

**ESTRUTURA E DINÂMICA DA ERVA-DE-  
PASSARINHO *PSITTACANTHUS ROBUSTUS*  
MART. EM MANCHAS DE HABITAT EM  
TRÊS ÁREAS DE CERRADO**

**GRAZIELLE SALES TEODORO**

**2010**

**GRAZIELLE SALES TEODORO**

**ESTRUTURA E DINÂMICA DA ERVA-DE-PASSARINHO  
*PSITTACANTHUS ROBUSTUS* MART. EM MANCHAS DE HABITAT  
EM TRÊS ÁREAS DE CERRADO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aplicada, área de concentração em Ecologia e conservação de recursos em paisagens fragmentadas e agro sistemas, para a obtenção do título de “Mestre”.

Orientador

Prof. Dr. Eduardo van den Berg

LAVRAS  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2010

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da  
Biblioteca Central da UFLA**

Teodoro, Grazielle Sales.

Estrutura e dinâmica da erva-de-passarinho *Psittacanthus robustus* Mart. em manchas de habitat em três áreas de cerrado / Grazielle Sales Teodoro. – Lavras : UFLA, 2010.

74 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2010.

Orientador: Eduardo van den Berg.

Bibliografia.

1. Parasitismo. 2. Hemiparasita. 3. Metapopulação. 4. *Vochysia thyrsoidea*. 5. Loranthaceae. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 574.5249

**GRAZIELLE SALES TEODORO**

**ESTRUTURA E DINÂMICA DA ERVA-DE-PASSARINHO  
*PSITTACANTHUS ROBUSTUS* MART. EM MANCHAS DE HABITAT  
EM TRÊS ÁREAS DE CERRADO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aplicada, área de concentração em Ecologia e conservação de recursos em paisagens fragmentadas e agro sistemas, para a obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA em 19 de fevereiro de 2010

Prof. Dr. Marco Aurélio Leite Fontes

UFLA

Prof. Dr. Rafael Soares Arruda

UFMT

Prof. Dr. Eduardo van den Berg  
UFLA  
(Orientador)

LAVRAS  
MINAS GERAIS – BRASIL

***Das Utopias***

*Se as coisas são inatingíveis...ora!  
Não é motivo para não querê-las...  
Que tristes os caminhos, se não fora  
A presença distante das estrelas!*

*(Mário Quintana)*

## **DEDICO**

Aos meus pais, João Teodoro e Sônia Sales, que sempre me apoiaram e incentivaram e a Zizi, minha adorável irmã, pela excelente companhia em todos os momentos!

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, pela vida!

A Universidade Federal de Lavras, ao Departamento de Biologia e ao Setor de Ecologia, pela oportunidade concedida.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais - FAPEMIG - pela concessão da bolsa de estudos.

Ao meu orientador, prof. Dr. Eduardo van den Berg, por ter sido tão presente durante esses anos de orientação, pela confiança no trabalho realizado e por sua amizade.

Agradeço aos professores do Setor de Ecologia e do Departamento de Ciências Florestais que foram fundamentais na minha formação profissional, principalmente os professores Marco Aurélio Leite Fontes e Flávia Freitas Coelho, pela co-orientação e amizade.

Aos membros da banca Marco Aurélio L. Fontes e Rafael Soares Arruda que muito enriqueceram esse trabalho. Agradeço também ao Rafael, pelo incentivo de trabalhar com as tão fascinantes ervas-de-passarinho.

Aos queridos amigos que me ajudaram na coleta e análise dos dados: Marcela, Flávia, Paulo, Georgea, Mário, Malcon, Gabi, Carla, Lidiany, Juninho, João (meu pai!), Hisaias, Zizi, André, Lud, Fabiana Mourão... Sem vocês não teria concluído esse trabalho!

A todos os meus amigos que sempre contribuíram para dias melhores em minha vida!

A minha linda família que sempre me apoiou e incentivou!

Enfim, agradeço a todos que passaram por minha vida e contribuíram de alguma forma para o meu crescimento!

Muito obrigada!!!

## SUMÁRIO

	<b>Página</b>
LISTA DE TABELAS.....	i
LISTA DE FIGURAS.....	ii
RESUMO.....	iv
ABSTRACT.....	v
1 Introdução Geral.....	01
2 Referencial teórico.....	04
2.1 O Domínio Cerrado e as espécies de estudo.....	04
2.2 Hemiparasitas.....	05
2.3 Dinâmica metapopulacional.....	06
3 Referências Bibliográficas.....	08
CAPÍTULO 1: Estrutura populacional da hemiparasita <i>Psittacanthus robustus</i> Mart. (Loranthaceae) em manchas de habitat em três áreas de Cerrado.....	12
1 Resumo.....	13
2 Abstract.....	15
3 Introdução.....	16
4 Material e Métodos.....	18
4.1 Área de estudo.....	18
4.2 Espécies de estudo.....	22
4.3 Amostragem.....	23
4.4 Análises.....	23
5 Resultados.....	25
5.1 Padrão de parasitismo.....	27
5.2 Distribuição espacial.....	31
6 Discussão.....	35
6.1 Comparação entre as áreas.....	35
6.2 Padrão de parasitismo.....	37
6.3 Distribuição espacial.....	38
7 Conclusões.....	40
8 Referências Bibliográficas.....	41
CAPÍTULO 2: Dinâmica Metapopulacional da erva-de-passarinho <i>Psittacanthus robustus</i> Mart. (Loranthaceae) em áreas de cerrado.....	46
1 Resumo.....	47
2 Abstract.....	48
3 Introdução.....	49
4 Material e Métodos.....	52

4.1 Áreas de estudo.....	52
4.2 Espécies de estudo.....	53
4.3 Amostragem.....	54
4.4 Análises.....	54
5 Resultados.....	56
5.1 Taxas de dinâmica.....	56
3.2 Extinção das manchas.....	60
3.3 Efeito do fogo.....	61
4 Discussão.....	63
4.1 Taxas de dinâmica.....	63
4.2 Extinção das manchas.....	65
4.3 Efeito do fogo.....	66
4.4 Uma adequação ao modelo de monitoramento de mancha (Snäll et al., 2003) para as hemiparasitas .....	67
5 Referências bibliográficas.....	69
Considerações finais.....	74

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 Parâmetros metapopulacionais; $X^*$ : equilíbrio de manchas ocupadas e mortalidade; $dX_c/da$ : manchas ocupadas no tempo.....	57
TABELA 2 Cálculo dos índices de mortalidade (M), recrutamento (R) e taxa de mudança líquida (Ch) para cada uma das dinâmicas nas três áreas de estudo.....	59

## LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1: Estrutura populacional da hemiparasita <i>Psittacanthus robustus</i> Mart. (Loranthaceae) em manchas de habitat em três áreas de Cerrado	
FIGURA 1	Áreas de Estudo da estrutura populacional e espacial da hemiparasita <i>Psittacanthus robustus</i> ..... 18
FIGURA 2	Análise da paisagem do entorno de cada área de estudo. A) Área de estudo Parque Ecológico Quedas do Rio Bonito (PEQRB); B) Área de estudo Carrancas Zilda (CZ); C) Área de estudo Carrancas Esmeralda (CE)..... 22
FIGURA 3	Distribuição dos indivíduos de <i>Vochysia thyrsoidea</i> por classe de altura: toda a população de <i>V. thyrsoidea</i> (cinza escuro) e indivíduos parasitados (cinza claro). A) Área Esmeralda; B) Área Zilda e C) Área PEQRB..... 26
FIGURA 4	Número de indivíduos de <i>Psittacanthus robustus</i> por classe de diâmetro médio de copa por área de estudo..... 29
FIGURA 5	Número de indivíduos de <i>Psittacanthus robustus</i> por classes de altura de fixação em cada uma das áreas de estudo..... 30
FIGURA 6	Número de indivíduos de <i>Psittacanthus robustus</i> por classe de circunferência do galho parasitado..... 31
FIGURA 7	Padrão de distribuição encontrado para a área de estudo Carrancas Esmeralda. A linha contínua acima do envelope (linha pontilhada) indica agregação dos indivíduos, a linha abaixo do envelope indica uniformidade e a linha entre o envelope indica uma distribuição aleatória. A) Distribuição espacial para a população de <i>V. thyrsoidea</i> (distribuição agregada); B) Distribuição espacial apresentada pelos indivíduos parasitados de <i>V. thyrsoidea</i> (distribuição aleatória)..... 33

FIGURA 8 Padrão de distribuição encontrado para a área de estudo Carrancas Zilda. A linha contínua acima do envelope (linha pontilhada) indica agregação dos indivíduos, a linha abaixo do envelope indica uniformidade e a linha entre o envelope indica uma distribuição aleatória. A) Distribuição espacial para a população de <i>V. thyrsoides</i> (distribuição agregada); B) Distribuição espacial apresentada pelos indivíduos parasitados de <i>V. thyrsoides</i> (distribuição aleatória com apenas um pico de agregação).....	34
CAPÍTULO 2: Dinâmica Metapopulacional da erva-de-passarinho <i>Psittacanthus robustus</i> Mart. (Loranthaceae) em áreas de cerrado	
FIGURA 1 Localização das áreas de estudo no Sul de Minas Gerais.....	52
FIGURA 2 Número de indivíduos mortos em cada um dos inventários na área PEQRB. O cinza escuro representa o número de manchas extintas (número de <i>V. thyrsoides</i> mortas) e o cinza claro representa o número de ervas-de-passarinho mortas nas manchas extintas.....	60
FIGURA 3 Número de <i>Psittacanthus robustus</i> por classe de altura da hospedeira <i>Vochysia thyrsoides</i> na área Carrancas Zilda. O fogo ocorreu no intervalo entre o 1º e o 2º inventário.....	62

## RESUMO

TEODORO, Grazielle Sales. **Estrutura e dinâmica da erva-de-passarinho *Psittacanthus robustus* Mart. em manchas de habitat em três áreas de cerrado.** 2010. 74 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia Aplicada) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

*Psittacanthus robustus* Mart. (Loranthaceae) é uma erva-de-passarinho que coloniza principalmente espécies de Vochysiaceae em Cerrados brasileiros. *Vochysia thyrsoidea* Pohl (Vochysiaceae), uma espécie arbórea, é uma das principais hospedeiras do *P. robustus*. O objetivo do presente trabalho é avaliar a estrutura e dinâmica metapopulacional da erva-de-passarinho *P. robustus* sobre população de *V. thyrsoidea* em três áreas de Cerrado. Foram estudadas três áreas, a primeira área situa-se no município de Lavras (Parque Ecológico Quedas do Rio Bonito - PEQRB), trata-se de um cerrado rupestre. A segunda e terceira áreas encontram-se no município de Carrancas. A área de estudo Carrancas-Zilda (CZ) corresponde a uma fisionomia de Cerrado Sensu Stricto e a área Carrancas-Esmeralda (CE) trata-se de um Cerrado Rupestre. Foram amostrados 2,8 hectares em cada área. Todos os indivíduos de *V. thyrsoidea* (manchas de habitat) com altura igual ou superior a dois metros foram amostrados. Para se avaliar o padrão de parasitismo do *P. robustus*, todos os indivíduos encontrados nas árvores de *V. thyrsoidea* foram registrados. As populações foram monitoradas em intervalos de seis meses. Comparando as áreas de estudo, houve diferenças no número de indivíduos de *P. robustus* entre as áreas devido ao fogo. A área CE foi queimada antes do estudo e nas áreas PEQRB e CZ não ocorreu fogo. Ainda não havia na literatura relato sobre a sensibilidade do *P. robustus* ao fogo. Houve um claro padrão de parasitismo, onde os indivíduos maiores de *V. thyrsoidea* eram os mais parasitados e, a espécie apresenta uma agregação de indivíduos em escala local independente do padrão encontrado para a espécie hospedeira. Em relação à dinâmica do *P. robustus* e da *V. thyrsoidea*, as taxas de mudanças foram baixas para os hospedeiros e altas para as ervas-de-passarinho. A área controle (ausência de fogo) PEQRB foi a área em que ocorreu maior mortalidade de *V. thyrsoidea*. Nessa área, todas as manchas mortas apresentaram hemiparasitas, provavelmente, o parasitismo foi à causa da extinção das manchas. Ocorreu à extinção de sub-populações locais sem a extinção da mancha, houve recolonizações e a dinâmica entre as manchas de habitat é assincrônica. A dinâmica do *P. robustus* pode ser vista como uma metapopulação.

**Palavras-chave:** Hospedeiro, *Vochysia thyrsoidea*, *Psittacanthus robustus*,  
estrutura espacial

---

Orientador: Eduardo van den Berg – UFLA, Marco Aurélio Leite Fontes –  
UFLA e Flávia Freitas Coelho – UFLA

## ABSTRACT

Teodoro, Grazielle Sales. **Structure and dynamics of the mistletoe *Psittacanthus robustus* Mart. (Loranthaceae) on habitat patches in three Cerrado areas**. 2010. 74 p. Dissertation (Master program in Applied Ecology) - Federal University of Lavras, Lavras.

*Psittacanthus robustus* Mart. (Loranthaceae) is mistletoe that colonizes mainly Vochysiaceae species in Brazilian Cerrado. *Vochysia thyrsoidea* Pohl (Vochysiaceae), a tree species, is one of the main hosts of *P. robustus*. The objective of this study is to evaluate the structure and metapopulational dynamics of the mistletoe on *V. thyrsoidea* population in three Savannah areas. The studied was carried in three areas, the first is located in the Lavras city (Parque Ecológico Quedas do Rio Bonito), this site is a “Cerrado Rupestre”. The second and third areas are located in the Carrancas municipality. The site Carrancas-Zilda (CZ) is a “Cerrado sensu stricto” physiognomy and the area Carrancas-Esmeralda é a “Cerrado Rupestre”. Were sampled 2.8 hectares in each area. All *V. thyrsoidea* individuals (habitat patch) with height more than two meters were inventoried. To evaluate the *P. robustus* parasitism pattern, all the individuals found in *V. thyrsoidea* trees were recorded. The populations were monitored at intervals of six months. Comparing the sites, there were differences in the number of *P. robustus* individuals among the areas due to fire. The site CE was burned before the study and in areas PEQRB and CZ there weren't fire. Still didn't report in the literature about the *P. robustus* fire sensitivity. There was a strong parasitism pattern, where the biggest *V. thyrsoidea* individuals were the most infected and, the *P. robustus* showed an aggregation of individuals at the local level regardless of the pattern found for the host species. In relation to the *P. robustus* dynamics, the rates of change were low for the host and higher for mistletoe. The control area (without fire) PEQRB was the site with the greatest mortality of *V. thyrsoidea*. In this area all the patches died had mistletoe, probably; the parasitism was the cause of the extinction of the patches. Occurred the local subpopulation extinction without the patch extinction, were observed re-colonization and the dynamics among the habitat patches were asynchronous. In conclusion, dynamics of *P. robustus* can be viewed like a metapopulation.

**Keywords:** Host, *Vochysia thyrsoidea*, *Psittacanthus robustus*, spatial structure.

---

Adviser: Eduardo van den Berg – UFLA, Marco Aurélio Leite Fontes – UFLA  
and – Flávia Freitas Coelho – UFLA

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

A família Loranthaceae possui distribuição pantropical, sendo que no Brasil ocorrem cerca de dez gêneros com aproximadamente 100 espécies (Souza & Lorenzi, 2005). No Domínio Cerrado, foram descritas 36 espécies, sendo todas hemiparasitas (Barbosa & Proença, 1999). São plantas perenes, que se fixam nos galhos e troncos das plantas hospedeiras através de raízes epicorticais do tipo haustório (Calder, 1983; Calvin & Wilson, 2006). São consideradas hemiparasitas porque realizam a fotossíntese (Rotta, 2001) e ervas-de-passarinho devido à síndrome de dispersão apresentada pelas espécies (Watson, 2001; Arruda et al., 2006).

Um fator importante no estudo das hemiparasitas é a especificidade por hospedeiros (Mourão et al., 2006). Algumas espécies são especialistas por se associarem a poucas espécies de hospedeiros, enquanto aquelas que se associam a diferentes espécies de plantas são consideradas generalistas (Norton & Carpenter, 1998; Norton & De Lange, 1999; Arruda et al., 2006). Dessa forma, a distribuição das hemiparasitas em suas plantas hospedeiras é determinada pela abundância relativa de espécies hospedeiras, distância entre hospedeiros, arquitetura da planta hospedeira (Monteiro et al., 1992, Sargent, 1995) e condições ambientais, já que algumas espécies são sensíveis ao fogo e à geada (García-Franco & Rico-Gray, 1996).

Estudos com hemiparasitas têm mostrado que essas plantas apresentam uma distribuição espacial agregada e que espécies arbóreas com alturas mais elevadas geralmente são as mais parasitadas (Monteiro et al., 1992; Overton, 1994; Aukema & Martínez del Río, 2002; Aukema, 2004; Medel et al., 2004; Roxburgh & Nicolson, 2008). Esses padrões estão relacionados ao comportamento dos agentes dispersores, que são atraídos pelo recurso e permanecem nas manchas parasitadas. Outro fator importante, é que indivíduos

maiores, provavelmente são mais velhos e teriam maior tempo para adquirir ervas-de-passarinho.

As ervas-de-passarinho ocupam um habitat com uma distinta estrutura espacial. O habitat dessas plantas é uma coleção de manchas passíveis de colonização, sendo essas as árvores hospedeiras, em uma matriz inóspita que seria a área entre as árvores ou com árvores não susceptíveis à colonização – espécies não hospedeiras (Overton, 1994). A dispersão geralmente ocorre por pássaros especializados no consumo dos frutos dessas plantas dentro e entre as manchas de habitat. Assim sendo, as populações de hemiparasitas são constituídas por sub-populações locais de plantas ocupando um habitat subdividido e, por isso, podem ser vistas como metapopulações (Overton, 1994).

De acordo com Tremblay (2006), estudos da dinâmica de metapopulações em plantas são raros e limitados. Contudo, como as hemiparasitas apresentam essa distinta distribuição, a investigação da estrutura e dinâmica de populações de plantas hemiparasitas sobre seus hospedeiros apresenta-se como uma oportunidade de se estudar metapopulações (Overton, 1994).

*Psittacanthus robustus* Mart. (Loranthaceae) é uma espécie de hemiparasita Neotropical que coloniza principalmente espécies de Vochysiaceae em Cerrados brasileiros (Monteiro et al., 1992). O padrão de parasitismo de *Psittacanthus robustus* no estudo de Monteiro et al. (1992) relacionou-se com: 1) a altura e o aspecto da copa das plantas hospedeiras; 2) a presença de uma substância viscosa na porção apical do fruto do parasita; 3) o comportamento alimentar e seleção de habitat do pássaro dispersor *Tersina viridi viridis*.

*Vochysia thyrsoidea* Pohl. (Vochysiaceae), principal hospedeira de *P. robustus* nas áreas de estudo, é uma espécie arbórea característica do Cerrado, apresentando casca grossa, ritidoma com fissuras e cristas descontínuas e sinuosas. É acumuladora de alumínio, o que proporciona uma vantagem

competitiva para crescer com sucesso nos solos ácidos dos Cerrados (Felfili & Silva Junior, 1993).

O primeiro capítulo dessa dissertação investiga e compara a estrutura populacional e o padrão de parasitismo do *P. robustus* sobre sua hospedeira *V. thyrsoides* em três áreas de Cerrado, sendo duas delas pertencentes à fisionomia de Cerrado Rupestre e a terceira área um Cerrado *Sensu Stricto*. O segundo capítulo busca avaliar a dinâmica da erva-de-passarinho *P. robustus* e de sua hospedeira, buscando responder se a população da hemiparasita apresenta uma dinâmica metapopulacional.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 O Domínio Cerrado e as espécies de estudo

O Brasil é o país que abriga uma das maiores diversidades biológicas do mundo com cerca de 10% de todas as espécies do planeta (Myers et al., 2000). O Cerrado compreende 21% da cobertura vegetal do Brasil, sendo a maior extensão de savana na América do Sul (Biodiversity hotspots, 2010). É considerado um dos 34 hotspots mundiais e um dos mais ameaçados do planeta (Mittermier et al., 1998; Myers et al., 2000), sendo que somente 21,3% da área ocupada por este domínio possuem a cobertura original, estando este restante sob fortes pressões antrópicas (Biodiversity hotspots, 2010). Esse domínio apresenta um mosaico de fitofisionomias, o que o torna uma região peculiar e muito diversificada (Ribeiro & Walter, 2008).

A família Vochysiaceae possui distribuição neotropical, sendo que no Brasil é uma das principais famílias dos cerrados, onde se destacam espécies de *Qualea* e *Vochysia* (Souza & Lorenzi, 2005). A *V. thyrsoidea* é uma espécie arbórea característica do Cerrado, apresentando casca grossa, ritidoma com fissuras e cristas descontínuas e sinuosas. É uma das espécies mais comuns nos cerrados de maior altitude, marcando, assim uma transição para os campos rupestres em várias regiões serranas, como as Serras do Cipó, de Itabirito e da Canastra, em Minas Gerais, e a Chapada dos Veadeiros em Goiás (Oliveira-Filho & Fluminhan-Filho, 1999).

A erva-de-passarinho, *P. robustus*, é uma espécie hemiparasita que coloniza principalmente espécies de Vochysiaceae em Cerrados brasileiros (Monteiro et al., 1992). As sementes possuem uma substância mucilaginosa e aderente na sua região apical, assim como outras espécies de hemiparasitas, que facilita a aderência no hospedeiro (Monteiro et al., 1992). A *V. thyrsoidea* é a

principal hospedeira do *P. robustus* nas áreas de cerrado estudadas (comunicação pessoal).

## **2.2 Hemiparasitas**

As ervas-de-passarinho são plantas perenes, com folhas sempre verdes, que se fixam nos galhos e troncos da planta hospedeira através da emissão de raízes epicorticais do tipo haustório. Essas plantas invadem o xilema dos seus hospedeiros para obter água, sais minerais e, em alguns casos, açúcares e aminoácidos (Calder & Bernardet, 1983; Calvin & Wilson, 2006). São consideradas plantas hemiparasitas porque também realizam a fotossíntese, o que permite metabolizar substâncias orgânicas para o seu desenvolvimento (Rotta, 2001).

Essas plantas são conhecidas como “erva-de-passarinho”, devido à dependência das aves como dispersoras de suas sementes. Muitos destes pássaros são especializados no consumo desses frutos (Watson, 2001). Segundo Watson (2001), esse grupo pode ser considerado um recurso-chave para a fauna.

Algumas espécies de ervas-de-passarinho são denominadas especialistas por parasitarem poucas espécies de hospedeiros, enquanto aquelas que se associam a diferentes espécies de plantas, sem mostrar preferência definida, são denominadas generalistas (Norton & Carpenter, 1998; Norton & De Lange, 1999; Arruda et al., 2006; Mourão et al., 2006). Além da questão da especificidade por hospedeiros, a distribuição dessas plantas também pode ser determinada pela distância entre hospedeiros, condições ambientais e comportamento de forrageamento dos pássaros dispersores (Monteiro et al., 1992, Sargent, 1995; García-Franco & Rico-Gray, 1996).

A germinação e o estabelecimento das ervas-de-passarinho dependem do sucesso na dispersão de sementes, da compatibilidade com o hospedeiro e

condições ambientais favoráveis ao estabelecimento (Aukema & Martínez Del Rio, 2002a; Cazetta & Galetti, 2007).

Os dados encontrados na literatura mostram que a maioria das ervas-de-passarinho apresenta distribuição espacial agregada (Monteiro et al., 1992; Overton, 1994; Aukema & Martínez del Río, 2002a,b; Aukema, 2004; Medel et al., 2004; Roxburgh & Nicolson, 2008; Teodoro et al., 2010). Esse padrão de agregação nos trabalhos citados acima está relacionado ao comportamento dos agentes dispersores dos frutos dessas espécies que permanecem mais tempo em árvores – manchas – parasitadas. Além disso, os hospedeiros maiores e mais altos são os mais parasitados. Segundo Roxburgh & Nicolson (2008), esse padrão é típico para as hemiparasitas que apresentam dispersão por pássaros. A relação de tamanho do hospedeiro e intensidade de infecção ocorre porque árvores maiores são mais velhas e teriam maior tempo para serem parasitadas (Overton, 1994). Além disso, Aukema & Martínez Del Rio (2002a; 2002b) e Aukema (2004) argumentaram que o comportamento dos pássaros dispersores é um fator fundamental na deposição das sementes das ervas-de-passarinho e que esses preferem forragear em indivíduos mais altos.

### **2.3 Dinâmica metapopulacional**

A teoria de metapopulações foi proposta por Levins (1970), pouco depois da teoria de biogeografia de ilhas, para suprir a maior deficiência dos modelos clássicos de dinâmica de populações que ignoravam o fluxo de indivíduos entre populações vizinhas. Uma metapopulação é definida como um conjunto de sub-populações ocupando manchas discretas de habitat, onde cada mancha apresenta uma dinâmica local assíncrona (Hanski, 1991, 1994a; 1994b; 1997). Migrações, colonizações e extinções são os principais processos populacionais envolvidos nas metapopulações (Hanski, 1997). Segundo Hanski (1991; 1994a; 1994b; 1997), essa teoria aparece como uma das mais úteis na

biologia da conservação (Hanski, 1998), e essa utilidade deve ser ainda maior à medida que os modelos de metapopulação forem incorporando a complexidade da paisagem.

Para ser considerada uma metapopulação, Hanski (1997) estabeleceu quatro premissas: 1) habitats adequados ocorrem em manchas discretas que podem ser ocupados por populações; 2) populações locais apresentam risco de extinção; 3) manchas de habitat não podem estar tão isoladas na paisagem de modo que impeça a re-colonização após as extinções locais; 4) populações locais não podem apresentar dinâmicas sincrônicas.

De acordo com Overton (1994), as hemiparasitas podem ser consideradas metapopulações, pois apresentam uma intrigante estrutura espacial. Essas plantas ocupam um habitat subdividido: uma coleção de manchas que podem ser colonizadas (árvores hospedeiras), manchas que nunca serão ocupadas (árvores não hospedeiras) e uma matriz inóspita (área entre as árvores).

Nesse contexto, o processo de colonização de cada mancha de habitat depende das taxas de deposição de sementes, germinação e sobrevivência das ervas-de-passarinho (Aukema & Martínez Del Rio, 2002 a,b). Tais taxas estão intimamente ligadas ao comportamento dos agentes dispersores, os pássaros frugívoros. O processo de extinção das ervas-de-passarinho é influenciado por fatores intrínsecos, como o ciclo de vida das espécies e também devido a fatores extrínsecos principalmente temperatura. (García-Franco & Rico-Gray, 1996). Além disso, em se tratando de uma metapopulação, a extinção da mancha corresponde à extinção local da população de hemiparasitas.

### 3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARRUDA, R.; CARVALHO, L. N.; DEL-CLARO, K. Host specificity of a Brazilian mistletoe, *Struthanthus* aff. *polyanthus* (Loranthaceae), in cerrado tropical savanna. **Flora: morphology, distribution, functional ecology of plants**, London, v. 201, n. 2, p. 127-134, Feb. 2006.

AUKEMA, J. E. Distribution and dispersal of desert mistletoe is scale-dependent, hierarchically nested. **Ecography**, Copenhagen, v. 27, n. 2, p. 137-144, Mar. 2004.

AUKEMA, J. E.; MARTINEZ DEL RIO, C. Mistletoes as parasites and seed-dispersing birds as disease vectors: current understanding, challenges, and opportunities. In: LEVEY, D. J.; SILVA, W. R.; GALETTI, M. (Ed.). **Seed dispersal and frugivory: ecology, evolution and conservation**. New York: CABI, 2002a. p. 99-110.

AUKEMA, J. E.; MARTINEZ DEL RIO, C. Where does a fruit-eating bird deposit mistletoe seeds?: seed deposition patterns and an experiment. **Ecology**, Durham, v. 83, n. 12, p. 3489-3496, Dec. 2002b.

BARBOZA, M. A.; PROENÇA, C. E. B. Loranthaceae no bioma cerrado. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 50., 1999, Blumenau. **Anais...** Blumenau: SBB/FURB, 1999. p. 243-244.

BIODIVERSITY HOTSPOTS. **Cerrado: diversity and endemism**. Arlington, 2010. Disponível em: <<http://www.biodiversityhotspots.org/xp/Hotspots/cerrado/Pages/biodiversity.aspx>>. Acesso em: 3 jan. 2010.

CALDER, M.; BERNARDT, P. **The biology of mistletoes**. Sidney: Academic, 1983.

CALVIN, C. L.; WILSON, C. A. Comparative morphology of epicortical roots in Old and New World Loranthaceae with reference to root types, origin, patterns of longitudinal extension and potential for clonal growth. **Flora: morphology, distribution, functional ecology of plants**, London, v. 201, n. 1, p. 56-64, Jan. 2006.

FELFILI, J. M.; SILVA JUNIOR, M. C. Floristics composition, phytosociology and comparison of cerrado and gallery forest at Fazenda Água Limpa. In: FURLEY, P. A.; PROCTOR, J.; RATTER, J. A. (Org.). **Nature and dynamics of forest/savanas boundaries**. London: Chapman e Hall, 1992. p. 393-415.

GARCIA-FRANCO, J. G.; RICO-GRAY, V. Distribution and host specificity in the holoparasite *Bdallophyton bambusarum* (Rafflesiaceae) in a tropical deciduous forest in Veracruz, Mexico. **Biotropica**, Washington, v. 28, n. 4, p. 759-762, Dec. 1996.

HANSKI, I. Metapopulation dynamics: from concepts and observations to predictive models. In: HANSKI, I.; GILPIN, M. E. (Ed.). **Metapopulation Biology: ecology, genetics and evolution**. London: Academic, 1997. p. 69-91.

HANSKI, I. A practical model of metapopulation dynamics. **Journal of Animal Ecology**, Oxford, v. 63, n. 1, p.151-162, Jan. 1994a.

HANSKI, I. Single-species metapopulation dynamics: concepts, models and observations. **Biological Journal of the Linnean Society**, London, v. 42, n. 1/2, p. 17-38, Jan. 1991.

HANSKI, I. Spatial scale, patchiness and movement on land. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London: series B**, London, v. 343, n. 1303, p.19-25, 1994b.

LEVINS, R. Extinction. In: GERSTENHABER, M. (Ed.). **Some mathematical questions in biology. lectures on mathematical in life sciences, providence**. Rhode Island: American Mathematical Society, 1970. p. 77- 107.

MEDEL, R.; VERGARA, E.; SILVA, A.; KALIN-ARROYO, M. Effects of vector behaviour and host resistance on mistletoe aggregation. **Ecology**, Durham, v. 85, n. 1, p. 120-129, Jan. 2004.

MITTERMEYER, R. A.; MYERS, N.; MITTERMEYER, C. G. **Hotspots Earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions**. New York. CEMEX/Conservation International, 1999. 430p.

MONTEIRO, R. F.; MARTINS, R. P.; YAMAMOTO, K. Host specificity and seed dispersal of *Psittacanthus robustus* (Loranthaceae) in south-east Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 8, n. 3, p. 307-314, Aug. 1992.

- MOURÃO, F. A.; CARMO, F. F.; RATTON, P.; JACOBI, C. M. Hospedeiras da hemiparasita *Struthanthus flexicaulis* (Mart.) Mart. (Loranthaceae) em campos rupestres ferruginosos do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. **Lundiana**, Belo Horizonte, v. 7, n.2, p. 103-109, 2006.
- MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; FONSECA, G. A. B.; KENTS, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, London, v. 403, n. 4, p. 853-858, Apr. 2000.
- NORTON, D. A.; CARPENTER, M. A. Mistletoes as parasites: host specificity and speciation. **Trends in Ecology and Evolution**, Amsterdam, v. 13, n. 3, p. 101-105, Mar. 1998.
- NORTON, D. A.; DE LANGE, P. J. Host specificity in parasitic mistletoes (Loranthaceae) in New Zealand. **Functional Ecology**, Oxford, v. 13, n. 4, p. 552-559, Aug. 1999.
- OLIVEIRA-FILHO, A. T.; FLUMINHAN-FILHO, M. Ecologia da vegetação do Parque Florestal Quedas do Rio Bonito. **Cerne**, Lavras, v. 5, n. 2, p. 51-64, jul. 1999.
- OVERTON, J. M. Dispersal and infection in mistletoe metapopulations. **Journal of Ecology**, Oxford, v. 82, n. 4, p.711-723, Dec. 1994.
- RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. As principais fitofisionomias do bioma cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO, J. F. **Cerrado: ecologia e flora**. Planaltina: Embrapa/CPAC, 2008. 1279p.
- ROTTA, E. **Erva-de-passarinho (Loranthaceae) na arborização urbana: passeio Público de Curitiba, um estudo de caso**. 2001. 135f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- ROXBURGH, L.; NICOLSON, S. W. Differential dispersal and survival of an African mistletoe: does host size matter? **Plant Ecology**, Dordrecht, v. 195, n. 1, p. 21-31, Mar. 2008.
- SARGENT, S. Seed fate in a tropical mistletoe: the importance of host twig size. **Functional Ecology**, Oxford, v. 9, n. 2, p. 197-204, Apr. 1995.
- SOUZA, V. C.; LORENZI, H. **Botânica sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II**. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2005. 640 p.

TEODORO, G. S.; VAN DEN BERG, E. NUNES SANTOS, M. C.; COELHO, F. F. How does a *Psittacanthus robustus* Mart. population structure relate to a *Vochysia thyrsoidea* Pohl host population? **Flora: morphology, distribution, functional ecology of plants**, London, 2010. No prelo.

TREMBLAY, R. L.. MELÉNDEZ-ACKERMAN, E.; KAPAN, D. Do epiphytic orchids behave as metapopulations?: evidence from colonization, extinction rates and asynchronous population dynamics. **Biological Conservation**, Essex, v. 129, n. 1, p. 70-81, Aug. 2006.

WATSON, D. A. Mistletoe: a keystone resource in forests and woodlands worldwide. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Palo Alto, v. 32, p. 219-249, Nov. 2001.

## **CAPÍTULO 1**

### **ESTRUTURA POPULACIONAL DA HEMIPARASITA *PSITTACANTHUS ROBUSTUS* MART. (LORANTHACEAE) EM MANCHAS DE HABITAT EM TRÊS ÁREAS DE CERRADO**

## 1 RESUMO

O objetivo desse trabalho foi investigar e comparar a estrutura populacional e o padrão de parasitismo do *Psittacanthus robustus* Mart. (Loranthaceae) na espécie hospedeira *Vochysia thyrsoidea* Pohl (Vochysiaceae) em três áreas de estudo, buscando encontrar padrões gerais sobre as plantas hemiparasitas. Foram estudadas três áreas, a primeira área situa-se no município de Lavras (Parque Ecológico Quedas do Rio Bonito - PEQRB), trata-se de um cerrado rupestre. A segunda e terceira áreas encontram-se no município de Carrancas. A área de estudo Carrancas Zilda (CZ) corresponde a uma fisionomia de Cerrado Sensu Stricto e a área Carrancas Esmeralda (CE) trata-se de um Cerrado Rupestre. Foram amostrados 2,8 hectares em cada área de estudo. Todos os indivíduos de *V. thyrsoidea* (manchas de habitat) com altura igual ou superior a dois metros foram amostrados. Para se avaliar o padrão de parasitismo do *P. robustus*, todos os indivíduos encontrados nas árvores de *V. thyrsoidea* foram registrados. Na área de estudo CE foram mapeados 303 indivíduos de *V. thyrsoidea*, desses 27 estavam parasitados (o número de hemiparasitas por hospedeiro variou de um a seis, totalizando 52 indivíduos de *P. robustus*). Na área CZ 182 indivíduos satisfizeram o critério de inclusão, desses 62 estavam parasitados (o número de hemiparasitas variou de um a 20, totalizando 251 indivíduos). Já na área do PEQRB foram mapeados 267 indivíduos de *V. thyrsoidea*, sendo 82 parasitados (o número de ervas-de-passarinho variou de um a 12, totalizando 193 hemiparasitas). Houve diferenças significativas entre a média de altura da população de *V. thyrsoidea* entre as áreas de estudo ( $F(1;752)=77,57970$ ;  $p<0,0001$ ). Considerando apenas a altura dos indivíduos parasitados, também foi observado diferenças significativas entre as médias de altura ( $F(2;165)=15,247$ ;  $p<0,001$ ). A altura dos indivíduos parasitados foram mais semelhante entre as áreas PEQRB e CE. O tamanho das hemiparasitas (diâmetro médio da copa) também diferiu entre as áreas de estudos ( $F(2;496)=5,906$ ;  $p=0,002920$ ). Em relação à altura de fixação das hemiparasitas na hospedeira, há uma clara preferência de fixação pelo ápice das hospedeiras nas três áreas. O teste  $\chi^2$  evidenciou um maior parasitismo em indivíduos maiores de *V. thyrsoidea*. A distribuição espacial da população de *V. thyrsoidea* mostrou-se agregada na área CE, enquanto na área CZ foi aleatória. A distribuição espacial dos indivíduos parasitados nas áreas CE e CZ foram aleatórias, já no PEQRB a distribuição dos indivíduos parasitados foi agregada. Considerando cada indivíduo de *V. thyrsoidea* como uma mancha de habitat, a distribuição das ervas-de-passarinho nas três áreas mostrou-se agregada. Houve diferenças no número de indivíduos de *P. robustus* entre as áreas de estudo

devido ao fogo. A área de estudo CE foi queimada antes do estudo e nas áreas PEQRB e CZ não ocorreu fogo. Ainda não havia na literatura relato sobre a sensibilidade do *P. robustus* ao fogo. Houve um claro padrão de parasitismo, onde os indivíduos maiores de *V. thyrsoidea* eram os mais parasitados e a espécie apresenta uma agregação de indivíduos em escala local independente do padrão encontrado para a espécie hospedeira.

**Palavras-chave:** Distribuição espacial, erva-de-passarinho, *Vochysia thyrsoidea*.

## 2 ABSTRACT

The aim of this work was to evaluate and compare the population structure and parasitism pattern of *Psittacanthus robustus* Mart. (Loranthaceae) on the host *Vochysia thyrsoidea* Pohl (Vochysiaceae) in three sites. The study was carried out in three areas, the first one was in Lavras (MG, Brazil) (Parque Ecológico Quedas do Rio Bonito – PEQRB), this site is a ‘Cerrado Rupestre’. The second and third sites are located in Carrancas (MG, Brazil). The site Carrancas Zilda (CZ) is physiognomy of ‘Cerrado Sensu Stricto’ and the site Carrancas Esmeralda (CE) is a ‘Cerrado Rupestre’. In each study area were inventoried 2,8 hectares. All the *V. thyrsoidea* individual (habitat patch) with two or more meters height were sampled. To evaluate the *P. robustus* parasitism pattern, all the individual found in the host *V. thyrsoidea* were registered. In the site CE was mapped 303 individuals of *V. thyrsoidea*, 27 were infested (the mistletoe number per host varied of one to six, totaling 52 individuals of *P. robustus*). The site CZ had 182 individuals of *V. thyrsoidea*, 62 were infested (the individuals number per host varied of one to 20, totaling 251 mistletoe). In the PEQRB area were mapped 267 *V. thyrsoidea* individuals, 82 were infested (the mistletoe number varied of one to 12, totaling 192 *P. robustus*). There was significant differences in the *V. thyrsoidea* population height average among the studies area ( $F(1;752)=77,57970$ ;  $p<0,0001$ ), showing that the height average of the *V. thyrsoidea* population differed in the areas. Considering only the height of the infected individuals, was also observed significant differences among the height average ( $F(2;165)=15,247$ ;  $p<0,001$ ). The height of infected individuals was more similar between the sites PEQRB e CE. The mistletoe size (canopy mean diameter) also differed among the sites ( $F(2;496)=5,906$ ;  $p=0,002920$ ). In relation the mistletoe height attachment in the host, there is a strong preference to fix on the host apex. The  $\chi^2$  showed a higher parasitism in larger individual of *V. thyrsoidea*. The *V. thyrsoidea* spatial distribution was clumped in the area CE and random in the area CZ. The spatial distribution of infected individuals in the sites CE and CZ were random, as in PEQRB the spatial distribution was clumped. Considering each *V. thyrsoidea* as a patch of habitat, the mistletoe distribution were clumped in the three studies areas. The difference in the number of *P. robustus* among the studies areas was due to fire. The site CE was burned before the study, in the areas PEQRB e CZ there wasn’t fire. Still there wasn’t report in the literature about the *P. robustus* fire sensibility. This is sensitive specie even though in the Cerrado Domain, where the fire is a recurring event. There was a clear parasitism pattern, where the larger individuals of *V. thyrsoidea* were the most infested and the specie showed has an aggregation of individuals at the local level.

**Keywords:** Spatial distribution, mistletoe, *Vochysia thyrsoidea*.

### 3 INTRODUÇÃO

Ervas-de-passarinho, são um grupo diverso de plantas hemiparasitas, que fixam-se nos galhos e troncos das plantas hospedeiras através da emissão de raízes epicorticais do tipo haustório (Calder & Bernardet, 1983; Calvin & Wilson, 2006). Essas plantas ocupam um habitat com uma distinta estrutura espacial caracterizado por manchas de habitat (árvores hospedeiras) em uma matriz inóspita (área entre as árvores) e entre manchas de habitats não ocupadas (espécies não hospedeiras) (Overton, 1994). A dispersão geralmente ocorre por pássaros especializados no consumo desses frutos (Reid, 1989; Monteiro et al., 1992; Watson, 2001) dentro e entre as manchas de habitat (Overton, 1994).

Assim, padrões de distribuição de plantas parasitas são definidos pela distribuição das espécies hospedeiras (manchas de habitat), pelo padrão de movimentação dos vetores e pela própria tolerância fisiológica dos parasitas a fatores abióticos, visto que várias espécies de hemiparasita são sensíveis ao fogo (Overton, 1994; Aukema & Martínez Del Rio, 2002b; Aukema, 2004; Watson et al., 2007).

As hemiparasitas infectam somente uma parte da riqueza total de espécie em uma área (Norton & Carpenter, 1998; Aukema & Martínez del Río, 2002a; Arruda et al., 2006; Mourão et al., 2006) e mostram diferentes graus de especificidade por hospedeiros, podendo ser generalistas, infectando muitas espécies hospedeiras, ou especialistas, restringindo-se a espécies ou grupos taxonômicos mais elevados como gêneros e famílias (Norton & De Lange, 1999).

Trabalhos têm mostrado que as ervas-de-passarinho apresentam uma distribuição espacial agregada e que espécies arbóreas com alturas mais elevadas geralmente são as mais parasitadas (Monteiro et al., 1992; Overton, 1994;

Aukema & Martínez del Río, 2002; Aukema, 2004; Medel et al., 2004; Roxburgh & Nicolson, 2008). Esses padrões estão relacionados com o comportamento dos agentes dispersores, que são atraídos pelo recurso e permanecem nas manchas parasitadas. Outro fator é que indivíduos maiores, provavelmente são mais velhos e teriam maior tempo para adquirir ervas-de-passarinho e, além disso, a arquitetura da copa influenciaria no processo de deposição de sementes e estabelecimento das hemiparasitas parasitadas (Monteiro et al., 1992; Overton, 1994; Aukema & Martínez del Río, 2002; Aukema, 2004; Medel et al., 2004; Roxburgh & Nicolson, 2008).

No Brasil, são poucos os trabalhos ecológicos com espécies hemiparasitas, destacando os trabalhos de Monteiro et al. (1992); Guerra & Marini (2002); Arruda et al. (2006); Mourão et al. (2006); Cazetta & Galetti (2007) e Teodoro et al. (2010). Essa carência de estudos evidencia a importância de estudos com esse grupo.

O objetivo desse trabalho é investigar e comparar a estrutura populacional e o padrão de parasitismo do *P. robustus* na espécie hospedeira *Vochysia thyrsoidea* Pohl (Vochysiaceae) em três áreas de estudo. As hipóteses formuladas foram: 1) Existem diferenças na estrutura populacional da erva-de-passarinho entre as áreas de estudo devido à ocorrência diferenciada de fogo; 2) O parasitismo da erva-de-passarinho em questão está concentrado nos indivíduos maiores; 3) A distribuição espacial para a espécie é agregada, devido ao comportamento dos pássaros dispersores.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 Área de estudo

O Cerrado compreendia 21% da cobertura vegetal do Brasil, sendo a maior extensão de savana na América do Sul (Biodiversity hotspots, 2008). O Cerrado é considerado um dos 34 hotspots mundiais e um dos mais ameaçados do planeta (Mittermier et al., 1998; Myers et al., 2000). Esse domínio apresenta um mosaico de fitofisionomias, o que o torna uma região peculiar e muito diversificada (Ribeiro & Walter, 2008). Esse estudo foi conduzido em três áreas de Cerrado, duas delas reconhecidas como Cerrado Rupestre e uma como Cerrado *Sensu Stricto* (Figura 1).



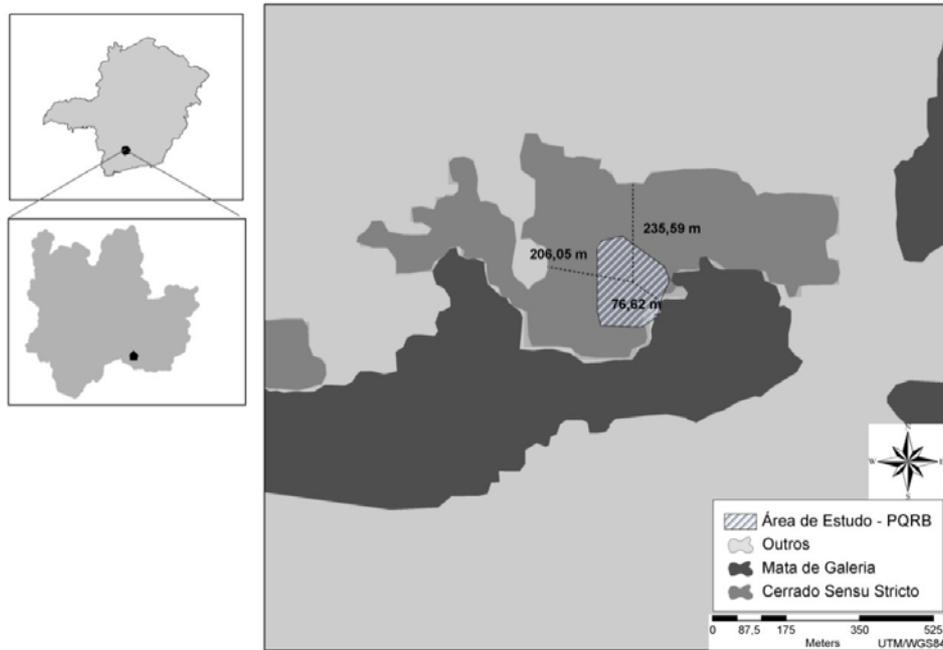
FIGURA 1 Áreas de Estudo da estrutura populacional e espacial da hemiparasita *Psittacanthus robustus*. As áreas Carrancas-Zilda e Carrancas-Esmeralda localizam-se no município de Carrancas, a área de estudo Parque Ecológico Quedas do Rio Bonito (PEQRB) localiza-se no município de Lavras.

A primeira área situa-se no Parque Ecológico Quedas do Rio Bonito (PEQRB), ao sul do município de Lavras, em uma na região conhecida como Serra do Carrapato, pertencente ao complexo da serra da Bocaina. De acordo com a classificação de Köppen, o clima do local é uma transição entre Cwb e Cwa, ou seja, temperado com invernos secos, com precipitação média anual de 1529,7 mm e temperatura média anual de 19,4°C (Faria, 1999). As principais rochas de origem são os quartzitos e micaxistos, nas partes mais altas, e gnaisses graníticos leucocráticos e quartzitos nas partes mais baixas, predominando os Solos Litólicos álicos e Cambissolos (Curi et al., 1990). A área de estudo encontra-se em fisionomia de Cerrado Rupestre. O centro geográfico da área encontra-se nas coordenadas 21°19'45,31"S e 44°58' 22,69"W.

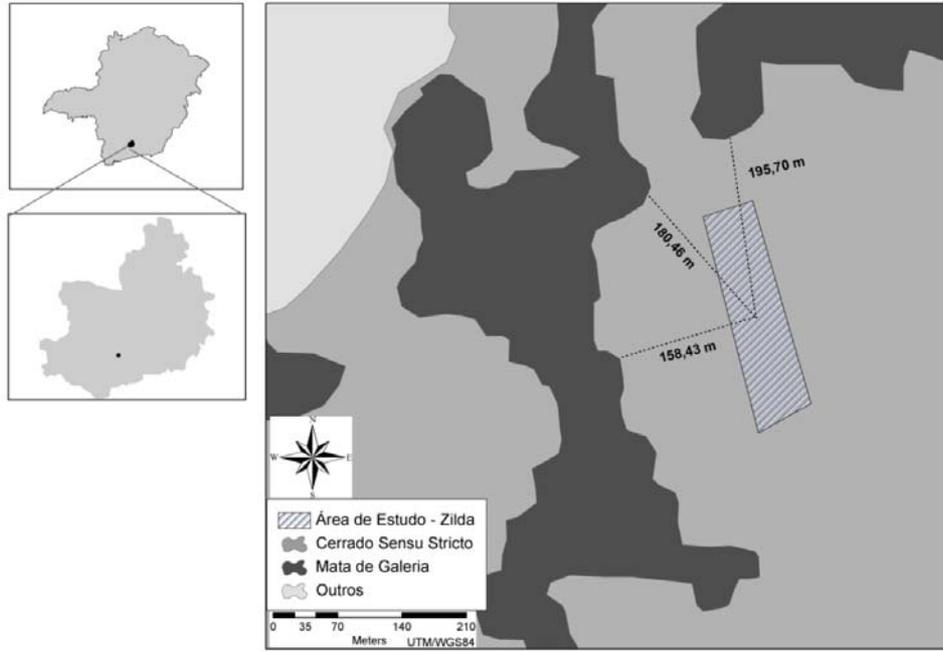
A segunda e terceira áreas encontram-se no município de Carrancas. O clima dominante é o Cwa, segundo a classificação de Köppen, com temperatura média anual de 24,8°C e precipitação média anual de 1483mm (Carvalho, 1992). Predominam os solos Latossolos Variação UNA, Cambissolos, Latossolos Vermelhos-Escuros e Solos Litólicos (Giarola et al., 1997). A área de estudo Carrancas Zilda (CZ) corresponde a uma fisionomia de Cerrado *Sensu Stricto* (o centro da área de estudos encontra-se nas coordenadas 21°28'16"S e 44°37'21"W) e a área de estudo Carrancas Esmeralda (CE) é a de um Cerrado Rupestre (a coordenada central da área de estudo é 21°27'59"S e 44°42'10"W).

Por se tratar de um Parque Municipal, a área PEQRB (Figura 2A) é a área de estudo mais conservada. Esta área e a CZ (Figura 2B) apresentam formações florestais – Matas de Galeria – bem próximas às áreas de estudo (Floresta Estacional Semidecidual). Já a área CE (Figura 2C) foi queimada (fogo de origem antrópica) quatro meses antes de ser realizado o estudo. O fogo foi intenso e queimou toda a área e seu entorno. Próximo a essa área, ocorrem

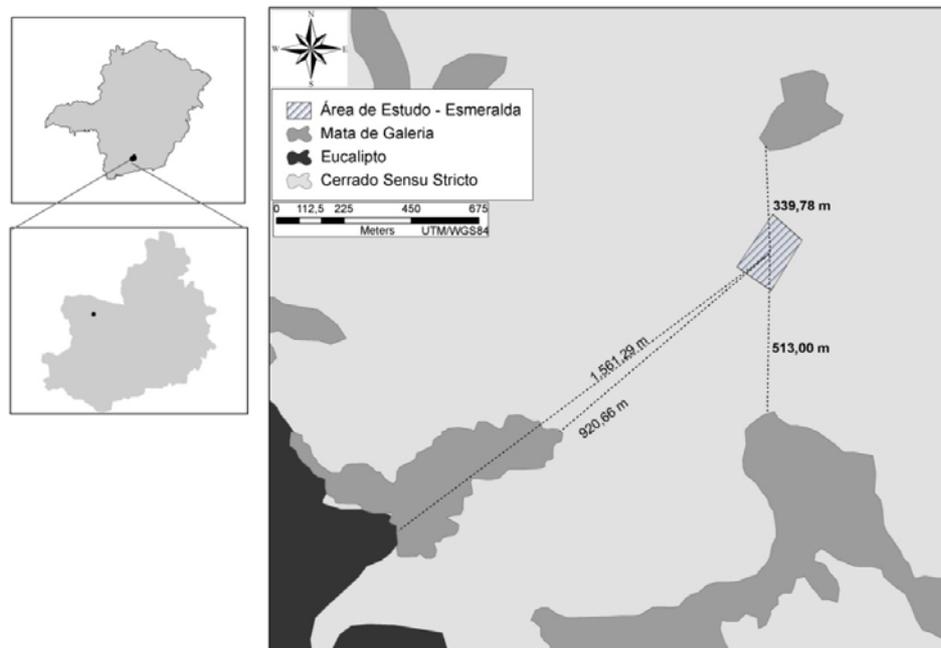
Matas de Galeria estreitas acompanhando os cursos d'água e há uma área plantada com cultura de eucalipto.



A



B



C

FIGURA 2 Análise da paisagem do entorno de cada área de estudo. É mostrada a distância da área de estudo às fisionomias adjacentes. A) Área de estudo Parque Ecológico Quedas do Rio Bonito (PEQRB); B) Área de estudo Carrancas Zilda (CZ); C) Área de estudo Carrancas Esmeralda (CE).

#### 4.2 Espécies de estudo

*Psittacanthus robustus* Mart. (Loranthaceae) é uma espécie de hemiparasita Neotropical que coloniza principalmente espécies de Vochysiaceae em Cerrados brasileiros (Monteiro et al., 1992). Assim como outras espécies de hemiparasitas, as sementes possuem uma substância mucilaginosa e aderente na sua região apical para facilitar a aderência no hospedeiro. O principal determinante da distribuição do *Psittacanthus robustus* no estudo de Monteiro et

al. (1992) relacionou-se ao comportamento alimentar e seleção de habitat do pássaro dispersor.

A *Vochysia thyrsoidea* Pohl (Vochysiaceae) é a principal hospedeira do *P. robustus* nas áreas de estudo. Esta é uma espécie arbórea característica do Cerrado, apresentando súber espesso, com físsuras e cristas descontínuas e sinuosas. É uma espécie acumuladora de alumínio e isso lhes proporciona uma vantagem competitiva para crescer com sucesso nos solos ácidos dos Cerrados, ricos em alumínio (Felfili & Silva Junior, 1992).

#### **4.3 Amostragem**

Foram amostrados 2,8 hectares em cada área de estudo. Todos os indivíduos de *Vochysia thyrsoidea* (manchas de habitat) com altura igual ou superior a dois metros foram amostrados. Os indivíduos que satisfizessem o critério de inclusão eram mapeados e medida a altura e CAP (Circunferência à altura do Peito – 1,30 metros do solo).

Para se avaliar como ocorria o parasitismo do *P. robustus*, todos os indivíduos encontrados nas árvores de *V. thyrsoidea* foram registrados e caracterizados quanto ao tamanho da “copa” (diâmetro médio), altura de fixação no hospedeiro, circunferência e a inclinação do galho parasitado.

#### **4.4 Análises**

Foram confeccionados histogramas para a análise da distribuição de tamanho da população de *V. thyrsoidea* e para descrever o padrão de parasitismo (distribuição dos indivíduos de *P. robustus* por classes de tamanho de copa – diâmetro médio, altura de fixação no hospedeiro e número de indivíduos por classe de circunferência do galho parasitado). Para confecção dos gráficos, utilizaram-se os dados brutos. Para as análises estatísticas, os dados foram

logaritimizados, a fim de diminuir a discrepância dos dados e aproximar a sua distribuição estatística à normal.

Foram realizadas Análises de Variância (ANOVA) para verificar se existiam diferenças na média da altura da população total e parasitada de *V. thyrsoides* entre as áreas de estudo (Zar, 1999).

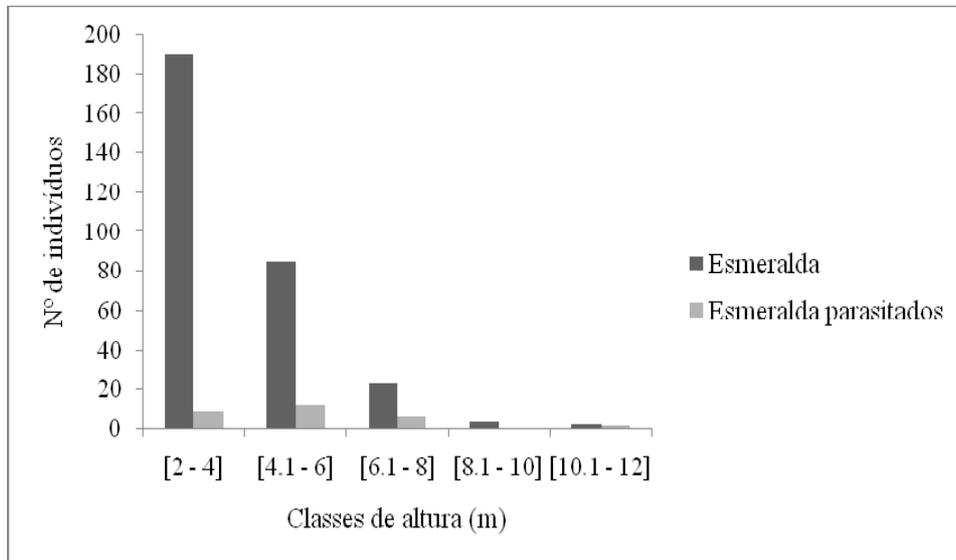
As diferentes áreas foram comparadas quanto à abundância da hemiparasita por classes de tamanho do hospedeiro, utilizando-se para isto o teste  $\chi^2$  (Sokal & Rohlf, 1994). As relações entre altura do hospedeiro e altura de fixação da hemiparasita e entre circunferência do galho parasitado e diâmetro médio da copa da hemiparasita foram avaliadas por meio de regressões (Sokal & Rohlf, 1994).

Para as análises de distribuição espacial, tanto da *V. thyrsoides* quanto do *P. robustus*, foi utilizada a função K de Ripley. Para analisar a distribuição da hemiparasita, foi considerada a posição do hospedeiro (mancha de habitat). Para isso, foram excluídas todas as manchas não parasitadas. O K de Ripley é uma função de densidade de probabilidade que considera a variância de todas as distâncias entre todos os eventos (Mouer, 1993; Haase, 1995). Envelopes de completa aleatoriedade são obtidos a partir de 500 simulações randômicas dos pontos amostrados. Valores acima do envelope indicam agregação e os inferiores, regularidade dos pontos amostrados.

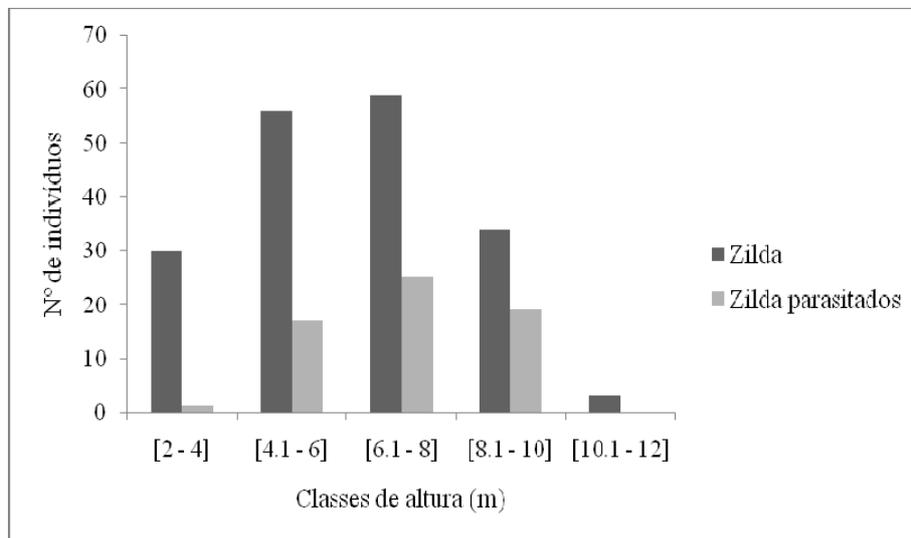
Os pássaros dispersores dos frutos do *P. robustus* foram identificados em campo por especialistas.

## 5 RESULTADOS

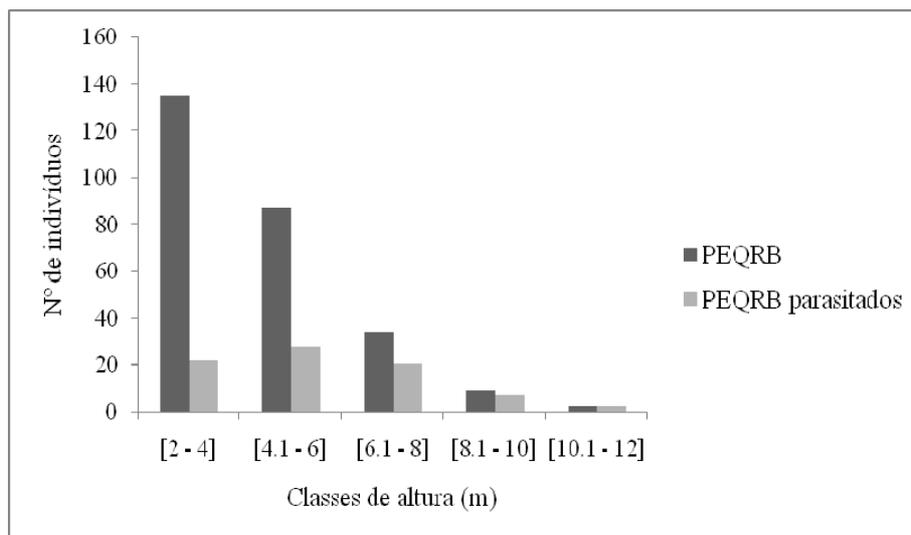
Na área de estudo Carrancas Esmeralda (CE), foram mapeados 303 indivíduos de *V. thyrsoides*, dos quais apenas 27 estavam parasitados (Figura 3A). Na área Carrancas Zilda (CZ) 182 indivíduos satisfizeram o critério de inclusão, desses 62 estavam parasitados (Figura 3B). Já na área do PEQRB, foram mapeados 267 indivíduos de *V. thyrsoides*, sendo 82 parasitados (Figura 3C).



A



B



C

FIGURA 3 Distribuição dos indivíduos de *Vochysia thyrsoidea* por classe de altura: toda a população de *V. thyrsoidea* (cinza escuro) e indivíduos parasitados (cinza claro). A) Área Esmeralda; B) Área Zilda e C) Área PEQRB.

A área de estudo CE apresentou a menor abundância de ervas-de-passarinho, sendo que o número de parasitas por hospedeiro variou de um a seis totalizando 52 indivíduos de *P. robustus*. Essa área foi queimada quatro meses antes de ser realizado o estudo, o que, provavelmente matou a maioria das ervas-de-passarinho. Marcas dos apressórios nos indivíduos de *V. thyrsoides* e muitas ervas-de-passarinho mortas indicaram que a população de erva-de-passarinho era bem maior. Todos os indivíduos de *V. thyrsoides* que apresentavam-se com parasitas vivos estavam próximos a afloramentos rochosos. Na área CZ o número de hemiparasitas por *V. thyrsoides* variou de um a 20 e a população apresentou um total de 251 indivíduos de *P. robustus*. Já na área PEQRB, o número de ervas-de-passarinho por hospedeiro variou de 1 a 12, totalizando 193 hemiparasitas.

### 5.1 Padrões de parasitismo

Houve diferenças significativas entre a média de altura da população de *V. thyrsoides* entre as áreas de estudo ( $F(1;752)=77,57970$ ;  $p<0,0001$ ). Comparando as áreas de estudo, duas a duas, foram encontradas diferenças significativas em todos os pares: Área PEQRB: Área CE ( $t=3,6083$ ;  $p<0,000334$ ); Área PEQRB: Área CZ ( $t=9,19938$ ;  $p<0,001$ ) e Área CE: Área CZ ( $t=-12,0803$ ;  $p<0,001$ ), evidenciando que a média de altura diferiu em todas as áreas. Na área PEQRB, a altura máxima foi 12 metros e a média de altura foi de 4.6m, para a área CE a altura máxima atingida foi de 15 metros e a média de altura foi de 4.2m e na área CZ a altura máxima foi 11 metros e a média de altura da população foi de 6.3m. Considerando apenas a altura dos indivíduos parasitados, também foi observado diferenças significativas entre as médias de altura ( $F(2;165)=15,247$ ;  $p<0,001$ ). A média de altura dos indivíduos parasitados na área PEQRB foi de 5.6m; na área CE, a média da população parasitada foi de

5.3m e na área CZ, foi de 7.2m. Comparando os pares de áreas, não houve diferenças significativas entre as áreas PEQRB e CE ( $t=0,502637$ ;  $p=0,616282$ ). Porém, nas demais áreas as diferenças foram significativas: Área PEQRB: Área CZ ( $t=-5,01660$ ;  $p<0,000002$ ) e Área CZ: Área CE ( $t=-4,87072$ ;  $p<0,000005$ ). Esses resultados mostram que as alturas dos indivíduos parasitados foram mais semelhantes entre as áreas PEQRB e CE e que a área CZ apresentou maiores médias de indivíduos parasitados.

O tamanho das hemiparasitas (diâmetro médio da copa) também diferiu entre as áreas de estudos ( $F(2;496)=5,906$ ;  $p=0,002920$ ) (Figura 4). A média do diâmetro médio da copa para a área PEQRB foi de 0.88m, já para a área CE, a média foi de 0.92m e para a área CZ, a média encontrada foi de 0.77m. Comparando as áreas de estudo, duas a duas, houve diferenças significativas entre os pares (Área PEQRB: Área CZ ( $t=3,204398$ ;  $p=0,001451$ ) e Área CZ: Área CE ( $t=1,975535$ ;  $p=0,049122$ )). Não houve diferenças significativas entre a área PEQRB e CE ( $t=-0,067698$ ;  $p=0,946082$ ). O diâmetro médio das hemiparasitas foi mais semelhantes nas áreas PEQRB e CE, sendo que a distribuição por classes de tamanho apresentou uma distribuição normal. Já na área CZ, o maior número de indivíduos de *P. robustus* encontrou-se na primeira classe de distribuição de tamanho, não apresentando uma distribuição normal e também nessa área foi observada a menor média de diâmetro de copa.

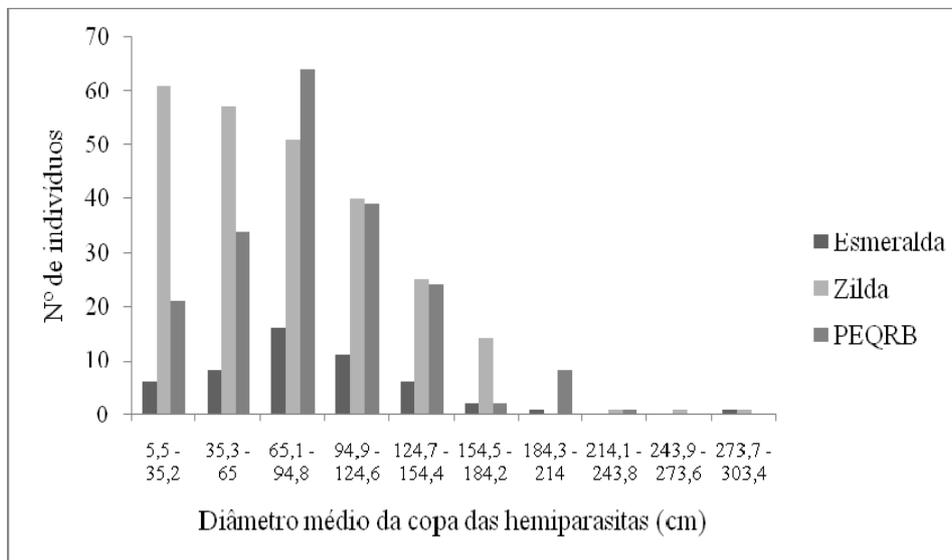


FIGURA 4 Número de indivíduos de *Psittacanthus robustus* por classe de diâmetro médio de copa (cm) por área de estudo.

Em relação à altura de fixação das hemiparasitas na hospedeira, há uma clara preferência de fixação no ápice das hospedeiras nas três áreas de estudo. Na área CE, 63,5% da população do *P. robustus* estão fixadas no ápice das hospedeiras, na área CZ, 56,9% das ervas-de-passarinho e na área PEQRB, 61,1% da população de hemiparasita estão fixadas no ápice da *V. thyrsoides* (Figura 5). O teste  $\chi^2$  mostrou que há diferenças significativas entre as classes de altura nas áreas de estudo em termos de proporção de indivíduos parasitados (área CE:  $\chi^2=19,13$ ;  $df=3$ ;  $p<0,00026$ ; área CZ:  $\chi^2=16,85$ ;  $df=3$ ;  $p<0,00076$ ; área PEQRB:  $\chi^2=23,47$ ;  $df=3$ ;  $p<0,000032$ ). Em todas as áreas, na primeira classe de altura, a frequência observada foi bem menor que a esperada, evidenciando o maior parasitismo em indivíduos maiores de *V. thyrsoides*.

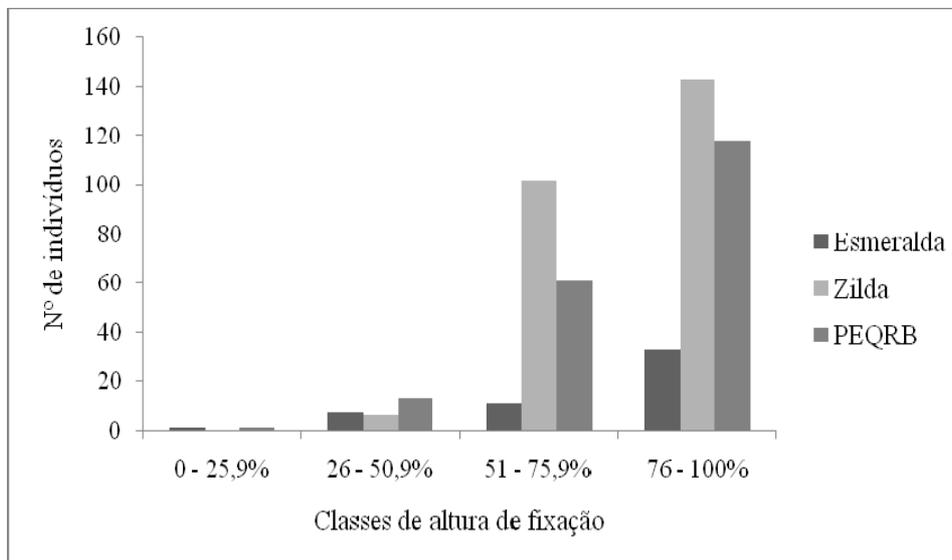


FIGURA 5 Número de indivíduos de *Psittacanthus robustus* por classes de altura de fixação em cada uma das áreas de estudo.

Houve uma relação positiva entre a circunferência do galho parasitado e o diâmetro médio da copa do *P. robustus* para todas as áreas (Área CE:  $Y=0,8117+0,9218x$ ;  $r^2=0,3663$ ;  $p=0,000002$ / Área CZ:  $Y=0,4663+1,1881x$ ;  $r^2=0,5295$ ;  $p<0,001$  e Área PEQRB:  $Y=0,5106+1,1839x$ ;  $r^2=0,3309$ ;  $p<0,001$ ), mostrando que hemiparasitas com maiores diâmetros médios de copa estavam fixadas em galhos mais espessos. Ervas-de-passarinho com maiores tamanhos de copa são mais velhas e estão em galhos com maior diâmetro, provavelmente porque esses galhos cresceram com o passar do tempo. Contudo, a maioria das ervas-de-passarinho estavam fixadas em galhos com menores diâmetros (2.8 à 5.8 cm) (Figura 6). A relação entre a altura do hospedeiro e a altura de fixação da hemiparasita também mostrou-se positiva para todas as áreas (CE:  $Y=-0,3357+1,2715x$ ;  $r^2=0,6877$ ;  $p<0,001$ / CZ:  $Y=0,0268+0,8329x$ ;  $r^2=0,4666$ ;  $p<0,001$  e PEQRB:  $Y=-0,2113+1,1117x$ ;  $r^2=0,7939$ ,  $p<0,001$ ).

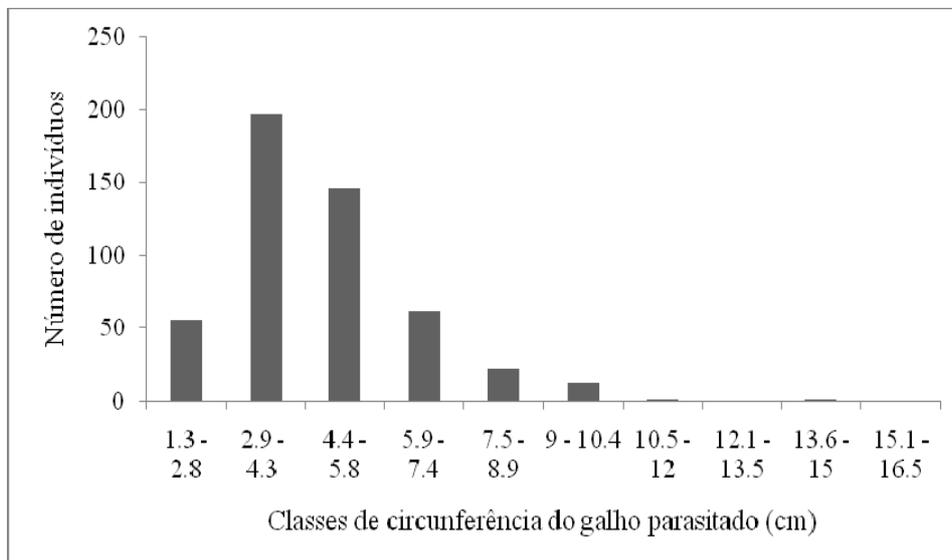


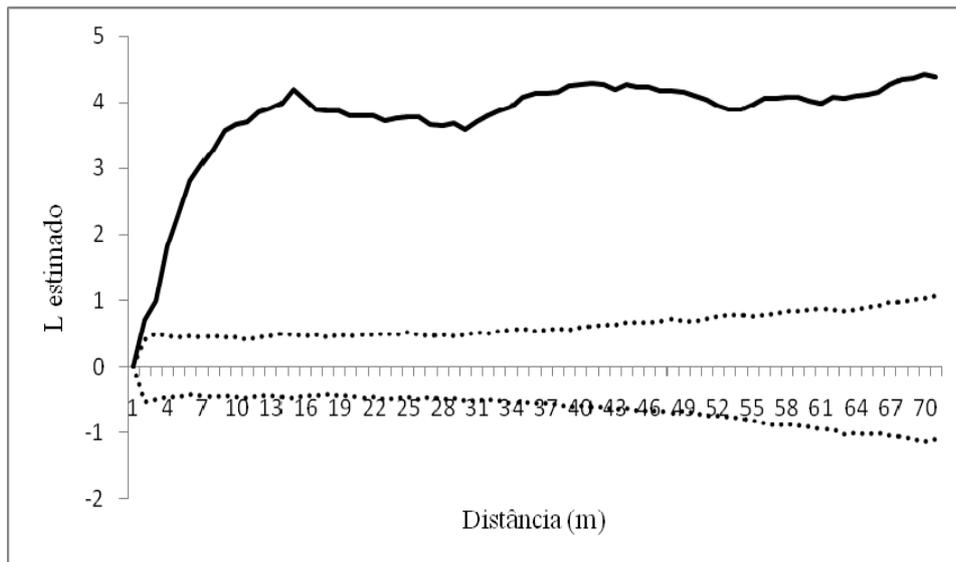
FIGURA 6 Número de indivíduos de *Psittacanthus robustus* por classe de circunferência do galho parasitado.

## 5.2 Distribuição espacial

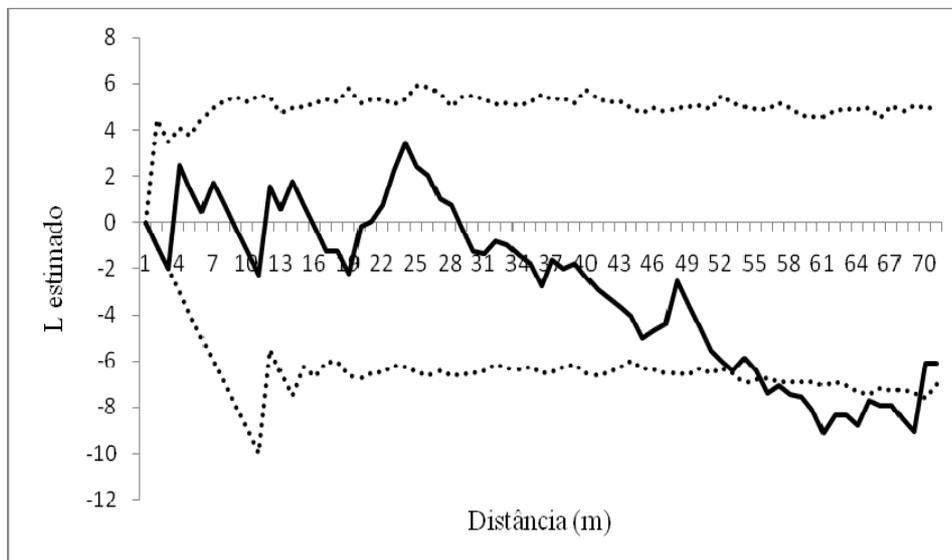
A distribuição espacial da população de *V. thyrsoidea* mostrou-se agregada na área CE (Figura 7A). Na área CZ, foi aleatória nos primeiros metros e após isso houve uma agregação dos indivíduos (Figura 8A). A distribuição dos indivíduos na área PEQRB mostrou-se aleatória (Teodoro et al., 2010).

A distribuição espacial dos indivíduos parasitados nas áreas CE (Figura 7B) e CZ (Figura 8B) foi aleatória. Já no PEQRB, a distribuição dos indivíduos parasitados foi agregada (Teodoro et al., 2010). Considerando cada indivíduo de *V. thyrsoidea* como uma mancha de habitat, a distribuição das ervas-de passarinho mostrou-se agregada nas três áreas. Na área CE, 11% dos indivíduos mais parasitados de *V. thyrsoidea* parasitados continham 30,77% das hemiparasitas amostradas. Na CZ, os mesmos 11% da população parasitada

apresentaram 39% das ervas-de-passarinho e na PEQRB, 11% apresentaram 36,27% das ervas-de-passarinho amostradas.

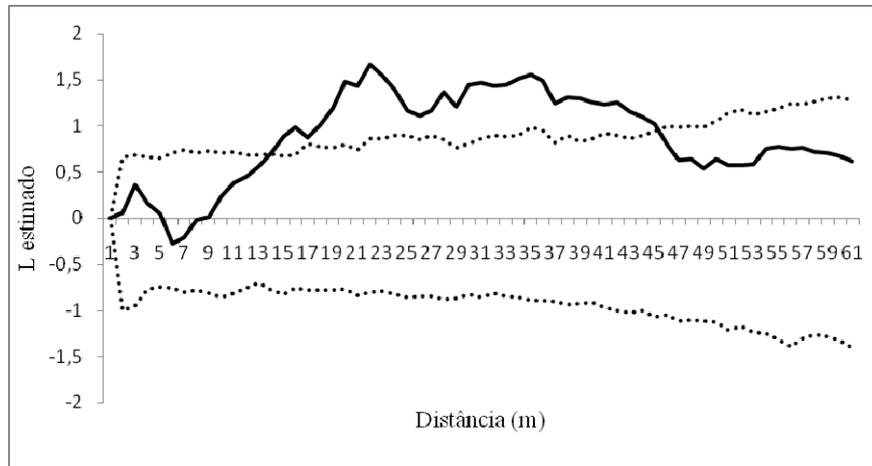


A

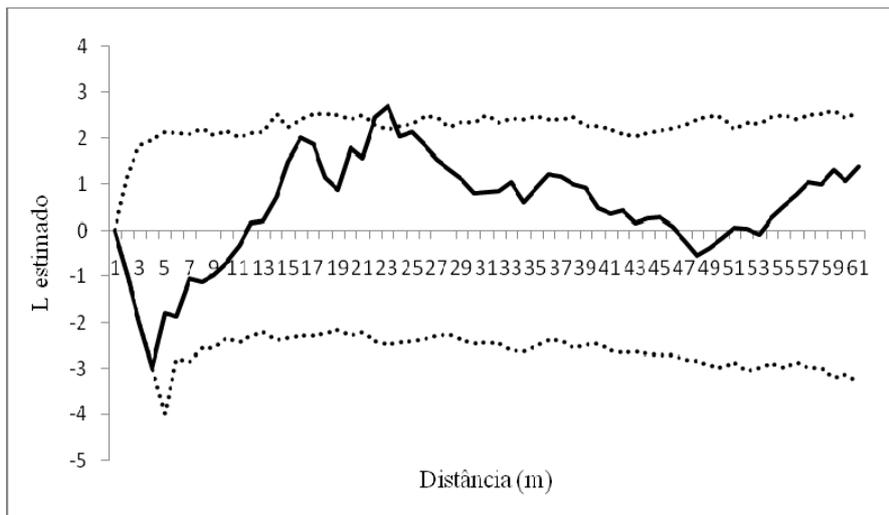


B

FIGURA 7 Padrão de distribuição encontrado para a área de estudo Carrancas Esmeralda. A linha contínua acima do envelope (linha pontilhada) indica agregação dos indivíduos, a linha abaixo do envelope indica uniformidade e a linha entre o envelope indica uma distribuição aleatória. A) Distribuição espacial para a população de *V. thyrsoidea* (distribuição agregada); B) Distribuição espacial apresentada pelos indivíduos parasitados de *V. thyrsoidea* (distribuição aleatória).



A



B

FIGURA 8 Padrão de distribuição encontrado para a área de estudo Carrancas Zilda. A linha contínua acima do envelope (linha pontilhada) indica agregação dos indivíduos, a linha abaixo do envelope indica uniformidade e a linha entre o envelope indica uma distribuição aleatória. A) Distribuição espacial para a população de *V. thyrsoides* (distribuição agregada); B) Distribuição espacial apresentada pelos indivíduos parasitados de *V. thyrsoides* (distribuição aleatória com apenas um pico de agregação).

## 6 DISCUSSÃO

Os padrões encontrados nesse trabalho evidenciam um forte padrão de parasitismo (agregação das hemiparasitas em manchas de habitat e manchas maiores são as mais parasitadas), que corrobora com outras espécies de hemiparasitas (Monteiro et al., 1992; Overton, 1994; Aukema & Martínez Del Rio, 2002a; 2002b; Aukema, 2004; Medel et al., 2004; Roxburgh & Nicolson, 2008). As diferenças em escala local encontradas entre as três áreas de estudo decorrem das características particulares de cada área, destacando-se a abundância da espécie hospedeira (*V. thyrsoidea*), dos dispersores e de fatores estocásticos, como o fogo.

### 6.1 Comparação entre as áreas

As áreas CE (Figura 2C) e PEQRB (Figura 2A) foram mais semelhantes na estrutura populacional da espécie hospedeira e da hemiparasita. O que diferiu entre estas duas áreas foi o número de ervas-de-passarinho. A área CE e todo o seu entorno foi queimada quatro meses antes do estudo o que, provavelmente, provocou a morte de muitas ervas-de-passarinho.

De acordo com García-Franco & Rico-Gray (1996), muitas ervas-de-passarinho são sensíveis ao fogo. A área de distribuição de muitas ervas-de-passarinho aumentou no século XX na América do Norte devido à supressão do fogo (Hessburg et al., 1999; 2000). Em um estudo com *Pinus* em Florestas temperadas, o fogo natural controlava as taxas de infecção da hemiparasita *Arceuthobium americanum* (Kipfmüller & Baker, 1998). Em um estudo experimental, Hessburg et al. (2008) avaliaram o efeito do fogo e do desbaste na intensidade de infestação de *Arceuthobium* spp. nas espécies hospedeiras *Pinus ponderosa* e *Pseudotsuga menziesii*. A conclusão a que estes autores chegaram foi a de que o fogo reduziu a severidade de infestação em todos os tratamentos.

Na área CE, somente as ervas-de-passarinho fixadas no ápice dos hospedeiros sobreviveram, além do mais, todos os indivíduos de *V. thyrsoidea* que apresentaram a hemiparasita estavam próximos de afloramentos rochosos (em um raio de cinco metros), o que, provavelmente, representou uma proteção contra o fogo, possivelmente pela menor quantidade de material combustível.

Os padrões de dispersão de semente são determinados pela distribuição espacial dos adultos reprodutivos e pelos dispersores dessas sementes (Sargent, 1990; Nathan & Muller-Landau, 2000; Nathan et al., 2008). A erva-de-passarinho *P. robustus* aloca muitos recursos para reprodução, produzindo grandes quantidades de frutos com polpa, que atraem os dispersores. Essas plantas são extremamente dependentes dos pássaros para a dispersão e as sementes precisam ser depositadas em troncos e galhos para germinarem e se estabelecerem. Como toda a área de estudo, a área CE e seu entorno foi queimada, o que, provavelmente, reduziu de forma significativa a população do *P. robustus* e, conseqüentemente, a disponibilidade potencial de propágulos. Este fato possivelmente se refletirá em uma menor taxa de colonização no futuro próximo.

A razão da população de *V. thyrsoidea* da área CZ ter apresentado o maior número de hemiparasitas provavelmente está ligada a sua inserção em uma fisionomia de Cerrado Sensu Stricto, bem conservada e próxima a duas Matas de Galeria (Floresta Estacional Semidecidual) (Figura 2B). A grande disponibilidade de recurso alimentar nesta área (frutos do *P. robustus* provenientes de parasitas em *V. thyrsoidea* e em *V. tucanorum* comuns na área de cerrado e nas matas de galeria) provavelmente favorece a presença de pássaros dispersores e aumenta a disponibilidade potencial de propágulos, aumentando os níveis de infestação (Norton et al., 1999; Aukema & Martinez del Rio, 2002 b; Aukema, 2004).

## 6.2 Padrão de parasitismo

Os indivíduos maiores de *V. thyrsoides* foram os mais parasitados por *P. robustus*. Esse padrão é típico para as hemiparasitas que apresentam dispersão por pássaros (Roxburgh & Nicolson, 2008). Segundo Overton (1994), essa relação de tamanho do hospedeiro e intensidade de infecção ocorre porque árvores maiores são mais velhas e teriam maior tempo para serem parasitadas. Além disso, Aukema & Martínez Del Río (2002a; 2002b), Aukema (2004) argumentaram que o comportamento dos pássaros dispersores é um fator chave na deposição das sementes das ervas-de-passarinho e que esses preferem forragear em indivíduos mais altos. Aukema & Martínez Del Río (2002a) encontrou que o *Phainopepla nitens*, o principal pássaro dispersor da erva-de-passarinho do deserto (*Phoradendron californicum*) visitava com uma maior frequência árvores maiores e com maior carga de parasitas.

Os principais dispersores dos frutos do *P. robustus* nas áreas de estudo foram a *Tersina viridis* (Illiger, 1811) e *Elaenia cristata* (Pelzeln, 1868). Segundo Monteiro et al. (1992), há uma preferência de *T. viridis* por empoleirar em galhos altos com copas mais densas, onde, geralmente são vistos forrageando em grupos.

A maioria das ervas-de-passarinho estava fixada no ápice das plantas hospedeiras, este fato pode estar relacionado à maior disponibilidade de luz. De acordo com Knutson (1983), a maior incidência de hemiparasitas ocorre nas bordas ou em fisionomias abertas devido à dependência dessas espécies de luz para germinar e se estabelecer no hospedeiro. Além disso, o diâmetro do galho parasitado influencia no estabelecimento e persistência das sementes (Sargent, 1995; Cazetta & Galetti, 2007). A maioria dos indivíduos de *P. robustus* estava fixada em galhos com menores circunferências que se concentram no ápice da

copa. Cazetta & Galetti (2007) encontraram que o *Phoradendron rubrum* geralmente parasitava galhos hospedeiros com diâmetro entre 1,1 e 2,0 cm. No presente estudo as maiores infestações ocorriam em galhos que apresentaram diâmetro entre 2.8 e 5.8 cm. A *V. thyrsoidea* apresenta um espessamento do súber à medida que aumenta o diâmetro do tronco e galhos (Hoffmann et al., 2003). Provavelmente o parasitismo ocorreu em galhos de diâmetro menores, pois nesses galhos seria mais fácil atingir o xilema da *V. thyrsoidea*. O que também poderia exercer alguma influência é o fato de que algumas ervas-de-passarinho são sensíveis ao fogo e, nesse caso, somente aquelas fixadas em alturas mais elevadas sobreviveriam (García-Franco & Rico-Gray 1996).

### **6.3 Distribuição espacial**

A distribuição espacial das ervas-de-passarinho em manchas de habitats mostrou-se agregada, sendo esse um padrão para inúmeras espécies de hemiparasita (Monteiro et al., 1992; Overton, 1994; Aukema & Martínez del Río, 2002a,b; Aukema, 2004; Medel et al., 2004; Roxburgh & Nicolson, 2008). Esse padrão de agregação é bem claro nas áreas de estudo PEQRB e CZ que não sofreram perturbação (fogo).

Um maior número de ervas-de-passarinho em um hospedeiro (mancha de habitat) poderia ser considerado como um atrativo para os pássaros dispersores (Overton, 1994), fazendo com que os dispersores permanecessem por mais tempos nesses indivíduos já infestados, aumentando a taxa de parasitismo dos mesmos. Aukema (2004) encontrou uma forte agregação dentro de árvores individuais, uma das explicações foi o comportamento territorialista do *Phainopepla nitens*. O fato de estabelecerem territórios levaria a uma agregação naquelas manchas de habitat ocupada pela espécie e isso seria o

responsável pelo padrão de agregação em pequena escala da erva-de-passarinho *Phoradendron californicum*.

O comportamento alimentar da *Tersina viridis*, principal dispersor dos frutos do *P. robustus* foi descrito por Monteiro et al. (1992). O pássaro retira o fruto inteiro e o engole. Após alguns minutos (2-3), o fruto é regurgitado e novamente engolido, esse processo é repetido inúmeras vezes até todo o pericarpo ser removido. Assim, como a maioria das hemiparasitas o *P. robustus* apresenta uma substância viscosa e aderente na porção apical do fruto. Após a remoção do pericarpo, a semente prende-se ao bico do pássaro, esse a remove limpando o bico no galho, fazendo com que a semente fique presa ao galho (Monteiro et al., 1992). Esse processo de alimentação geralmente é realizado no indivíduo arbóreo, de onde o fruto foi retirado, ou próximo a esse. A tendência à fixação de *T. viridis* e *E. cristata* nas árvores com a presença da hemiparasita levaria à deposição das sementes em indivíduos já parasitados, aumentando a infestação dos mesmos, em um processo de retroalimentação, o que levaria a população de *P. robustus* a uma clara agregação (Teodoro et al., 2010).

## 7 CONCLUSÃO

Houve diferenças no número de indivíduos de *P. robustus* entre as áreas de estudo devido ao fogo. A área de estudo CE foi queimada antes do estudo e nas áreas PEQRB e CZ não ocorreu fogo. Ainda não havia na literatura relato sobre a sensibilidade do *P. robustus* ao fogo. Essa é uma espécie sensível ainda que sua ocorrência se verifique no Domínio Cerrado, onde o fogo é um evento recorrente.

Esse estudo evidenciou um padrão de parasitismo, onde os indivíduos maiores de *V. thyrsoides* eram os mais parasitados. Além disso, essa espécie apresenta uma agregação de indivíduos em escala local – manchas de habitat – independente do padrão encontrado para a espécie hospedeira.

Ainda há uma carência de dados na literatura sobre vários aspectos ecológicos de espécies hemiparasitas. Em vista disso, foram formuladas algumas questões que ainda necessitam de resposta, entre as quais: Como ocorre a dinâmica das espécies de hemiparasita? Espécies de parasitas sensíveis ao fogo recuperam o seu crescimento após a passagem deste? A estrutura e a dinâmica de hemiparasitas correspondem a um modelo metapopulacional?

## 8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARRUDA, R.; CARVALHO, L. N.; DEL-CLARO, K. Host specificity of a Brazilian mistletoe, *Struthanthus* aff. *polyanthus* (Loranthaceae), in cerrado tropical savanna. **Flora: morphology, distribution, functional ecology of plants**, London, v. 201, n. 2, p. 127-134, Feb. 2006.

AUKEMA, J. E. Distribution and dispersal of desert mistletoe is scale-dependent, hierarchically nested. **Ecography**, Copenhagen, v. 27, n. 2, p. 137-144, Mar. 2004.

AUKEMA, J. E.; MARTINEZ DEL RIO, C. Mistletoes as parasites and seed-dispersing birds as disease vectors: current understanding, challenges, and opportunities. In: LEVEY, D. J.; SILVA, W. R.; GALETTI, M. (Ed.). **Seed dispersal and frugivory: ecology, evolution and conservation**. New York: CABI, 2002a. p. 99-110.

AUKEMA, J. E.; MARTINEZ DEL RIO, C. Where does a fruit-eating bird deposit mistletoe seeds?: seed deposition patterns and an experiment. **Ecology**, Durham, v. 83, n. 12, p. 3489-3496, Dec. 2002b.

BARBOZA, M. A.; PROENÇA, C. E. B. Loranthaceae no bioma cerrado. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 50., 1999, Blumenau. **Anais...** Blumenau: SBB/FURB, 1999. p. 243-244.

BIODIVERSITY HOTSPOTS. **Cerrado: diversity and endemism**. Arlington, 2010. Disponível em: <<http://www.biodiversityhotspots.org/xp/Hotspots/cerrado/Pages/biodiversity.aspx>>. Acesso em: 3 jan. 2010.

CALDER, M.; BERNARDT, P. **The biology of mistletoes**. Sidney: Academic, 1983.

CALVIN, C. L.; WILSON, C. A. Comparative morphology of epicortical roots in Old and New World Loranthaceae with reference to root types, origin, patterns of longitudinal extension and potential for clonal growth. **Flora: morphology, distribution, functional ecology of plants**, London, v. 201, n. 1, p. 56-64, Jan. 2006.

CARVALHO, D. A. Flora fanerogâmica de campos rupestres da Serra da Bocaina, Minas Gerais: caracterização e lista de espécies. **Ciência e Prática, Lavras**, v. 16, n. 1, p. 97-122, jan./mar. 1992.

CAZETTA, E.; GALETTI, M. Frugivoria e especificidade por hospedeiros na erva-de-passarinho *Phoradendron rubrum* (L.) Griseb. (Viscaceae). **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 30, n. 2, p. 345-351, Jul./dez. 2007.

CURI, N.; LIMA, J. M.; ANDRADE, H.; GUALBERTO, V. Geomorfologia, física, química e mineralogia dos principais solos da região de Lavras (MG). **Ciência e Prática**, Lavras, v. 14, n. 3, p. 297-307, Nov. 1990.

FARIA, R. A. V. B. **Programa de educação ambiental para o Parque Florestal Quedas do Rio Bonito**. 1999. 217 p. Dissertação de (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

FELFILI, J. M.; SILVA JUNIOR, M. C. Floristics composition, phytosociology and comparison of cerrado and gallery forest at Fazenda Água Limpa. In: FURLEY, P.A.; PROCTOR, J.; RATTER, J. A. (Org.). **Nature and dynamics of forest/savanas boundaries**. London: Chapman e Hall, 1992. p. 393-415.

GARCIA-FRANCO, J. G.; RICO-GRAY, V. Distribution and host specificity in the holoparasite *Bdallophyton bambusarum* (Rafflesiaceae) in a tropical deciduous forest in Veracruz, Mexico. **Biotropica**, Washington, v. 28, n. 4, p. 759-762, Dec. 1996.

GIAROLA, M. F. B.; CURI, N.; SIQUEIRA, J. O.; CHAGAS, C. S.; FERREIRA, M. M. **Solos da região sob influência do reservatório da hidrelétrica de Itutinga/Camargos (MG): perspectiva ambiental**. Lavras: CEMIG/UFLA/FAEPE, 1997. 101p.

GUERRA, T. J.; MARINI, M. A. Bird frugivory on *Struthanthus concinnus* (Loranthaceae) in Southeastern Brazil. **Ararajuba: revista brasileira de ornitologia**, v. 10, n. 2, p. 187-192, Jan./dez. 2002.

HAASE, P. Spatial pattern analysis in ecology based on Ripley's K function: introduction and methods of edge correction. **Journal of Vegetation Science**, Knivsta, v. 5, n. 4, p. 575-582, Feb. 1995.

HESSBURG, P. F.; POVAK, N. A.; SALTER, R. B. Thinning and prescribed fire effects on dwarf mistletoe severity in an eastern Cascade Range dry forest, Washington. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 255, n. 7, p. 2907-2915, Apr. 2008.

HESSBURG, P. F.; SMITH, B. G.; KREITER, S. D. **Historical and current forest and range landscapes in the interior Columbia River Basin and portions of the Klamath and Great Basins: part (I) linking vegetation patterns and landscape vulnerability to potential insect and pathogen disturbances.** Portland: US Forest Service, 1999. 357p.

HESSBURG, P. F.; SMITH, B. G.; SALTER, R. B.; OTTMAR, R. D.; ALVARADO, E. Recent changes (1930s-1990s) in spatial patterns of interior northwest forests, USA. **Forest Ecological and Management**, Amsterdam, v. 136, n. 1/3, p. 53-83, Oct. 2000.

HOFFMANN, W. A.; ORTHEN, B.; NASCIMENTO, P. K. V. Comparative fire ecology of tropical savanna and forest trees. **Functional Ecology**, Oxford, v. 17, n. 6, p. 720-726, Dec. 2003.

KIPFMUELLER, K. F.; BAKER, W. L. Fires and dwarf mistletoe in a Rocky Mountain lodgepole pine ecosystem. **Forest Ecological and Management**, Amsterdam, v. 108, n. 1/2, p. 77-84, Aug. 1998.

KNUTSON, D. M. Physiology of mistletoe parasitism and disease responses in the host. In.: Calder, M.; Bernhardt, P. **The biology of mistletoes.** Sydney: Academic, 1983. pp. 295-316

MEDEL, R.; VERGARA, E.; SILVA, A.; KALIN-ARROYO, M. Effects of vector behaviour and host resistance on mistletoe aggregation. **Ecology**, Durham, v. 85, n. 1, p. 120-129, Jan. 2004.

MITTERMEYER, R. A.; MYERS, N.; MITTERMEYER, C. G. **Hotspots Earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions.** New York. CEMEX/Conservation International, 1999.430p.

MONTEIRO, R. F.; MARTINS, R. P.; YAMAMOTO, K. Host specificity and seed dispersal of *Psittacanthus robustus* (Loranthaceae) in south-east Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 8, n. 3, p. 307-314, Aug. 1992.

MOUER, M. Characterizing spatial patterns of trees using stem-mapped data. **Forest Science**, Lawrence, v. 39, n. 4, p. 756-775, Nov. 1993.

- MOURÃO, F. A.; CARMO, F. F.; RATTON, P.; JACOBI, C. M. Hospedeiras da hemiparásita *Struthanthus flexicaulis* (Mart.) Mart. (Loranthaceae) em campos rupestres ferruginosos do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. **Lundiana**, Belo Horizonte, v. 7, n.2, p. 103-109, 2006.
- MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; FONSECA, G. A. B.; KENTS, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, London, v. 403, p. 853-858, Feb. 2000.
- NATHAN, R.; MULLER-LANDAU, C. Spatial patterns of seed dispersal, their determinants and consequences for recruitment. **Trends in Ecology and Evolution**, Amsterdam, v. 15, n. 7, p. 278-285, July 2000.
- NATHAN, R.; SCHURR, F. M.; SPIEGEL, O.; STEINITZ, O.; TRAKHTENBROT, A.; TSOAR, A. Mechanisms of long-distance seed dispersal. **Trends in Ecology and Evolution**, Amsterdam, v. 23, n. 11, p. 638-647, Nov. 2008.
- NORTON, D. A.; CARPENTER, M. A. Mistletoes as parasites: host specificity and speciation. **Trends in Ecology and Evolution**, Amsterdam, 13, n. 3, p. 101-105, Mar. 1998.
- NORTON, D. A., DE LANGE, P. J. Host specificity in parasitic mistletoes (Loranthaceae) in New Zealand. **Functional Ecology**, Oxford, v. 13, n. 14, p. 552-559, Mar. 1999.
- NORTON, D. A.; LADLEY, J.; OWEN, H. Distribution and population structure of the loranthaceous mistletoes *Mepis flavida*, *Peraxilla colensoi*, and *Peraxilla tetrapetala* within two New Zealand *Nothofagus* forests. **New Zealand Journal of Botany**, Wellington, v. 35, n. 3, p. 323-336, Sept. 1997.
- VERTON, J. M. Dispersal and infection in mistletoe metapopulations. **Journal of Ecology**, Oxford, v. 82, n. 4, p.711-723, Dec. 1994.
- REID, N. Dispersal of mistletoe by honeyeaters and flowerpeckers: components of seed dispersal quality. **Ecology**, Durham, v. 70, n. 1, p. 137-145, Feb. 1989.
- RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. As principais fitofisionomias do bioma cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO, J. F. **Cerrado: ecologia e flora**. Planaltina: Embrapa/CPAC, 2008. 1279p.

ROXBURGH, L.; NICOLSON, S. W. Differential dispersal and survival of an African mistletoe: does host size matter? **Plant Ecology**, Dordrecht, v. 195, n. 1, p. 21-31, Mar. 2008.

SARGENT, S. Seed fate in a tropical mistletoe: the importance of host twig size. **Functional Ecology**, Oxford, v. 9, n. 2, p. 197-204, Apr. 1995.

SOKAL, R.; ROHLF, J. **Biometry**. 3. ed. San Francisco: W. H. Freeman, 1994.

TEODORO, G. S.; VAN DEN BERG, E. NUNES SANTOS, M. C.; COELHO, F. F. How does a *Psittacanthus robustus* Mart. population structure relate to a *Vochysia thyrsoidea* Pohl host population? **Flora: morphology, distribution, functional ecology of plants**, London, 2010. No prelo.

WATSON, D. A. Mistletoe: a keystone resource in forests and woodlands worldwide. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Palo Alto, v. 32, p. 219-249, Nov. 2001.

WATSON, D. M.; ROSHIER, D. A.; WIEGAND, T. Spatial ecology of a root parasite: from pattern to process. **Austral Ecology**, Carlton, v. 32, n. 4, p. 359-369, June 2007.

ZAR, J. H. **Biostatistical analysis**. 4. ed. New Jersey: Prentice Hall, 1999. 663p.

## **CAPÍTULO 2**

### **DINÂMICA METAPOPOPULACIONAL DA ERVA-DE-PASSARINHO *Psittacanthus robustus* Mart. (LORANTHACEAE) EM ÁREAS DE CERRADO**

## 1 RESUMO

As ervas-de-passarinho ocupam um habitat com uma distinta estrutura espacial. O habitat dessas plantas é uma coleção de manchas passíveis de colonização em uma matriz inóspita ou com árvores não susceptíveis à colonização. Assim sendo, as populações de hemiparasitas são constituídas por sub-populações locais de plantas, podendo ser vistas como metapopulações. O objetivo deste trabalho é a avaliar a dinâmica da erva-de-passarinho *Psittacanthus robustus* Mart e de sua hospedeira *Vochysia thyrsoidea* Pohl.. Esse estudo foi conduzido em três áreas de Cerrado, duas delas reconhecidas como Cerrado Rupestre e uma como Cerrado Sensu Stricto. A primeira área situa-se no Parque Ecológico Quedas do Rio Bonito (PEQRB). A segunda e terceira áreas encontram-se no município de Carrancas (Carrancas Zilda – CZ e Carrancas Esmeralda – CE). Foram amostrados 2,8 hectares em cada área de estudo. As populações de *P. robustus* e da *V. thyrsoidea* foram monitoradas em intervalos de seis meses. Na área PEQRB, foram realizados seis inventários, já nas áreas CE e CZ, foram realizados três inventários. Foram avaliadas as taxas de crescimento, de colonização, re-colonização e extinção da hemiparasita em cada mancha de habitat (indivíduo de *V. thyrsoidea*). Os parâmetros metapopulacionais calculados mostraram que no período de tempo estudado, ocorria uma diminuição na proporção de manchas ocupadas. Na área de estudo PEQRB, a extinção de sub-populações locais de *P. robustus* ocorreu devido à extinção das manchas de habitat. Nessa área, no 4º inventário ocorreu uma maior proporção de manchas ocupadas ( $dX_c/da=1,16$ ). Na área CE, no 2º inventário, a extinção de sub-populações foi maior que a colonização de manchas, no entanto, não ocorreu a extinção da mancha de habitat, apenas as sub-populações de ervas-de-passarinho foram extintas. Na área CZ, no 2º inventário ocorreu o maior decréscimo de proporções de manchas ocupadas ( $dX_c/da=-10,7$ ). Não ocorreu a extinção das manchas de habitat, apenas a extinção das sub-populações locais de *P. robustus* devido ao fogo. As taxas de mudanças foram baixas para os hospedeiros (manchas de habitat) e altas para as ervas-de-passarinho. A área controle (ausência de fogo) PEQRB foi à área em que ocorreu maior mortalidade de *V. thyrsoidea*. Nessa área, todas as manchas mortas apresentaram hemiparasitas. As áreas CE e CZ sofreram queimadas. A área CE foi queimada antes do primeiro inventário, o que explica o pequeno número de indivíduos de ervas-de-pasarinho encontrado. Na área CZ, o fogo ocorreu no intervalo entre o 1º e 2º inventário, acarretando a morte de 120 indivíduos de *P. robustus*. A mortalidade de *P. robustus* nesse intervalo não estava relacionada com a altura da *V. thyrsoidea*. Concluindo, a dinâmica do *P. robustus* pode ser vista como uma metapopulação.

**Palavras-chave:** *Psittacanthus robustus*, *Vochysia thyrsoidea*, Mortalidade e Fogo.

## 2 ABSTRACT

The mistletoe has a habitat with a different spatial structure. The mistletoe habitat is a collection of patches that can be colonized in an inhospitable matrix or with trees don't susceptible to colonize. In this way, the mistletoe populations are constituted by local sub-populations can be considered a metapopulation. The aim of this work is evaluate the dynamic of mistletoe *Psittacanthus robustus* Mart. and its host *Vochysia thyrsoidea* Pohl. This study was carried in three Cerrado areas; two of them are physiognomy of "Cerrado Rupestre" and one like "Cerrado Sensu Stricto". The first area is located in Parque Ecológico Quedas do Rio Bonito (PEQRB). The second and third one is located in city Carrancas (Carrancas Zilda – CZ e Carrancas Esmeralda – CE). Were inventoried 2, 8 hectares in each study area. The populations of *P. robustus* and *V. thyrsoidea* were monitored in interval of six months. In site PEQRB were realized six inventories and in sites CE e CZ were realized three inventories. Were evaluated the growth rates of colonization, re-colonization and extinction of the mistletoe in each habitat patch (individual *V. thyrsoidea*). Metapopulational parameters calculated show that there was a decrease in the proportion of patches occupied. In the site PEQRB the local sub-population extinction was due to the patch habitat extinction. In this area, the 4<sup>th</sup> inventory occurred a larger proportion of patches occupied ( $dX_c/da=1,16$ ). In site CE, the 2<sup>nd</sup> inventory, the sub-populations extinction was bigger than the patch colonization, however, there wasn't the extinction of habitat patch and only the mistletoe sub-populations became extinct. In area CZ, the 2<sup>nd</sup> inventory was the largest decrease of proportions of patches occupied ( $dX_c/da=-10, 7$ ). There was the extinction of habitat patches, only the extinction of local *P. robustus* sub-populations due to fire. The change rates were low for the host (habitat patches) and higher for the mistletoe. The PEQRB - control area (without fire) – was the area with the greatest mortality of *V. thyrsoidea*. In this area all the dead patches showed mistletoes. The CE and CZ areas suffered burns. The area CE was burned before the first inventory, which explains the small number of mistletoe found. In area CZ the fire took place between the 1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup> inventory, causing the death of 120 *P. robustus* individuals. The *P. robustus* mortality in this range wasn't related to the *V. thyrsoidea* height. In conclusion, the *P. robustus* dynamics can be viewed as a metapopulation. The distribution and dynamics of this species fall into the four premises proposed by Hanski (1997) to be considered a metapopulation: 1) suitable habitats occur in discrete patches that may be occupied by populations; 2) local populations show extinction risk; 3) can occur the re-colonization of habitat patches; 4) local populations can't make synchronous dynamic.

**Keywords:** *Psittacanthus robustus*, *Vochysia thyrsoidea*, Mortality, fire

### 3 INTRODUÇÃO

Metapopulação é definida como várias sub-populações ocupando manchas discretas de habitat, onde cada mancha apresenta uma dinâmica local assincrônica em relação às demais (Hanski, 1991; 1994a; 1994b; 1997). A persistência da dinâmica metapopulacional ocorre através do balanço entre os processos de extinção local e colonização de manchas não ocupadas (Moilanen & Hanski, 1995; 1998). O Modelo de função incidente proposto por Hanski (Hanski, 1994a; 1997; Moilanen & Hanski, 1995; 1998) é um modelo com poucos parâmetros, contudo inclui os processos biológicos mais importantes para a manutenção da metapopulação, sendo eles: a probabilidade de extinção local e o processo de colonização de manchas vazias, que é dependente da distância entre as manchas de habitat.

Árvores são manchas de habitat para um grande número de organismos como insetos, líquens, fungos e briófitas em muitos ambientes (Lowman & Nadkarni, 1995; Snäll et al., 2003). Essas manchas de habitat são dinâmicas, pois emergem, crescem e morrem (Snäll et al., 2003; Snäll et al., 2005). No caso específico de árvores, a habilidade das espécies em permanecer em suas manchas de habitat é também significativamente dependente da dinâmica das mesmas (Snäll et al., 2005a,b; Löbel et al., 2006).

Hemiparasitas são espécies que se fixam nas suas plantas hospedeiras através da emissão de raízes epicorticais do tipo haustório (Calder & Bernardert, 1983; Calvin & Wilson, 2006). Essas plantas são dispersas principalmente por pássaros frugívoros. A dispersão é um evento crítico para essas espécies, já que as sementes precisam ser depositadas em galhos e troncos de plantas hospedeiras para que haja alguma chance de estabelecimento (Monteiro et al., 1992, Sargent, 1995). As ervas-de-passarinho ocupam um habitat com uma distinta estrutura

espacial. O habitat dessas plantas é uma coleção de manchas passíveis de colonização (árvores hospedeiras) em uma matriz inóspita (área entre as árvores) ou com árvores não susceptíveis à colonização (árvores não hospedeiras) (Overton, 1994). A dispersão geralmente ocorre por pássaros especializados no consumo dos frutos dessas plantas (Reid, 1989; Monteiro et al., 1992; Watson, 2001) dentro e entre as manchas de habitat (Overton, 1994). Assim sendo, as populações de hemiparasitas são constituídas por subpopulações locais de plantas, ocupando um habitat subdividido e, por isso, podem ser vistas como metapopulações (Overton, 1994). O número de hemiparasitas por hospedeiro – mancha de habitat – resulta do balanço entre colonização e extinção local (Aukema & Martínez Del Rio, 2002b).

Vários estudos realizados com espécies de briófitas epífitas em florestas boreais mostraram uma dinâmica metapopulacional em manchas de habitat (Snäll et al., 2003; 2005a; 2005b; Snäll et al., 2004; Löbel et al., 2006a; 2006b). Nesses estudos, a colonização de árvores é explicada, principalmente, pela conectividade com outras árvores ocupadas pelas briófitas (Snäll et al., 2005). Esse fato, está relacionado com a dispersão limitada dessas espécies (Snäll et al., 2003; Snäll et al., 2004). As manchas maiores recebiam mais diásporos do que manchas menores. Em habitats temporários como as árvores hospedeiras, o tempo é uma dimensão adicional. Há uma clara correlação entre tamanho de árvores, idade das mesmas e conseqüente tempo de exposição à colonização, implicando, naturalmente, maior infestação por epífitas nas árvores maiores e mais velhas (Snäll et al., 2003; Löbel et al., 2006a).

As ervas-de-passarinho mostram-se como sistemas modelos para investigar os mecanismos e processos que criam padrões na estrutura de populações de plantas (Aukema & Martínez Del Rio, 2002; Aukema, 2004). O objetivo deste trabalho foi avaliar a dinâmica da erva-de-passarinho

*Psittacanthus robustus* Mart e de sua hospedeira *Vochysia thyrsoidea* Pohl. em três áreas de Cerrado, buscando responder as seguintes questões:

- i) Como ocorre a dinâmica da hemiparasita? A dinâmica das sub-populações locais de *P. robustus* sobre árvores de *V. thyrsoidea* funciona como a de uma metapopulação?
- ii) Como ocorre a dinâmica das manchas de habitat?
- iii) Ocorre a extinção das manchas de habitat? Quais fatores levam à exclusão das manchas?

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 Área de estudo

Esse estudo foi conduzido em três áreas de Cerrado, duas delas reconhecidas como Cerrado Rupestre e uma como Cerrado Senu Stricto (Figura 1).



FIGURA 1 Localização das áreas de estudo no Sul de Minas Gerais.

A primeira área situa-se no Parque Ecológico Quedas do Rio Bonito (PEQRB), localizado ao sul do município de Lavras. Localiza-se na região da Serra do Carrapato, pertencente ao complexo da serra da Bocaina. O clima do local, segundo a classificação de Köppen, é uma transição entre Cwb e Cwa, ou seja, temperado com invernos secos, com precipitação média anual de 1529,7 mm e temperatura média anual de 19,4°C (Faria, 1999). As principais rochas de

origem são os quartzitos e micaxistos, nas partes mais altas, e gnaisses graníticos leucocráticos e quartzitos nas partes mais baixas, predominando os Solos Litólicos álicos e Cambissolos (Curi et al., 1990). A área de estudo encontra-se em fisionomia de Cerrado Rupestre, com ponto central da área situado nas coordenadas 21°19'45,31"S e 44°58' 22,69"W.

A segunda e terceira áreas encontram-se no município de Carrancas. O clima dominante, segundo a classificação de Köppen, é Cwa, com temperatura média anual de 14,8°C e precipitação média anual de 1483mm. A área de estudo Carrancas Zilda (CZ) corresponde a uma fisionomia de Cerrado Sensu Stricto sobre Cambissolo (o centro da área de estudos encontra-se nas coordenadas 21°28'16"S e 44°37'21"W) e a área de estudo Carrancas Esmeralda trata-se de um Cerrado Rupestre em um Neossolo Litólico (a coordenada central da área de estudo é 21°27'59"S e 44°42'10"W).

#### **4.2 Espécies de estudo**

*Psittacanthus robustus* Mart. (Loranthaceae) é uma espécie de hemiparasita Neotropical que coloniza principalmente espécies de Vochysiaceae em Cerrados brasileiros. Assim como outras espécies de hemiparasitas, suas sementes possuem uma substância mucilaginosa e aderente na sua região apical, que facilita a aderência no hospedeiro (Monteiro et al., 1992).

A *Vochysia thyrsoidea* Pohl (Vochysiaceae) é a principal hospedeira da hemiparasita *P. robustus* nas áreas de estudo. Esta é uma espécie arbórea, característica do Cerrado, apresentando súber grosso, com fissuras e cristas descontínuas e sinuosas. É uma espécie acumuladora de alumínio e isso lhe proporciona uma vantagem competitiva para crescer com sucesso nos solos ácidos dos Cerrados, ricos em alumínio (Felfili & Silva Junior, 1993).

### 4.3 Amostragem

Foram amostrados 2,8 hectares em cada área de estudo. Todos os indivíduos de *Vochysia thyrsoidea* (manchas de habitat) com altura igual ou superior a dois metros foram amostrados. Esses indivíduos foram mapeados e medida a altura e CAP (Circunferência à altura do Peito – 1,30 metros do solo). Para avaliar a população de *P. robustus*, todos os indivíduos encontrados nas árvores de *V. thyrsoidea* foram registrados e caracterizados quanto ao tamanho da “copa” (diâmetro médio) e altura de fixação no hospedeiro.

As populações de *P. robustus* e da *V. thyrsoidea* foram monitoradas em intervalos de seis meses. Na área PEQRB, foram realizados seis inventários (junho de 2007 a setembro de 2009). Já nas áreas CE e CZ, foram realizados três inventários (fevereiro de 2008 a agosto de 2009). Foram avaliadas as taxas de crescimento, de colonização, re-colonização e extinção da hemiparasita em cada mancha de habitat (indivíduo de *V. thyrsoidea*). A dinâmica do hospedeiro também foi avaliada, visto que as manchas poderiam desaparecer (extinção das manchas) e novos recrutas poderiam aparecer.

### 4.4 Análises

Os parâmetros metapopulacionais relacionados à dinâmica das manchas de habitat foram calculados baseados em Overton (1994). Como as manchas de habitat ocupadas pelas ervas-de-passarinho apresentam sua própria taxa de mudança foram calculadas as proporções de manchas ocupadas ( $X^*$ ) e também a taxa nas quais as manchas se tornam ocupadas por unidade de área ( $dX_c/da$ ):

$$X^* = (m - e_h - e_d)/m$$

$$dX_c/da = mX^*(1 - X_c) - e_dX_c$$

Onde:  $m$  é o número de manchas ocupadas;  $e_h$  e  $e_d$  representam, respectivamente, o número de sub-populações extintas localmente sem a

extinção da mancha e o número de sub-população extintas devido à extinção da mancha e  $X_c$  representa a proporção de manchas ocupadas pelo número total de manchas.

As análises de dinâmica populacional foram baseadas em Sheil et al.(1995, 2000) cujo trabalho assumiu mudanças no tamanho populacional por intervalo de tempo em proporção constante do tamanho, sendo que, para mortalidade, o tamanho inicial da população foi tomado como referência e para o recrutamento, a base foi o tamanho final. Foram calculadas as taxas de mortalidade (M), recrutamento (R) e taxa de mudança líquida (ML) tanto para a população de *V. Thyrsoides*, quanto do *P. robustus*:

$$M = \{ 1 - [(N_0 - N_m)/N_0]^{1/t} \} \times 100$$

$$R = [ 1 - (1 - N_r/N_t)^{1/t} ] \times 100$$

$$ML = [(N_t/N_0)^{1/t} - 1] \times 100$$

Onde:  $t$  é o tempo decorrido entre os inventários;  $N_0$  e  $N_t$  são, respectivamente, as contagens inicial e final de números de indivíduos,  $N_m$  e  $N_r$ , são, respectivamente, o número de árvores mortas e recrutas.

Para verificar se existiam diferenças no tamanho populacional e diâmetro médio da copa das hemiparasitas entre as áreas de estudos e entre os inventários, foram realizadas Análises de Variância (ANOVA de medidas repetidas) (Zar, 1999). Para avaliar a mortalidade de *P. robustus* por classe de altura do hospedeiro na área de estudo CE, utilizou-se o teste  $\chi^2$  (Sokal & Rohlf, 1994).

## 5 RESULTADOS

### 5.1 Taxas de dinâmica

No primeiro inventário, foram analisados 752 indivíduos de *V. thyrsoides* nas três áreas de estudo. Na área PEQRB, no primeiro inventário, foram mapeadas 267 manchas de habitat, já no último inventário (sexto) foram encontradas 257 manchas de habitat. Na área CE, foram inventariadas 303 indivíduos de *V. thyrsoides*, sendo que no último inventário (terceiro) foram encontradas 309 manchas de habitat. Na área CZ, foram levantados 182 indivíduos de *V. thyrsoides* e na última amostragem (terceira) o número foi de 178 indivíduos. Em relação às hemiparasitas na área PEQRB, foram encontradas 192 indivíduos de *P. robustus* no primeiro inventário e, no último, população da hemiparasita foi de 178 ervas-de-passarinho. Na área CE, no primeiro inventário, encontrou-se 52 hemiparasitas, já no último inventário essa população decresceu para 43 indivíduos. Na área CZ, no primeiro inventário, a população de erva-de-passarinho era composta por 251 indivíduos, enquanto no último, a população reduziu para 185 indivíduos.

As três áreas de estudo diferiram no número de indivíduos de *P. robustus* e tamanho desses indivíduos (diâmetro médio da copa). O tamanho das hemiparasitas diferiu estatisticamente entre todas as áreas de estudo e entre os inventários ( $F=311.3024$ ;  $p<0,001$ ). Considerando separadamente o tamanho dos indivíduos por inventários, também houve diferenças entre todas as áreas (1º inventário ( $F=770.6788$ ;  $p<0,001$ ), 2º inventário ( $F=371.4623$ ;  $p<0,001$ ) e 3º inventário ( $F=542,1021$ ;  $p<0,001$ )).

Houve diferenças nas taxas de dinâmicas (mortalidade, recrutamento e taxa de mudança) entre todos os intervalos de tempo em que as populações foram monitoradas, evidenciando que a erva-de-passarinho apresentou variações nas suas taxas populacionais ao longo do tempo.

Os parâmetros metapopulacionais calculados mostraram que no período de tempo estudado, havia uma diminuição na proporção de manchas ocupadas (Tabela 1). Na área de estudo PEQRB, a extinção de sub-populações locais de *P. robustus* ocorreu devido à extinção das manchas de habitat. Nessa área, no 4º inventário ocorreu uma maior proporção de manchas ocupadas ( $dX_c/da=0,0045$ ). Na área CE, no 2º inventário, a extinção de sub-populações foi maior que a colonização de manchas, no entanto, não ocorreu a extinção da mancha de habitat, apenas as sub-populações de ervas-de-passarinho foram extintas. Na área CZ, no 2º inventário ocorreu o maior decréscimo de proporções de manchas ocupadas ( $dX_c/da=-0,0502$ ). Não ocorreu a extinção das manchas de habitat, apenas a extinção das sub-populações locais de *P. robustus* devido ao fogo.

TABELA 1 Parâmetros metapopulacionais calculados, onde  $X^*$  é equilíbrio de manchas ocupadas e  $dX_c/da$  é a taxa nas quais as manchas se tornam ocupadas no tempo.

Área de estudo	$X^*$	$dX_c/da$
<b>PEQRB: 2º inventário</b>	-3.5	-0,0198
<b>PEQRB: 3º inventário</b>	-0.67	-0,0122
<b>PEQRB: 4º inventário</b>	0.25	0,0045
<b>PEQRB: 5º inventário</b>	-0.4	-0,0087
<b>PEQRB: 6º inventário</b>	-2	-0,0145
<b>CE: 2º inventário</b>	0	-0,0152
<b>CE: 3º inventário</b>	1	0,003
<b>CZ: 2º inventário</b>	-13	-0,0502
<b>CZ: 3º inventário</b>	0	-0,0013

Os parâmetros mortalidade, recrutamento e taxa de mudança calculados para todos os indivíduos da população, tanto da *V. Thyrsoides*, quanto para o *P. robustus*, estavam de acordo com os resultados encontrados para as manchas (Tabela 2). As taxas de mudanças foram baixas para os hospedeiros (manchas de habitat) e altas para as ervas-de-passarinho. As taxas mais altas de mudança líquida foram encontradas para a área CZ. No intervalo entre o 1º e o 2º inventário, a área de estudo foi queimada, levando à morte de muitas ervas-de-passarinho, por isso houve uma elevada taxa de mortalidade e taxa de mudança líquida negativa (Ch=-61.37). Já no 3º inventário, ocorreu uma alta taxa de colonização (recrutamento), aumentando a população de ervas-de-passarinho (Ch=40.63).

TABELA 2 Cálculo dos índices de mortalidade (M), recrutamento (R) e taxa de mudança líquida (Ch) para cada uma das dinâmicas nas três áreas de estudo.

Área	Mortalidade (M)	Recrutamento (R)	Taxa de mudança líquida (Ch)
PEQRB: 1º intervalo (V. <i>thyrsoides</i> )	6.63	0	-6.63
PEQRB: 2º intervalo (V. <i>thyrsoides</i> )	6.85	10.36	3.91
PEQRB: 3º intervalo (V. <i>thyrsoides</i> )	3.77	0.77	-3.02
PEQRB: 4º intervalo (V. <i>thyrsoides</i> )	3.06	3.06	0
PEQRB: 5º intervalo (V. <i>thyrsoides</i> )	2.30	0.77	-1.54
PEQRB: 1º intervalo (P. <i>robustus</i> )	32.13	19.30	-15.89
PEQRB: 2º intervalo (P. <i>robustus</i> )	39.21	46.68	14.02
PEQRB: 3º intervalo (P. <i>robustus</i> )	32.74	38.72	9.75
PEQRB: 4º intervalo (P. <i>robustus</i> )	27.15	15.64	-13.64
PEQRB: 5º intervalo (P. <i>robustus</i> )	26.26	21.21	-6.41
CZ: 1º intervalo (V. <i>thyrsoides</i> )	4.347	0	-4.34
CZ: 2º intervalo (V. <i>thyrsoides</i> )	2.23	2.23	0
CZ: 1ª intervalo (P. <i>robustus</i> )	72.76	29.48	-61.37
CZ: 2º intervalo (P. <i>robustus</i> )	45.66	36.86	40.63
CE: 1º intervalo (V. <i>thyrsoides</i> )	0.66	2.59	1.99
CE: 2º intervalo (V. <i>thyrsoides</i> )	0	1.93	1.97
CE: 1º intervalo (P. <i>robustus</i> )	34.76	4.59	-31.62
CE: 2º intervalo (P. <i>robustus</i> )	9.08	9.08	0

## 5.2 Extinção das manchas

Na área CE, apenas uma *V. thyrsoides* morreu durante o período de estudo. Esse indivíduo não apresentava hemiparasitas. Na área CZ, seis *V. thyrsoides* morreram durante o período de estudo. Estas seis manchas de habitats apresentavam oito indivíduos de *P. robustus* e sua morte ocorreu provavelmente devido ao fogo.

A área controle (ausência de fogo) PEQRB foi à área em que ocorreu maior mortalidade de *V. thyrsoides*. Nessa área, todas as manchas mortas apresentaram hemiparasitas (Figura 2), não houve a mortalidade de nenhuma mancha sem ervas-de-passarinho. A maioria das manchas que foram extintas continha mais de uma erva-de-passarinho. As manchas extintas que eram ocupadas por apenas um indivíduo de hemiparasita, este ocupava grande parte da copa da hospedeira. As 30 manchas extintas continham 84 hemiparasitas.

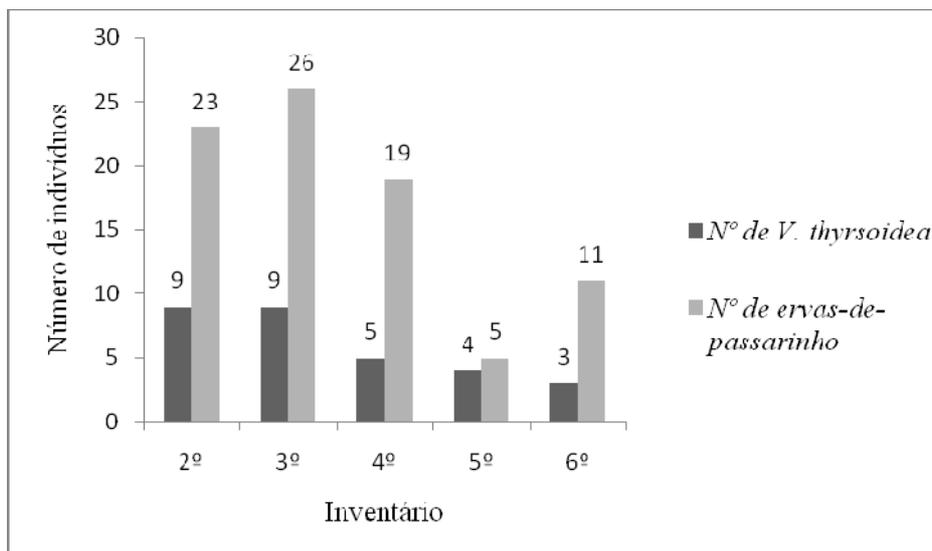


FIGURA 2 Número de indivíduos mortos em cada um dos inventários na área PEQRB. O cinza escuro representa o número de manchas extintas (número de *V. thyrsoides* mortas) e o cinza claro representa o número de ervas-de-passarinho mortas nas manchas extintas.

### 5.3 Efeito do fogo

As áreas CE e CZ sofreram queimadas. A área CE foi queimada antes do primeiro inventário, o que explica o pequeno número de indivíduos de ervas-de-passarinho encontrado. Nessa área, foram registrados indícios de que a população era bem maior, como marcas de apressório em indivíduos de *V. thyrsoides* e ervas-de-passarinho mortas. Todas as ervas-de-passarinho dessa área de estudo encontradas vivas estavam fixadas em indivíduos mais altos de *V. thyrsoides* e no ápice dessas plantas, tendo sido provavelmente protegidas do fogo pela altura de fixação. Os indivíduos infestados também estavam próximos de afloramentos rochosos, o que pode ter representado, uma proteção adicional contra o fogo, possivelmente pela menor quantidade de material combustível.

Na área CZ, o fogo ocorreu no intervalo entre o 1º e 2º inventário, acarretando a morte de 120 indivíduos de *P. robustus*. A mortalidade de *P. robustus* nesse intervalo não estava relacionada com a altura da *V. thyrsoides*. O teste Qui-quadrado mostrou não haver diferenças na mortalidade entre as classes de altura da hospedeira ( $\chi^2=4,41$ ;  $p<0,220482$ ). Entre o 2º e 3º inventário morreram 41 hemiparasitas, nesse intervalo a frequência esperada diferiu estatisticamente da frequência observada ( $\chi^2=17,56$ ;  $p<0,000542$ ). A maior diferença estava na 3º classe de altura (6.1 a 8 metros), onde o número de hemiparasitas mortas foi bem menor do que o esperado (Figura 3).

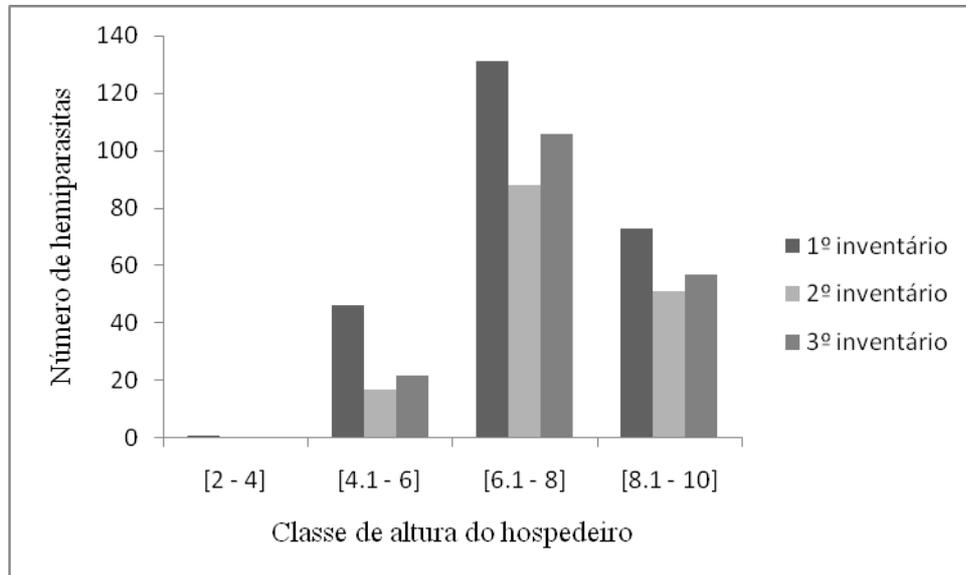


FIGURA 3 Número de *Psittacanthus robustus* por classe de altura da hospedeira *Vochysia thyrsoidea* na área Carrancas Zilda. O fogo ocorreu no intervalo entre o 1º e o 2º inventário.

## 6 DISCUSSÃO

Estudos de dinâmica metapopulacional em plantas são limitados, destacando-se, no entanto, os estudos com briófitas epífitas (Snäll et al., 2003; 2005a; 2005b; Löbel et al., 2006a; 2006b) e orquídeas epífitas (Tremblay et al., 2006).

A dinâmica da planta investigada nesse estudo -- a erva-de-passarinho *P. Robustus* -- pode ser vista como uma metapopulação. A distribuição e dinâmica dessa espécie se enquadram nas quatro premissas propostas por Hanski (1997) para ser considerada uma metapopulação: 1) habitats adequados ocorrem em manchas discretas que podem ser ocupados por populações; 2) populações locais apresentam risco de extinção; 3) manchas de habitat não podem estar tão isoladas na paisagem de forma a impedir a re-colonização após as extinções locais; 4) populações locais não podem apresentar dinâmicas sincrônicas.

### 6.1 Taxa de dinâmicas

O Modelo de Função Incidente (Hanski 1994a, 1997, Moilanen & Hanski, 1995; 1998) se aplica bem a situação encontrada para o *P. robustus*, visto que os eventos mais importantes estão relacionados às taxas de colonização e extinção. Esses processos estão relacionados à probabilidade de extinção local que depende do tamanho populacional e está relacionado ao tamanho da mancha de habitat. Além disso, a colonização de manchas não ocupadas é dependente da distância. A distância entre as manchas de habitat retrata a conectividade. Esta é fundamental no caso das ervas-de-passarinho, já que o fluxo de propágulos entre as manchas depende do padrão de movimentação dos pássaros dispersores.

O tamanho da mancha é uma variável importante no caso das hemiparasitas. Os indivíduos maiores de *V. thyrsoides* foram os mais parasitados pelo *P. robustus* (Teodoro et al., 2010). Esse padrão é típico para as

hemiparasitas que apresentam dispersão por pássaros (Roxburgh & Nicolson, 2008). Segundo Overton (1994), essa relação de tamanho do hospedeiro e intensidade de infecção ocorre porque árvores maiores são mais velhas e teriam mais tempo para serem parasitadas. Além disso, Aukema & Martínez Del Rio (2002a) e Aukema (2004) argumentaram que o comportamento dos pássaros dispersores é um fator chave na deposição das sementes das ervas-de-passarinho e que esses preferem forragear em indivíduos mais altos e com copas mais densas.

Para plantas, a mobilidade do recrutamento ocorre primariamente através da dispersão de sementes ou propágulos (Sargent, 1990; Nathan & Muller-Landau, 2000; Murphy & Lovett-Doust, 2004). Para as hemiparasitas, a dispersão de sementes é um processo bastante delicado, já que essas, para germinarem e se estabelecerem, necessitam ser depositadas em sítios adequados como galhos e troncos de plantas hospedeiras (Monteiro et al., 1992, Sargent, 1995). As aves dispersoras do *P. robustus*, *Tersina viridis* (Illiger, 1811) e *Elaenia cristata* (Pelzeln, 1868), permanecem mais tempo em manchas de habitat com a presença do recurso alimentar (frutos da hemiparasita) ou próximos a essas manchas infestadas (Monteiro et al., 1992; Teodoro et al., 2010), por isso a distância entre as manchas é, provavelmente, um fator fundamental na dinâmica metapopulacional do *P. robustus*.

Considerando o primeiro e último inventário em cada uma das áreas de estudo, o número de manchas ocupadas declinou com o tempo. Na área PEQRB, esse fato está provavelmente relacionado à extinção de manchas causada pelo próprio parasitismo (30 manchas extintas). Nas áreas CE e CZ, esse número declinou em função do fogo que resultou no desaparecimento de várias subpopulações locais, sem, no entanto, haver ocorrido a extinção de manchas de habitat.

Em estudos com briófitas epífitas (Snäll et al., 2003; Snäll et al., 2005a; 2005b; Löbel et al., 2006a; 2006b), os resultados foram semelhantes ao encontrado para a hemiparásita *P. robustus*. No sistema árvore-epífita, as características das árvores hospedeiras, as condições ambientais locais e conectividade foram importantes para explicar os padrões de distribuição das briófitas em ambientes florestais. A persistência da metapopulação dependeu da taxa de dispersão, que é limitada nessas espécies. O aumento das distâncias entre as manchas de habitat causadas pela fragmentação poderia levar à extinção das espécies, reduzindo a biodiversidade. Além disso, a manutenção da metapopulação das espécies foi significativamente afetada pela dinâmica de suas manchas de habitat (Snäll et al., 2005a; 2005b).

## **6.2 Extinção das manchas**

O parasitismo interfere no desempenho das espécies hospedeiras, alterando as interações competitivas entre plantas hospedeiras e não hospedeiras e causando uma cascata de efeitos na estrutura da comunidade (Press & Phoenix, 2005). Os efeitos das plantas parasitas na estrutura das populações são sempre dinâmicos e poderão mudar dependendo da influência das condições ambientais no desempenho das plantas parasitas (Press & Phoenix, 2005; Spurrier & Smith, 2007).

Nesse estudo, a abundância das hemiparasitas influencia na dinâmica das manchas de habitat, visto que a alta intensidade de parasitismo pode levar a morte da hospedeira. Na área controle (PEQRB) e em todos os inventários, indivíduos de *V. thyrsoidea* (com elevado número de ervas-de-passarinho ou com poucas hemiparasitas, mas com diâmetro de copa muito grande) morreram (Figura 2). Trinta manchas de habitat foram extintas no período de tempo estudado. O fogo controlou a intensidade de parasitismo por mancha de habitat

nas áreas de estudo CE e CZ e, provavelmente devido a esse fator, não houve mortalidade de *V. thyrsoidea* associada ao parasitismo.

### 6.3 Efeito do fogo

A espécie *P. robustus* apresenta distribuição em áreas de Cerrado (Monteiro et al., 1992), onde o fogo é um evento natural e recorrente. Todavia, esta é uma espécie sensível ao fogo. Por outro lado, *V. thyrsoidea* parece ser bastante tolerante a incêndios, assim, mesmo nas áreas que sofreram queimadas (CE e CZ), não ocorreu mortalidade de *V. thyrsoidea*. Diante disto, incêndios periódicos parecem ser um importante fator no controle no nível de infestação, podendo inclusive aumentar a chance de sobrevivência da árvore hospedeira *V. thyrsoidea*.

Em um estudo com *Pinus* em florestas temperadas, o fogo natural controlava as taxas de infestação da hemiparasita *Arceuthobium americanum* (Kipfmüller & Baker, 1998). Os resultados encontrados sugeriram que a intensificação da infestação não é um resultado direto da supressão do fogo, mas que essa supressão em longo prazo poderia aumentar os níveis de hemiparasitas. Em um estudo experimental, Hessburg et al. (2008) avaliaram o efeito do fogo e do desbaste na intensidade de infestação de *Arceuthobium* spp. nas espécies hospedeiras *Pinus ponderosa* e *Pseudotsuga menziesii* e concluíram que fogo reduziu a severidade de infestação em todos os tratamentos.

Na Austrália e América do Norte, o aumento das populações de hemiparasitas foi atribuído às mudanças no regime de fogo (Hessburg et al., 1999; 2000; Shaw et al., 2004; Jurskis et al., 2005), sendo que muitas espécies de hemiparasitas são sensíveis à queimadas. A exclusão do fogo pode alterar o solo em volta das raízes das árvores e afetar a fisiologia das espécies hospedeiras através do aumento do valor nutricional do solo e isso, também influenciaria no

aumento das parasitas nas árvores hospedeiras (Jurskis & Turner, 2002; Jurskis et al., 2005).

#### **6.4 Uma adequação ao modelo de monitoramento de mancha (Snäll et al. 2003) para as hemiparasitas**

Snäll et al. (2003) propuseram um modelo generalista de dinâmica espaço-temporal: modelo de monitoramento de mancha. O modelo foi baseado em estudos metapopulacionais com briófitas epífitas, mas que pode ser aplicado para outros grupos.

No sistema árvore-epífita, primeiro as árvores se estabelecem no ambiente e, então, estas começam a ser colonizadas por epífitas. As primeiras árvores colonizadas, por estarem expostas por mais tempo, deveriam possuir uma população maior de epífitas e essas manchas com maior número de indivíduos seriam fonte de propágulos para outras manchas. No modelo proposto por estes autores, a extinção das manchas ocorrerá independentemente da ocorrência ou abundância de epífitas. As epífitas não interfeririam na sobrevivência da mancha de habitat (Snäll et al., 2003; Snäll et al., 2005a).

As hemiparasitas apresentam um sistema semelhante às briófitas epífitas, mas com algumas diferenças. Estas se distribuem de forma agregada em manchas de habitat e a distância entre as manchas é importante no processo de dispersão, já que depende do comportamento de forrageamento do dispersor, sendo esse, o mesmo padrão encontrado para as briófitas epífitas (Monteiro et al., 1992; Snäll et al., 2003; Teodoro et al., 2010). O que difere do sistema árvore-epífita (Snäll et al., 2003) é que o tamanho populacional de hemiparasitas em cada mancha de habitat interfere na sobrevivência das manchas. *P. robustus*, sendo um hemiparasita, provavelmente ocasiona danos a sua espécie hospedeira. Tal inferência é fortemente suportada pela maior mortalidade dos indivíduos de

*V. thyrsoides* (desaparecimento de manchas) quando sob alta infestação de hemiparasitas.

O tamanho populacional do *P. robustus* aumentou com o tamanho da árvore hospedeira, o que é uma premissa do modelo metapopulacional (Moilanen & Hanski, 1995; 1998) e se aplica a inúmeras espécies. Mas no caso das hemiparasitas, esse aumento do tamanho populacional em manchas de habitat aumenta o risco de extinção local, pois quanto maior o número de hemiparasitas, maior a probabilidade de morte do hospedeiro (extinção da mancha de habitat).

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AUKEMA, J. E. Distribution and dispersal of desert mistletoe is scale-dependent, hierarchically nested. **Ecography**, Copenhagen, v. 27, n. 2, p. 137-144, Mar. 2004.

AUKEMA, J. E.; MARTINEZ DEL RIO, C. Mistletoes as parasites and seed-dispersing birds as disease vectors: current understanding, challenges, and opportunities. In: LEVEY, D. J.; SILVA, W. R.; GALETTI, M. (Ed.). **Seed dispersal and frugivory: ecology, evolution and conservation**. New York: CABI, 2002a. p. 99-110.

AUKEMA, J. E.; MARTINEZ DEL RIO, C. Where does a fruit-eating bird deposit mistletoe seeds?: seed deposition patterns and an experiment. **Ecology**, Durham, v. 83, n. 12, p. 3489-3496, Dec. 2002b.

CALDER, M.; BERNARDT, P. **The biology of mistletoes**. Sidney: Academic, 1983.

CALVIN, C. L.; WILSON, C. A. Comparative morphology of epicortical roots in Old and New World Loranthaceae with reference to root types, origin, patterns of longitudinal extension and potential for clonal growth. **Flora: morphology, distribution, functional ecology of plants**, London, v. 201, n. 1, p. 56-64, Jan. 2006.

CURI, N.; LIMA, J. M.; ANDRADE, H.; GUALBERTO, V. Geomorfologia, física, química e mineralogia dos principais solos da região de Lavras (MG). **Ciência e Prática**, Lavras, v. 14, n. 3, p. 297-307, Nov. 1990.

FARIA, R. A. V. B. **Programa de educação ambiental para o Parque Florestal Quedas do Rio Bonito**. 1999. 217 p. Dissertação de (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

FELFILI, J. M.; SILVA JUNIOR, M. C. Floristics composition, phytosociology and comparison of cerrado and gallery forest at Fazenda Água Limpa. In: FURLEY, P.A.; PROCTOR, J.; RATTER, J. A. (Org.). **Nature and dynamics of forest/savanas boundaries**. London: Chapman e Hall, 1992. p. 393-415.

HANSKI, I. Metapopulation dynamics: from concepts and observations to predictive models. In: HANSKI, I.; GILPIN, M. E. (Ed.). **Metapopulation Biology: ecology, genetics and evolution**. London: Academic, 1997. p. 69-91.

HANSKI, I. A practical model of metapopulation dynamics. **Journal of Animal Ecology**, Oxford, v. 63, n. 1, p.151-162, Jan. 1994a.

HANSKI, I. Single-species metapopulation dynamics: concepts, models and observations. **Biological Journal of the Linnean Society**, London, v. 42, n. 1/2, p. 17-38, Jan. 1991.

HANSKI, I. Spatial scale, patchiness and movement on land. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London**: series B, London, v. 343, n. 1303, p.19-25, 1994b.

HESSBURG, P. F.; POVAK, N. A.; SALTER, R. B. Thinning and prescribed fire effects on dwarf mistletoe severity in an eastern Cascade Range dry forest, Washington. **Forest Ecological and Management**, Amsterdam, v. 255, n. 7, p. 2907-2915, Apr. 2008.

HESSBURG, P. F.; SMITH, B. G.; SALTER, R. B.; OTTMAR, R. D.; ALVARADO, E. Recent changes (1930s-1990s) in spatial patterns of interior northwest forests, USA. **Forest Ecological and Management**, Amsterdam, v. 136, n. 1/3, p. 53-83, Oct. 2000.

JURSKIS, V.; TURNER, R. J. Eucalypt dieback in eastern Australia: a simple model. **Australian Forestry**, Queen Victoria, v. 65, n. 2, p. 81-92, 2002.

JURSKIS, V.; TURNER, R. J.; JURSKIS, D. Mistletoe increasing in 'undisturbed' forest: a symptom of forest decline caused by unnaturak exclusion of fire? **Australian Forestry**, Queen Victoria, v. 68, n. 3, p. 221-226, 2005.

KIPFMUELLER, K. F.; BAKER, W. L. Fires and dwarf mistletoe in a Rocky Mountain lodgepole pine ecosystem. **Forest Ecological and Management**, Amsterdam, v. 108, n. 1/2, p. 77-84, Aug. 1998.

LÖBEL, S.; SNÄLL, T.; RYDIN, H. Metapopulation processes in epiphytes inferred from patterns of regional distribution and local abundance in fragmented forest landscapes. **Journal of Ecology**, Oxford, v. 94, n. 4, p. 856-868, July 2006.

LÖBEL, S.; SNÄLL, T.; RYDIN, H. Species richness patterns and metapopulation processes: evidence from epiphyte communities in boreo-nemoral forest. **Ecography**, Copenhagen, v. 29, n. 2, p. 169-182, Apr. 2006.

- LOWMAN, M. D.; NADKARNI, M. N. **Forest canopies**. Sydney: Academic, 1995.
- MOILANEN, A.; HANSKI, I. Habitat destruction and competitive coexistence in a spatially realistic metapopulation model. **Journal of Animal Ecology**, Oxford, v. 64, n. 1, p. 141-144, Jan. 1995.
- MOILANEN, A.; HANSKI, I. Metapopulational dynamics: effects of habitat quality and landscape structure. **Ecology**, Copenhagen, v. 79, n. 7, p. 2503-2515, Oct. 1998.
- MONTEIRO, R. F.; MARTINS, R. P.; YAMAMOTO, K. Host specificity and seed dispersal of *Psittacanthus robustus* (Loranthaceae) in south-east Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 8, n. 3, p. 307-314, Aug. 1992.
- NATHAN, R.; SCHURR, F. M.; SPIEGEL, O.; STEINITZ, O.; TRAKHTENBROT, A.; TSOAR, A. Mechanisms of long-distance seed dispersal. **Trends in Ecology and evolution**, Amsterdam, v. 23, n. 11, p. 638-647, Nov. 2008.
- OVERTON, J. M. Dispersal and infection in mistletoe metapopulations. **Journal of Ecology**, Oxford, v. 82, n. 4, p.711-723, Dec. 1994.
- PRESS, M. C.; PHOENIX, G. K. Impacts of parasitic plants on natural communities. **New Phytologist**, Cambridge, v. 166, n. 3, p. 737-751, June 2005.
- REID, N. Dispersal of mistletoe by honeyeaters and flowerpeckers: components of seed dispersal quality. **Ecology**, Durham, v. 70, n. 1, p. 137-145, Feb. 1989.
- ROXBURGH, L.; NICOLSON, S. W. Differential dispersal and survival of an African mistletoe: does host size matter? **Plant Ecology**, Dordrecht, v. 195, n. 1, p. 21-31, Mar. 2008.
- SARGENT, S. Seed fate in a tropical mistletoe: the importance of host twig size. **Functional Ecology**, Oxford, v. 9, n. 2, p. 197-204, Apr. 1995.
- SHAW, D. C.; WATSON, D. M.; MATHIASSEN, R. L. Comparison of dwarf mistletoe (*Arceuthobium* spp., Viscaceae) in the weastern United States with mistletoe (*Amyema* spp., Loranthaceae) in Australia: ecological analogs and reciprocal models for ecosystem management. **Australian Journal of Botany**, Melbourne, v. 52, n. 4, p. 481-498, Aug. 2004.

SHEIL, D.; BURSLEM, D. F. R. P.; ALDER, D. The interpretation and misinterpretation of mortality rate measures. **Journal of Ecology**, Oxford, v. 83, n. 2, p. 331-333, Apr. 1995.

SHEIL, D.; JENNINGS, S.; SAVILL, P. Long-term permanent plot observations of vegetation dynamics in Budongo, a Ugandan rain forest. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 16, n. 6, p. 765-800, Nov. 2000.

SNÄLL, T.; EHRLÉN, J.; RYDIN, H. Colonization-extinction dynamics of an epiphyte metapopulation in a dynamic landscape. **Ecology**, Durham, v. 86, n. 1, p. 106-115, Jan. 2005.

SNÄLL, T.; HAGSTRÖM, A.; RUDOLPHI, J.; RYDIN, H. Distribution pattern of the epiphyte *Neckera pennata* on three spatial scales: importance of past landscape structure, connectivity and local conditions. **Ecography**, Copenhagen, v. 27, n. 6, p. 757-766, Dec. 2004a.

SNÄLL, T.; RIBEIRO JÚNIOR, P. J.; RYDIN, H. Spatial occurrence and colonization in patch-tracking metapopulations: local conditions versus dispersal. **Oikos**, Buenos Aires, v. 103, n. 3, p. 566-578, dez. 2003.

SNÄLL, T.; PENNANEN, J.; KIVISTÖ, L.; HANSKI, I. Modelling epiphyte metapopulation dynamics in a dynamic forest landscape. **Oikos**, Buenos Aires, v. 109, n. 1, p. 209-222, Apr. 2005b.

SOKAL, R.; ROHLF, J. **Biometry**. 3. ed. San Francisco: W. H. Freeman, 1994.

SPURRIER, S.; SMITH, K. G. Desert mistletoe (*Phoradendron californicum*) infestation correlates with blue palo verde (*Cercidium floridum*) mortality during a severe drought in the Mojave desert. **Journal of Arid Environments**, London, v. 69, n. 2, p. 189-197, Apr. 2007.

TEODORO, G. S.; VAN DEN BERG, E. NUNES SANTOS, M. C.; COELHO, F. F. How does a *Psittacanthus robustus* Mart. population structure relate to a *Vochysia thyrsoidea* Pohl host population? **Flora: morphology, distribution, functional ecology of plants**, London, 2010. No prelo.

TREMBLAY, R. L.; MELÉNDEZ-ACKERMAN, E.; KAPAN, D. Do epiphytic orchids behave as metapopulations?: evidence from colonization, extinction rates and asynchronous population dynamics. **Biological conservation**, Essex, v. 129, n. 1, p. 70-81, Aug. 2006.

WATSON, D. M.; ROSHIER, D. A.; WIEGAND, T. Spatial ecology of a root parasite: from pattern to process. **Austral Ecology**, Carlton, v. 32, n. 4, p. 359-369, June 2007.

ZAR, J. H. **Biostatistical analysis**. 4. ed. New Jersey: Prentice Hall, 1999. 663p.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A erva-de-passarinho *Psittacanthus robustus*, apresentou um padrão de parasitismo onde os indivíduos maiores de *Vochysia thyrsoidea* foram os mais parasitados e as hemiparasitas estavam fixadas na porção apical das plantas hospedeiras. Além disso, a hemiparasita apresenta uma distribuição agregada em escala local (manchas de habitat).

As diferenças encontradas no número de indivíduos de *P. robustus* entre as áreas de estudo se devem à ocorrência diferenciada de fogo. Essa espécie é sensível ao fogo, mesmo tendo sua ocorrência no Domínio Cerrado, onde este [o fogo] é um evento natural e recorrente.

A dinâmica do *P. robustus* sobre indivíduos de *V. thyrsoidea* pode ser vista como uma metapopulação. Ocorreu extinção local de subpopulações de erva-de-passarinho, houve re-colonizações e a dinâmica entre as manchas de habitat é assincrônica. O tamanho populacional de hemiparasitas em cada mancha de habitat interfere na sobrevivência das manchas, visto que o *P. robustus*, pode levar a morte da hospedeira.