

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE APOIO À PESQUISA
PROGRAMA INSTITUCIONAL DE BOLSAS DE INICIAÇÃO
CIENTÍFICA

ESTUDO DA PREFERÊNCIA POR HOSPEDEIROS PELA ERVA-DE-
PASSARINHO *Passovia stelis* (LORANTHACEAE) NA ÁREA URBANA
DE ITACOATIARA-AM

Bolsista: Renata da Silva e Silva, FAPEAM

ITACOATIARA

2012

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE APOIO À PESQUISA
PROGRAMA INSTITUCIONAL DE BOLSAS DE INICIAÇÃO
CIENTÍFICA

RELATÓRIO FINAL

PIB-B/0069/2011

ESTUDO DA PREFERÊNCIA POR HOSPEDEIROS PELA ERVA-DE-
PASSARINHO *Passovia stelis* (LORANTHACEAE) NA ÁREA URBANA
DE ITACOATIARA-AM

Bolsista: Renata da Silva e Silva FAPEAM
Orientador: Prof^a. Msc. Welma Sousa Silva
Colaboradora: Prof^a. Msc. M^a Isabel Reis e Silva

ITACOATIARA

2012

Todos os direitos deste relatório são reservados à Universidade Federal do Amazonas e aos seus autores. Parte deste relatório somente poderá ser reproduzida para fins acadêmicos e, ou, científicos.

RESUMO

A fim de estabelecer quais características morfológicas podem influenciar na ocorrência e abundância da erva-de-passarinho *Passovia stelis* na área urbana de Itacoatiara, foram selecionadas 12 espécies consideradas mais infestadas: acerola, cacau, mangueira, azeitoneira, abacate e castanholeira e espécies menos infestadas: oiti, jambeiro, seringueira, cajueiro, ipê-amarelo e brasileirinha, foram verificadas em 6 bairros, 3 distribuídos na área central e 3 na área periférica da cidade. As espécies foram verificadas em 2 parcelas de 500m², dados sobre a área de ocorrência (quintal, calçada ou terreno baldio), altura do hospedeiro e coleta de galhos infestados foram registrados. Testes de germinação foram conduzidos, usando seguintes tratamentos: 1) frutos com exocarpo retirado manualmente; 2) frutos com exocarpo intacto; 3) frutos com exocarpo parcialmente retirado; 4) frutos passaram pelo tratamento com ácido H₂SO₄. Nos 6 bairros amostrados, foram registrados 153 indivíduos das 12 espécies. Testes paramétricos (teste T e e não paramétricos foram adotados para testar as variáveis analisadas. Pelo teste Kruskal-Wallis, comparando as frequências das infestações por bairro, encontrou diferença significativa (H= 13.45, p<0.05; GL= 2), o que indica uma maior infestação de indivíduos presentes em quintais. Pelo teste T de Student, verificou-se diferença significativa entre a média das infestações dos bairros localizados na área central e periférica (t=3.03, GL=6, p=0,023). O teste não-paramétrico Mann-Whitney (U=152.0, GL=134, p>0.05) não evidenciou diferença significativa na altura dos hospedeiros em relação a infestação. O teste chi-quadrado não encontrou correlação entre as características morfológicas (casca lisa e rugosa) e diâmetro nos galhos infestados e não infestados. As taxas de germinação dos frutos de *Passovia stelis* diferiu significativamente entre os tratamentos de ruptura total e controle (ANOVA (F= 7,5081; GL= 2; p< 0.01). Sob o foco do sucesso no estabelecimento do embrião no galho do hospedeiro, o tamanho da radícula do embrião diferiu significativamente entre os tratamentos citados, sendo maior no tratamento total (ANOVA (F= 18.9; GL= 2; p< 0.01). O trabalho forneceu informações inéditas sobre estudos de preferências das plantas hemiparasitas em relação a seus hospedeiros em áreas urbanas circundadas por Floresta Amazônica, além de trazer informações relevantes sobre a biologia da espécie *Passovia stelis*.

Palavras chave: ervas-de-passarinho, características morfológicas dos hospedeiros, teste de germinação.

ABSTRACT

In order to establish which morphological features can to have influence at occurrence and abundance of mistetloe *Passovia stelis* on urban area in Itacoatiara was selected 12 species considered most infested: acerola, cacau, mangueira, azeitoneira, abacate e castanholeira and less infested species: oiti, jambeiro, seringueira, cajueiro, ipê-amarelo e brasileirinha. In all selected individuals were recorded infestation status and height. Environmental characteristics such as the type of trees area observed (yard, sidewalk and wasteland) and the location of the neighborhoods in central and peripheral area were recorded. Samples were collected from branch hosts for morphological analysis. Germination tests were conducted using the following treatments: 1) fruits with exocarp removed manually, 2) fruits with exocarp intact, 3) fruits with exocarp partially withdrawn; 4) passed through the fruit acid treatment H_2SO_4 . In the 6 districts sampled, 153 individuals were recorded from 12 species. By Kruskal-Wallis test comparing the frequencies of infestations neighborhood, found a significant difference ($H = 13:45$, $p < 0.05$, $GL = 2$), indicating a greater infestation of individuals present in backyards. By Student's t test, there was significant difference between the average infestations of neighborhoods located in the central and peripheral ($t = 3.03$, $GL = 6$, $p = 0.023$). The nonparametric Mann-Whitney test ($U = 152.0$, $GL = 134$, $p > 0.05$) showed no significant difference in the height of the hosts against infestation. The chi-square test found no correlation between morphological characteristics (bark smooth and rough) in diameter and branches infested and not infested. The germination rates of fruits *Passovia Stelis* differed significantly between treatments and control of total collapse (ANOVA ($F = 7.5081$, $GL = 2$, $p < 0.01$). Beneath the focus of the successful establishment of the branch in the host embryo, the size of the embryo radicle differed significantly among the treatments mentioned, being higher in total treatment (ANOVA ($F = 18.9$, $df = 2$, $p < 0.01$). This study provided new information about studies of plants hemiparasites preferences regarding their hosts in urban areas surrounded by Amazon Rainforest, and bring relevant information about the biology of the species *Passovia stelis*.

Key words: herbs-de-birdie, morphological characteristics of hosts, germination test.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. Materiais utilizados	13
FIGURA 2. Diferentes tratamentos de germinação	14

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1. Número de hospedeiros infestados e não infestados nos 6 bairros amostrado-----	15
GRÁFICO 2. Teste t para comparação de médias de áreas da cidade (borda e centro) -----	17
GRÁFICO 3. Média, erro padrão e desvio padrão da altura das árvores com e sem presença de hemiparasitas -----	18
GRÁFICO 4. Média e desvio padrão do diâmetro dos galhos-----	20
GRÁFICO 5. Média da taxa de germinação dos 4 tipos de tratamentos: Ruptura total (RT), Ruptura parcial (RP), Controle e Ácido. E a média do tamanho da radícula dos diferentes tipos de tratamentos-----	21

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
2. OBJETIVO GERAL E ESPECIFICO	9
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	10
4. METODOLOGIA	12
4.1 DELINEAMENTO AMOSTRAL	12
4.2 COLETAS DE GALHOS	13
4.3 TESTES DE GERMINAÇÃO	13
4.4 ANÁLISES DE DADOS	14
5. RESULTADOS E DISCUSÃO	15
6. CONCLUSÃO	23
7 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	24
8. CRONOGRAMA EXECUTADO	28
9. ANEXO	29

1. INTRODUÇÃO

As espécies hemiparasitas das famílias botânicas Loranthaceae e Santalaceae constituem o grupo mais expressivo de plantas parasitas da flora mundial, sendo plantas fotossintetizantes que obtêm água e sais minerais do xilema do hospedeiro via sistema haustorial. São plantas perenes que se fixam aos galhos e troncos da planta hospedeira, desenvolvendo-se vigorosamente e ocupando partes ou quase toda a copa (DER & NICKRENT, 2008).

Espécies destes grupos são popularmente conhecidas como “erva-de-passarinho” devido sua dependência a dispersão de sementes por aves, sendo algumas destas altamente especializadas no consumo de seus frutos. Por possuírem uma camada de substância mucilaginosa, denominada viscina, as sementes liberadas após regurgitação ou defecação, aderem-se aos galhos das plantas hospedeiras (CAZETTA & GALLETI, 2007).

A partir dos dados levantados no projeto anterior (PIB-B/0040/2010, verificou-se a ocorrência e distribuição de três espécies de erva-de-passarinho, pertencentes à família Loranthaceae na cidade. Considerou-se a espécie mais abundante *Passovia stelis*, parasitando árvores frutíferas e ornamentais. Entretanto, foram observadas que certas árvores hospedeiras apresentaram maior frequência de infestações do que outras.

Com o restabelecimento de *Passovia*, o gênero *Phthirusa* sofreu uma nova circunscrição, com o retorno ao conceito original do gênero como proposto por Martius (1830 *apud* Kuijt 2011). Dessa forma, as espécies mais comuns de ervas-de-passarinho, caracterizadas por inflorescências indeterminadas, tipo racemos ou espigas, compostas por flores hexâmeras agrupadas em tríades e anteras de diferentes tipos, tais como *Phthirusa stelis* (L.) Kuijt encontram-se agora posicionados no gênero *Passovia* H. Karst., com 19 espécies reconhecidas (TROPICOS, 2012), 15 com distribuição na território brasileiro, 12 ocorrentes na Floresta Amazônica e três em ecótonos de Cerrado- Mata Atlântica e Caatinga (CAIRES & DETTKE, 2009).

A distribuição dos hemiparasitas em suas plantas hospedeiras pode ser determinada por especificidade de hospedeiro (ARRUDA et. al. 2006), distância entre hospedeiros, condições ambientais (GARCIA-FRANCO & RICO GRAY, 1996), arquitetura da planta hospedeira (MARTINEZ DEL RIO et al. 1995), comportamento alimentar e seleção de hábito do agente dispersor (MARTINEZ DEL RIO, 1996; MONTEIRO et al., 1992).

O número de espécies hospedeiras por espécie parasita pode variar entre um e 125, dependendo da especificidade do parasita (DOWNEY, 2004). O autor chama a atenção para o acréscimo de novas combinações parasita-hospedeiro, como provável resultado das novas pressões seletivas em ambientes, como distúrbios antrópicos, e para o grande

número de hospedeiros representados por espécies exóticas e que certamente têm influência sobre a distribuição das espécies hemiparasitas.

Sendo assim, a dispersão de sementes é particularmente um evento crítico, uma vez que as sementes precisam ser depositadas em galhos hospedeiros suscetíveis para que haja alguma chance de estabelecimento (MONTEIRO et al. 1992). Portanto, a germinação e o estabelecimento dependem do sucesso na dispersão de sementes juntamente com a compatibilidade com o hospedeiro.

A independência da semente em contato com o solo e dispersão por ornitocoria são especializações que contribuem grandemente para a grande capacidade de proliferação destas espécies em áreas urbanas, tornando-as muito resistentes à erradicação (ROTTA et al. 2005). Por esta razão, algumas espécies de erva-de-passarinho têm importância econômica devido aos prejuízos que causam às plantações. Sua presença danifica árvores e arbustos de florestas, pomares e jardins.

O presente projeto propõe aprimorar os registros sobre os fatores ecológicos capazes de influenciar na preferência da hemiparasita em relação aos seus hospedeiros na área urbana de Itacoatiara. Nos hospedeiros infestados e não infestados foram registradas características morfológicas bem como sua distribuição na área urbana de Itacoatiara. Os dados preliminares tem o intuito de corroborar com a hipótese de que estas características podem influenciar o estabelecimento e maior infestação por *Passovia stelis*.

2. OBJETIVOS

Geral:

- Avaliar quais características dos hospedeiros podem influenciar na ocorrência e abundância de *Passovia stelis* na área urbana de Itacoatiara.

Específicos:

- Levantar características morfológicas específicas de árvores parasitadas por *Passovia stelis*.

- Determinar as porcentagens de germinação de sementes de *Passovia stelis* submetidas a diferentes tratamentos.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

De um modo geral, as plantas parasitas aéreas são encontradas parasitando espécies de “dicotiledôneas” ou gimnospermas e menos freqüentemente são encontradas sobre monocotiledôneas, tais como Poaceae, Liliaceae, Araceae e Orchidaceae (YONG & HEW, 1995). Muitas delas são generalistas, parasitando uma grande variedade de hospedeiros, enquanto outras são especialistas, sendo específicas de um ou poucos hospedeiros (NORTON & CARPENTER, 1998).

No Brasil, pouco se conhece a respeito da sua interação com os hospedeiros, já que os estudos envolvendo Loranthaceae foram predominantemente de anatomia e embriologia. Isso pode ser reflexo de uma pequena quantidade de estudos botânicos sobre riqueza e abundância de espécies de Loranthaceae, bem como dados relativos aos hospedeiros (WHITE et al., 2011).

Estudos sobre a filogenia da ordem Santalales, envolvendo a origem do parasitismo aéreo entre as famílias, e posteriormente, os estudos das relações filogenéticas entre gêneros de Loranthaceae revelaram que esta família é monofilética. A condição de parasita de raiz é o estado plesiomórfico para o grupo, ocorrendo em três gêneros monotípicos e todas as espécies parasitas aéreas apresentam-se bem suportadas filogeneticamente, onde os três maiores clados correspondem as três tribos (Nuytsieae, Elytrantheae e Lorantheae) propostas na delimitação taxonômica para a família (WILSON & CALVIN, 2006; ENGLER, 1897 apud VIDAL-RUSSELL & NICKRENT, 2008; 2008A).

A tribo Lorantheae, na qual a espécie em estudo está posicionada, é caracterizada por possuir ovários uniloculares contendo endosperma reduzido ou mesmo ausente no fruto tipo baga, colorido, está subdividida em 2 subtribos, apresenta ampla distribuição nos neotrópicos, sendo importante a presença da subtribo Psittacanthinae na América do Sul, sobretudo no Brasil, especialmente os gêneros *Ligaria*, *Oryctina*, *Phthirusa*, *Tripodanthus*, *Cladocolea*, *Ixocactus*, *Gaiadendron*, *Oryctanthus*, *Passovia*, *Psittacanthus*, *Struthanthus*. Destes, apenas os quatro primeiros não apresentam representantes na região amazônica (EICHLER, 1868 apud KUIJT, 1991; CAIRES & DETTKE, 2012)

Na diagnose proposta por Kuijt (2011), *Phthirusa* combina-se ao tipo monotípico *Loranthus clandestinus* Mart. O gênero *Ixocactus*, com 7 espécies também torna-se sinonímia de *Phthirusa*, apresentando flores, em geral tetrâmeras, isoladas ou agrupadas em inflorescências reduzidas ou faltantes.

Os frutos de erva-de-passarinho constituem a maior parte da dieta dos pássaros do gênero *Euphonia* na região Neotropical, pelo menos, uma parte do ano. Alguns dispersores especializaram o sistema digestivo para a manipulação dos frutos e para o depósito em

locais adequados, com espécies receptivas e tamanho do ramo adequado ao acolhimento. O alto grau de mutualismo encontrado nas relações parasita-vetor é incomum para os sistemas de parasitismo e de dispersão de sementes (KUIJT 1969; REID 1991).

Segundo Aukema (2003), o aspecto mais interessante do parasitismo é a inter-relação que compõe o sistema parasita-hospedeiro-vetor. Assim as ervas-de-passarinho estabelecem um elo mutualístico com os vetores e o hospedeiro. Os pássaros que consomem os frutos são dispersores das sementes e simultaneamente são vetores do parasita.

A dispersão dos frutos de ervas-de-passarinho possui uma alta correlação com seus pássaros dispersores, o que influencia o aspecto de controle da população, como também, na composição florística de uma dada região (CAIRES et al,2009).

Entre as pressões seletivas bióticas, destacam-se os mecanismos de dispersão que são de fundamental importância para o entendimento da relação entre plantas e animais, principalmente nos trópicos, onde é maior a atuação dos vetores bióticos como as aves. Uma vez estabelecida a relação parasita-hospedeiro, a dispersão é um importante fator e muitas vezes possuem um agente facilitador (MATHIASSEN et al. 2008).

Algumas plantas possuem estratégias para prevenir a instalação de parasitas. Os mecanismos de resistência incluem características físicas que impedem a deposição das sementes e características bioquímicas e estruturais que comprometem o estabelecimento das sementes depositadas. Assim, muitas ervas-de-passarinho utilizam uma ampla lista de espécies como hospedeiro (AUKEMA, 2003).

Alguns mecanismos do parasita garantem o aumento da probabilidade de transmissão, oferecendo frutos como recompensas e manipulando o comportamento dos vetores após a ingestão das sementes. Os parasitas podem influenciar a atratividade dos hospedeiros infectados, modificando a cor, odor e outras características (EIGENBRODE et al. 2002).

A preferência do vetor pode ter uma forte influência sobre a propagação da doença, mas podem depender da estrutura de acolhimento local espacial, a frequência da infecção e a persistência do patógeno em vetores (AUKEMA & MARTINEZ DEL RIO 2002). A única maneira de analisar estas relações é por meio de observações que permitam caracterizar o sistema parasita-hospedeiro-vetor. Estudos ecológicos podem ajudar a esclarecer o papel dessas plantas nos ecossistemas. Já foi verificada que características morfológicas dos hospedeiros podem influenciar nessa relação, sendo a idade e o tamanho destes importantes para o prevaletimento das ervas-de-passarinho (MARTÍNEZ-DEL-RIO et al. 1995; CAZETTA & GALLETI, 2007).

Uma observação rápida das árvores em áreas urbanas revela facilmente a ocorrência de plantas parasitas. O registro de plantas parasitas pode ser um interessante foco de monitoramento, refletindo respostas às condições adversas dos centros urbanos. Ao observar atentamente as árvores que compõem a arborização urbana, em diversas cidades, é possível notar a presença da erva-de-passarinho (ZILIOTTO et al., 1999). Esses locais são relevantes para o estudo, pois são áreas de urbanização intensiva, necessitando, portanto de uma arborização saudável, sem presença de plantas parasitas, para minimizar o efeito da poluição (LEAL L., BUJOKAS W. M. E BIONDI D., 2006).

A literatura disponível sobre plantas parasitas em áreas urbanas é insatisfatória ao entendimento sobre o processo de infestação, sobre as hospedeiras mais atacadas e sobre a relação de especificidade entre as plantas parasitas e hospedeiras (LEAL et al. 2006). Estudos sobre a ocorrência e a distribuição deste grupo no Brasil é escassa, muitas vezes devido a dificuldades de coleta e identificação das espécies (REIF, 2004).

4. METODOLOGIA

4.1 Delineamento amostral

O estudo foi desenvolvido na área urbana de Itacoatiara, em seis bairros (unidades amostrais), que foram selecionados por meio da observação do mapa da cidade, fatores como localização geográfica, tamanho e grau de arborização dos bairros foram considerados.

O levantamento dos dados sobre as ervas-de-passarinho e seus hospedeiros foi realizado por meio de observação visual. Conforme os dados do projeto anterior PIB-B/0040/2010, foram selecionados 12 espécies de árvores, agrupando-as como hospedeiros mais e menos infestados, sendo estas: acerola (*Malpighia glabra*), cacau (*Theobroma cacao*), mangueira (*Mangifera indica*), azeitoneira (*Syzygium cumini*), abacate (*Persea americana*) e castanholeira (*Terminalia catappa*). Os seis menos infestados como o oiti (*Licania tomentosa*), jambeiro (*Syzygium jambolanum*), seringueira (*Hevea brasiliensis*), cajueiro (*Anacardium occidentale*), ipê-amarelo (*Tecoma serratifolia*) e brasileirinha (*Erythrina indica var picta*). Conforme mostra o mapa em anexo.

As espécies foram verificadas em 2 parcelas de 500m² em cada bairro. Em todos os indivíduos selecionados foram registrados o status de infestação e a altura. Características ambientais como o tipo de área das árvores observadas (quintal, calçada e terreno baldio)

foram registrados, observações pontuais sobre os indivíduos foram realizadas. Para coleta dos dados foram utilizados fita métrica, laser rangefinder, binóculo e GPS.



Figura 1. Materiais utilizados

4.2 COLETA DOS GALHOS

A coleta dos galhos foi realizada no período de abril a maio de 2012. Foram coletados galhos dos indivíduos considerados mais e menos infestados. No mínimo, 2 galhos de cada hospedeiro, sendo um deles com *Passovia stelis*, outro sem a erva e 1 galho de outro indivíduo não infestado foram obtidos. Procura-se coletar galhos que estivessem em posições semelhantes à do galho infestado, localização a altura na copa da árvore.

Utilizou-se procedimentos seguindo os padrões gerais de coleta, segundo Fidalgo e Bononi (1989). Os galhos foram separados para analisar a textura da casca e o diâmetro de cada galho. A casca do hemiparasita foi classificada seguindo os critérios estabelecidos por Ribeiro *et al.* (1999): Galhos com casca lisa- galho áspero ou sujo, com depressões, escamoso ou reticulado; Galhos com casca rugosa- galho fissurado, fendido ou estriado. Depois de desidratados, foram feitas exsicatas e colocados em saco plástico.

4.3 TESTES DE GERMINAÇÃO

Testes de germinação foram conduzidos em casa de vegetação entre os meses de maio e junho, com a temperatura ambiente variando na média 30° a 33° C. Foram comparados os seguintes tratamentos: 1) frutos com retirada total do exocarpo; 2) frutos com exocarpo intacto (Controle); 3) frutos com exocarpo parcialmente retirado (simulando as bicadas do pássaro); 4) frutos que passaram pelo tratamento com ácido H₂SO₄ (simulando o aparelho digestivo do pássaro), com concentração final a 5%.

Foram utilizados 120 frutos maduros da erva-de-passarinho (30 para cada tratamento, ou seja, 3 repetições, contendo 10 frutos em cada placa). Os frutos foram colocados sobre

papel de filtro em placas de Petri. Os testes foram assistidos e a taxa de germinação foi registrada diariamente no período da tarde durante 10 dias corridos. Uma vez ao dia as amostras foram regadas com auxílio de um borrifador. Após este período, as sementes apresentaram a emissão da radícula, o que configura sua germinação ou tornaram-se inviáveis.

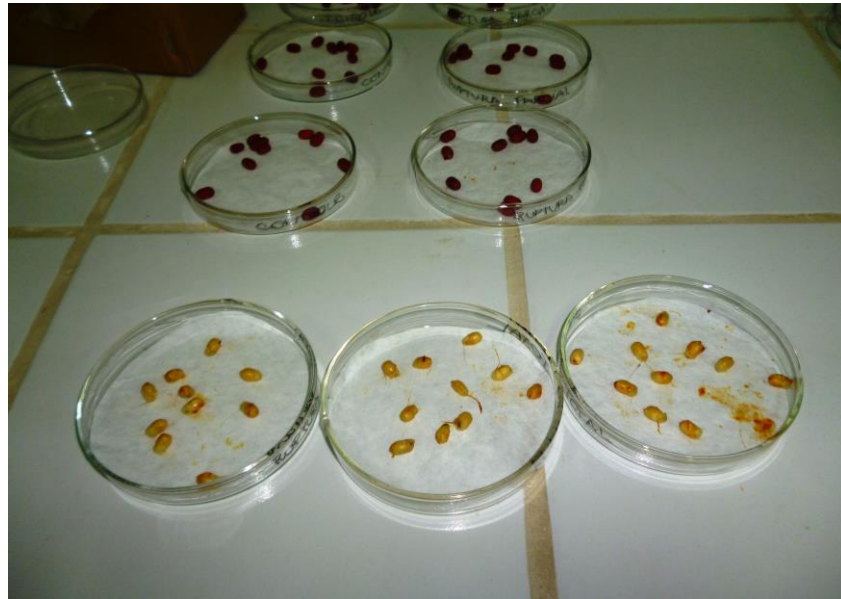


Figura 2. Diferentes tratamentos de germinação.

4.4 ANÁLISES DE DADOS

Foram descritas e analisadas estatisticamente as variáveis de frequência de árvores infestadas nas unidades amostrais (bairros) tratadas como repetições, a área de ocorrência das espécies infestadas (quintal, calçada e terreno baldio) analisadas como tratamentos, bem como a distribuição das bairros nas áreas de borda e centro. A normalidade das variáveis levantadas foi avaliada por meio de teste Shapiro Wilk, para amostras com $n < 50$ e Komogorov Smirnov para amostras com $n > 50$. Posteriormente, as amostras com distribuição heterogênea ($p > 0.05$) foram analisadas utilizando-se o testes não-paramétricos.

Para avaliarmos se as características morfológicas da casca do hospedeiro podem influenciar uma maior ou menor infestação por *Passovia stelis*, utilizou-se o teste qui-quadrado.

As variáveis homogêneas foram testadas por meio do teste T de Student. As médias de frequência de germinação e o tamanho da radícula dos tratamentos foram avaliados por Análise de Variância – um fator, com as diferenças das médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de significância.

Para a realização de todas essas análises foi utilizado o pacote de testes estatísticos disponíveis no programa BioEstat 5.0 (AYRES et al. 2007).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ocorrência e abundância de *Passovia stelis*, foram amostrados 153 indivíduos de 12 espécies dos 6 hospedeiros considerados mais infestados e os 6 menos infestados, nos bairros Tiradentes, Colônia, Jauary I, Centro, Iracy e Jardim Florestal. Como amostrado no gráfico abaixo.

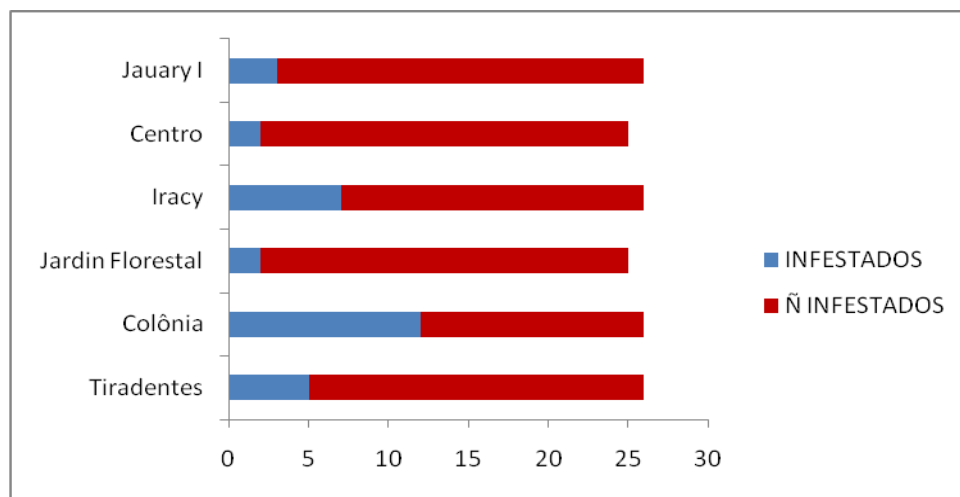


Gráfico 1. Número de hospedeiros infestados e não infestados nos 6 bairros amostrados.

O grau de infestação nos 6 bairros amostrados foi relativamente baixa. O percentual entre as áreas infestadas nos bairros amostrados apresentou as seguintes médias: calçada (15,46%), quintal (27,06%) e terreno baldio (5,67%). Estas variáveis não apresentaram normalidade. Pelo teste Kruskal–Wallis, comparando as frequências das infestações por bairro, encontrou diferença significativa ($H= 13.45$, $p<0.05$; $GL= 2$), o que indica uma maior infestação de indivíduos presentes em quintais. Quintais geralmente são áreas arborizadas, apresentando árvores frutíferas próximas uma das outras, o que influenciou de forma significativa a infestação das espécies vizinhas e a reinfestação do hospedeiro analisado. Árvores com alto grau de infestação por erva-de-passarinho são mais predispostas ao

ataque por insetos e mais susceptíveis à seca ou algum outro estresse ambiental adverso do que indivíduos saudáveis da mesma espécie. Elas podem ser atacadas e mortas por qualquer agente biótico, devido à perda de seu vigor (CAZETTA & GALLETI, 2003).

Os resultados demonstram que existe alguns aspectos característicos na relação entre parasita/hospedeiro. Certas espécies arbóreas, por exemplo, podem ter atributos que as tornem mais susceptíveis do que outras, apresentando, conseqüentemente, um alto índice de infestação. Leal *et al.* (2006) citam que a infestação está diretamente relacionada à espécie do hospedeiro, já que algumas se apresentam bastante sensíveis, enquanto outras podem ser tolerantes ou até mesmo resistentes.

Das espécies observadas que apresentaram erva-de-passarinho em sua copa são: acerola (*Malpighia glabra*), cacau (*Theobroma cacao*), mangueira (*Mangifera indica*), azeitoneira (*Syzygium cumini*), abacate (*Persea americana*) e castanholeira (*Terminalia catappa*). Acrescentamos no decorrer da coleta das amostragens o cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*), devido o alto grau de infestação observado na cidade. Alguns autores como Harris (1992) e Cazetta & Galletti (2003) afirmam que as ervas-de-passarinho possuem uma estreita relação com seus hospedeiros. Algumas são generalistas e se estabelecem sobre grande variedade de hospedeiros, enquanto outras são capazes de parasitar apenas uma espécie.

Os seis menos infestados como o oiti (*Licania tomentosa*), jambeiro (*Syzygium jambolanum*), seringueira (*Hevea brasiliensis*), cajueiro (*Anacardium occidentale*), ipê amarelo (*Tecoma serratifolia*) e brasileira (*Erythrina indica var picta*). Mesmo espécies consideradas menos infestadas apresentaram ocorrência de infestação. Dos 13 indivíduos amostrados da árvore brasileira, quatro apresentaram infestação, no Ipê, encontramos apenas um e no jambeiro, dos 14 amostrados apresentaram 2 infestados. Isso contradiz as ideias atuais que sugerem que quando espécies de hemiparasitas abundantes ocorrem em árvores que têm abundância relativa, eles não podem apoiar a especialidade parasita (Norton & Carpenter 1998). Além disso, este estudo realça a importância de compatibilidade de erva-hospedeiro como um importante determinante de uso de hospedeiro e os padrões de prevalência de infestação em erva-de-passarinho (FADINI, 2011). Com essa baixa ocorrência mostrou serem resistentes ao ataque de erva-de-passarinho, continuando a ser uma boa opção de uso na arborização.

Em relação à área de amostragem, definimos a posição desses bairros como periféricos e centrais. Bairros como o Centro, Jauary I e Iracy são bairros que estão em áreas centrais. Os bairros como Colônia, Tiradentes e Jardim Florestal, estão rentes à mata, igarapés ou rios, são considerados bairros periféricos (borda).

Verificou-se que as variáveis apresentavam distribuição normal ($W=0.95$; $p=0.76$). Pelo teste T de Student, verificou-se diferença significativa entre a média das infestações dos bairros localizados na área central e periférica ($t=3.03$, $GL=6$, $p=0,023$).

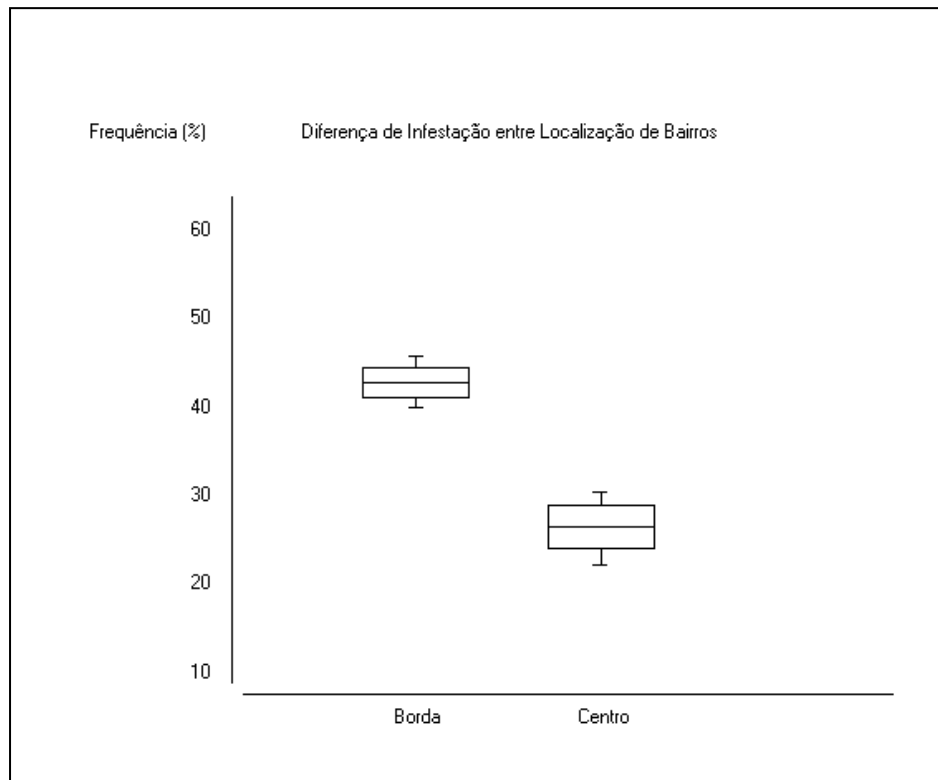


Gráfico 2. Teste T para comparação de médias de áreas da cidade (borda e centro).

Existem estudos, em outras localidades, com índices maiores de infestação por área urbana, como para Leal et al. (2006), que descreveram presença de hemiparasitas em 28,19% de 681 árvores utilizadas na arborização de ruas de Curitiba. Algumas espécies encontradas na área de estudo são comuns nas ruas da cidade de Aracaju-Sergipe. Segundo Matos et al. (2007), as árvores da família Fabaceae, Bignoniaceae e Moraceae são as mais comuns na arborização de ruas do centro de Aracaju, com destaque para a espécie *Pithecellobium dulce*. Já Resende et al. (2009), também no município de Aracaju, constataram uma maior ocorrência das espécies arbóreas *Pithecellobium dulce*, *Terminalia catappa* e *Licania tomentosa*, todas elas abundantes dentro do campus da Universidade Federal de Sergipe (WHITE et al., 2011).

É relevante ressaltar que todos os estudos acima citados foram realizados em áreas urbanas que apresentam diferentes graus de urbanização e arborização. Os estudos em áreas naturais apresentam composição florística diferente das áreas de mata secundária de

floresta Amazônica que circundam Itacoatiara. É possível que a falta de planejamento urbano desses bairros periféricos ocasione num maior grau de infestação por ervas-de-passarinho nessas áreas. A sua ocorrência no meio urbano pode ser um fator relevante a ser monitorado, pois, em desequilíbrio, compromete a arquitetura das árvores e, por se proliferar com facilidade, pode comprometer todo um programa de arborização (ROTTA, 2001).

Características morfológicas dos hospedeiros

- Altura

As média dos valores de altura das árvores mais e menos infestadas não apresentaram distribuição normal ($KS=0.09$, $p>0.05$). Dessa forma, realizou-se o teste não paramétrico Mann-Whitney ($U=152.0$, $GL=134$, $p>0.05$) o qual também não evidenciou diferença significativa na altura dos hospedeiros em relação a infestação.

Conforme, Dantas (2005) observou que tanto a altura quanto a idade são variáveis que influenciam positivamente o processo parasito-hospedeiro. Segundo o mesmo autor, estudando a ocorrência da erva-de-passarinho *Psittacanthus dichrous* Mart. na *Kielmeyera rugosa* Choisy, as árvores mais altas foram mais susceptíveis à infestação, por serem mais comumente visitadas por pássaros dispersores.

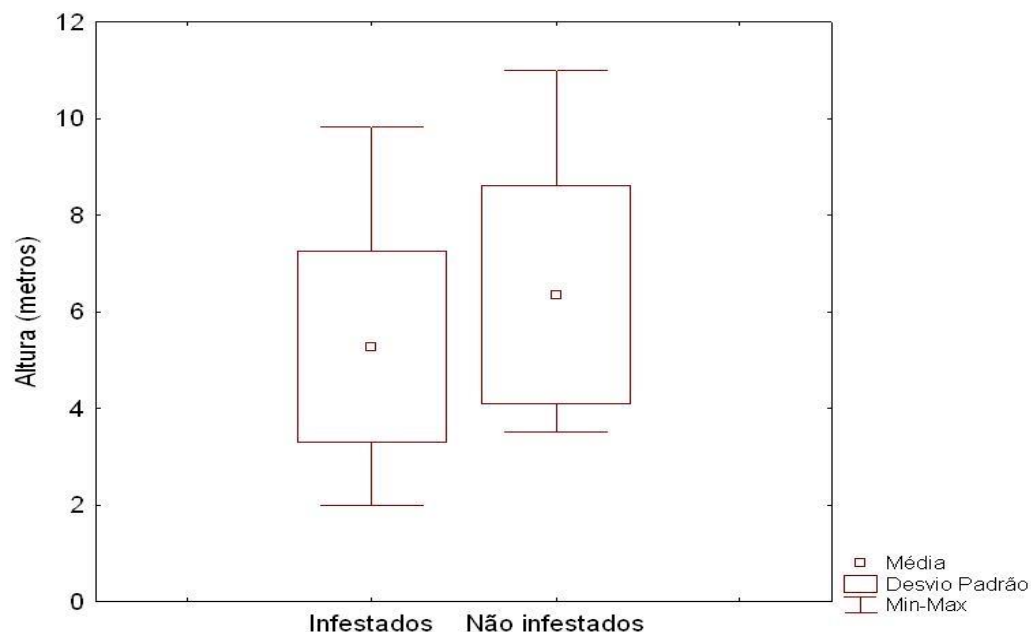


Gráfico 3. Média, erro padrão e desvio padrão da altura das árvores com e sem presença de hemiparasitas.

Apesar de alguns trabalhos afirmarem que árvores altas sejam mais susceptíveis a infestação, as análises de infestação foram encontradas em árvores baixas. A maior incidência de hemiparasitas em árvores de grande porte é explicada por trabalhos como o de Reid *et al.* (1999), que afirma que grandes árvores são mais susceptíveis a reinfestação, pois suas sementes caem novamente na planta hospede e há, assim, a germinação de uma nova planta parasita.

Arruda (2004) afirma que a maior ocorrência de hemiparasitas em árvores mais altas pode ocorrer em razão do modo de utilização das árvores pelas aves dispersoras. Estudos do comportamento das aves dispersoras das sementes de ervas-de-passarinho, como o de Monteiro *et al.* (1992), que denotam a preferência da ave *Tersina viridis* (Illiger, 1811) por poleiros em galhos mais altos e com copas mais densas, corroboram a teoria de que as ervas-de-passarinho costumam ocorrer em árvores mais altas.

Morfologia dos galhos

Em relação ao diâmetro dos galhos variou entre 0,80 mm a 1,0 cm, pelo teste Mann-Whitney não foi possível verificar correlação entre o diâmetro do galho e a infestação por *Passovia stelis* ($p= 0.2$ $U =15.9$), foi aceita a hipótese nula de que o diâmetro não influenciou a infestação pela erva-de-passarinho. Características de poleiros selecionados pelas aves dentro das espécies hospedeiras podem influenciar os padrões de recrutamento, sendo que o tamanho do galho no qual a semente é depositada influencia muito o destino das sementes. Entretanto, os hemiparasitas têm pouca chance de sobrevivência em galhos menores que 1,0 cm; pois sua presença pode ser o principal fator da morte desses galhos, sendo que a maior sobrevivência de plântulas de viscáceas hemiparasitas ocorreu em galhos com diâmetro entre 1,0 a 1,4 cm. Os hemiparasitas aparentemente não são capazes de penetrar galhos mais velhos com diâmetro maiores e invadir o xilema, provavelmente devido à maior da espessura da casca, que é proporcional ao aumento do diâmetro (SARGENT,1995).

Os frutos da *Passovia stelis* são dispersos por aves que engolem por inteiro e depois regurgitam as sementes sobre os galhos das árvores, ou então, são bicados parcialmente e dispersados, com a abertura do fruto, propicia o grude da semente nos galhos das árvores. Segundo Arruda (2004), um galho liso possui menor quantidade de reentrâncias, assim sendo a ação das chuvas e do vento podem ser mais eficientes na remoção das sementes do que em galhos rugosos.

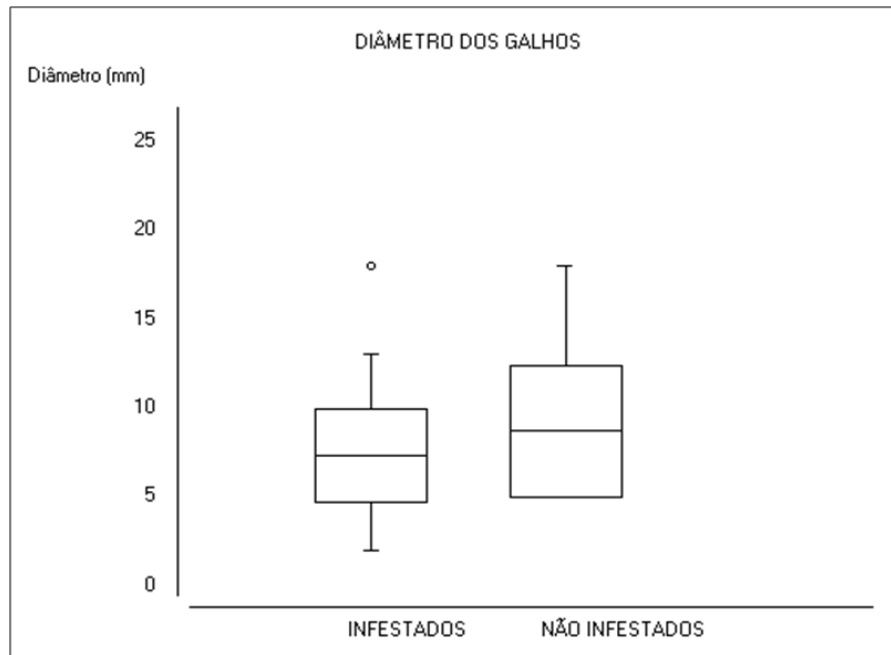


Gráfico 4. Média e desvio padrão do diâmetro dos galhos

Com o teste qui-quadrado não encontrou correlação entre as características morfológicas (casca lisa e rugosa) nos galhos infestados e não infestados ($\chi^2=1,817$). O tipo de casca do galho parece ser um fator determinante para o estabelecimento do fruto da hemiparasita. Onde a casca mais rugosa pode facilitar a fixação do hemiparasita, enquanto cascas mais lisas podem dificultar. No trabalho de Lawton (1983), foi mostrado pela primeira vez que a arquitetura da planta interfere da abundância e diversidade de herbívoros, a preferência de *S.aff.polyanthus* por plantas com galhos rugosos mostra claramente que as características morfológicas do hospedeiro são uma condição básica para ocorrência do hemiparasitismo. Sendo assim, a estrutura dos galhos, rugosidade, disposição, qualidade nutricional, e condições ambientais, exercem o papel fundamental do hemiparasita.

A despeito da não correlação encontrada no estudo, acredita-se que a falta de um delineamento amostral eficaz para galhos parasitados e não parasitados pode ter prejudicado esta análise. Testes posteriores, com maior número de galhos infestados, não se considerando a espécie parasitada, serão desenvolvidos.

Potencial de germinação

No teste de germinação, os tratamentos de Ruptura total e Controle apresentaram maior potencial de germinação, mostrando claramente com base nos dados e na literatura,

que o tamanho da radícula depende do hipocótilo-radicular que faz elevar os dois cotilédones, livres em todo o seu comprimento. Conforme mostra o gráfico 5, estão somente as médias dos tratamentos que germinaram, como o tratamento com o ácido na germinou, não apresentou dados.

A média das taxas de germinação dos frutos de *Passovia stelis* diferiu significativamente entre os tratamentos (ANOVA ($F= 7,5081$; $GL= 2$; $p< 0.01$), a diferença entre os tratamentos de ruptura total e controle foram maiores (teste Tukey $P<0.01$)

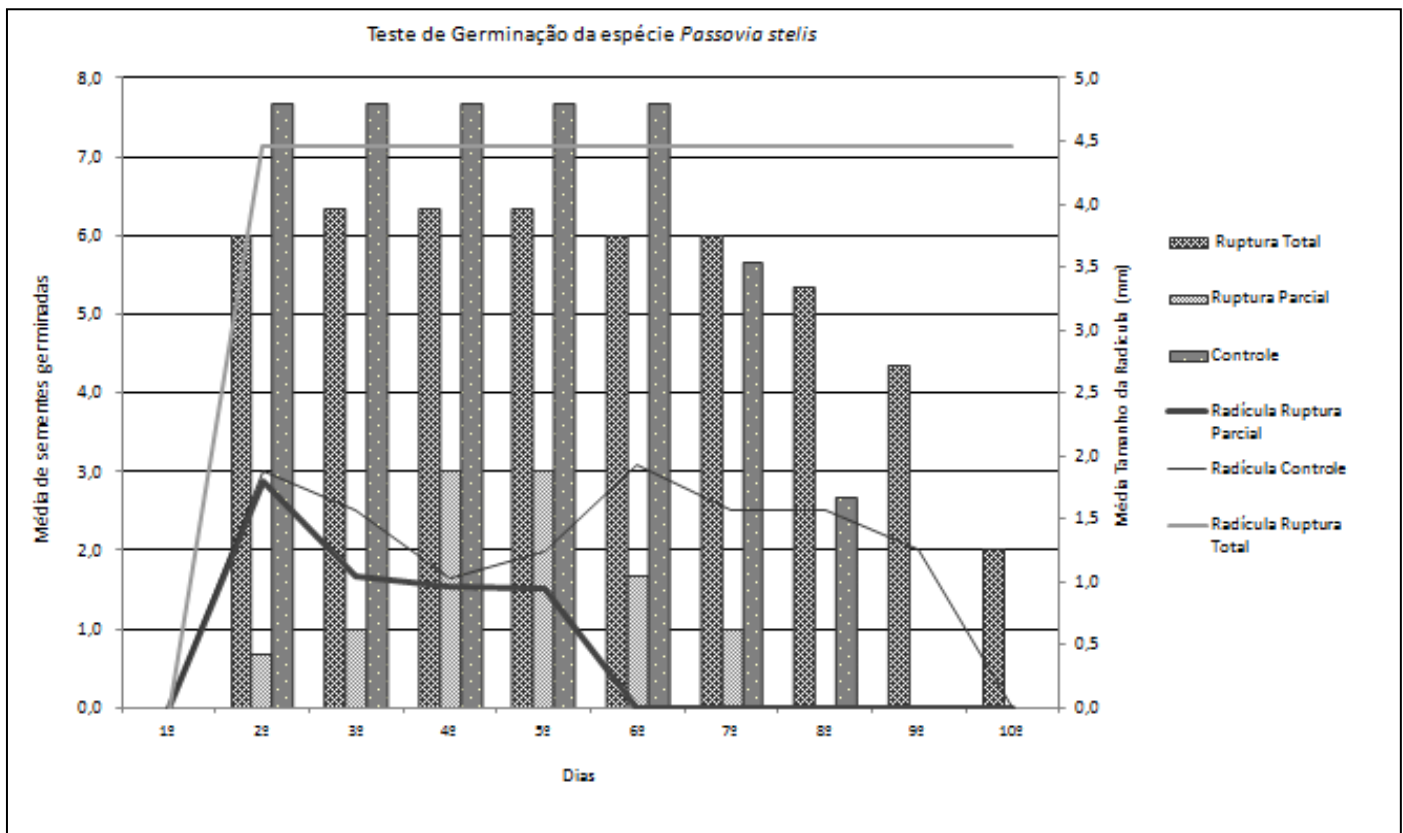


GRÁFICO 5. Média da taxa de germinação dos 4 tipos de tratamentos: Ruptura total (RT), Ruptura parcial (RP), Controle e Ácido. E a média do tamanho da radícula dos diferentes tipos de tratamentos.

Estudos comprovam a dependência da germinação dos frutos ervas-de-passarinho pela passagem no trato digestivo de seus pássaros dispersores (CAZETTA & GALETTI 2007; AUKEMA, 2003). Com a retirada total do exocarpo facilita a semente grudar em algum substrato devido à viscina que a semente possui, aumentando a capacidade de fixação da radícula ao galho parasitado.

A taxa significativa de germinação das espécies controle, que não tiveram o exocarpo retirado pode ser justificada pela reduzida quantidade de endosperma presente na semente, principalmente no pólo radicular, o que leva o embrião emergir sua radícula rapidamente (VENTURELLI, 1981).

Além disso, fatores como temperatura, quantidade de água nas amostras e inviabilidade das sementes por ação de fungos e parasitas da semente não foram devidamente controlados, o que pode ter influenciado a germinação das sementes controle.

Capacidade de estabelecimento da erva-de-passarinho

A media tamanho da radícula do embrião das sementes de *Passovia stelis* que germinaram diferiu significativamente entre os tratamentos (ANOVA (F= 18.9; GL= 2; p< 0.01), a diferença entre os tratamentos de ruptura total e controle foram maiores (teste Tukey P<0.01)

O apresentou diferença significativa conforme o valor de significância a 1% de Tukey (F= 18,9499 ; GL= 2; p < 0.01)), entre os tratamentos frutos com exocarpo retirado manualmente (RT) e frutos com exocarpo intacto (CONTROLE). O tamanho da radícula é o fator determinante para o sucesso no estabelecimento do haustório na planta hospedeira. Dessa forma, foram verificadas que, mesmo tendo uma menor taxa de germinação, as sementes com exocarpo retirado conseguiram sobreviver por mais tempo e o tamanho da radícula manteve-se constante a partir do segundo dia de germinação. Kuijt (1969) menciona que a capacidade da radícula encontrar o hospedeiro parece ser devido ao fototropismo e geotropismo negativos. Entretanto, a germinação das ervas-de-passarinho é pouco influenciada pelo substrato ao qual a semente está aderida (RADOMILJAC, 1998).

O embrião das sementes de *Strutanthus marginatus*, gênero irmão de *Passovia*, é reto e mede cerca 5mm, compõe-se do eixo hipocótilo-radicular, da plúmula reduzida e de dois cotilédones plano-convexos, inteiramente livres ao longo de suas faces-radicular acha-se constituído pela epiderme, tecido fundamental e vascular (VENTURELLI, 1981).

A especificidade por hospedeiros pode ser favorecida pelas vantagens de interagir com hospedeiros relativamente abundantes. Esses dados preliminares tiveram como intuito de corroborar com a hipótese de que estas características podem influenciar no estabelecimento e maior infestação de *Passovia Stelis*.

6. CONCLUSÃO

As hipóteses testadas no presente estudo foram relevantes para analisar o comportamento da erva-de-passarinho *P.stelis* em relação às árvores parasitadas numa área urbana. É possível concluir que a espécie não apresenta especificidade significativa por determinadas espécies de hospedeiros, apresentando comportamento considerado generalista.

Foi possível verificar que *P.stelis* apresenta maior grau de infestação e reinfestação em árvores presentes em quintais, o que possivelmente é ocasionado pelo comportamento dos pássaros dispersores. Ressalta-se também que áreas onde o processo de urbanização ainda não é efetivo, apresentam maior potencial de infestação pela erva-de-passarinho do que áreas centrais.

Com o teste de germinação, observamos o fruto que teve ruptura total do exocarpo apresentou potencial de germinação e maior capacidade de estabelecimento da semente, o que reforça a dependência da dispersão da hemiparasita pelo vetor (passarinho).

O trabalho forneceu informações inéditas sobre estudos de preferências das plantas hemiparasitas em relação a seus hospedeiros em áreas urbanas circundadas por Floresta Amazônica, além de trazer informações relevantes sobre a biologia da espécie *Passovia stelis*.

7. REFERÊNCIAS

- ARRUDA, R., CARVALHO, L., AND DEL-CLARO, K. Host specificity of a Brazilian mistletoe, *Struthanthus aff. polyanthus* (Loranthaceae), in cerrado tropical savanna. **Flora** 201:127-134. 2006.
- AUKEMA, J.E. Vectors, viscin, and Viscaceae: mistletoes as parasites, mutualists, and resources. **Frontiers in Ecology and the Environment** 1: 212-219. 2003.
- CAIRES, S.C. *et al.* Frugivoria de larvas de *Neosilba* McAlpine (Diptera, Lonchaeidae) sobre *Psittacanthus plagiophyllus* Eichler (Santalales, Loranthaceae) no sudoeste de Mato Grosso do Sul, Brasil, **Rev. Bras. entomol.** vol.53 nº.2, São Paulo, June 2009.
- CAIRES, C.S., DETTKE, G.A. Loranthaceae in Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. (<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2012/FB122000>). 2012.
- CALVIN C. L. & WILSON A. C.. 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** 201: 51–64. 2006.
- CAZETTA, E.; GALETTI, M. Ecologia das ervas-de-passarinho. **Ciência Hoje**, v. 3, n. 94, p. 72-74, 2003.
- CAZZETA, E. & GALETTI, M. Frugivoria e especificidade por hospedeiros na erva-de-passarinho *Phoradendron rubrum* (L.) Griseb. (Viscaceae). **Revista Brasileira de Botânica** 30: 345-351. 2007
- DANTAS, T. V. D. **Relação entre a estrutura populacional de *Kielmeyera rugosa* (Clusiaceae) e o índice de infestação de *Psittacanthus dichrous* Mart. ex. Schult (Loranthaceae) no habitat de Areias Brancas, na Serra de Itabaiana, Sergipe.** 2005. 35 f. Monografia (Graduação em Biologia) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2005.
- DER, J. P.; NICKRENT, D. L. A Molecular Phylogeny of Santalaceae (Santalales). **Systematic Botany**, vol. 33, no. 1, p. 107-116. 2008.
- DOWNEY, P.O. A regional examination of the mistletoe host species inventory. **Cunninghamia** 8: 354-361. 2004
- EIGENBRODE, S.D.; DING, H.; SHIEL P.; BERGER P.H. Volatiles from potato plants infected with potato leafroll virus attract and arrest the virus vector *Myzus persicae* (Homoptera: Aphidae). **Proceedings of Royal Society London Biologic Series B** 269: 455-60. 2002.
- FADINI, Rodrigo Ferreira. **Non-overlap of hosts used by three congeneric and sympatric loranthaceous mistletoe species in an Amazonian savanna: host generalization to extreme specialization.** *Acta Bot. Bras.* [online]. 2011, vol.25, n.2 ISSN0102-3306.

HARRIS, R.W. **Arboriculture**: integrated management of landscape trees, shrubs and vines. New Jersey: Prentice-hall, 674 p., 1992.

KUIJT J. Inflorescence morphology of the Loranthaceae—An evolutionary synthesis. **Blumea** 27: 1–73. 1981

KUIJT J. Panamanthus, a new monotypic genus of neotropical Loranthaceae. **Annals of the Missouri Botanical Garden** 78: 172–176. 1991

KUIJT, J. The biology of parasitic flowering plants. **Berkeley: University of California Press**. 1969. 246 pp.

KUIJT, J. Pulling the skeleton out of the closet: resurrection of *Phthirusa* sensu Martius and consequent revival of *Passovia* (Loranthaceae). **Plant. Diversity and. Evolution** 129(2): 159-211. 2011.

LEAL, L.; BUJOKAS, W.N.; BIONDI, D. Análise da Infestação de Erva-De-Passarinho na Arborização de ruas de Curitiba- Paraná. **Revista Floresta** v. 36, n. 3, set./dez. Curitiba, PR 2006.

MATHIASSEN, R.L.; NICKRENT, D.L.; SHAW, D.C. & WATSON, D.M. Mistletoes: pathology, systematics, ecology and management. **Plant Disease** 92: 988-1006. 2008.

MARTÍNEZ DEL RIO, C., SILVA, A., MEDEL, R. & HOURDEQUIN, M. Seed dispersers as disease vectors: bird transmission of mistletoe seeds to plant hosts. **Ecology** 77: 912-921. 1996.

MARTÍNEZ-DEL-RIO, C., HOURDEQUIN, M., SILVA, A. & MEDEL, R. The influence of cactus size and previous infection on bird deposition of mistletoe seeds. **Australian Journal of Ecology** 20:571-576. 1995

MARTÍNEZ DEL RIO, C., SILVA, A., MEDEL, R. & HOURDEQUIN, M. Seed dispersers as disease vectors: bird transmission of mistletoe seeds to plant hosts. **Ecology** 77: 912-921. 1996.

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

NORTON, D.A. & CARPENTER, M.A. Mistletoes as parasites: host specificity and speciation. **Trends in Ecology and Evolution** 13: 101-105. 1998.

MARTIUS (1830). **Flora Brasiliensis**. Família Loranthaceae: Gênero *Phthirusa* Disponível em: http://florabrasiliensis.cria.org.br/search?taxon_id=1466. Acesso em fev/2012.

- MATHIASSEN, R.L.; NICKRENT, D.L.; SHAW, D.C. & WATSON, D.M. Mistletoes: pathology, systematics, ecology and management. **Plant Disease** 92: 988-1006. 2008
- NICKRENT, D. L. 1994. From field to film: Rapid sequencing methods for field collected plant species. **BioTechniques** 16: 470–475.
- NORTON, D.A. & CARPENTER, M.A. Mistletoes as parasites: host specificity and speciation. **Trends in Ecology and Evolution** 13: 101-105. 1998.
- OLIVEIRA, F. B.; KAPPEL, R. B. **Incidência de erva-de-passarinho na arborização de ruas de Porto Alegre**. In: Congresso Brasileiro De Arborização Urbana, 3., 1994, São Luís, MA. Anais... São Luís, MA: SBAU, p.335 – 346. 1994.
- RADOMILJAC, A.M. 1998. The influence of pot host species, seedling age and supplementary nursery nutrition on *Antalum album* Linn. (Indian sandawood) plantation establishment within the Ord River Irrigation Area, Western Australia. *Forest Ecology and Management* 102:193-201.
- REID, N. 1989. **Dispersal of mistletoes by honeyeaters and flowerpeckers: components of seed dispersal quality**. *Ecology* 70:137-145.
- REID, N. **Coevolution of mistletoes and frugivorous birds**. *Australian Journal of Ecology* 16: 457-469. 1991.
- REIF, C. Contribuição à taxonomia das famílias Eremolepidaceae, Loranthaceae e Viscaceae no Estado do Rio de Janeiro. **Dissertação de Mestrado em Botânica**, Universidade Federal do Rio de Janeiro. 112p. 2004.
- ROTTA, E.; OLIVEIRA, Y. M. M.; ARAÚJO, A.J.; INOUE, M.T. Reconhecimento Prático de Cinco Espécies de Erva-de-Passarinho na Arborização de Curitiba-PR. **Documentos Embrapa Florestas**. 2005.
- SARGENT, S. 1995. **Seed fate in a tropical mistletoe: the importance of host twig size**. *Functional Ecology* 9:127-204.
- TATTAR, T. A. **Diseases of Shade Trees**. New York: Academic, 1978. 361 p.
- THOMPSON, J.D., D.G. HIGGINS & T.J. GIBSON. CLUSTAL W: Improving the sensitivity of progressive multiple sequences alignment through sequence weighting, position specific gap penalties and weight matrix choice. **Nucleic Acids Research** 22: 4673-4680. 1994.
- VIDAL-RUSSELL, R. & NICKRENT, D. L. The biogeographic history of Loranthaceae. — **Darwiniana** 45: 52–54. 2007
- VIDAL-RUSSELL, R. & NICKRENT, D. L. Evolutionary relationships in the showy mistletoe family (Loranthaceae). **American Journal of Botany**. 95: 1015–1029. 2008

ANEXOS

BASE TERRITORIAL DE ITACOATIARA

