arruda et al., 2012).

Ervas-de-passarinho estabelecem uma relação de mutualismo com seus dispersores (Martínez Del Rio et al., 1996; López de Buen et al., 2002; Arruda et al., 2009, Nickrent, 2011), fornecendo nutrientes através de seus frutos e sendo dispersadas como consequência (Watson, 2001). As sementes podem germinar em vários tipos de superfície, mas só se estabelecem nos hospedeiros propícios (Ladley e Kelly, 1996).

O processo de deposição das sementes das ervas-de-passarinho nos hospedeiros se dá após as aves regurgitarem ou defecarem tais sementes (Mathiasen et al., 2008), que se aderem aos ramos das árvores devido serem revestidas por uma camada adesiva: a viscina (Martínez Del Rio et al., 1996; Mathiasen et al., 2008; Nickrent, 2011). Após a deposição da semente, a ponta da radícula faz contato com a superfície do hospedeiro, inchando e formando o haustório, uma espécie de raiz modificada, que além de fixar a planta parasita ao hospedeiro, serve também como um órgão de absorção, pois penetra no xilema do mesmo, retirando água, nutrientes e, em algumas ervas-de-passarinho, solutos orgânicos (Ladley e Kelly, 1996; Martínez Del Rio et al., 1996; Watson, 2001; Nickrent, 2011).

A distribuição espacial das ervas-de-passarinho em comunidades de plantas não segue um padrão uniforme, sendo moldadas pelas condições ambientais, qualidade e distância entre

os hospedeiros e, principalmente, pelo comportamento dos dispersores (Garcia-Franco e Rico-Gray, 1996; Kavanagh e Burns, 2012; Okubamichael et al., 2013). Nesse caso, os dispersores variam as taxas de visitação aos hospedeiros, sendo mais atraídos para os que estão previamente infectados, promovendo uma distribuição espacial agregada das ervas-de-passarinho (Aukema e Martínez Del Rio, 2002a). De acordo com Mallams e Mathiasen (2010), o acúmulo de infecções frequentemente ocorre dentro de hospedeiros previamente infectados. Além disso, as plantas mais próximas aos hospedeiros infectados também possuem maior chance de receber as sementes de ervas-de-passarinho do que árvores que estão a distâncias maiores (Maloney e Rizzo, 2002; Aukema, 2003). Segundo Aukema (2003), tanto na escala espacial do hospedeiro quanto na escala de pequenas manchas da vegetação, o comportamento do dispersor é o principal responsável pela distribuição agregada das ervas-de-passarinho.

A idade da árvore pode ser um fator importante na infecção por ervas-de-passarinho. Neste caso, a probabilidade de um hospedeiro tornar-se infectado aumenta à medida que o mesmo envelhece (Roxburgh e Nicolson, 2008). Muitas vezes as plantas velhas são também as mais altas. Assim, as infecções iniciais por ervas-de-passarinho tendem a ocorrer desproporcionalmente em árvores grandes, devido às preferências de empoleiramento das aves dispersoras (Roxburgh e Nicolson, 2008; Mallams e Mathiasen, 2010). Além disso, árvores grandes também podem receber maior incidência de luz, especialmente se o habitat for uma floresta densa, o que favorece a germinação, a porcentagem de infecção e o estabelecimento das ervas-de-passarinho (Scharpf, 1972; Norton e Reid, 1997).

Outro fator indispensável para a ocorrência de ervas-de-passarinho diz respeito à compatibilidade com os hospedeiros (Arruda et al., 2012); assim, a chance de estabelecimento das ervas-de-passarinho é maior quando são compatíveis fisiológica, bioquímica e fisicamente com seus hospedeiros, sendo que tal compatibilidade é um fator que predispõe a árvore a ser infectada (Roxburgh e Nicolson, 2005; Fadini, 2011). Desse modo a prevalência (i.e. proporção de hospedeiros infectados) e a intensidade de infecção (i.e. número de ervas-de-passarinho por hospedeiro) resultam de uma combinação entre o comportamento do dispersor e a compatibilidade entre a erva-de-passarinho e o hospedeiro (Roxburgh e Nicolson, 2005).

Dependendo da combinação entre a deposição de sementes pelas aves e a compatibilidade com o hospedeiro, as ervas-de-passarinho podem se estabelecer apenas em uma pequena parte dos hospedeiros de uma determinada área (i.e. especialistas) ou parasitar diversos hospedeiros sem preferência aparente por qualquer um deles (i.e. generalistas) (Norton e Carpenter, 1998). Segundo Norton e De Lange (1999), a abundância relativa do

hospedeiro é o principal fator que determina o grau de especialização pelas ervas-de-passarinho. Em florestas tropicais heterogêneas, ervas-de-passarinho mostram uma baixa especificidade por hospedeiros, já em florestas temperadas a especialização é alta, devido à baixa diversidade e alta abundância relativa dos hospedeiros (Norton e Carpenter, 1998).

Os danos notórios causados por ervas-de-passarinho classificam esse grupo de plantas como pragas em florestas naturais, culturas agrícolas, pomares e árvores ornamentais em muitas partes do mundo (Hawksworth, 1983). Os efeitos decorrentes da infecção dessas plantas repercutem na redução da área fotossintética (Mourão et al., 2009), na produção de frutos (Sinha e Bawa, 2002; Mourão et al., 2009; Mallams e Mathiasen, 2010), no crescimento em altura e diâmetro, no vigor, na qualidade e a quantidade de madeira produzida, na predisposição das árvores ao ataque de insetos e agentes patogênicos como fungos apodrecedores, além da indução à mortalidade prematura (Hawksworth, 1983). Os efeitos deletérios que essas plantas causam em seus hospedeiros são explicados pela competição por água e nutrientes (Mathiasen et al., 2008), sendo que a extensão do dano varia conforme o grau de severidade do parasitismo, fatores ambientais e as condições dos hospedeiros (Hawksworth, 1983).

Apesar de as ervas-de-passarinho serem vistas como patógenos prejudiciais, elas desempenham papéis fundamentais nos ecossistemas florestais (Mathiasen et al., 2008), funcionando como recursos-chave, contribuindo na dieta alimentar de frugívoros, nectarívoros e herbívoros, além de fornecer locais para nidificação e poleiros de aves (Watson, 2001), o que as promove, portanto, a indicadoras da saúde do habitat (Norton e Reid, 1997; Watson, 2004).

O conhecimento da relação entre plantas parasitas e seus hospedeiros em florestas tropicais preservadas ainda é bastante incipiente (Arruda et al., 2009, 2012) e pouco se sabe sobre os padrões de distribuição das ervas-de-passarinho, principalmente, no que se refere às florestas nativas, cuja dificuldade maior está em acessar o dossel. Os poucos estudos que existem foram realizados ao longo de trilhas abertas (Downey, 2004; Blick e Burns, 2009), em bordas de floresta ou em clareiras (López de Buen et al., 2002), locais onde a maior disponibilidade de luz pode estimular a germinação e o crescimento das ervas-de-passarinho, o que, portanto, compromete as inferências feitas sobre grandes áreas de floresta preservada.

## **1. 2. OBJETIVOS**

### **1.2. 1. Objetivo geral**

Descrever a prevalência e o uso de hospedeiros por ervas-de-passarinho em espécies de árvores colhidas na Floresta Nacional do Tapajós entre os anos de 2012 e 2013.

### **1.2.2. Objetivos específicos**

- Avaliar se a prevalência de infecção por ervas-de-passarinho é diferente entre dois sítios com florestas de fitofisionomias distintas - Floresta Ombrófila Densa com Árvores Emergentes e Floresta Ombrófila Aberta com Palmeiras;
- Avaliar quais são as características das espécies hospedeiras (abundância relativa, altura, densidade da madeira, grau de deciduidade) que determinam a prevalência de infecção por ervas-de-passarinho em cada sítio estudado e;
- Descrever a prevalência para diferentes combinações de espécies de ervas-de-passarinho e hospedeiros nas duas áreas de estudo.

## **CAPÍTULO I**

### **ALCANÇANDO O DOSSEL A PARTIR DO SOLO: PREVALÊNCIA E PADRÕES DE USO DE HOSPEDEIROS POR ERVAS-DE-PASSARINHO (LORANTHACEAE E VISCACEAE) EM DUAS FLORESTAS NEOTROPICAIS MADURAS<sup>1</sup>**

**Jéssica Lira Pereira**

**Rodrigo Ferreira Fadini**

**Claudenir Simões Caires**

<sup>1</sup>Artigo preparado nas normas do periódico Forest Ecology and Management, ISSN: 0378



1 **Alcançando o dossel a partir do solo: prevalência e padrões de uso de hospedeiros por**  
2 **ervas-de-passarinho (Loranthaceae e Viscaceae) em duas florestas neotropicais maduras**

3  
4  
5  
6  
7 Jéssica Lira Pereira<sup>1</sup>, Rodrigo Ferreira Fadini<sup>1,2,4</sup> e Claudenir Simões Caires<sup>3</sup>

8  
9  
10  
11  
12 1. Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais da Amazônia, Universidade Federal do  
13 Oeste do Pará, Rua Vera Paz, s/n, 68100-000, Santarém, Pará, Brasil. Email:  
14 [jessicaftal@gmail.com](mailto:jessicaftal@gmail.com)

15  
16  
17 2. Instituto de Biodiversidade e Florestas, Universidade Federal do Oeste do Pará, Rua Vera  
18 Paz, s/n, 68100-000, Santarém, Pará, Brasil. Email: [rodrigo.fadini@ufopa.edu.br](mailto:rodrigo.fadini@ufopa.edu.br)

19  
20  
21 3. Departamento de Ciências Naturais, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Estrada  
22 do Bem-Querer, s/n, 45083-900, Vitória da Conquista, Bahia, Brasil. Email:  
23 [escaires@hotmail.com](mailto:escaires@hotmail.com)

24  
25  
26 4. Autor correspondente

27  
28  
29  
30  
31  
32  
33

34 **Alcançando o dossel a partir do solo: prevalência e padrões de uso de hospedeiros por**  
35 **ervas-de-passarinho (Loranthaceae e Viscaceae) em duas florestas neotropicais maduras**

36

## 37 **RESUMO**

38 O conhecimento dos padrões de prevalência de infecção e o uso dos hospedeiros por ervas-de-  
39 passarinho permanecem uma incógnita para as florestas tropicais. Neste estudo, preenchemos  
40 esta lacuna através da procura de indivíduos de ervas-de-passarinho em árvores colhidas sob  
41 regime de Manejo Florestal de Impacto Reduzido. Amostramos 874 árvores distribuídas em  
42 duas florestas com diferentes fisionomias na Amazônia brasileira: uma floresta fechada com  
43 um dossel emergente (Floresta Tropical Densa com Árvores Emergentes) e uma floresta  
44 aberta com palmeiras intercaladas interrompendo a copa (Floresta Tropical Aberta com  
45 Palmeiras). Avaliamos o efeito da abundância relativa e das características dos hospedeiros  
46 (densidade básica, deciduidade e altura média) sobre a proporção de infecção. Nossos  
47 resultados revelam que a prevalência de infecção foi maior na floresta densa (14,8%) do que  
48 na floresta aberta (5,4%) e que a altura média mostrou efeito significativo para o resultado  
49 encontrado apenas em uma das áreas.

50

51 **PALAVRAS-CHAVE:** Prevalência de infecção, erva-de-passarinho, Floresta Tropical,  
52 Amazônia.

53

54

55

56

57

## 58 **1. Introdução**

59

60 Ervas-de-passarinho são consideradas pragas em florestas naturais, florestas plantadas,  
61 pomares e árvores ornamentais em várias partes do mundo (Hawksworth, 1983; Norton e  
62 Reid, 1997; Mathiasen et al., 2008; Qasem, 2009; Arruda et al., 2012). A extensão dos seus  
63 danos nas árvores hospedeiras varia de acordo com os fatores ambientais locais, a espécie de  
64 erva-de-passarinho e as condições fisiológicas dos hospedeiros, além do grau de severidade  
65 das infecções (Hawksworth, 1983). Infecções por ervas-de-passarinho reduzem as taxas de  
66 crescimento dos hospedeiros (Reid et al., 1992; Reid et al., 1994; Howell e Mathiasen, 2004),  
67 a qualidade e a quantidade de madeira produzida (Geils et al., 2002), os níveis de produção de  
68 frutos (Sinha e Bawa, 2002; Rist et al., 2008), além de induzirem a mortalidade prematura e  
69 facilitarem o ataque por agentes patogênicos e insetos (Geils et al., 2002; Maloney e Rizzo,  
70 2002; Mathiasen et al., 2008).

71 Apesar dos efeitos negativos que causam aos seus hospedeiros, estudos recentes têm  
72 mostrado que as ervas-de-passarinho também podem assumir um papel chave. Muitas  
73 espécies de ervas-de-passarinho arbustivas abrigam ninhos de aves, propiciando aumento da  
74 diversidade para alguns grupos (Cooney e Watson, 2005; Cooney et al., 2006); elas também  
75 fornecem recurso valioso para aves nectarívoras e frugívoras (Watson, 2001; Restrepo et al.,  
76 2002), além de alimento para diferentes grupos de insetos herbívoros (Kaminski et al., 2012;  
77 Burns e Watson, 2013). O enriquecimento da liteira através da deposição de folhas ricas em  
78 nitrogênio sob a copa dos hospedeiros também confere às ervas-de-passarinho um importante  
79 papel ecossistêmico, propiciando o aumento da diversidade de toda a comunidade local  
80 (March e Watson, 2010; Watson e Herring, 2012).

81 A prevalência (porcentagem de hospedeiros infectados) pode fornecer importantes  
82 indícios sobre a integridade de uma comunidade arbórea infestada por ervas-de-passarinho  
83 (Watson, 2004; Mathiasen et al., 2008). Além disso, se as estratégias de conservação têm

84 como objetivo preservar a maior parte da biodiversidade é necessário o estudo de todos os  
85 componentes (Erwin, 2004), inclusive das ervas-de-passarinho. Em áreas sob exploração  
86 madeireira, por exemplo, é importante compreender os impactos sobre as espécies do dossel  
87 (Malcolm, 2004). O monitoramento das infecções ao longo do tempo é essencial para  
88 entender se as atividades de manejo florestal madeireiro podem influenciar no aumento da  
89 prevalência de infecções por ervas-de-passarinho, o que tem sido observado em outras regiões  
90 (Queijeiro-Bolaños et al., 2013).

91 Estudos sobre a variação espacial na prevalência de infecções por ervas-de-passarinho  
92 nos permitem entender como as condições da floresta favorecem a ocorrência dessas plantas  
93 (Rist et al., 2011). Diversos fatores moldam a prevalência de infecção, entre eles o  
94 comportamento do dispersor de sementes (frequentemente uma espécie de ave), a  
95 compatibilidade entre as ervas-de-passarinho e seus hospedeiros (Roxburgh e Nicolson,  
96 2005), a incidência de luz por influenciar a germinação e estabelecimento das sementes  
97 (Scharpf, 1972; Norton e Reid, 1997), assim como diferenças na arquitetura dos hospedeiros  
98 (Martínez Del Rio et al., 1995; Aukema e Martínez Del Rio, 2002a; Arruda et al., 2006) e  
99 estrutura do dossel da floresta (Norton et al., 1997). Florestas com dossel mais aberto (i.e.  
100 copas menos sobrepostas), por exemplo, podem ter maior prevalência de infecção pelas  
101 ervas-de-passarinho do que as mais fechadas (i.e. copas mais sobrepostas).

102 Além da estrutura da floresta, características dos hospedeiros também podem  
103 influenciar nas taxas de infecção por ervas-de-passarinho. Diversos estudos têm sugerido que  
104 hospedeiros com maior abundância relativa são mais parasitados (Norton e Carpenter, 1998;  
105 Norton e De Lange, 1999), assim como hospedeiros com menor densidade da madeira  
106 (Dzerefos et al., 2003) e de maior porte (López de Buen et al., 2002; Roxburgh e Nicolson,  
107 2008). Outro fator a ser levado em conta é que as aves selecionam os locais de  
108 empoleiramento e alimentação com base na presença das ervas-de-passarinho e na arquitetura

109 da copa dos hospedeiros, sendo que hospedeiros com copas mais fechadas podem ser  
110 preteridos aos de copa mais aberta (Aukema e Martínez Del Rio, 2002a). Além disso, copas  
111 mais abertas (i.e. hospedeiros com algum grau de caducifolia) podem permitir a entrada de  
112 mais luz e aumentar as taxas de germinação das sementes das ervas-de-passarinho.

113 O conhecimento sobre os padrões de infecção e uso de hospedeiros por ervas-de-  
114 passarinho é incipiente para florestas tropicais chuvosas preservadas (Arruda et al., 2009,  
115 2012). Parte disso é devido à dificuldade para acessar a copa das árvores e atingir o esforço  
116 amostral suficiente para várias espécies de hospedeiros. Neste estudo, preenchemos esta  
117 lacuna ao amostrar ervas-de-passarinho em 19 espécies de árvores exploradas comercialmente  
118 em um empreendimento de manejo florestal de impacto reduzido, na Amazônia. Amostramos  
119 as ervas-de-passarinho em dois tipos florestais: Floresta Tropical Densa com Árvores  
120 Emergentes e Floresta Tropical Aberta com Palmeiras. Nosso objetivo foi avaliar se a  
121 prevalência de infecção por ervas-de-passarinho é diferente entre esses dois tipos florestais.  
122 Além disso, avaliamos quais são as características das espécies hospedeiras que influenciam  
123 no grau de prevalência dentro de cada área estudada. Por fim, descrevemos a prevalência para  
124 diferentes combinações de espécies de ervas-de-passarinho e hospedeiros nas duas áreas de  
125 estudo. Nossas previsões foram as seguintes: (1) a prevalência é maior na Floresta Tropical  
126 Aberta com Palmeiras do que na Floresta Tropical Densa; (2) a prevalência é maior para  
127 espécies hospedeiras com maior abundância relativa; (3) com maior altura média; (4) com  
128 menor densidade de madeira e, (5) com copas caducifólias ou semi-caducifólias.

## 129 **2. Material e métodos**

130

### 131 *2.1. Área de estudo e espécies de hospedeiros amostradas*

132

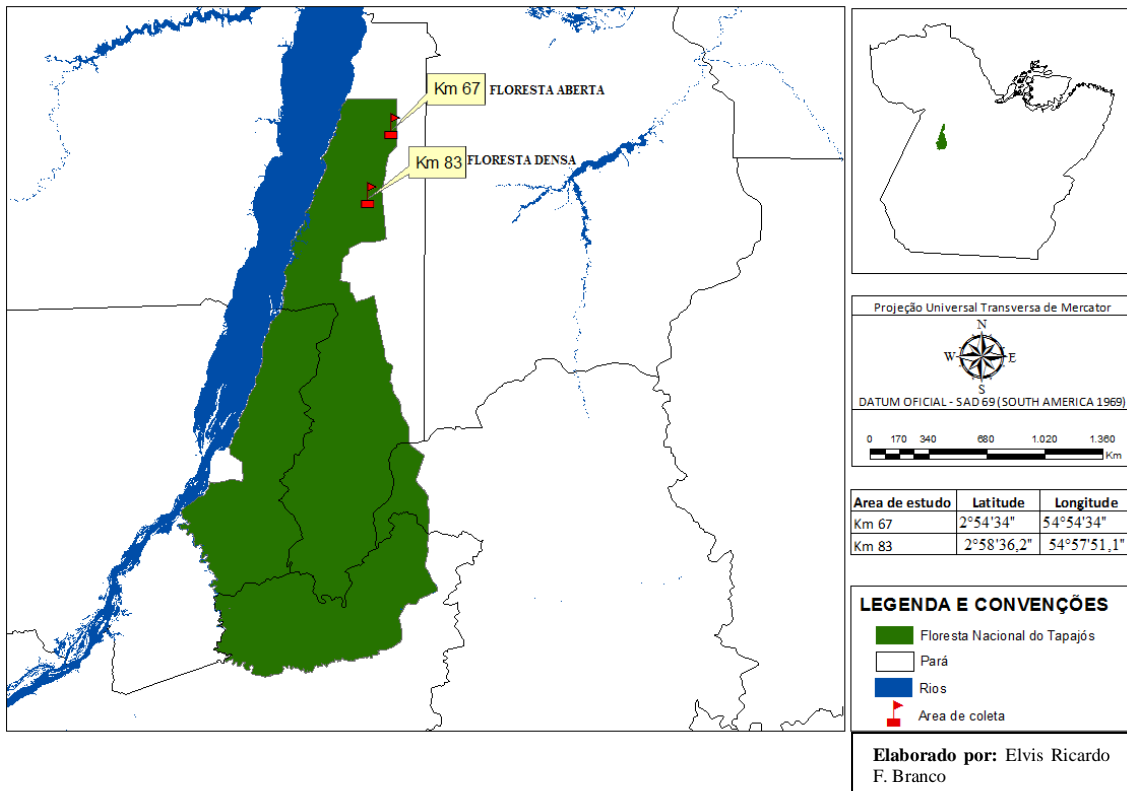
133 O presente estudo foi realizado em dois sítios de amostragem que compreendem áreas  
134 destinadas ao Manejo Florestal de Impacto Reduzido realizado pela Cooperativa Mista da  
135 Flona do Tapajós Verde (COOMFLONA), localizada na Floresta Nacional do Tapajós (Flona  
136 Tapajós) entre as coordenadas 2° 45' - 4° 10' de Latitude Sul e 54° 45' - 55° 30' de Longitude  
137 Oeste, na BR 163 (Santarém-Cuiabá), no Município de Belterra, Pará. Um dos sítios está  
138 situado próximo ao km 67 desta rodovia, enquanto o outro está situado próximo ao km 83. A  
139 colheita florestal é caracterizada de impacto reduzido porque são explorados em média 10-14  
140 m<sup>3</sup>/ha (cerca de 3-4 árvores/ha), além de haver direcionamento da queda da árvore colhida e  
141 planejamento das estradas de arraste das toras de madeira (Sabogal et al., 2000; Sist e  
142 Ferreira, 2007).

143 A Flona Tapajós, de acordo com o Sistema Nacional de Unidade de Conservação da  
144 Natureza-SNUC (Lei N° 9.985 de 18 de julho de 2000), é classificada como Unidade de  
145 Conservação de Uso Sustentável, sendo permitida, portanto, o uso múltiplo sustentável dos  
146 recursos florestais e a pesquisa científica.

147 A área da Flona Tapajós compreende 527.319 ha (Brasil, 2012), é classificada como  
148 Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas (Ibama, 2004). O clima da região, segundo a  
149 classificação de Köppen, é do tipo Ami (Costa et al., 2007). A precipitação média anual está  
150 em torno de 1.820 mm e os meses mais chuvosos concentram-se de janeiro a maio (Ibama,  
151 2004). A temperatura média do ar varia em torno de 25 °C e a umidade relativa do ar em  
152 média de 90% (Costa et al., 2007). Na região da Flona predominam os Latossolos Amarelo  
153 Distróficos, que são solos profundos e com baixa capacidade de troca catiônica (Ibama,  
154 2004).

155 Dados de inventário florestal e de sensoriamento remoto coletados por Espírito Santo  
156 et al. (2005) caracterizaram a região do Km 67 como Floresta Tropical Densa das Áreas  
157 Sedimentares de Alto Platô com Árvores Emergentes e Floresta Tropical Aberta com

158 Palmeiras em Platô e a região do Km 83 como Floresta Tropical Densa das Áreas  
 159 Sedimentares de Alto Platô com Árvores Emergentes. Na região do Km 67, conduzimos  
 160 nosso estudo na Floresta Tropical Aberta com Palmeiras em Platô, denominada ‘floresta  
 161 aberta’ neste trabalho e no km 83 na Floresta Tropical Densa com Árvores Emergentes ,  
 162 denominada ‘floresta densa’ a partir daqui.



163

164

165 **Fig. 1.** Mapa de localização da Floresta Nacional do Tapajós e das áreas estudadas. Floresta  
 166 aberta e floresta densa.

167

168 As duas áreas utilizadas para o estudo têm cerca de 1.000 hectares cada, sendo que

169 coletamos os dados do sítio localizado na floresta densa em 2012 e do sítio localizado na

170 floresta aberta em 2013, sempre de agosto a dezembro de cada ano, época em que as árvores

171 são colhidas. As espécies autorizadas para a colheita na floresta densa em 2012 foram:

172 Angelim-Pedra (*Hymenolobium petraeum* Ducke), Breu-Amescla (*Trattinnickia burserifolia*

173 Mart.), Cedroarana (*Vochysia maxima* Ducke), Fava Paricá (*Stryphnodendron pulcherrimum*

174 L.), Fava Timborana (*Pseudopiptadenia suaveolens* (Miq.) J. W. Grimes), Fava Tucupí  
 175 (*Parkia multijuga* Benth.), Garapeira (*Apuleia moralis* Spruce ex Benth.), Ipê Amarelo  
 176 (*Tabebuia serratifolia* (Vahl) Nichols.), Itaúba (*Mezilaurus itauba* (Meisn.) Taub. Ex Mez),  
 177 Jarana (*Lecythis lurida* (Miers) S.A.Mori), Jatobá (*Hymenaea courbaril* L.), Jutaí-Mirím  
 178 (*Hymenaea parvifolia* Huber), Louro-Rosa (*Sextonia rubra* (Mez) van der Werff),  
 179 Maçaranduba (*Manilkara huberi* (Ducke) Chevalier), Muiracatiara (*Astronium lecointei*  
 180 Ducke), Quarúba (*Erisma uncinatum* Warm.), Sapucaia (*Lecythis pisonis* Cambess.), Sucupira  
 181 Amarela (*Diplostropis purpurea* (Rich.) Amshoff) e Tauarí (*Couratari stellata* A. C. Smith).  
 182 Na floresta aberta a única espécie não autorizada para a colheita no ano de 2013 foi *S. rubra*.  
 183 Amostramos todas as demais espécies nos dois anos de coleta. Enviamos as espécies com  
 184 dúvidas de identificação para um especialista, que atestou ou modificou os nomes prévios  
 185 listados no inventário realizado pela COOMFLONA.

186

## 187 2.2. Procedimentos de campo

188

189 O estudo consistiu em checar a copa das árvores um dia após a colheita florestal, à  
 190 procura das ervas-de-passarinho. Optamos, por medida de segurança, checar a árvore apenas  
 191 no dia seguinte, devido ao perigo de queda de galhos que ficam presos às árvores  
 192 remanescentes. Selecionamos os hospedeiros mediante análise do mapa de exploração para  
 193 evitar que as coletas ficassem concentradas em um número restrito de espécies hospedeiras e  
 194 para aumentar a variação espacial na área de amostragem, a fim de minimizar possíveis  
 195 efeitos de auto correlação na variável resposta.

196 Para cada árvore inspecionada registramos a altura total, medida com uma trena  
 197 centimetrada de 50 m; as coordenadas geográficas, com o auxílio de um GPS; o código da  
 198 árvore; a espécie da árvore e a presença ou ausência de ervas-de-passarinho. Coletamos um  
 199 exemplar de cada espécie de erva-de-passarinho que foi encontrado nos hospedeiros e fizemos



200 exsicatas para a identificação posterior por um especialista (C. S. Caires). Além dos dados  
201 coletados em campo, consultamos o grau de deciduidade (perene e caduca) das espécies  
202 hospedeiras baseado em Lorenzi (1992, 1998, 2009). Para algumas espécies, cuja deciduidade  
203 não estava disponível, consideramos as informações de parobotânicos locais experientes.  
204 Utilizamos os dados do inventário florestal a 100%, realizado pela COOMFLONA, para  
205 obtermos a abundância das espécies hospedeiras. Obtivemos os dados de densidade da  
206 madeira para cada espécie hospedeira através do material suplementar fornecido por Chave et  
207 al. (2006). Utilizamos os dados de densidade de madeira do fuste para nos referirmos à  
208 densidade dos galhos mais finos (onde as ervas-de-passarinho, de fato, se aderem) porque  
209 alguns estudos mostram uma correlação positiva e significativa entre essas duas medidas  
210 (Swenson e Enquist, 2008).

211

### 212 *2.3. Análise dos dados*

213

214 Todos os dados descritivos estão apresentados como média  $\pm$  Desvio Padrão. Devido  
215 ao pequeno número de indivíduos infectados por cada espécie de erva-de-passarinho em cada  
216 área, agrupamos todas as espécies de ervas-de-passarinho para as análises de prevalência.  
217 Separamos as espécies apenas para a descrição das interações entre ervas-de-passarinho e  
218 hospedeiros. Utilizamos um teste t pareado para comparar a proporção de indivíduos  
219 infectados entre os sítios de amostragem. Aplicamos um GLM (Modelo Generalizado Linear)  
220 para analisar o efeito da abundância relativa, altura média da espécie de árvore, densidade da  
221 madeira e deciduidade (0 = perene, 1 = decídua ou semidecídua) sobre a prevalência de  
222 infecção. Realizamos uma análise para cada área de estudo porque a densidade relativa e a  
223 altura média variam entre os sítios de amostragem. Consideramos apenas as espécies com 10  
224 ou mais indivíduos amostrados para as análises. Os dados de altura média, abundância relativa  
225 e densidade da madeira foram logaritmizados antes das análises. A proporção de infectados

226 foi transformada em arcoseno da raiz quadrada a fim de forçar a normalização dos resíduos  
227 (Sokal e Rohlf, 1994). Utilizamos o Programa Systat v. 10 (SPSS, 2000) para as análises.

228

### 229 **3. Resultados**

230

#### 231 *3.1. Descrição das características das comunidades arbóreas*

232

233 Amostramos um total de 874 árvores, sendo 485 em 2012, na floresta densa, e 389 em  
234 2013, na floresta aberta. Removemos *Ocotea* sp. das análises porque não foi possível atestar  
235 se todos os indivíduos amostrados pertenciam à mesma espécie. Houve uma forte correlação  
236 positiva entre a abundância de cada espécie e a proporção de indivíduos amostrados em cada  
237 área (floresta densa:  $r = 0,86$ ,  $P < 0,001$ ; floresta aberta:  $r = 0,64$ ,  $P = 0,004$ ), mostrando que  
238 o esforço foi proporcional à abundância. Também houve uma forte correlação positiva para a  
239 abundância das espécies entre as áreas ( $r = 0,77$ ,  $P < 0,001$ ), mostrando que as espécies mais  
240 abundantes em uma área também foram mais abundantes na outra.

241 A espécie de árvore menos abundante na floresta densa foi *T. serratifolia* (109) e a  
242 mais abundante foi *L. lurida* (3.302). Na floresta aberta, a espécie menos abundante foi *D.*  
243 *purpurea* (75), enquanto a mais abundante foi *C. stellata* (2.280) (Tabela 1). Quanto à altura,  
244 os indivíduos foram, em média, 1,8 m menores na floresta densa do que na floresta aberta  
245 (teste t pareado:  $t = -2,35$ ,  $P = 0,03$ ). Houve diferença significativa na altura dos hospedeiros  
246 na floresta densa ( $F = 6,34$ ,  $P < 0,001$ ) e na floresta aberta ( $F = 12,02$ ,  $P < 0,001$ ). Em ambos  
247 os casos, *H. courbaril* foi a espécie mais alta, com  $45,8 \pm 2,3$  m na floresta densa e  $45,5 \pm 4,1$  m  
248 na floresta aberta (Tabela 1). Quanto à densidade básica da madeira, a espécie *M. huberi* se  
249 destacou com ( $0,93 \text{ g/cm}^3$ ) e a espécie de menor densidade é a *P. multijuga* ( $0,39 \text{ g/cm}^3$ ). Das  
250 19 espécies amostradas, dez são perenes e nove são decíduas ou semidecíduas (Tabela 1).

251 3.2. Prevalência de infecção

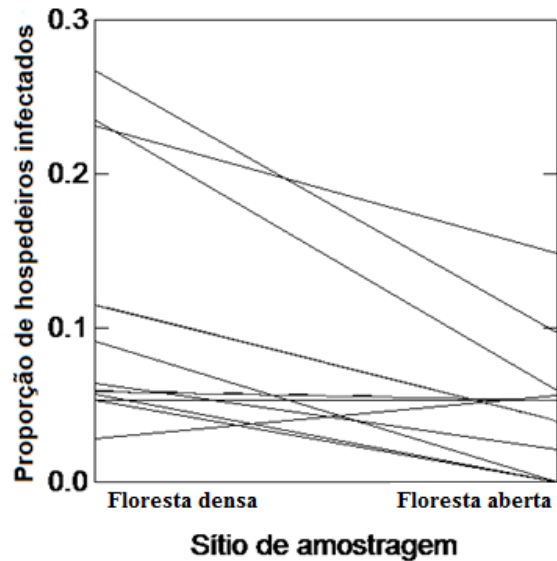
252

253           Encontramos 72 indivíduos infectados por ervas-de-passarinho nas duas áreas de  
254 estudo, 14,8% na floresta densa (51 indivíduos) e 5,4% na floresta aberta (21 indivíduos).  
255 Houve diferença significativa na prevalência de infecção entre essas duas áreas (Teste t  
256 pareado:  $t = 3,40$ ,  $P = 0.007$ ), sendo que na floresta densa a proporção de hospedeiros  
257 infectados foi maior (Figura 2). Das 19 espécies amostradas, apenas *L. pisonis* não foi  
258 infectada. As espécies hospedeiras com maior número de indivíduos infectados foram *V.*  
259 *maxima* (13), *H. courbaril* (11) e *P. multijuga* (11) (Tabela 1). Dessas espécies, as que  
260 apresentaram maior prevalência de infecção foram *P. multijuga* (55%, 11/20) e *V. maxima*  
261 (19,7%, 13/66), além de *T. serratifolia* (25%, 1/4) (Tabela 1).

262 **Tabela 1.** Abundância de árvores, percentual de indivíduos amostrados, altura, porcentagem de infectados, densidade e deciduidade para as  
 263 espécies hospedeiras amostradas nos sítios floresta densa (Floresta Tropical Densa com Árvores Emergentes) e floresta aberta (Floresta Tropical  
 264 Aberta com Palmeiras), na Floresta Nacional do Tapajós, Pará, Brasil.

265

Família	Hospedeiro	Abundância		Amostrados (%)		Altura (m) ±DP		Infectados (%)		Densidade (g/cm <sup>3</sup> )	Deciduidade
		F. densa	F. aberta	F. densa	F. aberta	F. densa	F. aberta	F. densa	F. aberta		
Anacardiaceae	<i>Astronium lecointei</i>	910	208	51 (5,6)	19 (9,1)	42,3±4,6	40,7±3,7	3 (5,9)	1 (5,3)	0,77	1
Bignoniaceae	<i>Tabebuia serratifolia</i>	109	336	2 (1,8)	2 (0,6)	NA	41±4,2	1 (50)	0	0,92	1
Burseraceae	<i>Trattinnickia burserifolia</i>	137	160	11 (8)	11 (6,9)	35,7±3,2	36,8±3,1	1 (9,1)	0	0,46	1
Fabaceae	<i>Hymenolobium petraeum</i>	170	114	11 (6,5)	6 (5,3)	38,5±7,3	41,8±5,5	1 (9,1)	0	0,75	0
Fabaceae	<i>Pseudopiptadenia suaveolens</i>	893	1111	17 (1,9)	17 (1,5)	38,7±5	40,2±4,0	4 (23,5)	1 (5,9)	0,68	0
Fabaceae	<i>Stryphnodendron pulcherrimum</i>	109	235	5 (4,6)	5 (2,1)	36±7,1	38±1,6	0	1 (20)	0,47	1
Fabaceae	<i>Parkia multijuga</i>	277	319	15 (5,4)	5 (1,6)	35,8±3,9	39±3,8	8 (53,3)	3 (60)	0,39	0
Fabaceae	<i>Apuleia moralis</i>	171	164	9 (5,2)	9 (5,5)	41,3±4,1	43,3±3,1	0	1 (11,1)	0,73	1
Fabaceae	<i>Hymenaea courbaril</i>	529	523	30 (5,7)	31 (5,9)	45,8±2,3	45,5±4,1	8 (26,7)	3 (9,7)	0,77	1
Fabaceae	<i>Hymenaea parvifolia</i>	321	361	19 (5,9)	19 (5,3)	37,8±2,7	40±2,7	1 (5,3)	1 (5,3)	0,88	1
Fabaceae	<i>Diploptropis purpurea</i>	118	75	5 (4,2)	5 (6,7)	36±5,7	40,8±5,8	1 (20)	0	0,76	0
Lauraceae	<i>Mezilaurus itauba</i>	390	317	19 (4,9)	19 (5,9)	35,7±7,4	37±5,6	1 (5,3)	0	0,74	0
Lauraceae	<i>Sextonia rubra</i>	1121	-----	31 (2,8)	-----	33,6±3,4	-----	1 (3,2)	-----	0,55	0
Lecythidaceae	<i>Lecythis lurida</i>	3302	2002	71 (2,1)	71 (3,5)	34,3±4	35,5±3,9	2 (2,8)	4 (5,6)	0,86	0
Lecythidaceae	<i>Lecythis pisonis</i>	447	347	7 (1,6)	7 (2,0)	37±4,8	34,1±3,9	0	0	0,86	1
Lecythidaceae	<i>Couratari stellata</i>	1917	2280	47 (2,4)	48 (2,1)	41,6±4,1	43,3±5,3	3 (6,4)	1 (2,1)	0,63	1
Sapotaceae	<i>Manilkara huberi</i>	2948	581	70 (2,4)	62 (10,7)	36,6±4,2	39,3±4,1	4 (5,7)	0	0,93	0
Vochysiaceae	<i>Vochysia maxima</i>	339	209	39 (11,5)	27 (12,9)	41,4±4,2	41,3±4,8	9 (23,1)	4 (14,8)	0,49	0
Vochysiaceae	<i>Erismia uncinatum</i>	602	1684	26 (4,3)	26 (1,5)	37,2±5,7	36±5,1	3 (11,5)	1 (3,8)	0,51	0



266

267 **Fig.2.** Proporção de hospedeiros infectados na floresta densa (Floresta Tropical Densa com  
 268 Árvores Emergentes) e floresta aberta (Floresta Tropical Aberta com Palmeiras) município de  
 269 Belterra, PA, Brasil. As linhas ligam hospedeiros da mesma espécie em ambas as áreas.

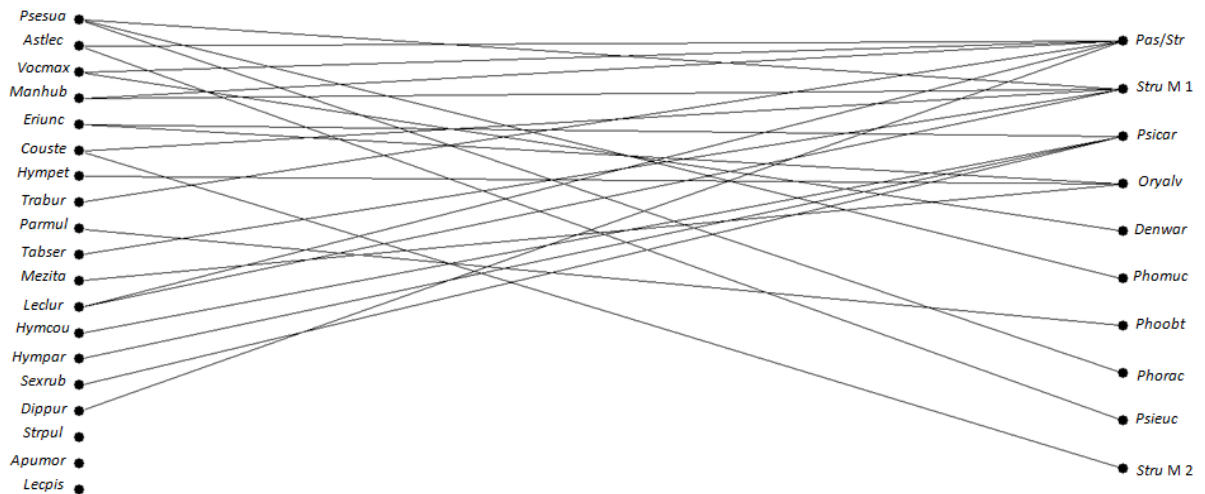
270

271 Quanto à identificação botânica, um dos autores (C. S. Caires) identificou em nível  
 272 específico 10 das 16 espécies de ervas-de-passarinho encontradas. Materiais estéreis  
 273 dificultaram a identificação precisa dos demais exemplares e os mesmos foram morfotipados.  
 274 Para a família Loranthaceae encontramos as seguintes espécies e morfoespécies: *Oryctanthus*  
 275 *alveolatus* (Kunth) Kuijt, *Oryctanthus florulentus* (Rich.) Tiegh., *Passovia* sp 1, *Passovia* sp  
 276 2, *Passovia stelis* (L.) Kuijt, *Psittacanthus carnosus* Kuijt, *Psittacanthus eucalyptifolius*  
 277 (Kunth) G.Don, , *Struthanthus* Morfo 1 e *Struthanthus* Morfo 2. Já para a família Viscaceae  
 278 encontramos as espécies *Dendrophthora warmingii* (Eichler) Kuijt, *Phoradendron*  
 279 *mucronatum* (DC.) Krug & Urb., *Phoradendron obtusissimum* (Miq.) Eichler., *Phoradendron*  
 280 *racemosum* (Aubl.) Krug & Urb. e *Phoradendron inaequidentatum* Rusby.

281 Os gêneros *Passovia* e *Struthanthus* foram os mais comumente encontrados na floresta  
 282 densa e, juntos, parasitaram nove espécies (Figura 3). Na floresta aberta, *Passovia* também foi  
 283 o gênero mais generalista, parasitando seis espécies (Figura 4). Em ambos os sítios estudados,  
 284 as espécies *D. warmingii* (Eichler) Kuijt e *P. obtusissimum* mostraram-se mais especialistas,  
 285 parasitando apenas *V. maxima* e *P. multijuga*, respectivamente (Figuras 3 e 4). Na floresta

286 aberta encontramos um indivíduo da espécie *S. pulcherrimum* sendo parasitado por cinco  
 287 espécies de hemiparasitas e um de *V. maxima* sendo parasitado por duas espécies (Tabela 3).

288

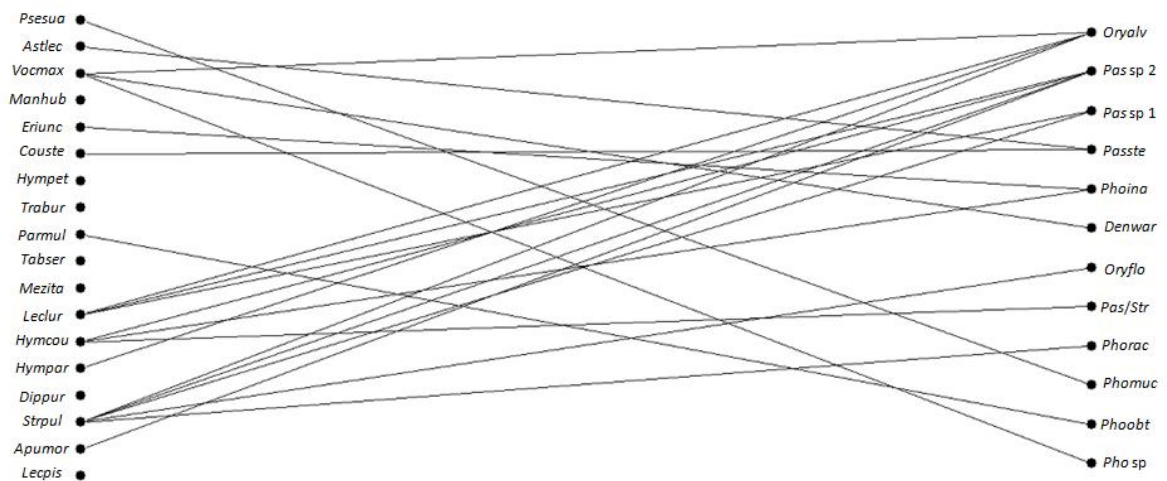


289

290 **Fig. 3.** Espécies e morfoespécies de ervas-de-passarinho encontradas na floresta densa  
 291 (direita) e seus respectivos hospedeiros (esquerda). Os nomes estão abreviados. Nomes  
 292 completos estão na Tabela 2.

293

294



295

296 **Fig. 4.** Espécies e morfoespécies de ervas-de-passarinho encontradas na floresta aberta  
 297 (direita) e seus respectivos hospedeiros (esquerda). Os nomes estão abreviados. Nomes  
 298 completos estão na Tabela 3.

299

300

301 Para a floresta densa as espécies com maior prevalência foram *P. multijuga* (53,3%),  
 302 *T. serratifolia* (50%) e *H. courbaril* (26,7%) (Tabela 2). Para a floresta aberta, *P. multijuga*  
 303 também apresentou maior prevalência de infecção (60%), juntamente com *S. pulcherrimum*  
 304 (20%) e *V. maxima* (14,8%) (Tabela 3).

305

306 **Tabela 2**

307 Número de indivíduos infectados, número de indivíduos amostrados e espécies de ervas-de-  
 308 passarinho e seus hospedeiros na floresta densa (Floresta Tropical Densa com Árvores  
 309 Emergentes).

<b>Espécies</b>	<i>Denwar</i>	<i>Oryalv</i>	<i>Pas/Str</i>	<i>Phomuc</i>	<i>Phoobt</i>	<i>Phorac</i>	<i>Psieuc</i>	<i>Psicar</i>	<i>Stru M.1</i>	<i>Stru M.2</i>
<i>Hympet</i>	0	1/11	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Trabur</i>	0	0	1/11	0	0	0	0	0	0	0
<i>Vocmax</i>	8/39	0	1/39	0	0	0	0	0	0	0
<i>Strpul</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Psesua</i>	0	0	0	1/17	0	1/17	0	0	2/17	0
<i>Parmul</i>	0	0	0	0	8/15	0	0	0	0	0
<i>Apumor</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tabser</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1/2	0
<i>Mezita</i>	0	1/19	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Leclur</i>	0	0	1/71	0	0	0	0	0	1/71	0
<i>Hymcou</i>	0	0	0	0	0	0	0	8/30	0	0
<i>Hympar</i>	0	0	0	0	0	0	0	1/19	0	0
<i>Sexrub</i>	0	0	0	0	0	0	0	1/31	0	0
<i>Manhub</i>	0	0	3/70	0	0	0	0	0	1/70	0
<i>Astlec</i>	0	0	2/51	0	0	0	1/51	0	0	0
<i>Eriunc</i>	0	2/26	0	0	0	0	0	1/26	0	0
<i>Lecpis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dippur</i>	0	0	1/5	0	0	0	0	0	0	0
<i>Couste</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1/47	2/47

310 *Denwar*, *D. warmingii*; *Oryalv*, *O. alveolatus*; *Pas/Str*, *Passovia/Struthanthus*; *Phomuc*, *P.*  
 311 *mucronatum*; *Phoobt*, *P. obtusissimum*; *Phorac*, *P. racemosum*; *Psieuc*, *P. eucalyptifolius*;  
 312 *Psicar*, *P. carnosus*; *Stru M.1*, *Struthanthus* Morfo 1; *Stru M.2*, *Struthanthus* Morfo 2.;  
 313 *Hympet*, *H. petraeum*; *Trabur*, *T. burserifolia*; *Vocmax*, *V. maxima*; *Strpul*, *S. pulcherrimum*;  
 314 *Psesua*, *P. suaveolens*; *Parmul*, *P. multijuga*; *Apumor*, *A. moralis*; *Tabser*, *T. serratifolia*;  
 315 *Mezita*, *M. itauba*; *Leclur*, *L. lurida*; *Hymcou*, *H. courbaril*; *Hympar*, *H. parvifolia*; *Sexrub*,  
 316 *S. rubra*; *Manhub*, *M. huberi*; *Astlec*, *A. lecointei*; *Eriunc*, *E. uncinatum*; *Lecpis*, *L. pisonis*;  
 317 *Dippur*, *D. purpurea*; *Couste*, *C. stellata*.

318 **Tabela 3**

319 Número de indivíduos infectados, número de indivíduos amostrados e espécies de ervas-de-  
320 passarinho e seus hospedeiros na floresta aberta (Floresta Tropical Aberta com Palmeiras).

321

322

<b>Espécie</b>	<i>Denwar</i>	<i>Oryalv</i>	<i>Oryflo</i>	<i>Pas sp 1</i>	<i>Pas sp 2</i>	<i>Passte</i>	<i>Pas/Str</i>	<i>Phorac</i>	<i>Phoina</i>	<i>Phomuc</i>	<i>Phoobt</i>	<i>Pho sp</i>
<i>Hympet</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Trabur</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Vocmax</i>	3/27	1/27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1/27
<i>Strpul</i>	0	1/5	1/5	1/5	1/5	0	0	1/5	0	0	0	0
<i>Psesua</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1/17	0	0
<i>Parmul</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3/5	0
<i>Apumor</i>	0	0	0	0	1/9	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tabser</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Mezita</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Leclur</i>	0	1/71	0	1/71	2/71	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hymcou</i>	0	0	0	0	1/31	0	1/31	0	1/31	0	0	0
<i>Hympar</i>	0	1/19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Manhub</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Astlec</i>	0	0	0	0	0	1/19	0	0	0	0	0	0
<i>Eriunc</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1/26	0	0	0
<i>Lecpis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dippur</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Couste</i>	0	0	0	0	0	1/48	0	0	0	0	0	0

323 *Denwar*, *D. warmingii*; *Oryalv*, *O. alveolatus*; *Oryflo*, *O. florulentus*; *Pas sp1*, *Passovia sp 1*;

324 *Pas sp2*, *Passovia sp 2*; *Passte*, *P. stelis*; *Pas/Str*, *Passovia/Struthanthus*; *Phorac*, *P.*

325 *racemosum*; *Phoina*, *P. inaequidentatum*; *Phomuc*, *P. mucronatum*; *Phoobt*, *P. obtusissimum*,

326 *Pho sp*, *Phoradendron sp.* *Hympet*, *H. petraeum*; *Trabur*, *T. burserifolia*; *Vocmax*, *V.*

327 *maxima*; *Strpul*, *S. pulcherrimum*; *Psesua*, *P. suaveolens*; *Parmul*, *P. multijuga*; *Apumor*, *A.*

328 *moralis*; *Tabser*, *T. serratifolia*; *Mezita*, *M. itauba*; *Leclur*, *L. lurida*; *Hymcou*, *H. courbaril*;

329 *Hympar*, *H. parvifolia*; *Manhub*, *M. huberi*; *Astlec*, *A. lecointei*; *Eriunc*, *E. uncinatum*;

330 *Lecpis*, *L. pisonis*; *Dippur*, *D. purpurea*; *Couste*, *C. stellata*.

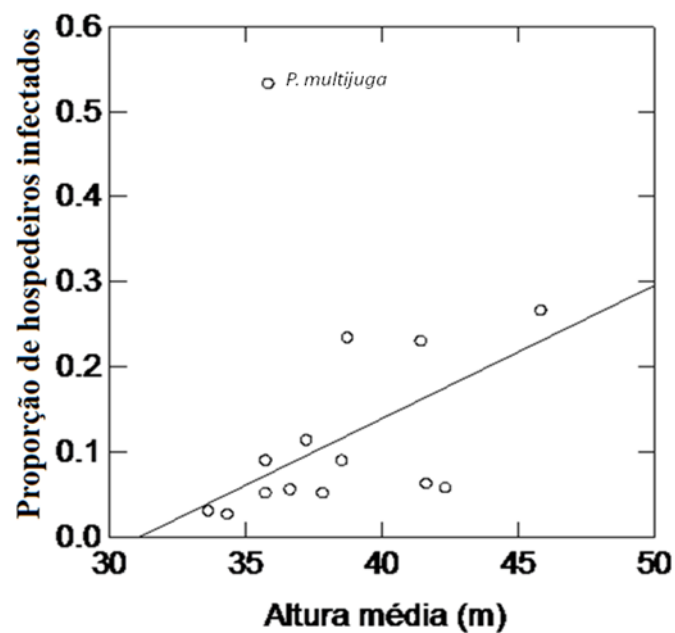


331 3.3. Efeito da abundância relativa e das características dos hospedeiros sobre a prevalência  
332 de infecção

333

334 Para a floresta densa, excluimos cinco espécies das análises porque possuíam menos  
335 de 10 indivíduos. Encontramos e removemos um *outlier* para a realização das análises. Esse  
336 *outlier* correspondia aos dados para *P. multijuga*, espécie que apesar da pouca altura e baixa  
337 densidade relativa, apresentou alta prevalência de infecção. Após a remoção desse ponto, o  
338 modelo explicou 69% dos dados. A abundância relativa ( $F = 0,76$ ,  $P = 0,41$ ) e a densidade da  
339 madeira ( $F = 0,93$ ,  $P = 0,36$ ) não tiveram efeito significativo sobre a prevalência de infecção  
340 na floresta densa, enquanto a deciduidade apresentou um efeito marginal significativo ( $F =$   
341  $3,69$ ,  $P = 0,09$ ). Já a altura apresentou efeito significativo ( $F = 12,72$ ,  $P = 0,007$ ) (Figura 5).  
342 Para a floresta aberta não encontramos efeito da abundância relativa ( $F = 0,09$ ,  $P = 0,77$ ), da  
343 densidade da madeira ( $F = 0,18$ ,  $P = 0,68$ ), da deciduidade ( $F = 0,43$ ,  $P = 0,53$ ) ou da altura  
344 média ( $F = 2,33$ ,  $P = 0,17$ ) sobre a prevalência de infecção.

345



346

347

348 **Fig. 5.** Porcentagem de hospedeiros infectados em relação à altura média das espécies  
349 hospedeiras na floresta densa (Floresta Tropical Densa com Árvores Emergentes), município  
350 de Belterra, PA, Brasil. O gráfico mostra o *outlier*, mas o modelo linear foi traçado sem a  
351 presença deste.

## 352 4. Discussão

353

354 Até onde conhecemos, este é o primeiro estudo que fornece resultados sobre a  
355 prevalência de infecção e os padrões de uso de hospedeiros por diversas espécies de ervas-de-  
356 passarinho em uma floresta tropical chuvosa preservada. Diversos estudos sobre ervas-de-  
357 passarinho e seus hospedeiros foram realizados em savanas (Dean et al., 1994; Dzerefos et al.,  
358 2003), florestas de *Pinus* (Daugherty e Mathiasen, 2003; Howell e Mathiasen, 2004; Stanton,  
359 2006), de *Eucalyptus* (Yan e Reid, 1995; Jurskis et al., 2005), de *Nothofagus* (Norton et al.,  
360 1997; Norton e De Lange, 1999), em florestas tropicais com baixa diversidade florística (Rist  
361 et al., 2008, 2011) ou já bastante fragmentadas (López de Buen et al., 2002). A dificuldade em  
362 acessar o dossel nas florestas tropicais, através de métodos baratos, é o principal gargalo para  
363 estudos básicos sobre a prevalência de infecção. Nós rompemos essa barreira ao utilizar um  
364 método simples e barato, mas muito eficaz: amostrar árvores colhidas através de um processo  
365 de manejo florestal de impacto reduzido. Outros estudos já utilizaram árvores colhidas para  
366 cálculo de prevalência e intensidade de infecção (ex: Geils e Mathiasen, 1990), mas foram  
367 realizados em florestas de coníferas, cujo objetivo era calibrar os índices de intensidade de  
368 infecção tomados do chão da floresta. No nosso estudo, medidas do chão da floresta se tornam  
369 impraticáveis e, portanto, o método utilizado aqui é uma alternativa muito útil, com a  
370 possibilidade de amostrar várias espécies de árvores.

371

### 372 4.1. Influência das características dos hospedeiros sobre a prevalência de infecção

373

#### 374 4.1.1. Abundância relativa dos hospedeiros

375

376           Nosso estudo não encontrou relação de abundância relativa do hospedeiro sobre a  
377 prevalência de infecção em ambas as áreas estudadas. As espécies mais abundantes *L. lurida*  
378 (floresta densa) e *C. stellata* (floresta aberta) não foram as mais infectadas. Essa relação de  
379 abundância com prevalência de infecção também não foi encontrada por Aukema e Martínez  
380 Del Rio (2002b), que ao estudarem *Olneya tesota* e *Prosopis velutina*, no Arizona,  
381 constataram que tais espécies foram infectadas além do que seria esperado, a partir de sua  
382 abundância. Lemaitre et al. (2012) também relataram que a espécie *Schinus montanus*, a  
383 menos abundante em seu local de estudo, foi a que apresentou maior prevalência de infecção.  
384 Roxburgh e Nicolson (2005) em seu estudo em Zâmbia, encontraram relação da infecção de  
385 *Plicosepalus kalachariensis* com a disponibilidade de hospedeiros. Assim como López de  
386 Buen e Ornelas (1999) que também mostraram que houve efeito da abundância da espécie  
387 *Liquidambar styraciflua* na proporção de hospedeiros infectados.

388           De acordo com Fadini (2011) e Aukema e Martinez Del Rio (2002b), as aves visitam  
389 algumas espécies de árvores com mais frequência do que seria esperado de sua abundância.  
390 Tais agentes dispersores são os responsáveis por determinar em qual árvore as sementes das  
391 ervas-de-passarinho serão depositadas e com que frequência (Roxburgh e Nicolson, 2005). O  
392 parasitismo diferencial nas espécies hospedeiras disponíveis, portanto, é resultado da  
393 preferência pelo hospedeiro (Okubamichael et al., 2013), ou seja, se as aves preferirem  
394 empoleirar-se ou alimentar-se em espécies de árvores específicas, é provável que a  
395 abundância dos hospedeiros, nesse caso, não assuma caráter decisivo na prevalência de  
396 infecção.

397

#### 398 4.1.2. Densidade da madeira

399

400 Em nosso estudo não houve efeito da densidade básica da madeira sobre a prevalência  
401 de infecção. Em Dzerefos et al. (2003), espécies de hospedeiros com maior densidade da  
402 madeira foram as menos infectadas. Assim como galhos que possuem diâmetros maiores  
403 dificultam a penetração do haustório (Sargent, 1995), espécies com densidades de madeira  
404 maiores podem também dificultar a invasão da superfície do hospedeiro pelo haustório.  
405 Observamos que *P. multijuga*, uma das espécies hospedeiras estudadas que possuía a menor  
406 densidade básica da madeira, foi uma das mais infectadas, assim como *V. maxima*. No  
407 entanto, *H. courbaril*, com densidade alta, também foi representativa no número de indivíduos  
408 infectados. Tal resultado pode ter sido em decorrência da capacidade diferenciada de  
409 penetração haustorial. A espécie *H. courbaril* geralmente era infectada por *P. carnosus*, cujo  
410 haustório parecia ser agressivo, pois formava um grande inchaço no hospedeiro. Outro fato  
411 interessante é que os gêneros *Passovia* e *Struthanthus* infectaram hospedeiros com densidades  
412 variadas, o que pode ser resultado de diferentes estratégias de penetração dos diferentes tipos  
413 de haustório das ervas-de-passarinho.

#### 414 4.1.3. Deciduidade

415

416 Nosso estudo mostrou um efeito marginal significativo da deciduidade sobre a  
417 prevalência de infecção. Arruda et al. (2006), em seu estudo no Cerrado (vegetação de  
418 savana), detectaram que *Kielmeyera coriacea*, espécie de folha caduca, foi um dos  
419 hospedeiros mais infectados por *Struthanthus polyanthus*. Entretanto a luz não era um fator  
420 limitante em sua área de estudo. A infecção por ervas-de-passarinho além de apresentar efeito  
421 da deciduidade, também pode estar relacionada à demanda de luz de cada espécie. A espécie  
422 *O. alveolatus*, por exemplo, das seis espécies hospedeiras infectadas, quatro eram perenes, o  
423 que indica que essa planta pode não demandar tanta luz para germinar e se estabelecer. Já os  
424 gêneros *Passovia* e *Struthanthus* mostraram-se bem flexíveis, dos doze hospedeiros

425 infectados, cinco eram perenes e sete eram decíduos, indicando que tais gêneros conseguem  
426 adaptar-se a hospedeiros que estão sujeitos à incidência de diferentes intensidades de luz.

427

#### 428 *4.1.4. Altura*

429

430 Diversos estudos mostram a relação de altura dos hospedeiros com infecção por ervas-  
431 de-passarinho (Norton et al., 1997; Aukema e Martínez Del Rio et al., 2002 a,b; López de  
432 Buen et al., 2002; Fadini et al., 2009). Encontramos efeito da altura na prevalência de  
433 infecção somente para a floresta densa. A explicação para o resultado encontrado está  
434 relacionada ao perfil estrutural da floresta. Na floresta densa existem árvores emergentes que  
435 certamente recebem maior radiação solar. Sabe-se que a luz é determinante na germinação,  
436 estabelecimento e crescimento das ervas-de-passarinho (Norton et al., 1997), logo as árvores  
437 que se destacam em altura ofereceriam melhores condições para essas plantas. Na floresta  
438 aberta, apesar de o dossel ser mais aberto e, provavelmente, receber maior incidência de luz, o  
439 perfil dessa floresta é mais homogêneo. Ao levar isto em conta, a altura não seria relevante  
440 para determinar quais hospedeiros seriam mais infectados uma vez que as copas das árvores  
441 estariam sujeitas a condições de luminosidade semelhantes. Além disso, deve-se considerar  
442 que a infecção diferencial nas árvores mais altas está ligada não somente à radiação solar, mas  
443 também ao próprio comportamento do dispersor. Geralmente os agentes dispersores preferem  
444 empoleirar-se e alimentar-se em árvores maiores e utilizam esses hospedeiros para localizar  
445 outras infecções por ervas-de-passarinho e também para defender seus territórios o que pode  
446 levar a distribuição agregada e re-infecção de tais hospedeiros (Roxburgh e Nicolson, 2005;  
447 Fadini et al., 2009).

448

#### 449 *4.2. Espécies generalistas e especialistas*

450

451 Plantas ditas generalistas parasitam diversas espécies de hospedeiros sem preferência  
452 aparente por alguma (Kartoolinejad et al., 2007). Áreas com alta riqueza de espécies tendem a  
453 possuir mais espécies generalistas (Kavanagh e Burns, 2012). Em nosso estudo, os gêneros  
454 *Passovia* e *Struthanthus* foram os que se mostraram mais generalistas. Tal resultado vai de  
455 acordo com a ideia proposta por Norton e Carpenter (1998), onde as ervas-de-passarinho  
456 lorantáceas mostram baixa especificidade por hospedeiros em florestas tropicais heterogêneas,  
457 e que isso ocorre devido à menor probabilidade dessas plantas serem dispersas de forma  
458 consistente para qualquer espécie hospedeira particular.

459 Em relação às espécies especialistas, encontramos duas espécies que parasitaram os  
460 mesmos hospedeiros em ambas as áreas estudadas. A espécie *D. warmingii* infectou apenas  
461 *V.maxima*, enquanto *P. obtusissimum* foi encontrado associado apenas à *P. multijuga*. Em  
462 áreas com menor riqueza de espécies, a especialização é favorecida como resultado do  
463 encontro frequente das sementes das ervas-de-passarinho com os hospedeiros mais comuns,  
464 desse modo a abundância relativa dos hospedeiros é a chave para a especialização (Norton e  
465 Carpenter, 1998). Nosso estudo foi conduzido em floresta tropical hiperdiversa, além disso, as  
466 ervas-de-passarinho mais especialistas não estavam associadas às espécies mais abundantes.  
467 Tal resultado, portanto, contrapõe a ideia proposta por Norton e Carpenter (1998).

468

#### 469 4.3. Manejo florestal de impacto reduzido e sua influência sobre as ervas-de-passarinho

470

471 O Manejo Florestal pode ter efeito positivo sobre as ervas-de-passarinho, uma vez que  
472 a colheita de árvores pode proporcionar aumento de luz, água e nutrientes para as  
473 remanescentes (López de Buen et al., 2002). Queijeiro-Bolaños et al. (2013) em seu estudo,  
474 notaram que a proporção de hospedeiros infectados por *Arceuthobium vaginatum* aumentou  
475 em decorrência da maior incidência de luz causada pela exploração madeireira. Bickford et al.  
476 (2005) comprovaram que o desbaste florestal diminuiu a competição entre os hospedeiros,

477 aumentando a absorção de água e de nutrientes por *Pinus ponderosa*, o que estimulou o  
478 crescimento de *A. vaginatum* subsp. *cryptopodium*.

479         Mudanças na captação de recursos de árvores hospedeiras decorrentes de atividades  
480 antrópicas, como o manejo florestal, apresentam efeitos sobre as plantas parasitas, que podem  
481 se propagar sobre o ecossistema (Bickford et al., 2005). Não obstante, tais efeitos podem  
482 também ser negativos. O planejamento das áreas que são manejadas com finalidade de  
483 exploração madeireira, na Amazônia, não tem levado em conta os aspectos ecológicos  
484 (Henriques et al., 2008). Na Floresta Nacional do Tapajós, os estudos ecológicos até então  
485 desconsideraram as ervas-de-passarinho. Temos conhecimento apenas de estudos com aves  
486 (Henriques et al., 2008) e com borboletas frugívoras (Silva, 2013). Sabe-se que a perturbação  
487 é um processo significativo, devido influenciar a composição e estrutura da comunidade  
488 (Queijeiro-Bolaños et al., 2013) e que as relações entre as ervas-de-passarinho e outros  
489 organismos são tão intimamente ligadas que a remoção dessas plantas pode desencadear  
490 efeitos negativos sobre uma ampla gama de organismos e até mesmo em todo um ecossistema  
491 (Mathiasen et al., 2008).

492         Ervas-de-passarinho podem representar recursos durante os períodos de escassez de  
493 alimentos e, por serem espécies-chave, a sua remoção pode ocasionar efeitos em cascata entre  
494 diferentes teias de interação (Watson, 2001; Rodríguez-Cabal et al., 2007). O rompimento do  
495 mutualismo que existe com seus dispersores pode ter consequências para o recrutamento das  
496 mudas e para a demografia e persistência das suas populações (Rodríguez-Cabal et al., 2007).  
497

## 498 **5. Conclusões**

499

500         Este é o primeiro estudo a investigar a distribuição de ervas-de-passarinho em florestas  
501 tropicais preservadas com alta diversidade em espécies de árvores. Fornecemos informações

502 sobre algumas das principais espécies madeireiras nativas da Amazônia que são infectadas  
503 por essas parasitas. Nosso estudo mostrou que, ao contrário do que esperávamos, a  
504 prevalência foi maior no sítio com floresta densa do que no sítio com floresta aberta. Também  
505 revelou que a deciduidade apresentou um efeito relativo sobre a prevalência de infecção,  
506 assim como a altura. No caso da altura o efeito encontrado dependeu da fisionomia avaliada,  
507 tendo um efeito positivo apenas na Floresta Tropical Densa com Árvores Emergentes.  
508 Ultrapassamos com este estudo as limitações de acesso à copa que tornavam as ervas-de-  
509 passarinho desconhecidas na porção mais alta da floresta na Amazônia brasileira. Estudos  
510 futuros devem avaliar as consequências ecológicas da exploração florestal madeireira sobre  
511 essas plantas e suas interações com os seus hospedeiros.

## 512 **Agradecimentos**

513

514           Agradecemos ao auxílio valioso dos assistentes de campo Sr. Sabá e Eucielde Pantoja  
515 de Oliveira, além da COOMFLONA, pelo apoio logístico. Ao Programa de Pós-Graduação  
516 em Recursos Naturais da Amazônia e à CAPES pela bolsa concedida à primeira autora. Ao  
517 ICMBio por autorizar a pesquisa na Unidade Conservação (SISBIO 36066). Esta é a  
518 publicação de número xx da Série Técnica do Grupo de Pesquisa de Plantas Parasitas.

519

520

521

522

523

524

525

526

527

528

529



**530 6. Referências**

531

532 Amico, G.C., Aizen, M.A., 2000. Mistletoe seed dispersal by a marsupial. *Nature* 48, 929-  
533 930.

534 Amico, G.C., Rodriguez-Cabal, M.A., Aizen, M.A., 2011. Geographic variation in fruit  
535 colour is associated with contrasting seed disperser assemblages in a south-andean mistletoe.  
536 *Ecography* 34, 318-326.

537 Arruda, R., Carvalho, L.N., Del-Claro, K., 2006. Host specificity of a Brazilian mistletoe,  
538 *Struthanthus* aff. *polyanthus* (Loranthaceae), in cerrado tropical savanna. *Flora* 201, 127-134.

539 Arruda, R., Fadini, R.F., Carvalho, L.N., Del-Claro, K., Mourão, F.A., Jacobi, C.M., Teodoro,  
540 G.S., Van den Berg, E., Caires, C.S., Dettke, G.A., 2012. Ecology of neotropical mistletoes:  
541 an important canopy dwelling component of Brazilian ecosystems. *Acta Botanica Brasilica*  
542 26, 264-274.

543 Arruda, R., Fadini, R.F., Mourão, F.A., Jacobi, C.M., Teodoro, G.S., 2009. Natural history  
544 and ecology of Neotropical mistletoes. In: Del-Claro, K.; Oliveira, P.S. & Rico-Gray, V.  
545 (Orgs.). *Tropical Biology and Conservation Management: Natural history of tropical plants*  
546 pp. 133-154.

547 Arruda, R., Lunardelli, C., Kitagawa, C., Caires, C.S., Teodoro, G.S., Mourão, F.A., 2013.  
548 Two mistletoes are too many? Interspecific occurrence of mistletoes on the same host tree.  
549 *Acta Botanica Brasilica* 27 (1), 226-230.

550 Aukema, J.E., 2003. Vectors, viscin, and Viscaceae: mistletoes as parasites, mutualists, and  
551 resources. *Frontiers in Ecology and the Environment* 1 (3), 212-219.

552 Aukema, J.E., Martínez Del Rio, C., 2002a. Where does a fruit-eating bird deposit mistletoe  
553 seeds? Seed deposition patterns and an experiment. *Ecology* 83 (12), 3489-3496.

554 Aukema, J.F., Martínez Del Rio, C., 2002b. Variation in mistletoe seed deposition: effects of  
555 intra-and interspecific host characteristics. *Ecography* 25, 139-144.

- 556 Bickford, C.P., Kolb, T.E., Geils, B.W., 2005. Host physiological condition regulates parasitic  
557 plant performance: *Arceuthobium vaginatum* subsp. *cryptopodum* on *Pinus ponderosa*.  
558 *Oecologia* 146, 179-189.
- 559 Blick, R., Burns, K.C., 2009. Network properties of arboreal plants: are epiphytes, mistletoes  
560 and lianas structured similarly? *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 11,  
561 41-52.
- 562 Brasil., 2012. Lei n° 12.678, de 25 de Junho de 2012.  
563 <<http://www.in.gov.br/autenticidade.html>> .
- 564 Burns, A. E., Watson, D.M., 2013. Islands in a sea of foliage: mistletoes as discrete  
565 components of forest canopies. In: M. Lowman et al. (eds.), *Treetops at Risk: Challenges of*  
566 *Global Canopy Ecology and Conservation*. Springer Science pp. 215-222.
- 567 Chave, J., Muller-Landau, H.C., Baker, T.R., Easdale, T.A., Steege, H.T., Webb, C.O., 2006.  
568 Regional and phylogenetic variation of wood density across 2456 neotropical tree species.  
569 *Ecological Applications* 16 (6), 2356-2367.
- 570 Cooney, S.J.N., Watson, D.M., 2005. Diamond firetails (*Stagonopleura guttata*) preferentially  
571 nest in mistletoe. *Emu* 105, 317-322.
- 572 Cooney, S.J.N., Watson, D.M., Young, J., 2006. Mistletoe nesting in Australian birds: a  
573 review. *Emu* 106, 1-12.
- 574 Costa, D.H.M., Carvalho, J.O.P. de., Van Den Berg, E., 2007. Crescimento diamétrico de  
575 maçaranduba (*Manilkara huberi* Chevalier) após a colheita da madeira. *Amazônia: Ciência &*  
576 *Desenvolvimento* 3 (5), 65-76.
- 577 Daugherty, C.M., Mathiasen, R.L., 2003. Estimates of the incidence of mistletoes in pinyon-  
578 juniper woodlands of the coconino national forest, Arizona. *Westem North American*  
579 *Naturalist* 63 (3), 382-390.

- 580 Dean, W.R.J., Midgley, J.J., Stock, W.D., 1994. The distribution of mistletoes in South  
581 Africa: patterns of species richness and host choice. *Journal of Biogeography* 21, 503-510.
- 582 Downey, P.O., 1998. An inventory of host species for each aerial mistletoe species  
583 (Loranthaceae and Viscaceae) in Australia. *Cunninghamia* 5 (3), 685-720.
- 584 Downey, P.O., 2004. A regional examination of the mistletoe host species inventory.  
585 *Cunninghamia* 8(3), 354-361.
- 586 Dzerefos, C.M., Witkowski, E.T.F., Schackleton, C.M., 2003. Host preference and density of  
587 woodrose- forming mistletoes (Loranthaceae) on savanna vegetation, South Africa. *Plant*  
588 *Ecology* 167, 163-177.
- 589 Erwin, T.L., 2004. The biodiversity question: how many species of terrestrial arthropods are  
590 there? *In*: M. D. Lowman & H. B. Rinker(eds.). *Forest canopies*. Elsevier, Academic Press  
591 pp. 259-269.
- 592 Espírito-Santo, F.D.B., Shimabukuro, Y.E., Oliveira, L.E., Aragão, C.de., Machado, E.L.M.,  
593 2005. Análise da composição florística e fitossociológica da floresta nacional do Tapajós com  
594 o apoio geográfico de imagens de satélites. *Acta Amazonica* 35 (2), 155-173.
- 595 Fadini, R.F., 2010. Especificidade por hospedeiro, abundância e prevalência de ervas-de-  
596 passarinho (*Psittacanthus* – Loranthaceae) em uma savana amazônica afetada por queimadas.  
597 Tese de doutorado. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, Brasil.
- 598 Fadini, R.F., 2011. Non-overlap of hosts used by three congeneric and sympatric  
599 loranthaceous mistletoe species in an Amazonian savanna: host generalization to extreme  
600 specialization. *Acta Botanica Brasilica* 25(2), 337-345.
- 601 Fadini, R.F., Golçalves, D.C.M., Reis, R.P.F., 2009. Consistency in seed-deposition patterns  
602 and the distribution of mistletoes among its host trees in an Amazonian savanna. *Australian*  
603 *Journal of Botany* 57, 640-646.

- 604 Fadini, R.F., Lima, A.P., 2012. Fire and host abundance as determinants of the distribution of  
605 three congener and sympatric mistletoes in an amazonian savanna. *Biotropica* 44 (1), 27-34.
- 606 Garcia-Franco, J.G., Rico-Gray, V., 1996. Distribution and host specificity in the holoparasite  
607 *Bdallophyton bambusarum* (Rafflesiaceae) in a tropical deciduous forest in Veracruz, Mexico.  
608 *Biotropica* 28 (4b), 759-762.
- 609 Geils, B.W., Hawksworth, F.G., 2002. Damage, effects, and importance of Dwarf mistletoes.  
610 In: *Mistletoes of North American conifers*. Department of Agriculture, Forest Service pp. 1-  
611 123.
- 612 Geils, B.W., Mathiasen, R.L., 1990. Intensification Southwestern of Dwarf Mistletoe  
613 Douglas-fir. *Forest Science* 36 (4), 955-969.
- 614 Genini, J., Côrtes, M.C., Guimarães Jr, P.R., Galetti, M., 2012. Mistletoes play different roles  
615 in a modular host-parasite network. *Biotropica* 44 (2), 171-178.
- 616 Grenfell, M., Burns, K.C., 2009. Sampling Effects and Host Ranges in Australian Mistletoes.  
617 *Biotropica* 41 (6), 656-658.
- 618 Hawksworth, F.G., 1983. Mistletoes as forest parasites. *Academic Press* pp. 317–34
- 619 Henriques, L.M.P., Wunderle Jr., Oren, D.C., Willig, M.R., 2008. Efeitos da exploração  
620 madeireira de baixo impacto sobre uma comunidade de aves de sub-bosque na Floresta  
621 Nacional do Tapajós, Pará, Brasil. *Acta amazonica* 38 (2), 267-290.
- 622 Howell, B.E., Mathiasen, R.L., 2004. Growth impacts of *Psittacanthus angustifolius* Kuijt on  
623 *Pinus oocarpa* Schiede in Honduras. *Forest Ecology and Management* 198, 75-88.
- 624 Ibama, 2004. Floresta Nacional do Tapajós. Plano de Manejo pp. 1-580.
- 625 Jurskis, V., Turner, R.J., Jurskis, D., 2005. Mistletoes increasing in ‘undisturbed’ forest: a  
626 symptom of forest decline caused by unnatural exclusion of fire? *Australian Forestry* 68 (3),  
627 221-226.

- 628 Kaminski, L. A., Barbosa, E.P., Freitas, A.V.L., 2012. Immature stages of the neotropical  
629 mistletoe butterfly *Cunizza hirlanda* *Planasia* fruhstorfer (Pieridae: Anthocharidini). Journal  
630 of the Lepidopterists' Society 66 (3), 143-146.
- 631 Kartoolinejad, D., Hosseini, S.M., Mirnia, S.K., Akbarinia, M., Shayanmehr, F., 2007. The  
632 relationship among infection Intensity of *Viscum album* with some ecological parameters of  
633 host trees. International Journal of Environmental Research 1 (2), 143-149.
- 634 Kavanagh, P.H., Burns, K.C., 2012. Mistletoe macroecology: spatial patterns in species  
635 diversity and host use across Australia. Biological Journal of the Linnean Society pp. 1-10.
- 636 Ladley, J.J., Kelly, D., 1996. Dispersal, germination and survival of New Zealand mistletoes  
637 (Loranthaceae): dependence on birds. New Zealand Journal of Ecology 20, 69-79.
- 638 Lamont, B., 1983. Germination of Mistletoes. In: Calder, M. and Bernhardt, P. (eds) *The*  
639 *Biology of Mistletoes*. Academic Press, Sydney, pp. 129-143.
- 640 Lemaitre, A.B., Troncoso, A.J., Niemeyer, H.M., 2012. Host preference of a temperate  
641 mistletoe: disproportional infection on three co-occurring host species influenced by  
642 differential success. Austral Ecology 37, 339-345.
- 643 López de Buen, L., Ornelas, J.F., 1999. Frugivorous birds, host selection and the mistletoe  
644 *Psittacanthus schiedanus*, in Central Veracruz, Mexico. Journal of Tropical Ecology 15 (3),  
645 329-340.
- 646 López de Buen, L., Ornelas, J.F., 2001. Seed dispersal of the mistletoe *Psittacanthus*  
647 *schiedeanus* by birds in Central Veracruz, Mexico. Biotropica 33 (3), 487-494.
- 648 López de Buen, L., Ornelas, J.F., García-Franco, J.G., 2002. Mistletoe infection of trees  
649 located at fragmented forest edges in the cloud forests of Central Veracruz, Mexico. Forest  
650 Ecology and Management 164, 293-302.
- 651 Lorenzi, H., 1992. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas nativas  
652 arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Plantarum 2, pp. 368.

- 653 Lorenzi, H., 1998. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas nativas  
654 arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Plantarum 2, pp. 351.
- 655 Lorenzi, H., 2009. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas nativas  
656 arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Plantarum 2, pp. 384.
- 657 Lowman, M.D., 2004. Tarzan or Jane? A short history of canopy biology. In: M. D. Lowman  
658 & H. B. Rinker(eds.). Forest canopies. Elsevier Academic Press pp. 453-464
- 659 Lowman, M.D., Wittman, P.K., 1996. Forest canopies: methods, hypotheses and future  
660 directions. Annual Reviews in Ecology and Systematics 27, 55-81.
- 661 Malcolm, J.R., 2004. Ecology and conservation of canopy mammals. *In*: M. D. Lowman & H.  
662 B. Rinker(eds.). Forest canopies. Elsevier Academic Press. pp. 297-331.
- 663 Mallams, K.M., Mathiasen, R.L., 2010. Mistletoes on hardwoods in the United States. Forest  
664 Insect & Disease Leaflet 147 pp. 1-12.
- 665 Maloney, P.E., Rizzo, D.M., 2002. Dwarf Mistletoe-host interactions in mixed-conifer forests  
666 in the Sierra Nevada. Phytopatology 92, 597-602.
- 667 March. W.A., Watson, D.M., 2010. The contribution of mistletoes to nutrient returns:  
668 evidence for a critical role in nutrient cycling. Austral Ecology 35, 713-721.
- 669 Martínez Del Rio, C., Hourdequin, M., Silva, A., Medel, R., 1995. The influence of cactus  
670 size and previous infection on bird deposition of mistletoe seeds. Australian Journal of  
671 Ecology 20, 571-576.
- 672 Martínez Del Rio, C., Silva, A., Medel, R., Hourdequin, M., 1996. Seed dispersers as disease  
673 vectors: bird transmission of mistletoe seeds to plant hosts. Ecology 77 (3), 912-921.
- 674 Mathiasen, R.L., Hoffman, J.T., Guyon, J.C., Wadleigh, L.L., 1996. Comparison of two  
675 roadside survey procedures for dwarf mistletoes on the sawtooth national forest, Idaho. Great  
676 Basin Naturalist 56 (2), 129-134.

- 677 Mathiasen, R.L., Nickrent, D.L., Shaw, D.C., Watson, D.M., 2008. Mistletoes pathology,  
678 systematics, ecology and management. *The American Phytopathological Society* 92, 988-  
679 1006.
- 680 Mourão, F.A., Jacobi, C.M., Figueira, J.E.C., Batista, E.K.L., 2009. Effects of the parasitism  
681 of *Struthanthus flexicaulis* (Mart.) Mart. (Loranthaceae) on the fitness of *Mimosa*  
682 *calodendron* Mart. (Fabaceae), an endemic shrub from rupestrian fields over ironstone  
683 outcrops, Minas Gerais State, Brazil. *Acta Botanica Brasilica* 23 (3), 820-825.
- 684 Nadkarni, N.M., 2001. Enhancement of forest canopy research, education, and conservation  
685 in the new millennium. *Plant Ecology* 153, 361-367.
- 686 Nadkarni, N.M., Parker, G.G., Rinker, H.B., Jarzen, D.M., 2004. The nature of forest  
687 canopies. In: M. D. Lowman e H. B. Rinker(eds.). *Forest canopies*. Elsevier Academic Press.  
688 pp. 3-23.
- 689 Nickrent, D.L., 2011. Santalales (including mistletoes). In: *Encyclopedia of Life Sciences*  
690 (ELS). John Wiley e Sons, Ltd: Chichester. pp. 1-6.
- 691 Nickrent, D.L., Malécot, V., Vidal-Russel, R., Der, J.P., 2010. A revised classification of  
692 Santalales. *Taxon* 59 (2), 538-558.
- 693 Norton, D.A., Carpenter, M.A., 1998. Mistletoes as parasites: host specificity and speciation.  
694 *Trends in Ecology e Evolution* 13, 101-105.
- 695 Norton, D.A., De Lange, P.J., 1999. Host specificity in parasitic mistletoes (Loranthaceae) in  
696 New Zealand. *Functional Ecology* 13, 552-559.
- 697 Norton, D.A., Ladley, J. J., Owen, H.J., 1997. Distribution and population structure of the  
698 loranthaceous mistletoes *Alepis flavida*, *Peraxilla colensoi*, and *Peraxilla tetrapetala* within  
699 two New Zealand *Nothofagus* forests. *New Zealand Journal of Botany* 35, 326-336.

- 700 Norton, D.A., Reid, N., 1997. Lessons in ecosystem management from management of  
701 threatened and pest Loranthaceous mistletoes in New Zealand and Australia. *Conservation*  
702 *Biology* 11 (3), 759-769.
- 703 Okubamichael, D.Y., Griffiths, M.E., Ward, D., 2013. Reciprocal transplant experiment  
704 suggests host specificity of the mistletoe *Agelanthus natalitius* in South Africa. *Journal of*  
705 *Tropical Ecology* pp. 1-11.
- 706 Press, M.C., Smith, S., Stewart, G.R., 1991. Carbon acquisition and assimilation in parasitic  
707 plants. *Functional Ecology* 5, 278-283.
- 708 Qasem, J.R., 2009. An updated inventory of mistletoe (*Plicosepalus acaciae* and *Viscum*  
709 *cruciatum*) distribution in Jordan, hosts, and severity of infestation. *Weed Technology* 23,  
710 465-469.
- 711 Queijeiro-Bolaños, M.E., Cano-Santana, Z., Castellano-Vargas, I., 2013. Does disturbance  
712 determines the prevalence of dwarf mistletoe (*Arceuthobium*, Santalales: Viscaceae) in  
713 Central Mexico?. *Revista Chilena de Historia Natural* 86, 181-190.
- 714 Reid, N., Yan, Z., Fittler, J., 1994. Impact of mistletoes (*Amyema miquelii*) on host  
715 (*Eucalyptus blakelyi* and *Eucalyptus melliodora*) survival and growth in temperate Australia.  
716 *Forest Ecology and Management* 70, 55-65.
- 717 Restrepo, C., Sargent, C., Levey, D.J., Watson, D.M., 2002. The role of vertebrates in the  
718 diversification of new world mistletoes. In *seed dispersal and frugivory: ecology, evolution*  
719 *and conservation*, ed. DJ Levey, WRSilva, M. Galetti. Oxfordshire, UK: CAB Int.
- 720 Rist, L., Uma Shaanker, R., Ghazou, J., 2011. The spatial distribution of mistletoe in a  
721 southern Indian tropical forest at multiple scales. *Biotropica* 43 (1), 50-57.
- 722 Rist, L., Uma Shaanker, R., Milner-Gulland, E. J., Ghazoul, J., 2008. Managing mistletoes:  
723 the value of local practices for a non-timber forest resource. *Forest Ecology and Management*  
724 255, 1684-1691.



- 725 Rodríguez-Cabal, M.A., Aizen, M.A., Novaro, A.J., 2007. Habitat fragmentation disrupts a  
726 plant-disperser mutualism in the temperate forest of South America. *Biological Conservation*  
727 39, 195-202.
- 728 Roxburgh, L., Nicolson, S.W., 2005. Patterns of host use in two African mistletoes: the  
729 importance of mistletoe-host compatibility and avian disperser behavior. *Functional Ecology*  
730 19, 865-873.
- 731 Roxburgh, L., Nicolson, S.W., 2008. Differential dispersal and survival of an African  
732 mistletoe: does host size matter? *Plant Ecology* 195, 21-31.
- 733 Sabogal, C., Silva, J.N.M., Zweede, J., Pereira Júnior, R., Barreto, P., Guerreiro, C.A., 2000.  
734 Diretrizes técnicas para a exploração de impacto reduzido em operações florestais de terra  
735 firme na Amazônia Brasileira. Embrapa Amazônia Oriental. pp. 52.
- 736 Sargent, S., 1995. Seed fate in a tropical mistletoe: the importance of host twig size.  
737 *Functional Ecology* 9, 197-204.
- 738 Scharpf, R.F., 1972. Light affects penetration and infection of pines by dwarf mistletoe.  
739 *Phytopathology* 62, 1271-1273.
- 740 Silva, P.L.da., 2013. Composição e diversidade de borboletas frugívoras em área de manejo  
741 florestal comunitário na Floresta Nacional do Tapajós,Pará, Brasil. Dissertação de Mestrado.  
742 Universidade Federal do Oeste do Pará. Santarém, Brasil.
- 743 Sinha, A., Bawa, K.S., 2002. Harvesting techniques, hemiparasites and fruit production in two  
744 non-timber forest tree species in south India. *Forest Ecology and Management* 168, 289-300.
- 745 Sist, P., Ferreira, F.N., 2007. Sustainability of reduced-impact logging in the Eastern Amazon.  
746 *Forest Ecology and Management* 243, 199-209.
- 747 Sokal, R.R. Rohlf, F.J.,1994. *Biometry: The principles and practices of Statistics in biological*  
748 *research*. Terceira Edição. W. H. Freeman (Ed.). pp. 880
- 749 SPSS Inc. 2000. SYSTAT version 10.

- 750 Stanton, S., 2006. The differential effects of dwarf mistletoe infection and broom abundance  
751 on the radial growth of managed ponderosa pine. *Forest Ecology and Management* 223, 318-  
752 326.
- 753 Swenson, N.G., Enquist, B.J., 2008. The relationship between stem and branch wood specific  
754 gravity and the ability of each measure to predict leaf area. *American Journal of Botany* 95  
755 (4), 516-519.
- 756 Watson, D.M., 2001. Mistletoe- a keystone resource in forests and woodlands world wide.  
757 *Annual Review of Ecology and Systematics* 32, 219-49.
- 758 Watson, D.M., 2004. Mistletoe: A unique constituent of canopies Worldwide. In: M. D.  
759 Lowman & H. B. Rinker(eds.). *Forest canopies*. Elsevier, Academic Press. pp. 212-223.
- 760 Watson, D.M., Herring, M., 2012. Mistletoe as a keystone resource: an experimental test.  
761 *Proceedings the Royal of Society B* pp. 1-8.
- 762 Yan, Z., Reid, N., 1995. Mistletoe (*Amyema miquelii* and *A. pendulum*) Seddling  
763 establishment on eucalypt hosts in Eastern Australia. *The Journal of Applied Ecology* 32 (4),  
764 778-784.
- 765 Zuber, D., 2004. Biological flora of Central Europe: *Viscum album* L.. *Flora* 199, 181-203.  
766  
767  
768  
769  
770  
771  
772  
773  
774

775 **ANEXO**

776 ANEXO A- Pranchas ilustrativas de algumas espécies encontradas nas áreas de estudo.

777

778

779

780

781

782

783

784

785

786

787

788

789

790

791

792

793

794

795

796

797

798

799

800



801

802

803

804

805

806



807



808



809

810

811

812

813

814

815

816

817

818

A) Flor de *Psittacanthus carnosus*; B) Inchaço haustorial provocado por *Psittacanthus carnosus*; C) Infrutescência de *Phoradendron racemosum*; D) Plântula de *Phoradendron racemosum*; E) Planta adulta de *Dendrophthora warmingii*; F) Infrutescência de *Dendrophthora warmingii*

819

820

821

822

823

824

825

826

827

828

829

830

831

832

833

834

835

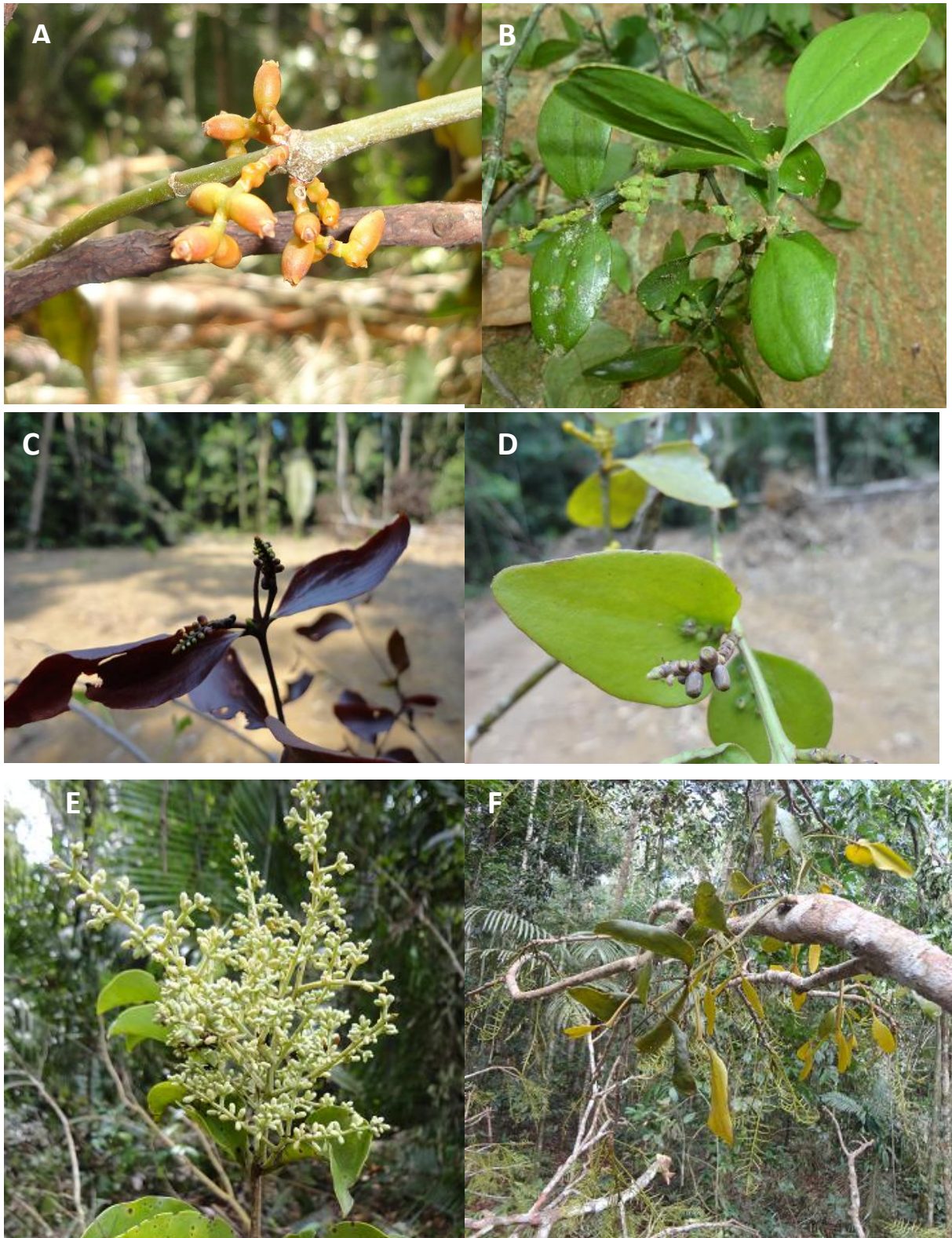
836

837

838

839

840



841

842

843

844

A) Infrutescência de *Phoradendron inaequidentatum*; B) *Phoradendron mucronatum*; C) *Oryctanthus alveolatus*; D) Fruto de *Oryctanthus florulentus*; E) *Passovia stelis* F) *Phoradendron obtusissimum* no ramo de *Parkia multijuga*.

845 ANEXO B- Normas da Revista Forest Ecology and Management a qual o artigo será  
846 submetido.

847



## FOREST ECOLOGY AND MANAGEMENT

Science to Sustain the World's Forests

848

849

850

### AUTHOR INFORMATION PACK

- **Guide for Authors**



851

852

ISSN: 0378-1127

### 853 **Article structure**

#### 854 **Subdivision**

855 Divide your article into clearly defined and numbered sections.  
856 Subsections should be numbered 1.1 (then 1.1.1, 1.1.2, ...), 1.2, etc. (the  
857 abstract is not included in section numbering). Use this numbering also for  
858 internal cross-referencing: do not just refer to "the text". Any subsection  
859 may be given a brief heading. Each heading should appear on its own  
860 separate line.

#### 861 *Introduction*

862 State the objectives of the work and provide an adequate background,  
863 avoiding a detailed literature survey or a summary of the results.

#### 864 *Material and methods*

865 Provide sufficient detail to allow the work to be reproduced. Methods  
866 already published should be indicated by a reference: only relevant  
867 modifications should be described.

#### 868 *Results*

869 Results should be clear and concise.

#### 870 *Discussion*

871 This should explore the significance of the results of the work, not repeat  
872 them. A combined Results and Discussion section is often appropriate.

873 Avoid extensive citations and discussion of published  
874 literature.

#### 875 *Conclusions*

876 The main conclusions of the study may be presented in a short  
 877 Conclusions section, which may stand alone or form a subsection of a  
 878 Discussion or Results and Discussion section.

#### 879 *Appendices*

880 If there is more than one appendix, they should be identified as A, B, etc.  
 881 Formulae and equations in appendices should be given separate  
 882 numbering: Eq. (A.1), Eq. (A.2), etc.; in a subsequent appendix, Eq. (B.1)  
 883 and so on. Similarly for tables and figures: Table A.1; Fig. A.1, etc.

#### 884 *Essential title page information*

885 • **Title.** Concise and informative. Titles are often used in information-  
 886 retrieval systems. Avoid abbreviations and formulae where possible.

887 • **Author names and affiliations.** Where the family name may be ambiguous  
 888 (e.g., a double name), please indicate this clearly. Present the authors'  
 889 affiliation addresses (where the actual work was done) below the names.  
 890 Indicate all affiliations with a lower-case superscript letter immediately  
 891 after the author's name and in front of the appropriate address. Provide  
 892 the full postal address of each affiliation, including the country name and,  
 893 if available, the e-mail address of each author.

894 • **Corresponding author.** Clearly indicate who will handle correspondence at  
 895 all stages of referee in hand publication, also post-publication. **Ensure that**  
 896 **phone numbers (with country and area**  
 897 **code) are provided in addition to the e-mail address and the complete postal**  
 898 **address. Contact details must be kept up to date by the corresponding author.**

899 • **Present/permanent address.** If an author has moved since the work  
 900 described in the article was done, or was visiting at the time, a 'Present  
 901 address' (or 'Permanent address') may be indicated as a footnote to that  
 902 author's name. The address at which the author actually did the work  
 903 must be retained as the main, affiliation address. Superscript Arabic  
 904 numerals are used for such footnotes.

#### 905 *Abstract*

906 A concise and factual abstract is required (not longer than 400 words).  
 907 The abstract should state briefly the purpose of the research, the  
 908 principal results and major conclusions. An abstract is often presented  
 909 separately from the article, so it must be able to stand alone. For this  
 910 reason, References should be avoided, but if essential, then cite the  
 911 author(s) and year(s). Also, non-standard or uncommon abbreviations  
 912 should be avoided, but if essential they must be defined at their first  
 913 mention in the abstract itself

#### 914 *Graphical abstract*

915 A Graphical abstract is optional and should summarize the contents of the  
 916 article in a concise, pictorial form designed to capture the attention of a  
 917 wide readership online. Authors must provide images  
 918 that clearly represent the work described in the article. Graphical  
 919 abstracts should be submitted as a separate file in the online submission  
 920 system. Image size: Please provide an image with a minimum of 531 ×  
 921 1328 pixels (h × w) or proportionally more. The image should be readable  
 922 at a size of 5 × 13 cm using a regular screen resolution of 96 dpi.

923 Preferred file types: TIFF, EPS, PDF or MS Office files. See  
924 <http://www.elsevier.com/graphicalabstracts> for examples.

925 Authors can make use of Elsevier's Illustration and Enhancement service  
926 to ensure the best presentation of their images also in accordance with all  
927 technical requirements: Illustration Service.

### 928 **Highlights**

929 Highlights are mandatory for this journal. They consist of a short collection  
930 of bullet points that convey the core findings of the article and should be  
931 submitted in a separate file in the online submission system. Please use  
932 'Highlights' in the file name and include 3 to 5 bullet points (maximum  
933 85 characters, including spaces, per bullet point). See  
934 <http://www.elsevier.com/highlights> for examples.

### 935 **Keywords**

936 Immediately after the abstract, provide a maximum of 6 keywords, using  
937 American spelling and avoiding general and plural terms and multiple  
938 concepts (avoid, for example, 'and', 'of'). Be sparing with abbreviations:  
939 only abbreviations firmly established in the field may be eligible. These  
940 keywords will be used for indexing purposes.

### 941 **Abbreviations**

942 Define abbreviations that are not standard in this field in a footnote to be  
943 placed on the first page of the article. Such abbreviations that are  
944 unavoidable in the abstract must be defined at their first mention there,  
945 as well as in the footnote. Ensure consistency of abbreviations throughout  
946 the article.

### 947 **Acknowledgements**

948 Collate acknowledgements in a separate section at the end of the article  
949 before the references and do not, therefore, include them on the title  
950 page, as a footnote to the title or otherwise. List here those individuals  
951 who provided help during the research (e.g., providing language help,  
952 writing assistance or proof reading the article, etc.).

### 953 **Units**

954 SI (Système International d'unités) should be used for all units except  
955 where common usage dictates otherwise. Examples of non-SI that may  
956 be more appropriate (depending on context) in many ecological and  
957 forestry measurements are ha rather than m<sup>2</sup>, year rather than second.  
958 Use Mg ha<sup>-1</sup>, not tonnes ha<sup>-1</sup>, and use µg g<sup>-1</sup>, not ppm (or for volume, µL  
959 L<sup>-1</sup> or equivalent). Tree diameter will  
960 generally be in cm (an approved SI unit) rather than m. Units should be in  
961 the following style: kg ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup>, kg m<sup>-3</sup>. Non-SI units should be spelled  
962 in full (e.g. year). Do not insert 'non-units' within compound units: for  
963 example, write 300 kg ha<sup>-1</sup> of nitrogen (or N), not 300 kg N ha<sup>-1</sup>.

### 964 **Math formulae**

965 Present simple formulae in the line of normal text where possible and use  
966 the solidus (/) instead of a horizontal line for small fractional terms, e.g.,  
967 X/Y. In principle, variables are to be presented in italics. Powers of e are  
968 often more conveniently denoted by exp. Number consecutively any  
969 equations that have to be displayed separately from the text (if referred to  
970 explicitly in the text).



971 **Footnotes**

972 Footnotes should be used sparingly. Number them consecutively  
973 throughout the article. Many word processors build footnotes into the text,  
974 and this feature may be used. Should this not be the case, indicate the  
975 position of footnotes in the text and present the footnotes themselves  
976 separately at the end of the article. Do not include footnotes in the  
977 Reference list.

978 *Table footnotes*

979 Indicate each footnote in a table with a superscript lowercase letter.

980 **Artwork**

981 *Electronic artwork*

982 *General points*

- 983 • Make sure you use uniform lettering and sizing of your original artwork.
- 984 • Preferred fonts: Arial (or Helvetica), Times New Roman (or Times),  
985 Symbol, Courier.
- 986 • Number the illustrations according to their sequence in the text.
- 987 • Use a logical naming convention for your artwork files.
- 988 • Indicate per figure if it is a single, 1.5 or 2-column fitting image.
- 989 • For Word submissions only, you may still provide figures and their  
990 captions, and tables within a single file at the revision stage.
- 991 • Please note that individual figure files larger than 10 MB must be  
992 provided in separate source files. A detailed guide on electronic artwork is  
993 available on our website: <http://www.elsevier.com/artworkinstructions>.

994 **You are urged to visit this site; some excerpts from the detailed**  
995 **information are given here.**

996 *Formats*

997 Regardless of the application used, when your electronic artwork is  
998 finalized, please 'save as' or convert the images to one of the following  
999 formats (note the resolution requirements for line drawings, halftones,  
1000 and line/halftone combinations given below):

1001 EPS (or PDF): Vector drawings. Embed the font or save the text as  
1002 'graphics'. TIFF (or JPG): Color or grayscale photographs (halftones):  
1003 always use a minimum of 300 dpi.

1004 TIFF (or JPG): Bitmapped line drawings: use a minimum of 1000 dpi.

1005 TIFF (or JPG): Combinations bitmapped line/half-tone (color or grayscale):  
1006 a minimum of 500 dpi is required.

1007 **Please do not:**

- 1008 • Supply files that are optimized for screen use (e.g., GIF, BMP, PICT,  
1009 WPG); the resolution is too low.
- 1010 • Supply files that are too low in resolution.
- 1011 • Submit graphics that are disproportionately large for the content.

1012 *Color artwork*

1013 Please make sure that artwork files are in an acceptable format (TIFF (or  
1014 JPEG), EPS (or PDF), or MS Office files) and with the correct resolution. If,  
1015 together with your accepted article, you submit usable color figures then  
1016 Elsevier will ensure, at no additional charge, that these figures will appear  
1017 incolor on the Web (e.g., Science Direct and other sites) regardless of  
1018 whether or not these illustrations are reproduced in color in the printed

1019 version. **For color reproduction in print, you will receive**  
1020 **information regarding the costs from Elsevier after receipt of your**  
1021 **accepted article.** Please indicate your preference for color: in print or on  
1022 the Web only. For further information on the preparation of electronic  
1023 artwork, please see <http://www.elsevier.com/artworkinstructions>.

1024 Please note: Because of technical complications which can arise by  
1025 converting color figures to 'grayscale' (for the printed version should you  
1026 not opt for color in print) please submit in addition usable black and white  
1027 versions of all the color illustrations.

#### 1028 *Figure captions*

1029 Ensure that each illustration has a caption. A caption should comprise a  
1030 brief title (**not** on the figure it self) and a description of the illustration.  
1031 Keep text in the illustrations themselves to a minimum but explain all  
1032 symbols and abbreviations used.

#### 1033 **Tables**

1034 Number tables consecutively in accordance with their appearance in the  
1035 text. Place footnotes to tables below the table body and indicate them  
1036 with superscript lowercase letters. Avoid vertical rules. Be sparing in the  
1037 use of tables and ensure that the data presented in tables do not duplicate  
1038 results described elsewhere in the article.

#### 1039 **References**

##### 1040 *Citation in text*

1041 Please ensure that every reference cited in the text is also present in the  
1042 reference list (and vice versa). Any references cited in the abstract must  
1043 be given in full. Unpublished results and personal communications are not  
1044 recommended in the reference list, but may be mentioned in the text. If  
1045 these references are included in the reference list they should follow the  
1046 standard reference style of the journal and should include a substitution of  
1047 the publication date with either 'Unpublished results' or 'Personal  
1048 communication'. Citation of a reference as 'in press' implies that the item  
1049 has been accepted for publication.

##### 1050 *Reference links*

1051 Increased discoverability of research and high quality peer review are  
1052 ensured by online links to the sources cited. In order to allow us to create  
1053 links to abstracting and indexing services, such as Scopus, Cross Ref and  
1054 PubMed, please ensure that data provided in the references are correct.  
1055 Please note that incorrect surnames, journal/book titles, publication year  
1056 and pagination may prevent link creation. When copying references,  
1057 please be careful as they may already contain errors. Use of the DOI is  
1058 encouraged.

##### 1059 *Web references*

1060 As a minimum, the full URL should be given and the date when the  
1061 reference was last accessed. Any further information, if known (DOI,  
1062 author names, dates, reference to a source publication, etc.),  
1063 should also be given. Web references can be listed separately (e.g., after  
1064 the reference list) under a different heading if desired, or can be included  
1065 in the reference list.

##### 1066 *References in a special issue*

1067 Please ensure that the words 'this issue' are added to any references in  
 1068 the list (and any citations in the text) to other articles in the same Special  
 1069 Issue.

1070 *Reference management software*

1071 This journal has standard templates available in key reference  
 1072 management packages End Note  
 1073 (<http://www.endnote.com/support/enstyles.asp>) and Reference  
 1074 Manager(<http://refman.com/support/rmstyles.asp>). Using plug-ins to  
 1075 word processing packages, authors only need to select the appropriate  
 1076 journal template when preparing their article and the list of references and  
 1077 citations to these will be formatted according to the journal style which is  
 1078 described below.

1079 *Reference formatting*

1080 There are no strict requirements on reference formatting at submission.  
 1081 References can be in any style or format as long as the style is consistent.  
 1082 Where applicable, author(s) name(s), journal title/book title, chapter  
 1083 title/article title, year of publication, volume number/book chapter and the  
 1084 pagination must be present. Use of DOI is highly encouraged. The  
 1085 reference style used by the journal will be applied to the accepted article  
 1086 by Elsevier at the proof stage. Note that missing data will be high light  
 1087 ed at proof stage for the author to correct. If you do wish to format the  
 1088 references yourself they should be arranged according to the following  
 1089 examples:

1090 *Reference style*

1091 *Text:* All citations in the text should refer to:

- 1092 1. *Single author:* the author's name (without initials, unless there is  
 1093 ambiguity) and the year of publication;
- 1094 2. *Two authors:* both authors' names and the year of publication;
- 1095 3. *Three or more authors:* first author's name followed by 'et al.' and the  
 1096 year of publication.

1097 Citations may be made directly (or parenthetically). Groups of references  
 1098 should be listed first alphabetically, then chronologically.

1099 Examples: 'as demonstrated (Allan, 2000a, 2000b, 1999; Allan and Jones,  
 1100 1999). Kramer et al.(2010) have recently shown ....'

1101 *List:* References should be arranged first alphabetically and then further  
 1102 sorted chronologically if necessary. More than one reference from the  
 1103 same author(s) in the same year must be identified by the letters 'a', 'b',  
 1104 'c', etc., placed after the year of publication.

1105 *Examples:*

1106 Reference to a journal publication: Van der Geer, J., Hanraads, J.A.J.,  
 1107 Lupton, R.A., 2010. The art of writin g a scientific article. J. Sci. Commun.  
 1108 163, 51–59.

1109 Reference to a book:

1110 Strunk Jr., W., White, E.B., 2000. The Elements of Style, fourth ed.  
 1111 Longman, New York.

1112 Reference to a chapter in an edited book:

1113 Mettam, G.R., Adams, L.B., 2009. How to prepare an electronic version of  
 1114 your article, in: Jones, B.S., Smith, R.Z. (Eds.), Introduction to the  
 1115 Electronic Age. E-Publishing Inc., New York, pp. 281–304.

1116 *Journal abbreviations source*

1117 Journal names should be abbreviated according to the List of Title Word  
 1118 Abbreviations: <http://www.issn.org/2-22661-LTWA-online.php>.

### 1119 **Video data**

1120 Elsevier accepts video material and animation sequences to support and  
 1121 enhance your scientific research. Authors who have video or animation  
 1122 files that they wish to submit with their article are strongly encouraged to  
 1123 include links to these within the body of the article. This can be done in  
 1124 the same way as a figure or table by referring to the video or animation  
 1125 content and noting in the body text where it should be placed. All  
 1126 submitted files should be properly labeled so that they directly relate to  
 1127 the video file's content. In order to ensure that your video or animation  
 1128 material is directly usable, please provide the files in one of our  
 1129 recommended file formats with a preferred maximum size of 50 MB. Video  
 1130 and animation files supplied will be published online in the electronic  
 1131 version of your article in Elsevier Web products, including Science Direct:  
 1132 <http://www.sciencedirect.com>.

1133 Please supply 'stills' with your files: you can choose any frame from the  
 1134 video or animation or make a separate image. These will be used instead  
 1135 of standard icons and will personalize the link to your video data. For  
 1136 more detailed instructions please visit our video instruction pages  
 1137 at <http://www.elsevier.com/artworkinstructions>. Note: since video and  
 1138 animation cannot be embedded in the print version of the journal, please  
 1139 provide text for both the electronic and the print version for the portions  
 1140 of the article that refer to this content.

### 1141 **AudioSlides**

1142 The journal encourages authors to create an Audio Slides presentation  
 1143 with their published article. Audio Slides are brief, webinar-style  
 1144 presentations that are shown next to the online article on Science Direct.  
 1145 This gives authors the opportunity to summarize their research in their  
 1146 own words and to help readers understand what the paper is about. More  
 1147 information and examples are available  
 1148 at <http://www.elsevier.com/audioslides>. Authors of this journal will  
 1149 automatically receive an invitation e-mail to create an Audio Slides  
 1150 presentation after acceptance of their paper.

### 1151 **Supplementary data**

1152 Elsevier accepts electronic supplementary material to support and  
 1153 enhance your scientific research. Supplementary files offer the author  
 1154 additional possibilities to publish supporting applications, high resolution  
 1155 images, background datasets, sound clips and more. Supplementary files  
 1156 supplied will be published online alongside the electronic version of your  
 1157 article in Elsevier Web products, including  
 1158 Science Direct: <http://www.sciencedirect.com>. In order to ensure that  
 1159 your submitted material is directly usable, please provide the data in one  
 1160 of our recommended file formats. Authors should submit the material in

1161 electronic format together with the article and supply a concise and  
 1162 descriptive caption for each file. For more detailed instructions please visit  
 1163 our [artwork instruction](http://www.elsevier.com/artworkinstructions) pages  
 1164 at <http://www.elsevier.com/artworkinstructions>.

### 1165 **Submission checklist**

1166 The following list will be useful during the final checking of an article prior  
 1167 to sending it to the journal for review. Please consult this Guide for  
 1168 Authors for further details of any item.

#### 1169 **Ensure that the following items are present:**

1170 One author has been designated as the corresponding author with contact  
 1171 details:

- 1172 • E-mail address
- 1173 • Full postal address
- 1174 • Telephone

1175 All necessary files have been uploaded, and contain:

- 1176 • Keywords
- 1177 • All figure captions
- 1178 • All tables (including title, description, footnotes) Further considerations
- 1179 • Manuscript has been 'spell-checked' and 'grammar-checked'
- 1180 • All references mentioned in the Reference list are cited in the text, and  
 1181 vice versa
- 1182 • Permission has been obtained for use of copyrighted material from other  
 1183 sources (including the Web)
- 1184 • Color figures are clearly marked as being intended for color reproduction  
 1185 on the Web (free of charge) and in print, or to be reproduced in color on  
 1186 the Web (free of charge) and in black-and-white in print
- 1187 • If only color on the Web is required, black-and-white versions of the  
 1188 figures are also supplied for printing purposes

1189 For any further information please visit our customer support site at  
 1190 <http://support.elsevier.com>.

### 1191 **AFTER ACCEPTANCE**

#### 1192 **Use of the Digital Object Identifier**

1193 The Digital Object Identifier (DOI) may be used to cite and link to  
 1194 electronic documents. The DOI consists of a unique alpha-numeric  
 1195 character string which is assigned to a document by the publisher upon  
 1196 the initial electronic publication. The assigned DOI never changes.  
 1197 Therefore, it is an ideal medium for citing a document, particularly  
 1198 'Articles in press' because they have not yet received their full  
 1199 bibliographic information. Example of a correctly given DOI (in URL  
 1200 format; here an article in the journal *Physics Letters*  
 1201 *B*): <http://dx.doi.org/10.1016/j.physletb.2010.09.059>

1202 When you use a DOI to create links to documents on the web, the DOIs  
 1203 are guaranteed never to change.

#### 1204 **Online proof correction**

1205 Corresponding authors will receive an e-mail with a link to our Proof  
 1206 Central system, allowing annotation and correction of proofs online. The  
 1207 environment is similar to MS Word: in addition to editing text, you can  
 1208 also comment on figures/tables and answer questions from the Copy

1209 Editor. Web-based proofing provides a faster and less error-prone process  
1210 by allowing you to directly type  
1211 your corrections, eliminating the potential introduction of errors.  
1212 If preferred, you can still choose to annotate and upload your edits on the  
1213 PDF version. All instructions  
1214 for proofing will be given in the e-mail we send to authors, including  
1215 alternative methods to the online  
1216 version and PDF.

1217 We will do everything possible to get your article published quickly and  
1218 accurately - please upload  
1219 all of your corrections within 48 hours. It is important to ensure that all  
1220 corrections are sent back  
1221 to us in one communication. Please check carefully before replying, as  
1222 inclusion of any subsequent  
1223 corrections cannot be guaranteed. Proofreading is solely your  
1224 responsibility. Note that Elsevier may  
1225 proceed with the publication of your article if no response is received.

### 1226 **Offprints**

1227 The corresponding author, at no cost, will be provided with a PDF file of  
1228 the article via email  
1229 (the PDF file is a watermarked version of the published article and  
1230 includes a cover sheet with the journal cover image and a disclaimer  
1231 outlining the terms and conditions of use). For an extra charge, paper off  
1232 prints can be ordered via the offprint order form which is sent once the  
1233 article is accepted for publication. Both corresponding and co-authors may  
1234 order off print at any time via Elsevier's Web Shop  
1235 (<http://webshop.elsevier.com/myarticleservices/offprints>). Authors  
1236 requiring printed copies of multiple articles may use Elsevier WebShop's  
1237 'Create Your Own Book' service to collate multiple articles within a single  
1238 cover (<http://webshop.elsevier.com/myarticleservices/offprints/myarticleservices/booklets>).

### 1240 **AUTHOR INQUIRIES**

1241 For inquiries relating to the submission of articles (including electronic  
1242 submission) please visit this journal's homepage. For detailed instructions  
1243 on the preparation of electronic artwork, please visit  
1244 <http://www.elsevier.com/artworkinstructions>. Contact details for  
1245 questions arising after acceptance of an article, especially those relating to  
1246 proofs, will be provided by the publisher. You can track accepted articles  
1247 at <http://www.elsevier.com/trackarticle>. You can also check  
1248 our Author FAQs at <http://www.elsevier.com/authorFAQ> and/or contact  
1249 Customer Support via <http://support.elsevier.com>.

1250

1251

1252 © Copyright 2012 Elsevier | <http://www.elsevier.com>