



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA

---

PATRÍCIA DE OLIVEIRA SANTOS

**DIVERSIDADE DE GALHAS EM FRAGMENTOS DE  
FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL DO SUL DO  
BRASIL**



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO  
CIÊNCIAS BIOLÓGICAS



Conselho Nacional de Desenvolvimento  
Científico e Tecnológico

---

## **Diversidade de galhas em fragmentos de floresta estacional semidecidual do sul do Brasil**

Patrícia de Oliveira Santos

---

Londrina - Paraná

2015

PATRÍCIA DE OLIVEIRA SANTOS

**DIVERSIDADE DE GALHAS EM FRAGMENTOS DE  
FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL DO SUL DO  
BRASIL**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Londrina como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas.

Orientador: Prof. Dr. José Eduardo Lahoz da Silva Ribeiro.

Londrina  
2015

**Catálogo elaborado pela Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central da  
Universidade Estadual de Londrina.**

**Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)**

S237d Santos, Patrícia de Oliveira.  
Diversidade de galhas em fragmentos de floresta estacional semidecidual do sul do Brasil / Patrícia de Oliveira Santos. – Londrina, 2015.  
57 f. : il.

Orientador: José Eduardo Lahoz da Silva Ribeiro.  
Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, 2015.  
Inclui bibliografia.

1. Interação inseto-planta – Teses. 2. Galhas – Teses. 3. Plantas hospedeiras – Teses. 4. Mata Atlântica – Teses. I. Ribeiro, José Eduardo Lahoz da Silva. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas. III. Título.

CDU 581.4

PATRÍCIA DE OLIVEIRA SANTOS

**DIVERSIDADE DE GALHAS EM FRAGMENTOS DE FLORESTA  
ESTACIONAL SEMIDECIDUAL DO SUL DO BRASIL**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Londrina como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Orientador: Prof. Dr. José Eduardo Lahoz da Silva  
Ribeiro  
Universidade Estadual de Londrina - UEL

---

Prof. Dr. Moacyr Eurípedes Medri  
Universidade Estadual de Londrina - UEL

---

Prof. Dr. Carlos Eduardo de Alvarenga Júlio  
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Londrina, 207 de agosto de 2015.

*"Para que serve a utopia? Para que eu não deixe de caminhar."*

Eduardo Galeano

## AGRADECIMENTOS

Depois de mais de oito anos em Londrina, descobri que morar longe dos meus pais, do meu irmão e da minha tia não me impediu de construir mais uma família. É assim que considero muitas das pessoas que me apoiaram e continuam me apoiando, e algumas delas, aproveito para agradecer neste espaço:

Ao Zé Eduardo, pela amizade, pelo entusiasmo, pela parceria, por acreditar em meu trabalho, pela valiosa orientação e por me inspirar sempre com sua paixão pela ciência.

Aos professores Edmilson Bianchini, Cristiano Medri, Moacyr Medri, Carlos Eduardo e ao Marcos Robalinho pelas contribuições com valorosas críticas e sugestões.

Ao Departamento de Biologia Animal e Vegetal da UEL, pelo apoio logístico, aos motoristas e professores pela disponibilidade e pelos ensinamentos, e ao CNPQ pela bolsa.

Ao Instituto Ambiental do Paraná por autorizar as coletas nos Parques de Ibiporã, Ibicatu e Mata dos Godoy.

Aos amigos e às amigas da turma do mestrado, pela amizade, por estarem sempre dispostos a ajudar uns aos outros e pelos momentos necessários de descontração.

Aos amigos e às amigas do laboratório, por todas as trocas de experiência, pelo aprendizado, pela companhia e pelo apoio. Elson, Cida, Marcelle, Cris, Zé Marcelo e Hugo, muito obrigada!!

Ao técnico Ed, um obrigado especial, pois este trabalho não existiria sem o seu apoio na identificação das plantas, sua ajuda em campo, sua humildade, e todas as suas histórias de tantos anos de experiência, que tanto me divertiram e inspiraram.

À Genimar pelo carinho, pela sabedoria e pelas orientações. Ainda que à distância, sempre muito prestativa e atenciosa.

Ao Luquinhas, a quem considero mais do que amigo, por todos os papos incríveis e por dividir a nossa Casa Sem Nome em tantos momentos agradáveis, por tantos anos. Pelo companheirismo, carinho, pela amizade, pela confiança. Obrigada, irmão.

À Pam, pela doçura e por tanto aprendizado em conjunto. Pela irmã que eu ganhei e que mesmo longe às vezes, está sempre junto, para tudo.

À Débs, pela parceria plena, por todas as madrugadas de estudo, pela grande amizade, confiança, pelo carinho, companheirismo, e por ensinar todos os dias o real significado da sororidade.

A todos os amigos e a todas as amigas, que perto ou distante, fizeram ou fazem parte dessa construção. Em especial à Rê e à Jé que muito me ajudaram, principalmente na fase final.

À “turminha do coração”, por tudo que aprendi e por ser tão unida sempre. Que os nossos churrascos anuais aconteçam eternamente!

A todos os que compuseram a Entidade Nacional dos Estudantes de Biologia, o Centro Acadêmico de Biologia, o Diretório Central dos Estudantes e o RUA, por contribuírem na compreensão de que a academia e a universidade são muito mais do que apenas sala de aula e laboratório.

Aos camaradas da Insurgência, do PSOL, e de todos os movimentos sociais dos quais eu já participei e ainda participo, pelo apoio e pela construção cotidiana, e por entender que todas as pessoas, inclusive os biólogos, tem muito a contribuir participando ativamente da política em nosso país.

Ao Joãozinho, Pedro, Marcelo, Will, André, Hugo, Kenji, Paulo, Vini, Walter, Thiago, Dan, Kota, Valmor, Conrado, Pinduca, Planta... por todos os momentos importantes de diversão e pela amizade. E à Bru, Quel, Taís, Jacke, Lari, Chris, Mel, Carol, Jú, Carlinda, Bárbara por serem amigas e companheiras tão incríveis e por me apoiarem sempre.

E, principalmente, a toda a minha família, em especial à minha mãe, ao meu pai, ao meu irmão e à minha tia. Por terem me ensinado a ser apaixonada pela vida, mesmo nos momentos mais difíceis. Por me entenderem, me apoiarem e me darem força sempre, incondicionalmente.

SANTOS, Patrícia de Oliveira. **Diversidade de galhas em fragmentos de floresta estacional semidecidual do sul do Brasil**. 2015. 57 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2015.

## RESUMO

As galhas são alterações atípicas dos tecidos vegetais induzidas por organismos como fungos, bactérias, insetos, entre outros. Diversos estudos tem sido realizados com relação à importância das galhas como bioindicadores, demonstrando a resposta às alterações ambientais com diminuição de diversidade e influência na abundância populacional de galhadores. Sabendo-se que a redução da área de fragmentos florestais pode afetar a diversidade de insetos e plantas, foi levantada a seguinte hipótese: a riqueza e a abundância de galhas se correlacionam positivamente com o tamanho do fragmento. O estudo foi desenvolvido em três fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual, de diferentes tamanhos e graus de conservação: Parque Estadual Mata dos Godoy (PEMG - maior e mais conservado), Parque Estadual de Ibicatu (IBIC - intermediário), Parque Estadual de Ibiporã (IBIP - menor e menos conservado). A amostragem das galhas ocorreu entre novembro de 2013 e dezembro de 2014. A morfologia das galhas foi classificada quanto à forma, presença de tricomas, órgão galhado e número de câmaras internas. Foram amostradas 2936 galhas, sendo 729 no PEMG, 1587 no IBIC e 620 no IBIP. A riqueza de morfotipos foi de 76, sendo 27 no PEMG, 41 no IBIC e 19 no IBIP e a riqueza de espécies hospedeiras foi 54, sendo 20 no PEMG, 29 no IBIC e 17 no IBIP. Não houve diferença entre a diversidade de morfotipos dos três fragmentos ( $p > 0,05$ ), mas foi encontrada baixa similaridade na composição de morfotipos (abaixo de 10%) e de plantas hospedeiras (abaixo de 20%). A maioria dos morfotipos ocorreu em Leguminosae e *Bignonia sciuripabula*, *Calypthranthes grandifolia*, *Dolichandra unguis-cati*, *Epiphyllum phyllanthus*, *Erythroxylum pelleterianum*, *Justicia brasiliana*, *Mansoa* sp., *Mendoncia puberula*, *Metrodorea nigra*, *Piper xylosteoides*, e *Streptochaeta spicata* são mencionadas pela primeira vez para o Brasil. A maioria das galhas ocorreu na folha, apresentou-se globosa, glabra e unilocular.

**Palavras-chave:** Riqueza. Abundância. Tamanho. Fragmentação.

ANTOS, Patrícia de Oliveira. **Galls diversity in fragments of semideciduous seasonal forest of southern Brazil**. 2015. 57 p. Dissertation (Master's degree in Biological Sciences) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2015.

### ABSTRACT

Atypical changes in plant tissues, caused by organisms such as fungi, bacteria, insects, among others are called galls. Several studies have been conducted regarding the importance of galls as bioindicators, showing the response to environmental changes with diminishing diversity and influence on population abundance of midges. How the reduction of the area of forest fragments may affect the diversity of insects and plants, we tested the following hypothesis: i) the richness and abundance of galls correlate positively with the fragment size. The study was conducted in three fragments of semideciduous forest, of different sizes and degrees of conservation: Parque Estadual Mata dos Godoy (PEMG - largest and best conserved), Parque Estadual de Ibicatu (IBIC - intermediate), Parque Estadual de Ibiporã (IBIP - less and less conserved). Sampling of galls occurred between November 2013 and December 2014. Gall morphology was classified according to the presence of trichomes, the galled body and the number of internal chambers. 2936 galls were sampled, with 729 in PEMG, 1587 in IBIC and 620 in IBIP. The richness of morphotypes was 76, 27 in PEMG, 41 and 19 in the IBIC IBIP and the richness of host species was 54, 20 in PEMG, 29 and 17 in the IBIC IBIP. No difference was found between the fragments diversity of morphotypes ( $p > 0,05$ ), however, low similarity was found between morphotypes composition (below 10%) and host plants (below 20%). Most morphotypes occurred in Leguminosae and *Bignonia sciuripabula*, *Calyptranthes grandifolia*, *Dolichandra unguis-cati*, *Epiphyllum phyllanthus*, *Erythroxylum pelleterianum*, *Justicia brasiliana*, *Mansoa* sp., *Mendoncia puberula*, *Metrodorea nigra*, *Piper xylosteoides* and *Streptochaeta spicata* are mentioned for the first time in Brazil. Most galls occurred on leaves, and presented itself globosa, glabra and unilocular.

**Keywords:** Richness. Abundance. Size. Fragmentation.

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** – Abundância de galhas amostradas no Parque Estadual Mata dos Godoy (PEMG), Parque Estadual de Ibicatu (IBIC) e Parque Estadual de Ibiporã (IBIP), Paraná, sul do Brasil ..... 31
- Tabela 2** – Similaridade de composição de morfotipos de galhas amostrados no Parque Estadual Mata dos Godoy (PEMG), Parque Estadual de Ibicatu (IBIC) e Parque Estadual de Ibiporã (IBIP), Paraná, sul do Brasil ..... 33
- Tabela 3** – Similaridade de composição de espécies hospedeiras de galhas amostradas no Parque Estadual Mata dos Godoy (PEMG) Parque Estadual de Ibicatu (IBIC) e Parque Estadual de Ibiporã (IBIP), Paraná, sul do Brasil ..... 33
- Tabela 4** – Morfotipos de galhas e espécies hospedeiras amostrados no Parque Estadual Mata dos Godoy (PEMG), Parque Estadual de Ibicatu (IBIC) e Parque Estadual de Ibiporã (IBIP), Paraná, sul do Brasil..... 34

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** – Fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual no Paraná, sul do Brasil. Parque Estadual Mata dos Godoy (PEMG - A), em Londrina, Parque Estadual de Ibicatu (IBIC - B), em Centenário do Sul e Parque Estadual de Ibiporã (IBIP - C), em Ibiporã..... 17
- Figura 2** – Município de Londrina, localização do Parque Estadual Mata dos Godoy (PEMG - A), município de Centenário do Sul, localização do Parque Estadual de Ibicatu (IBIC - B) e município de Ibiporã, localização do Parque Estadual de Ibiporã (IBIP - C), Paraná, sul do Brasil..... 29
- Figura 3** – Classificação morfológica das galhas. Globosa (1); Alongada (2); Discóide (3); Esférica (4); Cônica (5); Cilíndrica (6); Amorfa (7)..... 30
- Figura 4** – Acumulação da riqueza de morfotipos amostrados no período de dezembro de 2013 a novembro de 2014, no Parque Estadual Mata dos Godoy (PEMG), no Parque Estadual de Ibicatu (IBIC) e no Parque Estadual de Ibiporã (IBIP), Paraná, sul do Brasil..... 32
- Figura 5** – Distribuição de morfotipos (A) e de espécies hospedeiras (B) amostrados no período de dezembro de 2013 a novembro de 2014, no Parque Estadual Mata dos Godoy (PEMG), no Parque Estadual de Ibicatu (IBIC) e no Parque Estadual de Ibiporã (IBIP), Paraná, sul do Brasil..... 34
- Figura 6** – Riqueza de morfotipos de galhas por família de plantas hospedeiras, amostradas no período de dezembro de 2013 a novembro de 2014, no Parque Estadual Mata dos Godoy (PEMG), no Parque Estadual de Ibicatu (IBIC) e no Parque Estadual de Ibiporã (IBIP), Paraná, sul do Brasil..... 37
- Figura 7** – Morfologia externa do total de morfotipos de galhas amostradas no período de dezembro de 2013 a novembro de 2014, no Parque Estadual Mata dos Godoy (PEMG), no Parque Estadual de Ibicatu (IBIC) e no Parque Estadual de Ibiporã (IBIP), Paraná, sul do Brasil – Órgão de localização da galha na planta hospedeira (A) e diferentes formas das galhas amostradas (B)..... 37

<b>Figura 8</b>	– Morfologia externa do total de morfotipos de galhas amostradas no período de dezembro de 2013 a novembro de 2014, no Parque Estadual Mata dos Godoy (PEMG), no Parque Estadual de Ibicatu (IBIC) e no Parque Estadual de Ibiporã (IBIP), Paraná, sul do Brasil – Pubescência (A) e número de câmaras internas (B) das galhas amostradas .....	37
<b>Figura 9</b>	– Variação da riqueza de morfotipos de galhas em relação à precipitação correspondente ao período entre dezembro de 2013 e novembro de 2014, para a região do Parque Estadual Mata dos Godoy (PEMG), Parque Estadual de Ibicatu (IBIC) e Parque Estadual de Ibiporã (IBIP), Paraná, sul do Brasil .....	38
<b>Figura 10</b>	– Variação da abundância de galhas em relação à precipitação correspondente ao período entre dezembro de 2013 e novembro de 2014, para a região do Parque Estadual Mata dos Godoy (PEMG), Parque Estadual de Ibicatu (IBIC) e Parque Estadual de Ibiporã (IBIP), Paraná, sul do Brasil. ....	38
<b>Figura 11</b>	– Morfotipos de galhas (1-8) amostrados no Parque Estadual Mata dos Godoy (PEMG), Parque Estadual de Ibicatu (IBIC) e Parque Estadual de Ibiporã (IBIP), Paraná, sul do Brasil, no período de dezembro de 2013 a novembro de 2014. Para identificar plantas hospedeiras, ver número da figura, correspondente ao número de morfotipo presente na Tabela 4 .....	39
<b>Figura 12</b>	– Morfotipos de galhas (8b-15) amostrados no Parque Estadual Mata dos Godoy (PEMG), Parque Estadual de Ibicatu (IBIC) e Parque Estadual de Ibiporã (IBIP), Paraná, sul do Brasil, no período de dezembro de 2013 a novembro de 2014. Para identificar plantas hospedeiras, ver número da figura, correspondente ao número de morfotipo presente na Tabela 4 .....	40
<b>Figura 13</b>	– Morfotipos de galhas (16-23) amostrados no Parque Estadual Mata dos Godoy (PEMG), Parque Estadual de Ibicatu (IBIC) e Parque Estadual de Ibiporã (IBIP), Paraná, sul do Brasil, no período de dezembro de 2013 a novembro de 2014. Para identificar plantas hospedeiras, ver número da figura, correspondente ao número de morfotipo presente na Tabela 4 .....	41

<b>Figura 14</b> – Morfotipos de galhas (24-31) amostrados no Parque Estadual Mata dos Godoy (PEMG), Parque Estadual de Ibicatu (IBIC) e Parque Estadual de Ibiporã (IBIP), Paraná, sul do Brasil, no período de dezembro de 2013 a novembro de 2014. Para identificar plantas hospedeiras, ver número da figura, correspondente ao número de morfotipo presente na Tabela 4 .....	42
<b>Figura 15</b> – Morfotipos de galhas (32-38) amostrados no Parque Estadual Mata dos Godoy (PEMG), Parque Estadual de Ibicatu (IBIC) e Parque Estadual de Ibiporã (IBIP), Paraná, sul do Brasil, no período de dezembro de 2013 a novembro de 2014. Para identificar plantas hospedeiras, ver número da figura, correspondente ao número de morfotipo presente na Tabela 4 .....	43
<b>Figura 16</b> – Morfotipos de galhas (39-46) amostrados no Parque Estadual Mata dos Godoy (PEMG), Parque Estadual de Ibicatu (IBIC) e Parque Estadual de Ibiporã (IBIP), Paraná, sul do Brasil, no período de dezembro de 2013 a novembro de 2014. Para identificar plantas hospedeiras, ver número da figura, correspondente ao número de morfotipo presente na Tabela 4 .....	44
<b>Figura 17</b> – Morfotipos de galhas (47-54) amostrados no Parque Estadual Mata dos Godoy (PEMG), Parque Estadual de Ibicatu (IBIC) e Parque Estadual de Ibiporã (IBIP), Paraná, sul do Brasil, no período de dezembro de 2013 a novembro de 2014. Para identificar plantas hospedeiras, ver número da figura, correspondente ao número de morfotipo presente na Tabela 4 .....	45
<b>Figura 18</b> – Morfotipos de galhas (55-62) amostrados no Parque Estadual Mata dos Godoy (PEMG), Parque Estadual de Ibicatu (IBIC) e Parque Estadual de Ibiporã (IBIP), Paraná, sul do Brasil, no período de dezembro de 2013 a novembro de 2014. Para identificar plantas hospedeiras, ver número da figura, correspondente ao número de morfotipo presente na Tabela 4 .....	46
<b>Figura 19</b> – Morfotipos de galhas (63-70) amostrados no Parque Estadual Mata dos Godoy (PEMG), Parque Estadual de Ibicatu (IBIC) e Parque Estadual de Ibiporã (IBIP), Paraná, sul do Brasil, no período de dezembro de 2013 a novembro de 2014. Para identificar plantas hospedeiras, ver	

número da figura, correspondente ao número de morfotipo presente na  
Tabela 4 ..... 47

**Figura 20** – Morfotipos de galhas (71-76) amostrados no Parque Estadual Mata dos  
Godoy (PEMG), Parque Estadual de Ibicatu (IBIC) e Parque Estadual  
de Ibiporã (IBIP), Paraná, sul do Brasil, no período de dezembro de  
2013 a novembro de 2014. Para identificar plantas hospedeiras, ver  
número da figura, correspondente ao número de morfotipo presente na  
Tabela 4 ..... 48

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO GERAL .....</b>	<b>13</b>
<b>2. METODOLOGIA GERAL.....</b>	<b>16</b>
<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>19</b>
<b>CAPÍTULO I – DIVERSIDADE DE GALHAS EM FRAGMENTOS DE FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL DO SUL DO BRASIL .....</b>	<b>23</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>24</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>25</b>
<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>26</b>
<b>MÉTODOS.....</b>	<b>27</b>
<b>ÁREA DE ESTUDO .....</b>	<b>27</b>
<b>COLETA DE DADOS .....</b>	<b>29</b>
<b>ANÁLISE DE DADOS .....</b>	<b>31</b>
<b>RESULTADOS.....</b>	<b>31</b>
<b>DISCUSSÃO .....</b>	<b>49</b>
<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>51</b>
<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>52</b>
<b>3. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>57</b>

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

A Mata Atlântica, complexo conjunto de diferentes ecossistemas, reúne parte significativa da diversidade biológica do Brasil. No entanto, é também um dos biomas mais acometidos do mundo devido às constantes agressões e ameaças de destruição dos habitats e dos ecossistemas associados, como expansão da fronteira agropecuária, extração de madeira, urbanização, dentre outros (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA; INPE, 2011). A floresta atlântica brasileira é uma das prioridades mundiais para conservação por apresentar um elevado índice de endemismo (THOMAZ et al., 1998), e ainda assim, tem sofrido inúmeros impactos ambientais que resultam na sua fragmentação (TABARELLI, 1998).

O Paraná é majoritariamente formado pelo Bioma Mata Atlântica, e nele estão presentes diferentes regiões fitoecológicas, dentre elas, a Floresta Estacional Semidecidual (FES), caracterizada por vegetações em que 20 a 50% dos indivíduos do estrato arbóreo superior sofrem queda das folhas na estação seca (VELOSO et al., 1991). A FES apresenta estacionalidade climática, com uma estação seca e uma chuvosa, sendo que o trimestre mais seco abrange o intervalo de junho a agosto (CAVIGLIONE et al., 2000) e representa, portanto, o período marcante de queda das folhas. Essa região fitoecológica já recobriu, em sua distribuição original, 37,3% da área do Estado, estendendo-se na forma de arco desde o sudoeste paranaense no baixo Iguaçu, até a porção nordeste, na bacia hidrográfica do Itararé, na divisa com o Estado de São Paulo. De toda a área original, restam apenas 3,4% ainda florestada, distribuída em fragmentos pequenos mais ou menos isolados (PARANÁ, 2010).

O processo de fragmentação florestal decorrente das atividades de desmatamento implica não só em perda de habitat como no isolamento dos remanescentes florestais (NOSS; CSUTI, 1994). Deste modo, a influência pode se dar sobre os organismos individualmente, mudando a composição de espécies e abundância, mudando a estrutura das comunidades, até comprometer os processos advindos das interações entre as várias espécies (LOVEJOY et al., 1986; OFFERMAN et al., 1995; DIDHAM et al., 1996, THOMAS et al., 2000; MURCIA, 2002). A fragmentação pode resultar em alterações sobre a fauna e a flora, e em diferentes processos ecológicos e ecossistêmicos, como perda de biodiversidade, aumento das taxas de mortalidade e de recrutamento, aumento da extensão do efeito de borda e mudança na composição e na dinâmica das populações (VIEIRA, 2004; BERNACCI et al., 2006). A interação entre planta e inseto também é diretamente atingida pela fragmentação

(TABARELLI, 1998), como por exemplo, a relação que origina a formação de galhas. Estas se caracterizam como alterações dos tecidos vegetais, induzidas pelo desenvolvimento de organismos como fungos, bactérias, vírus, ácaros, nematóides, insetos, entre outros. Os insetos galhadores, denominados cecidógenos, são indicados como a maioria dentre os agentes formadores de galhas (GONÇALVES-ALVIM; FERNANDES, 2001). Eles são indutores no estado larval ou de pupa e a indução da galha é um fenômeno regular no seu ciclo de vida (MANI, 1964).

Embora pareça estabelecido que o inseto forneça o estímulo para a formação da galha, ainda não se conhece todos os seus processos de modo detalhado (RAMALHO; SILVA, 2010). O inseto atua através de injúrias mecânicas, mas não se pode anular a possibilidade de existência de substâncias cecidogênicas em sua saliva, como auxinas, aminoácidos, amidos e inúmeras enzimas digestivas que, em contato com o tecido da planta, podem induzir o crescimento atípico e anormal (FERNANDES; MARTINS, 1985). No ciclo de formação de uma galha, o desenvolvimento de um novo tecido vegetal compromete as células do hospedeiro, provocando desvios de substâncias, bloqueios de vasos condutores ou mesmo atrofia de determinados órgãos (FERNANDES; MARTINS, 1985; TAFT, BISSING, 1988). Por outro lado, os insetos galhadores encontram alimento abundante e abrigo contra inimigos naturais no interior dos tecidos vegetais, aspectos propícios a sua reprodução (FERNANDES; MARTINS, 1985; KRAUS, 2009).

Os cecidógenos podem ser ferramentas simples e úteis na identificação de padrões e processos ecológicos, porque, em parte do seu ciclo de vida, constituem unidades delimitadas no tempo e espaço (GONÇALVES-ALVIM; FERNANDES, 2001), pois são sésseis, de fácil localização, abundantes e hospedeiro-específicos (FERNANDES et al., 1995; LARA; FERNANDES, 1996; JULIÃO, 2007). A identificação dessas relações tem grande importância, pois permitem testar hipóteses ecológicas e evolutivas, como os efeitos do ambiente na planta hospedeira e na diversidade de galhadores associada (COSTA et al., 2010).

No Brasil, assim como no Paraná, ainda são escassos os estudos sobre galhas e galhadores. O levantamento dessas ocorrências é fundamental para estudos de diversidade e para o melhor conhecimento dos padrões de distribuição espacial e temporal das espécies indutoras e suas respectivas plantas hospedeiras. A maioria dos esforços amostrais no Brasil tem se concentrado em áreas de Cerrado (GONÇALVES-ALVIM; FERNANDES, 2001;

LARA et al., 2002); Há poucos levantamentos para o Bioma Mata Atlântica, em especial para a região fitoecológica Floresta Estacional Semidecidual (GONÇALVES-ALVIM; FERNANDES, 2001; SANTOS et al., 2010) e no Paraná, existe apenas um levantamento de galhas entomógenas (SANTOS; RIBEIRO, prelo). Deste modo, o objetivo deste estudo foi verificar a ocorrência de galhas entomógenas comparando a sua diversidade, e realizar sua caracterização morfológica, em fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual do Sul do Brasil.

## 2. METODOLOGIA GERAL

O estudo foi realizado em fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual, situados nos municípios de Londrina, Centenário do Sul e Iporã, norte Paraná, sul do Brasil. Os critérios de escolha dos fragmentos foram baseados na vegetação predominante, na composição do entorno e na escala espacial (METZGER, 2001), sendo um maior, um intermediário e um menor, quando comparados entre si. Além disso, a seleção desses fragmentos foi realizada priorizando-se os sítios contemplados pelo PELD (Programa de Pesquisa Ecológica de Longa Duração), coordenado em nossa região pelo Departamento de Biologia Animal e Vegetal da Universidade Estadual de Londrina, considerando a importância do monitoramento de fragmentos florestais em longo prazo.

O maior dos fragmentos foi o Parque Estadual Mata dos Godoy (PEMG - 23°26'53" S e 51°15'21" W – centro da Unidade de Conservação), localizado em Londrina (Fig. 1A). O PEMG possui 680 ha de Floresta Estacional Semidecidual circundados por áreas de floresta secundária, reflorestamento, terras cultivadas e pastagens (BIANCHINI et al., 2003). As unidades de solo predominantes são Latossolo Vermelho Eutrófico e Nitossolo Vermelho Eutrófico e associações com Neossolos Litólicos, considerados solos de altíssima fertilidade (EMBRAPA, 2006; VICENTE, 2006).

O fragmento intermediário foi o Parque Florestal de Ibicatu (IBIC - 22° 49'16" S e 51°35'43" W – centro da Unidade de Conservação), localizado em Centenário do Sul, há 90 km de Londrina, na direção nordeste (Fig. 1B). Tem área total de 302 ha e os solos predominantes são o Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico, Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico, Latossolo Vermelho-Escuro Eutrófico e Latossolo Vermelho-Escuro Distrófico, no geral, também considerados de alta fertilidade. Trata-se de um remanescente de Floresta Estacional Semidecidual que sofreu exploração seletiva de madeira (PARANÁ, 1991). Além disso, o entorno do IBIC é composto de terras cultivadas (EMBRAPA, 2006).

O menor fragmento selecionado foi o Parque Estadual de Iporã (IBIP - 23°15'05" S e 51°02'05" W – centro da Unidade de Conservação), localizado em Iporã, há 15 km de Londrina, na direção leste (Fig. 1C). Tem área de 74,05 ha e as associações de solos que ocorrem com predominância são o Latossolo Vermelho Eutrófico, o Nitossolo Vermelho Eutrófico e o Neossolo Litólico Eutrófico (EMBRAPA, 2006). Nessa região, houve frequente substituição das florestas nativas por cafezais e culturas como soja e trigo, deixando-a sem

reservas florestais ou matas ciliares e de proteção às nascentes (PARANÁ, 1988). O entorno do IBIP também é composto por terras cultivadas e pelo perímetro urbano de Ibiporã.



**Figura 1.** Fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual no Paraná, sul do Brasil. Parque Estadual Mata dos Godoy (PEMG - A), em Londrina, Parque Estadual de Ibicatu (IBIC - B), em Centenário do Sul e Parque Estadual de Ibiporã (IBIP - C), em Ibiporã.

A amostragem das plantas e das galhas entomógenas foi realizada mensalmente no período de dezembro de 2013 a novembro de 2014, por meio do método de transecto de linha (BROWER; ZAR, 1984). Foram dispostos 5 transectos de 50 m paralelamente no interior de cada um dos fragmentos, distando 10m entre si e, no mínimo, a 50 m da borda. Todas as plantas localizadas nos transectos foram vistoriadas e as galhas foram coletadas até 2 metros de altura. Após 3 minutos sem registro de galhas em cada planta observada, foi feita a vistoria de um novo indivíduo (FERNANDES et al., 2001; JULIÃO et al., 2005; COELHO et al., 2009; SANTOS et al., 2011). Foram coletados todos os ramos das plantas hospedeiras com galhas para morfotipificação, ou seja, a definição dos morfotipos das galhas, registrando a sua riqueza em cada parque.

As plantas foram identificadas em nível de espécie quando possível, com o auxílio de literatura especializada e consulta ao Herbário da Universidade Estadual de Londrina (FUEL).

Nos casos em que não foi possível a identificação em algum nível taxonômico, as plantas foram denominadas como morfoespécies, diferenciadas por número.

Os ramos contendo as galhas foram transportados em sacos plásticos com papel umedecido para o Laboratório de Biosistemática Vegetal da Universidade Estadual de Londrina, no qual foi realizada a triagem do material e o registro fotográfico (MENDONÇA, 2003; DALBEM; MENDONÇA, 2006; CORREA, 2008; MENDONÇA et al., 2010), para posterior classificação morfológica. Então, foram especificadas em morfotipos e sua morfologia externa foi classificada quanto à forma, presença ou ausência de tricomas, quanto ao órgão galhado e quanto ao número de câmaras internas (unilocular ou multilocular) (MAIA, 2014).

Foi considerada especificidade máxima na separação dos morfotipos, de modo que galhas similares em espécies vegetais diferentes foram classificadas como morfotipos também diferentes, assim como galhas similares em órgãos diferentes da mesma planta (FLOATE et al., 1996).

Para a análise dos dados, a riqueza de morfotipos de galhas foi definida contando-se o número de morfotipos coletados, e a abundância foi estabelecida a partir da contagem do número de galhas de cada morfotipo. Os índices de Shannon e Simpson encontrados foram comparados entre si por meio do teste t (ZAR, 1999).

A diversidade beta, indicada a partir do índice de Jaccard, foi verificada para comparar os fragmentos de diferentes tamanhos em relação à composição dos morfotipos de galhas e de espécies hospedeiras. Todas as análises foram realizadas nos programas R 3.1.2 (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2011) e Past (HAMMER et al., 2001).

## BIBLIOGRAFIA

- BERNACCI, L. C.; FRANCO, G. A. D. C.; CATHARINO, E. L. M.; DURIGAN, G.; METZGER, J. P. O efeito da fragmentação florestal na composição e riqueza de árvores na região da Reserva Morro Grande (Planalto de Ibiúna, SP). **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 18, p. 121-166, 2006.
- BIANCHINI, E.; POPOLO, R. S.; DIAS, M. C.; PIMENTA, J. A. Diversidade e estrutura de espécies arbóreas em área alagável do município de Londrina, Sul do Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v. 17, n. 3, p. 405-419, 2003.
- BROWER, J. E.; ZAR, J. H. **Field & laboratory methods for general ecology**. 2 ed. Wm. C. Brown Publishers, Dubuque, 226 p, 1984.
- CAVIGLIONE, J. H.; KIIHL, L. R. B.; CARAMORI, P. H.; OLIVEIRA, D. **Cartas climáticas do Paraná**, 2000. Disponível em: <http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=677>. Acesso em 5 de abril de 2015.
- COELHO, M. S.; ALMADA, E. D.; FERNANDES, G. W.; CARNEIRO, M. A. A.; SANTOS, R. M.; QUINTINO, A. V.; SANCHEZ-AZOFEIFA, A. Gall inducing arthropods from a seasonally dry tropical Forest in Serra do Cipó, Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 53, p. 404-414, 2009.
- CORREA, M. V. G. **Galhas e galhadores do Vale do Rio Maquiné, RS**. Monografia de Bacharelado. ULBRA, Canoas, 2008.
- COSTA, F. V.; FAGUNDES, M.; NEVES, F. S. Arquitetura da planta e diversidade de galhas associadas à *Copaifera langsdorffii* (Fabaceae). **Ecologia Austral**, v. 20, p. 9-17, 2010.
- DALBEM, R. V.; MENDONÇA M. S. J. Diversity of galling arthropods and host plants in a subtropical forest of Porto Alegre, Southern Brazil. **Neotropical Entomology**, v. 35, p. 616-624, 2006.
- DIDHAM, R. K.; GHAZOUL, J.; STORK, N. E.; DAVIS, A. J. Insects in fragmented forests: a functional approach. **Tree**, v. 11, n. 6, p. 255-260, 1996.
- EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**, Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006.
- FERNANDES, G. W.; DE PAULA, A. S.; LOYOLA JR., R. Distribuição diferencial de insetos galhadores entre habitats e seu possível uso como bioindicadores. **Vida Silvestre Neotropical**, v. 4, p. 133-139, 1995.
- FERNANDES, G. W.; JULIÃO, G. R.; ARAÚJO, R. C.; ARAÚJO, S. C.; LOMBARDI, J. A.; NEGREIROS, D.; CARNEIRO, M. A. Distribution and morphology of insect galls of the Rio Doce Valley, Brazil. **Naturalia**, v. 26, p. 211- 244, 2001.

- FERNANDES, G. W.; MARTINS, R. P. Tumores de plantas: as galhas. **Revista Ciência Hoje**, v. 4, n. 19, p. 59-64, 1985.
- FLOATE, K. D.; FERNANDES, G. W.; NILSSON, J. A. Distinguishing intrapopulacional categories of plants by their insect faunas: galls on rabbitbrush. *Oecologia*, v. 105, p. 221-229, 1996.
- FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA; INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica, Período 2008-2010**. São Paulo, 2011. Disponível em: <http://www.inpe.br/noticias/arquivos/pdf/atlasrelatoriofinal.pdf>. Acesso em 10 de abril de 2015.
- GONÇALVES-ALVIM, S. J.; FERNANDES, G. W. Comunidades de insetos galhadores (Insecta) em diferentes fitofisionomias do cerrado em Minas Gerais. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 18, n. 1, p. 289-305, 2001.
- HAMMER, O.; HARPER, D. A. T.; RIAN, P. D. **Past: Palaeontological statistics software package for education and data analysis**. Version. 1.37, 2001. Disponível em: <[http://palaeo-electronica.org/2001\\_1/past/issue1\\_01.htm](http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm)>. Acesso em: 05 abril 2015.
- JULIÃO, G. R. **Riqueza e abundância de insetos galhadores associados ao dossel de florestas de terra firme, várzea e igapó da Amazônia Central**. Tese (doutorado). INPA/UFAM, 144 p, Manaus, 2007.
- JULIÃO, G. R.; VENTICINQUE, E. M.; FERNANDES, G. W. Richness and abundance of gall-forming insects in the Mamirauá Várzea, a flooded Amazonian forest. **Uakari**, v. 1, p. 39-42, 2005.
- KRAUS, J. E. Galhas: morfogênese, relações ecológicas e importância econômica. In: TISSOT-SQUALI, M. L. Interações Ecológicas e Biodiversidade. 2 ed. **Rev. Atual. Ijuí: Unijuí, Coleção Biodiversidade e Ambiente**, 296 p., 2009.
- LARA, A. C. F., FERNANDES, G. W. The highest diversity of galling insects: Serra do Cipó, **Brazil. Biodiversity Letters**, v. 3, p. 111-114, 1996.
- LARA, A. C. F., FERNANDES, G. W.; GONÇALVES-ALVIM, S. J. Tests of hypotheses on patterns of gall distribution along an altitudinal gradient. **Tropical Zoology**, v. 15, n. 2, p. 219-232, 2002.
- LOVEJOY, J. E., BIERREGAARD, R. O. JR., RYLANDS, A. B., MALCOLM, J. R., QUINTELA, C. E., HARPER, L. H., BROWN, K. S. JR., POWELL, A. H., POWELL, G. V. N., SCHUBART, H. O. R., HAYS, M. B. Edge and other effects of isolation on Amazon forest fragments. In: SOULÉ, M. E. (Ed.). **Conservation biology: the science of scarcity and diversity**. Sunderland: Sinauer Associates, p. 257-285, 1986.
- MAIA, V. C. Insect galls of Itamonte (Minas Gerais, Brazil): characterization and occurrence. **Biota Neotropica**, v. 14, n. 1, p. 1-17, 2014.
- MANI, M. S. **Ecology of plant galls**. The Hague: W. Junk., 1964. 434p, 1964.

- MENDONÇA, M. S. Diversidade de insetos galhadores em plantas do Parque de Itapuã: uma fauna não aparente e seu potencial de uso em conservação e educação ambiental. *In: Bager, A. (Ed.). Anais do II Simpósio de Áreas Protegidas - Conservação no Âmbito do Cone Sul*. Pelotas, 2003.
- MENDONÇA, M. S.; PICCARDI, H. M. F.; JAHNKE, S. M.; DALBEM, R. V. Gallling arthropod diversity in adjacent swamp forests and restinga vegetation in Rio Grande do Sul, Brazil. *Neotropical Entomology*, v. 39, n. 4, p. 513-518, 2010.
- METZGER, J. P. O que é ecologia de paisagens? *Biota Neotropica*, v. 1, n. 1, p. 1-9, 2001.
- MURCIA, C. Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. *Trends in ecology and evolution*, v. 10, n. 2, p. 58-62, 2002.
- NOSS, R. F.; CSUTI, B. **Habitat fragmentation**. p. 237-264. *In: MEFFE, G. K; CARROLL, C.R. Principles of Conservation Biology*, Sinauer Sunderland, 1994.
- OFFERMAN, H. L.; DALE, V. H.; PEARSON, S. M.; BIERREGAARD, R. O., JR.; O'NEILL, R. V. Effects of forest fragmentation on neotropical fauna: current research and data availability. *Environmental Reviews*, v. 3, p. 191-211, 1995.
- PARANÁ. Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **Floresta Estacional Semidecidual** - Série Ecossistemas Paranaenses. Curitiba: v. 5, 2010.
- PARANÁ. Secretaria especial de assuntos do Meio Ambiente. **Plano de Manejo do Parque Florestal de Ibicatu**. Curitiba, 1991. Disponível em: [http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/Plano\\_de\\_Manejo/PF\\_Ibicatu/Plano\\_Manejo\\_Ibicatu.pdf](http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/Plano_de_Manejo/PF_Ibicatu/Plano_Manejo_Ibicatu.pdf). Acesso em 06 fev. 2015.
- PARANÁ. Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento. **Plano de Manejo do Parque Estadual de Ibiporã**. Curitiba, 1988. Disponível em: [http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/Plano\\_de\\_Manejo/PE\\_Ibipora/Plano\\_Manejo\\_PE\\_Ibipora.pdf](http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/Plano_de_Manejo/PE_Ibipora/Plano_Manejo_PE_Ibipora.pdf). Acesso em 06 fev. 2015.
- RAMALHO, V. F.; SILVA, A. G. Modificações bioquímicas e estruturais induzidas nos tecidos vegetais por insetos galhadores. ESFA. *Natureza on line*, v. 8, n. 3, p. 117-122. 2010.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, 2011. Disponível em: <http://www.R-project.org/>. Acesso em 06 de fev. de 2015.
- SANTOS, B. B.; FERREIRA, H. D; ARAÚJO W. S. Ocorrência e caracterização de galhas entomógenas em uma área de floresta estacional semidecídua em Goiânia, Goiás, Brasil. *Acta Botânica Brasileira*, v.1, n. 24, p. 243-249, 2010.
- SANTOS, J. C., ALMEIDA-CORTEZ, J. S.; FERNANDES, G. W. Richness of gall-inducing insects in the tropical dry forest (Caatinga) of Pernambuco. *Revista Brasileira Entomologia*, v. 55, n. 1, p. 45-54, 2011.

- SANTOS, P. O., RIBEIRO, J. E. L. S., Ocorrência e caracterização de galhas em fragmento de floresta estacional semidecidual em Telêmaco Borba, Paraná, Brasil (no prelo).
- TABARELLI, M. **Dois Irmãos: o desafio da conservação biológica em um fragmento de Floresta Tropical**. In: MACHADO, I. C., LOPEZ, A. V. & PORTO, K. C. (Orgs.). Reserva Ecológica de Dois Irmãos: estudos em um remanescente de Mata Atlântica em área urbana (Recife -Pernambuco-Brasil). Ed. Universitária, Universidade Federal de Pernambuco, p. 311-323, 1998.
- TAFT, J. B., BISSING, D. R. Developmental anatomy of the horned oak gall induced by *Callirhytis cornigera* in *Quercus palustris* (pin oak). **American Journal of Botany**, v. 75, p. 26-36, 1988.
- THOMAS, W. W.; CARVALHO, A. M. V. D.; AMORIM, A. M. A.; GARRISON, J.; ARBELA EZ, A. L. Dispersal and extinction in fragmented landscapes. **Proceedings Royal Society of London**, v. 267, p. 139-145, 2000.
- THOMAS, W. W., CARVALHO, A. M. V. D.; AMORIM, A. M. A.; GARRISON, J.; ARBELA EZ, A. L. Plant endemism in two Forest in southern Bahia, Brasil. **Biodiversity and Conservation**, v. 7, p. 311-322. 1998.
- VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE, 1991.
- VICENTE, R. F. O Parque Estadual Mata dos Godoy. In: TOREZAN, J. M. D. **Ecologia do Parque Estadual Mata dos Godoy**. Londrina: ITEDES, v. único, p. 13-18, 2006.
- VIEIRA, R. S. **Efeito da Fragmentação Florestal sobre Borboletas (Lepidoptera, Hesperiiidae) associadas à Formiga-de-Correição *Eciton burchelli* (Hymenoptera, Formicidae, Ecitoninae)**. 2004. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de São Carlos, 2004.
- ZAR, J. H. **Biostatistical Analysis**. 3 Edição, New Jersey: Prentice Hall, 1999.

## CAPÍTULO I

### **DIVERSIDADE DE GALHAS ENTOMÓGENAS EM FRAGMENTOS DE FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL DO SUL DO BRASIL**

Santos; Ribeiro, 2015.

Patrícia de Oliveira Santos<sup>1,3</sup>; José Eduardo Lahoz da Silva Ribeiro<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, Laboratório de Filogenia e Biosistemática, Departamento de Biologia Animal e Vegetal, Centro de Ciências Biológicas, Universidade Estadual de Londrina, Rodovia Celso Garcia Cid - PR 445 Km 380, s/n, Campus Universitário, 86051-990, Londrina, Paraná, Brasil.

<sup>2</sup> Laboratório de Filogenia e Biosistemática, Departamento de Biologia Animal e Vegetal, Centro de Ciências Biológicas, Universidade Estadual de Londrina, Rodovia Celso Garcia Cid - PR 445 Km 380, s/n, Campus Universitário, 86051-990, Londrina, Paraná, Brasil.

<sup>3</sup> Autora para correspondência: palives1989@gmail.com

## RESUMO

As galhas são alterações atípicas dos tecidos vegetais induzidas por organismos como fungos, bactérias, insetos, entre outros. Diversos estudos tem sido realizados com relação à importância das galhas como bioindicadores, demonstrando a resposta às alterações ambientais com diminuição de diversidade e influência na abundância populacional de galhadores. Sabendo-se que a redução da área de fragmentos florestais pode afetar a diversidade de insetos e plantas, foi levantada a seguinte hipótese: a riqueza e a abundância de galhas se correlacionam positivamente com o tamanho do fragmento. O estudo foi desenvolvido em três fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual, de diferentes tamanhos e graus de conservação: Parque Estadual Mata dos Godoy (PEMG - maior e mais conservado), Parque Estadual de Ibicatu (IBIC - intermediário), Parque Estadual de Ibiporã (IBIP - menor e menos conservado). A amostragem das galhas ocorreu entre novembro de 2013 e dezembro de 2014. A morfologia das galhas foi classificada quanto à forma, presença de tricomas, órgão galhado e número de câmaras internas. Foram amostradas 2936 galhas, sendo 729 no PEMG, 1587 no IBIC e 620 no IBIP. A riqueza de morfotipos foi de 76, sendo 27 no PEMG, 41 no IBIC e 19 no IBIP e a riqueza de espécies hospedeiras foi 54, sendo 20 no PEMG, 29 no IBIC e 17 no IBIP. Não houve diferença entre a diversidade de morfotipos dos três fragmentos ( $p > 0,05$ ), mas foi encontrada baixa similaridade na composição de morfotipos (abaixo de 10%) e de plantas hospedeiras (abaixo de 20%). A maioria dos morfotipos ocorreu em Leguminosae e *Bignonia sciuripabula*, *Calyptranthes grandifolia*, *Dolichandra unguis-cati*, *Epiphyllum phyllanthus*, *Erythroxylum pelleterianum*, *Justicia brasiliana*, *Mansoa* sp., *Mendoncia puberula*, *Metrodorea nigra*, *Piper xylosteoides*, e *Streptochaeta spicata* são mencionadas pela primeira vez para o Brasil. A maioria das galhas ocorreu na folha, apresentou-se globosa, glabra e unilocular.

**Palavras-chave:** riqueza, abundância, tamanho, fragmentação.

## ABSTRACT

Atypical changes in plant tissues, caused by organisms such as fungi, bacteria, insects, among others are called galls. Several studies have been conducted regarding the importance of galls as bioindicators, showing the response to environmental changes with diminishing diversity and influence on population abundance of midges. How the reduction of the area of forest fragments may affect the diversity of insects and plants, we tested the following hypothesis: i) the richness and abundance of galls correlate positively with the fragment size. The study was conducted in three fragments of semideciduous forest, of different sizes and degrees of conservation: Parque Estadual Mata dos Godoy (PEMG - largest and best conserved), Parque Estadual de Ibicatu (IBIC - intermediate), Parque Estadual de Ibiporã (IBIP - less and less conserved). Sampling of galls occurred between November 2013 and December 2014. Gall morphology was classified according to the presence of trichomes, the galled body and the number of internal chambers. 2936 galls were sampled, with 729 in PEMG, 1587 in IBIC and 620 in IBIP. The richness of morphotypes was 76, 27 in PEMG, 41 and 19 in the IBIC IBIP and the richness of host species was 54, 20 in PEMG, 29 and 17 in the IBIC IBIP. No difference was found between the fragments diversity of morphotypes ( $p > 0,05$ ), however, low similarity was found between morphotypes composition (below 10%) and host plants (below 20%). Most morphotypes occurred in Leguminosae and *Bignonia sciuripabula*, *Calyptranthes grandifolia*, *Dolichandra unguis-cati*, *Epiphyllum phyllanthus*, *Erythroxyllum pelleterianum*, *Justicia brasiliana*, *Mansoa* sp., *Mendoncia puberula*, *Metrodorea nigra*, *Piper xylosteoides* and *Streptochaeta spicata* are mentioned for the first time in Brazil. Most galls occurred on leaves, and presented itself globosa, glabra and unilocular.

**Keywords:** richness, abundance, size, fragmentation.

AS GALHAS SÃO ALTERAÇÕES ATÍPICAS DOS TECIDOS VEGETAIS INDUZIDAS PELO desenvolvimento de vários organismos, como algas, líquens, fungos, bactérias, vírus, ácaros, nematóides, insetos, entre outros. Em sua maioria, os agentes formadores das galhas são os insetos (Fernandes & Martins 1985, Gonçalves-Alvim & Fernandes 2001). Eles são indutores no estado larval ou de pupa (Mani 1964, Fernandes & Price 1988) e a indução da galha é um fenômeno regular no seu ciclo de vida (Fernandes 1987).

A indução de galhas na planta é considerada uma interação espécie-específica, em que a vantagem dos insetos consiste em redirecionar o crescimento e a fisiologia de órgãos atacados, criando um ambiente interno favorável, que fornece alimento, abrigo e proteção para o desenvolvimento de suas larvas (Price *et al.* 1998, Cook & Gullan 2004, Shorthouse *et al.* 2005, Julião 2007,). Nessa relação, os insetos galhadores representam um dos extremos do gradiente especialista- generalista, sendo altamente específicos em relação à escolha do hospedeiro (Fernandes & Price 1992, Price *et al.* 1998) e o uso de hospedeiras está normalmente restrito a plantas filogeneticamente próximas, muitas vezes de uma única família ou gênero (Strong *et al.* 1984, Bernays & Chapman 1994). Nesse sentido, essa interação tem sido abordada com o referencial da especificidade máxima, ou seja, considerando sempre que cada espécie de inseto galhador é indutor de galha em uma determinada espécie de planta hospedeira (Floate *et al.* 1996, Ceotto *et al.* 2001).

Diversos estudos em galhas tem sido realizados em diferentes espécies vegetais, abordando aspectos como descrição de novas espécies de galhadores (Maia 1996, Castelo-Branco *et al.* 2005); associação com parasitóides (Maia & Tavares 2000, Oliveira 2009), descrição de estágios de desenvolvimento (Maia 1993, Fernandes *et al.* 1995), caracterização de galhas associadas a diferentes famílias vegetais (Maia & Fernandes 2004, Costa *et al.* 2010) e ainda, estudos relacionados à importância das galhas como bioindicadores, destacando a

resposta às alterações ambientais com diminuição de diversidade e influência na abundância populacional de galhadores e parasitóides (Didham *et al.* 1996, Oliveira 2009). Neste último tema, sabe-se que a redução da área do fragmento, o aumento do isolamento e diminuição da conectividade do habitat, podem afetar a abundância e riqueza de insetos e de plantas, e também alterar potencialmente interações entre insetos e outros organismos (Didham *et al.* 1996; Harrison & Bruna 1999). Além disso, muitos estudos tem indicado que as galhas entomógenas no interior dos fragmentos respondem negativamente à fragmentação, ou seja, diminuem em abundância e riqueza de acordo com a redução dos fragmentos florestais e a consequente diminuição da biodiversidade (Urso-Guimarães *et al.* 2003, Moreira *et al.* 2007, Santos *et al.* 2012, Toma 2012).

Este estudo traz resultados sobre a relação entre o tamanho do fragmento florestal e a riqueza e a abundância de galhas, determinada por meio da coleta de galhas em três fragmentos florestais de diferentes tamanhos: um menor, um intermediário e um maior, quando comparados entre si. Considerando que as galhas respondem negativamente à diminuição do fragmento (Urso-Guimarães *et al.* 2003, Moreira *et al.* 2007, Santos *et al.* 2012, Toma 2012), foi levantada a seguinte hipótese: a riqueza e a abundância de galhas estão correlacionadas positivamente com o tamanho do fragmento.

## **MÉTODOS**

### **ÁREA DE ESTUDO**

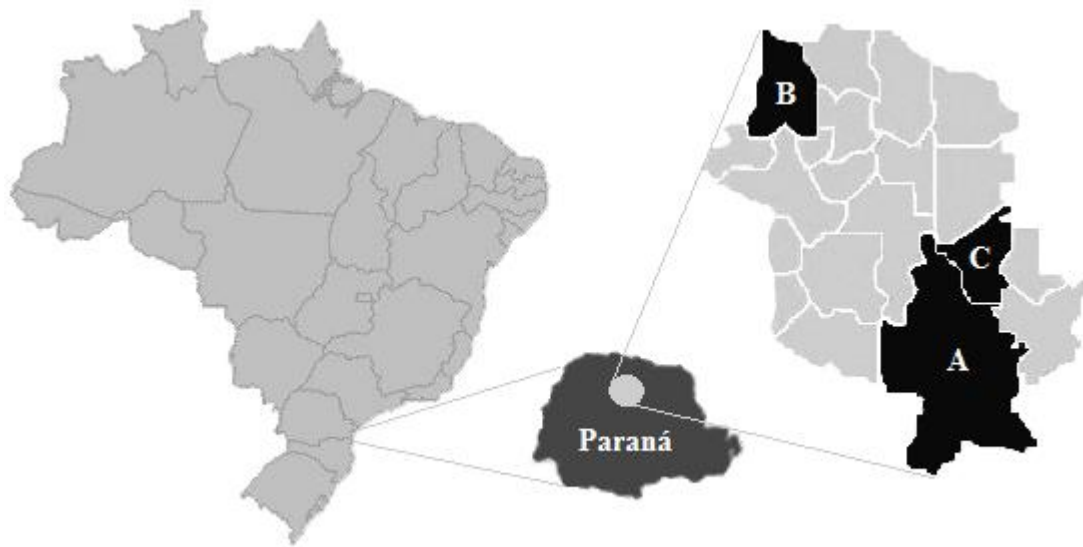
O maior dos fragmentos foi o Parque Estadual Mata dos Godoy (PEMG - 23°26'53" S e 51°15'21" W – centro da Unidade de Conservação), localizado em Londrina (Fig. 2A). O parque possui 680 ha de Floresta Estacional Semidecidual circundados por áreas de floresta secundária, reflorestamento, terras cultivadas e pastagens (Bianchini *et al.* 2003). É um dos

últimos remanescentes preservados do norte do Paraná, sendo referência principalmente pelo alto grau de conservação e diversidade de sua flora e fauna (Paraná 2002).

O fragmento intermediário foi o Parque Estadual de Ibicatu (IBIC - 22° 49'16" S e 51°35'43" W – centro da Unidade de Conservação), localizado em Centenário do Sul, há 90 km de Londrina, na direção nordeste (Fig. 2B). Tem área total de 302 ha e é um remanescente de Floresta Estacional Semidecidual que sofreu exploração seletiva de madeira. O entorno do Parque é composto por terras cultivadas. Na divisa leste, apresenta o Ribeirão Tenente, cujas margens são ocupadas por associações secundárias, tratadas como capoeira e capoeirão (Paraná 1991).

O menor fragmento selecionado foi o Parque Estadual de Ibiporã (IBIP - 23°15'05" S e 51°02'05" W – centro da Unidade de Conservação), localizado em Ibiporã, há 15 km de Londrina, na direção leste (Fig. 2C). Tem área de 74,05 ha e nessa região, houve frequente substituição das florestas nativas por cafezais e culturas como soja e trigo, deixando-a sem reservas florestais ou matas ciliares e de proteção às nascentes (Paraná 1988). O entorno do IBIP também é composto por terras cultivadas e pelo perímetro urbano de Ibiporã.

Ao comparar os três fragmentos em termos de estado de conservação, pode-se afirmar que o PEMG é o mais conservado, principalmente por não apresentar histórico de exploração de madeira, pela alta diversidade da flora e da fauna e por sofrer menos influência da pressão urbana quando comparado aos outros fragmentos, já que a distância do principal centro urbano é 18Km (Bovolenta 2011, Paraná 2002). Enquanto que o IBIC situa-se numa condição intermediária de conservação se comparado aos outros dois fragmentos e o IBIP é o menos conservado por ter histórico de exploração de madeira, menor diversidade de fauna e flora e sofrer influência direta do centro urbano de Ibiporã (Paraná 1988).




---

**Figura 2.** Município de Londrina, localização do Parque Estadual Mata dos Godoy (PEMG - A), município de Centenário do Sul, localização do Parque Estadual de Ibicatu (IBIC - B) e município de Ibiporã, localização do Parque Estadual de Ibiporã (IBIP - C), Paraná, sul do Brasil.

---

O clima da região que contempla os três parques, de acordo com a classificação de Köppen, é do tipo Cfa, ou seja, mesotérmico úmido, sem estação seca definida, e com verões quentes (Caviglione *et al.* 2000).

## COLETA DE DADOS

A amostragem das plantas e das galhas entomógenas foi realizada mensalmente, no final de cada mês, no período de dezembro de 2013 a novembro de 2014, por meio do método de transecto de linha (Brower & Zar 1984). Foram dispostos 5 transectos de 50m paralelamente no interior de cada um dos fragmentos, distando 10m entre si e, no mínimo, a 50m da borda, com o intuito de minimizar seu efeito sobre a amostragem. Todas as plantas localizadas nos transectos foram vistoriadas e as galhas foram coletadas até 2 metros de altura. Após 3 minutos sem registro de galhas em cada planta observada, foi feita a vistoria de um novo indivíduo (Fernandes *et al.* 2001, Julião *et al.* 2005, Coelho *et al.* 2009, Santos *et al.* 2011). Foram

coletados todos os ramos com galhas e estas foram separadas em morfotipos e numeradas. Foi realizado o registro da riqueza de galhas e de plantas hospedeiras em cada transecto. As plantas foram identificadas a nível de espécie quando possível, com o auxílio de literatura especializada e consulta ao Herbário da Universidade Estadual de Londrina (FUEL). Nos casos em que não foi possível a identificação em algum nível taxonômico, as plantas foram denominadas como morfoespécies, diferenciadas por número.

As galhas foram transportadas em sacos plásticos com papel umedecido para o Laboratório de Biosistemática Vegetal da Universidade Estadual de Londrina, no qual foi realizada a triagem do material e o registro fotográfico, para posterior morfotipificação (Mendonça 2003, Dalbem & Mendonça 2006, Correa 2008, Mendonça *et al.* 2010). Após serem morfotipadas, sua morfologia externa foi classificada quanto à forma (Fig. 3), presença ou ausência de tricomas, quanto ao órgão galhado e quanto ao número de câmaras internas (unilocular ou multilocular) (Maia 2013, Maia 2014).

Cada espécie de inseto induz uma galha de morfologia típica em um único órgão de uma determinada espécie hospedeira (Dreger-Jauffret & Shorthouse 1992, Floate *et al.* 1996), portanto, foi considerada especificidade máxima na separação dos morfotipos, de modo que galhas similares em espécies vegetais diferentes foram classificadas como morfotipos também diferentes (Floate *et al.* 1996).



**Figura 3.** Classificação morfológica da forma das galhas. Globosa (1); Alongada (2); Discóide (3); Esférica (4); Cônica (5); Cilíndrica (6); Amorfa (7).

Foram utilizados dados médios de precipitação pluviométrica do período de dezembro de 2013 a novembro de 2014, obtidos na estação meteorológica do Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR), em Londrina (Paraná 2015).

## ANÁLISE DE DADOS

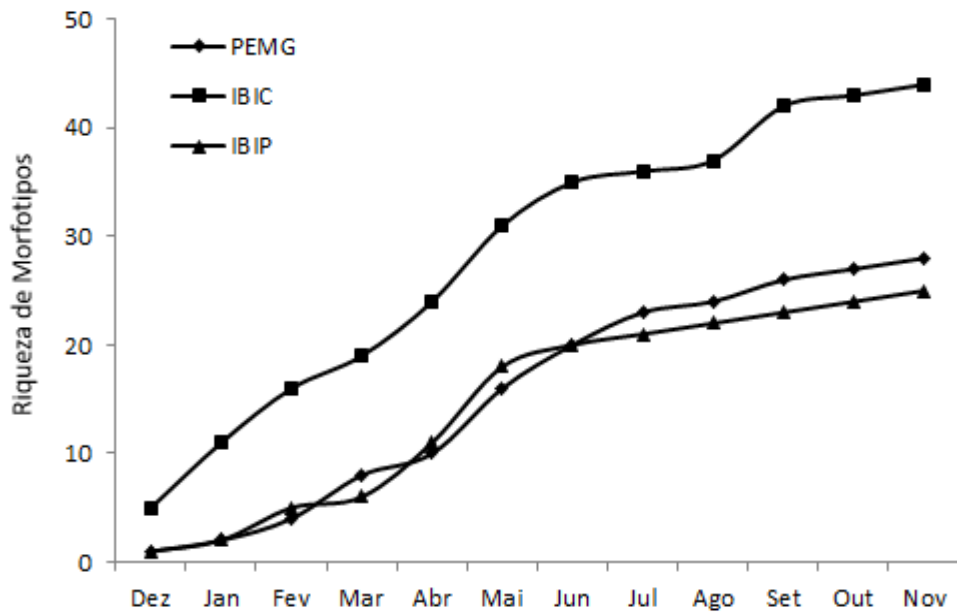
A riqueza de morfotipos de galhas foi definida contando-se o número de morfotipos coletados, e a abundância foi estabelecida a partir da contagem do número de galhas em cada morfotipo. A diversidade foi determinada para cada fragmento pelo índice de Shannon e de Simpson. Os índices dos fragmentos foram comparados pelo teste t (Zar 1999). A diversidade beta, indicada a partir do índice de Jaccard, foi verificada para comparar os fragmentos com relação à composição dos morfotipos de galhas e de espécies hospedeiras. Todas as análises foram realizadas nos programas R 3.1.2 (R Development Core Team, 2011) e Past (Hammer *et al.* 2001).

## RESULTADOS

Foram amostradas 2936 galhas, sendo 729 no fragmento PEMG, 1587 no fragmento IBIC e 620 no fragmento IBIP (Tabela 1). A curva cumulativa de morfotipos de galhas, para os três fragmentos, demonstrou indícios de estabilização mas não atingiu um patamar, indicando que ainda mais coletas são necessárias para amostrar satisfatoriamente a riqueza de galhas nessas três áreas (Fig. 4).

**Tabela 1.** Abundância de galhas amostradas no Parque Estadual Mata dos Godoy (PEMG), Parque Estadual de Ibicatu (IBIC) e Parque Estadual de Ibiporã (IBIP), Paraná, sul do Brasil.

<b>Abundância de Galhas</b>	<b>PEMG</b>	<b>IBIC</b>	<b>IBIP</b>
	729	1587	620



**Figura 4.** Acumulação da riqueza de morfotipos de galhas no período de dezembro de 2013 a novembro de 2014, no Parque Estadual Mata dos Godoy (PEMG), no Parque Estadual de Ibicatu (IBIC) e no Parque Estadual de Ibiporã (IBIP), Paraná, sul do Brasil.

A riqueza de morfotipos de galhas encontrada nos três fragmentos foi de 76, sendo 27 no PEMG, 41 no IBIC e 19 no IBIP. O morfotipo 1 foi o único que se repetiu nas três áreas, enquanto que os morfotipos 10, 19, 24 e 56 se repetiram no PEMG e no IBIC, os morfotipos 52 e 53 se repetiram no IBIC e no IBIP e os morfotipos 29, 36 e 51 se repetiram no PEMG e no IBIP (Fig. 5A; Tabela 4).

Os índices de Shannon e de Simpson para o PEMG, IBIC e IBIP foram  $H=2,19$  e  $D=0,87$ ,  $H=2,27$  e  $D=0,88$  e  $H=2,22$  e  $D=0,86$ , respectivamente. O teste t calculado a partir dos índices de Shannon e Simpson indicou que não houve diferença entre a diversidade de morfotipos de galhas encontrada nas três áreas ( $p>0,05$ ). Os valores do índice de Jaccard foram baixos (Tabela 2), indicando baixa similaridade de composição de morfotipos de galhas entre os três fragmentos (abaixo de 10%).

**Tabela 2.** Similaridade de composição de morfotipos de galhas amostradas no Parque Estadual Mata dos Godoy (PEMG), Parque Estadual de Ibicatu (IBIC) e Parque Estadual de Ibiporã (IBIP), Paraná, sul do Brasil.

<b>Índice de Jaccard</b>	<b>IBIP</b>	<b>IBIC</b>	<b>PEMG</b>
<b>IBIP</b>	0		
<b>IBIC</b>	0,056	0	
<b>PEMG</b>	0,079	0,067	0

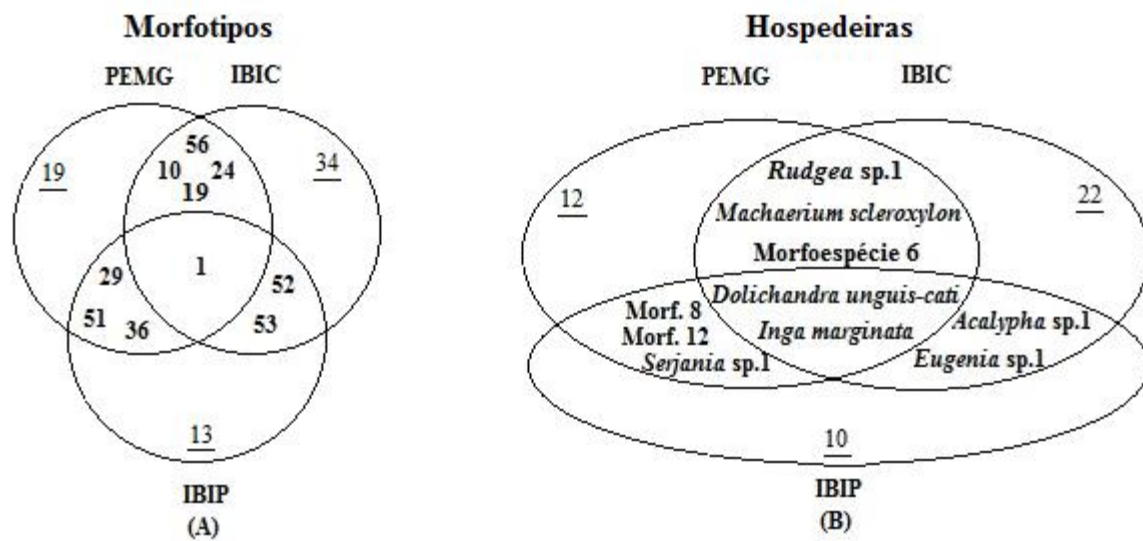
A riqueza de espécies hospedeiras encontrada nas três áreas foi de 54, sendo 29 no IBIC, 20 no PEMG e 17 no IBIP. Dentre essas espécies, as ocorrências de galhas observadas em *Bignonia sciuripabula*, *Calypthranthes grandifolia*, *Dolichandra unguis-cati*, *Epiphyllum phyllanthus*, *Erythroxylum pelleterianum*, *Justicia brasiliana*, *Mansoa* sp., *Mendoncia puberula*, *Metrodorea nigra*, *Piper xylosteoides*, e *Streptochaeta spicata* são mencionadas pela primeira vez para o Brasil.

*Dolichandra unguis-cati* e *Inga marginata* foram as únicas espécies hospedeiras comuns entre os três fragmentos, enquanto que *Rudgea* sp. 1, *Machaerium scleroxylon* e a Morfoespécie 6 foram comuns entre o PEMG e o IBIC, *Acalypha* sp. 1 e *Eugenia* sp. 1 foram comuns entre o IBIC e o IBIP e *Serjania* sp. 1 e as Morfoespécies 8 e 12 foram comuns entre o PEMG e o IBIP (Fig. 5B; Tabela 4). O índice de Jaccard indicou que também há baixa similaridade (Tabela 3) na composição de espécies hospedeiras entre os três fragmentos (abaixo de 20%).

**Tabela 3.** Similaridade de composição de espécies hospedeiras amostradas no Parque Estadual Mata dos Godoy (PEMG), Parque Estadual de Ibicatu (IBIC) e Parque Estadual de Ibiporã (IBIP), Paraná, sul do Brasil.

<b>Índice de Jaccard</b>	<b>IBIP</b>	<b>IBIC</b>	<b>PEMG</b>
<b>IBIP</b>	0		
<b>IBIC</b>	0,111	0	
<b>PEMG</b>	0,185	0,128	0

Ao analisar o compartilhamento de galhas e hospedeiras entre as áreas, pôde-se observar uma forte correspondência entre os morfotipos em comum e as plantas compartilhadas entre os três fragmentos, ou seja, o morfotipo 10 ocorreu em *Machaerium scleroxylon*, o morfotipo 19 ocorreu em *Rudgea* sp. 1 e o morfotipo 24 ocorreu na Morfoespécie 6 (Fig. 5).



**Figura 5.** Distribuição de morfotipos (A) e de espécies hospedeiras (B) encontrados no Parque Estadual Mata dos Godoy (PEMG), no Parque Estadual de Ibicatu (IBIC) e no Parque Estadual de Ibiporã (IBIP), Paraná, sul do Brasil. Os números e nomes não sublinhados representam morfotipos e hospedeiras em comum entre as áreas. Os números sublinhados em A e B representam a quantidade de morfotipos e de hospedeiras exclusivos de cada fragmento, respectivamente.

A única exceção foi *Dolichandra unguis-cati*, que mesmo ocorrendo nas três áreas, não teve nenhum de seus 6 morfotipos compartilhados entre os três fragmentos, apenas entre o PEMG e o IBIC (Fig. 5).

**Tabela 4.** Morfotipos de galhas e espécies hospedeiras amostrados no Parque Estadual Mata dos Godoy (PEMG), Parque Estadual de Ibicatu (IBIC) e Parque Estadual de Ibiporã (IBIP), Paraná, sul do Brasil.

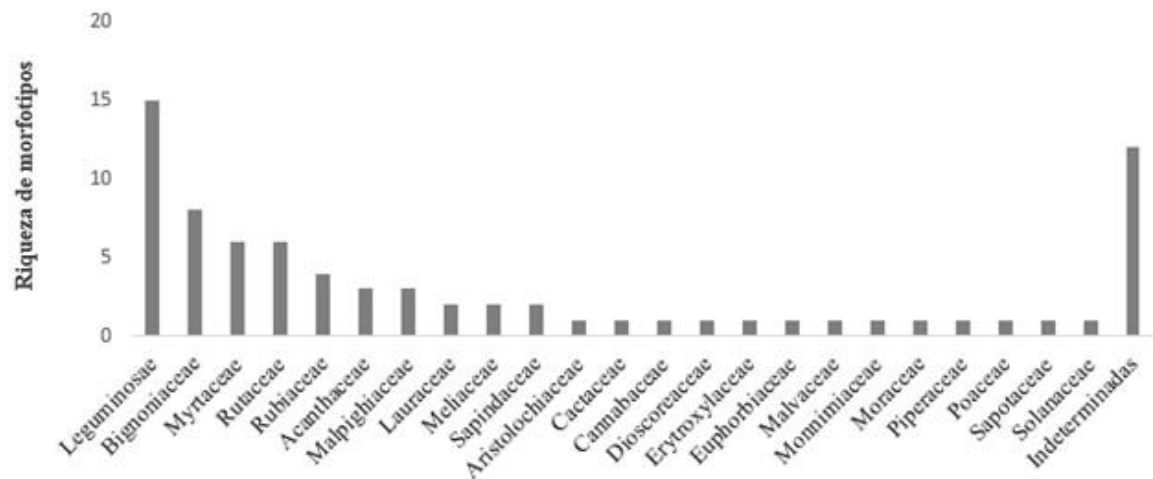
Morfotipo	Família Hospedeira	Espécie/Morfoespécie Hospedeira	PEMG	IBIC	IBIP
52	Euphorbiaceae	<i>Acalypha</i> sp. 1	0	19	54
46	Aristolochiaceae	<i>Aristolochia</i> sp. 1	0	5	0
39	Bignoniaceae	<i>Bignonia sciuripabula</i> (K.Schum.) L.G.Lohmann	1	0	0
25	Myrtaceae	<i>Calyptanthes grandifolia</i> O. Berg.	19	0	0
58	Cannabaceae	<i>Celtis iguanae</i> (Jacq.) Sarg	0	1	0
30	Sapotaceae	<i>Chrysophyllum gonocarpum</i> (Mart. & Eichler ex Miq.)	286	0	0
31	Dioscoriaceae	<i>Dioscorea</i> sp. 1	0	115	0
8	Bignoniaceae	<i>Dolichandra unguis-cati</i> (L.) L.G. Lohmann	6	0	0
26	Bignoniaceae	<i>Dolichandra unguis-cati</i> (L.) L.G. Lohmann	279	0	0
37	Bignoniaceae	<i>Dolichandra unguis-cati</i> (L.) L.G. Lohmann	0	0	47
38	Bignoniaceae	<i>Dolichandra unguis-cati</i> (L.) L.G. Lohmann	0	0	9
47	Bignoniaceae	<i>Dolichandra unguis-cati</i> (L.) L.G. Lohmann	2	0	0

continuação					
56	Bignoniaceae	<i>Dolichandra unguis-cati</i> (L.) L.G. Lohmann	19	1	0
34	Cactaceae	<i>Epiphyllum phyllanthus</i> (L.) Haw.	0	4	0
12	Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum pelleterianum</i> A. St.-Hil.	0	2	0
66	Rutaceae	<i>Esenbeckia grandiflora</i> Mart.	0	1	0
53	Myrtaceae	<i>Eugenia</i> sp. 1	0	3	5
70	Myrtaceae	<i>Eugenia</i> sp. 2	0	14	0
1	Leguminosae	<i>Inga marginata</i> Willd.	10	14	3
13	Leguminosae	<i>Inga marginata</i> Willd.	0	31	0
15	Leguminosae	<i>Inga marginata</i> Willd.	8	0	0
16	Leguminosae	<i>Inga marginata</i> Willd.	16	0	0
32	Leguminosae	<i>Inga marginata</i> Willd.	0	44	0
45	Leguminosae	<i>Inga marginata</i> Willd.	0	1	0
63	Leguminosae	<i>Inga marginata</i> Willd.	2	0	0
71	Leguminosae	<i>Inga marginata</i> Willd.	0	1	0
43	Leguminosae	<i>Inga</i> sp. 1	0	151	0
7	Acanthaceae	<i>Justicia brasiliana</i> Roth.	0	0	424
60	Acanthaceae	<i>Justicia brasiliana</i> Roth.	0	0	1
10	Leguminosae	<i>Machaerium scleroxylon</i> Tul.	3	34	0
11	Leguminosae	<i>Machaerium scleroxylon</i> Tul.	0	14	0
42	Leguminosae	<i>Machaerium scleroxylon</i> Tul.	0	1	0
76	Leguminosae	<i>Machaerium scleroxylon</i> Tul.	0	8	0
40	Moraceae	<i>Maclura tinctoria</i> (L.) D.Don ex Steud.	1	0	0
5	Bignoniaceae	<i>Mansoa</i> sp. 1	0	114	0
9	Acanthaceae	<i>Mendoncia puberula</i> Mart.	0	5	0
2	Rutaceae	<i>Metrodorea nigra</i> A. St.-Hil.	0	27	0
3	Rutaceae	<i>Metrodorea nigra</i> A. St.-Hil.	0	24	0
4	Rutaceae	<i>Metrodorea nigra</i> A. St.-Hil.	0	73	0
17	Rutaceae	<i>Metrodorea nigra</i> A. St.-Hil.	0	604	0
44	Rutaceae	<i>Metrodorea nigra</i> A. St.-Hil.	0	1	0
75	Monnimiaceae	<i>Mollinedia</i> sp. 1	1	0	0
6	Indeterminada	Morfoespécie 1	0	1	0
33	Malvaceae	Morfoespécie 10	0	81	0
50	Indeterminada	Morfoespécie 11	0	0	8
51	Malpighiaceae	Morfoespécie 12	3	0	1
54	Indeterminada	Morfoespécie 13	0	0	12
55	Indeterminada	Morfoespécie 14	0	0	9
41	Myrtaceae	Morfoespécie 15	0	28	0
61	Indeterminada	Morfoespécie 16	0	0	9
59	Indeterminada	Morfoespécie 17	0	1	0
62	Rubiaceae	Morfoespécie 18	6	0	0
64	Indeterminada	Morfoespécie 19	2	0	0
14	Myrtaceae	Morfoespécie 2	0	85	0
65	Indeterminada	Morfoespécie 20	0	0	1
72	Malpighiaceae	Morfoespécie 21	0	2	0
73	Malpighiaceae	Morfoespécie 21	0	1	0

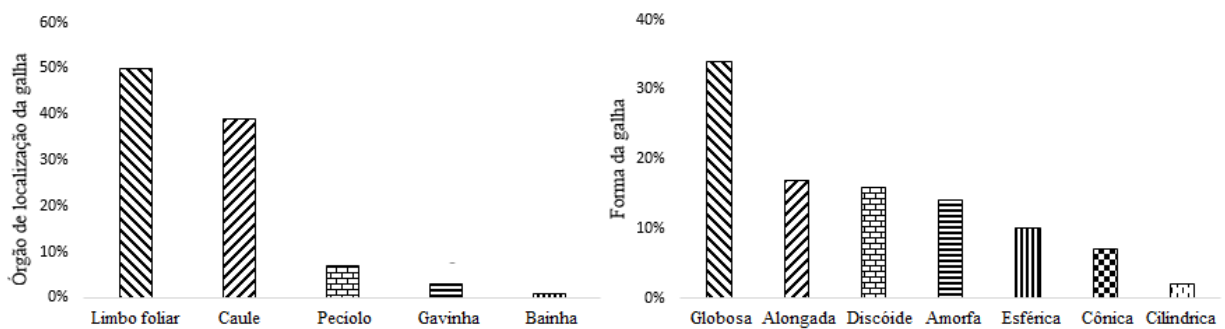
continuação					
68	Rubiaceae	Morfoespécie 22	24	0	0
74	Indeterminada	Morfoespécie 23	0	0	3
22	Indeterminada	Morfoespécie 3	0	0	11
18	Meliaceae	Morfoespécie 4	0	4	0
23	Indeterminada	Morfoespécie 5	0	37	0
24	Leguminosae	Morfoespécie 6	1	5	0
27	Indeterminada	Morfoespécie 7	1	0	0
29	Sapindaceae	Morfoespécie 8	18	0	8
35	Myrtaceae	Morfoespécie 9	0	0	3
20	Lauraceae	<i>Ocotea</i> sp. 1	0	1	0
21	Lauraceae	<i>Ocotea</i> sp. 2	0	4	0
48	Piperaceae	<i>Piper xylosteoides</i> (Kunth.) Steud.	3	0	0
19	Rubiaceae	<i>Rudgea</i> sp. 1	6	22	0
49	Rubiaceae	<i>Rudgea</i> sp. 1	3	0	0
67	Leguminosae	<i>Senegalia</i> sp. 1	0	0	6
36	Sapindaceae	<i>Serjania</i> sp. 1	2	0	6
28	Solanaceae	<i>Solanum argenteum</i> Dunal	3	0	0
57	Poaceae	<i>Streptochaeta spicata</i> Schrad. ex Nees	0	3	0
69	Meliaceae	<i>Trichilia</i> sp. 1	4	0	0

Dentre as hospedeiras identificadas ao nível de família, os morfotipos de galhas ocorreram, em sua maioria, em Leguminosae, seguido de Bignoniaceae, Myrtaceae e Rutaceae (Fig. 6). Em relação às famílias que mais apresentaram galhas, Leguminosae, Bignoniaceae, Myrtaceae, Rutaceae e Rubiaceae foram responsáveis por mais de 50% dos morfotipos de galhas registrados (reunindo 39 do total de morfotipos), sendo que somente Leguminosae apresentou quinze do total de morfotipos encontrados.

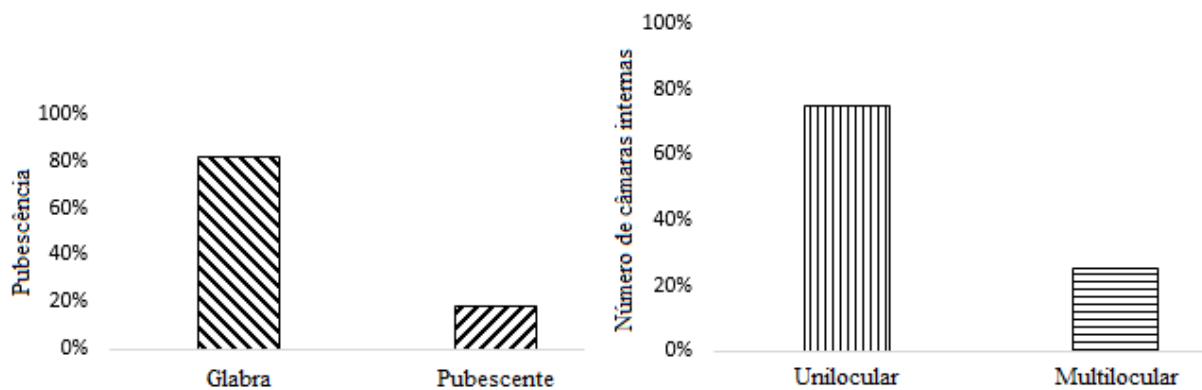
Dentre os 76 morfotipos de galhas encontrados, foi observada uma grande diversidade de características morfológicas (Fig. 11 a 20). Quanto à localização na planta hospedeira, a maioria ocorreu no limbo foliar, seguido pelo caule, pecíolo, gavinha e bainha (Fig. 7A). A maioria se apresentou globosa, glabra (Fig. 7B; 8A) e unilocular (Fig. 8B).



**Figura 6.** Riqueza de morfotipos de galhas por família de plantas hospedeiras, amostradas no período de dezembro de 2013 a novembro de 2014, no Parque Estadual Mata dos Godoy (PEMG), no Parque Estadual de Ibicatu (IBIC) e no Parque Estadual de Ibiporã (IBIP), Paraná, sul do Brasil.

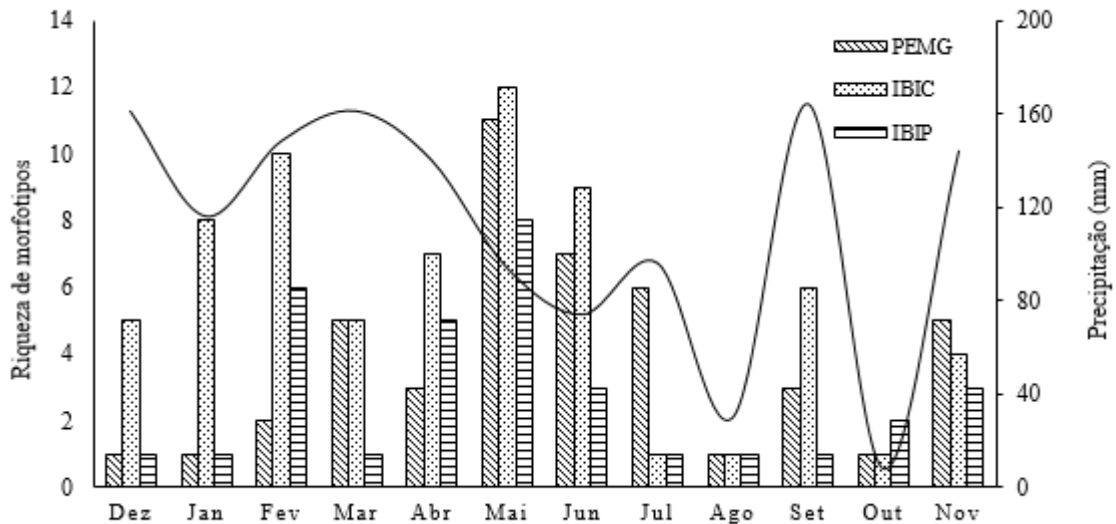


**Figura 7.** Morfologia externa de morfotipos de galhas amostrados no Parque Estadual Mata dos Godoy (PEMG), Parque Estadual de Ibicatu (IBIC) e Parque Estadual de Ibiporã (IBIP), Paraná, sul do Brasil – Órgão de localização da galha na planta hospedeira (A) e diferentes formas das galhas encontradas (B).

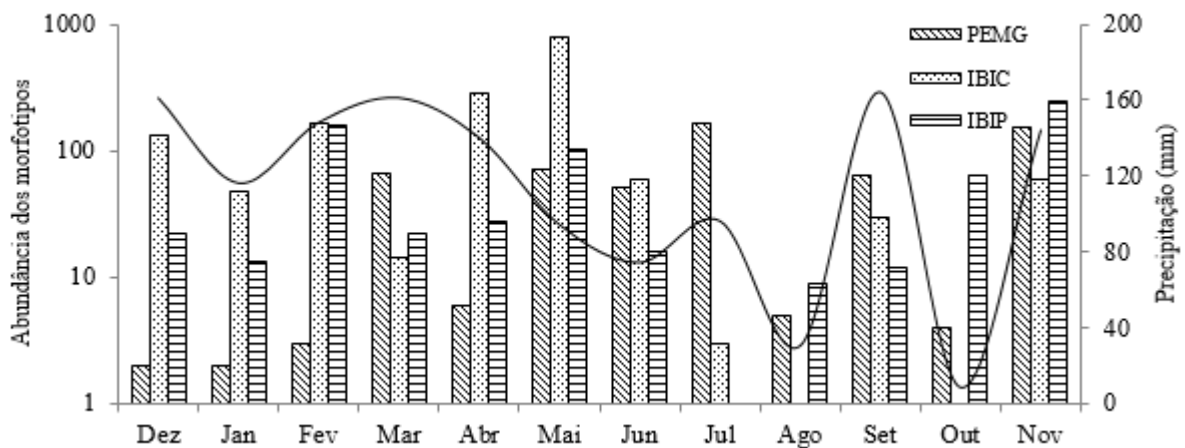


**Figura 8.** Morfologia externa do total de morfotipos de galhas encontrados no Parque Estadual Mata dos Godoy (PEMG), Parque Estadual de Ibicatu (IBIC) e Parque Estadual de Ibiporã (IBIP), Paraná, sul do Brasil – Pubescência (A) e número de câmaras internas (B) das galhas encontradas.

Quanto à precipitação, a variação da riqueza de morfotipos e da abundância de galhas ao longo do período amostrado não apresentou padrões relacionados à pluviosidade (Figs. 9 e 10).



**Figura 9.** Variação da riqueza de morfotipos de galhas em relação à precipitação correspondente ao período entre dezembro de 2013 e novembro de 2014, para a região do Parque Estadual Mata dos Godoy (PEMG), Parque Estadual de Ibitatu (IBIC) e Parque Estadual de Ibitiporã (IBIP), Paraná, sul do Brasil.



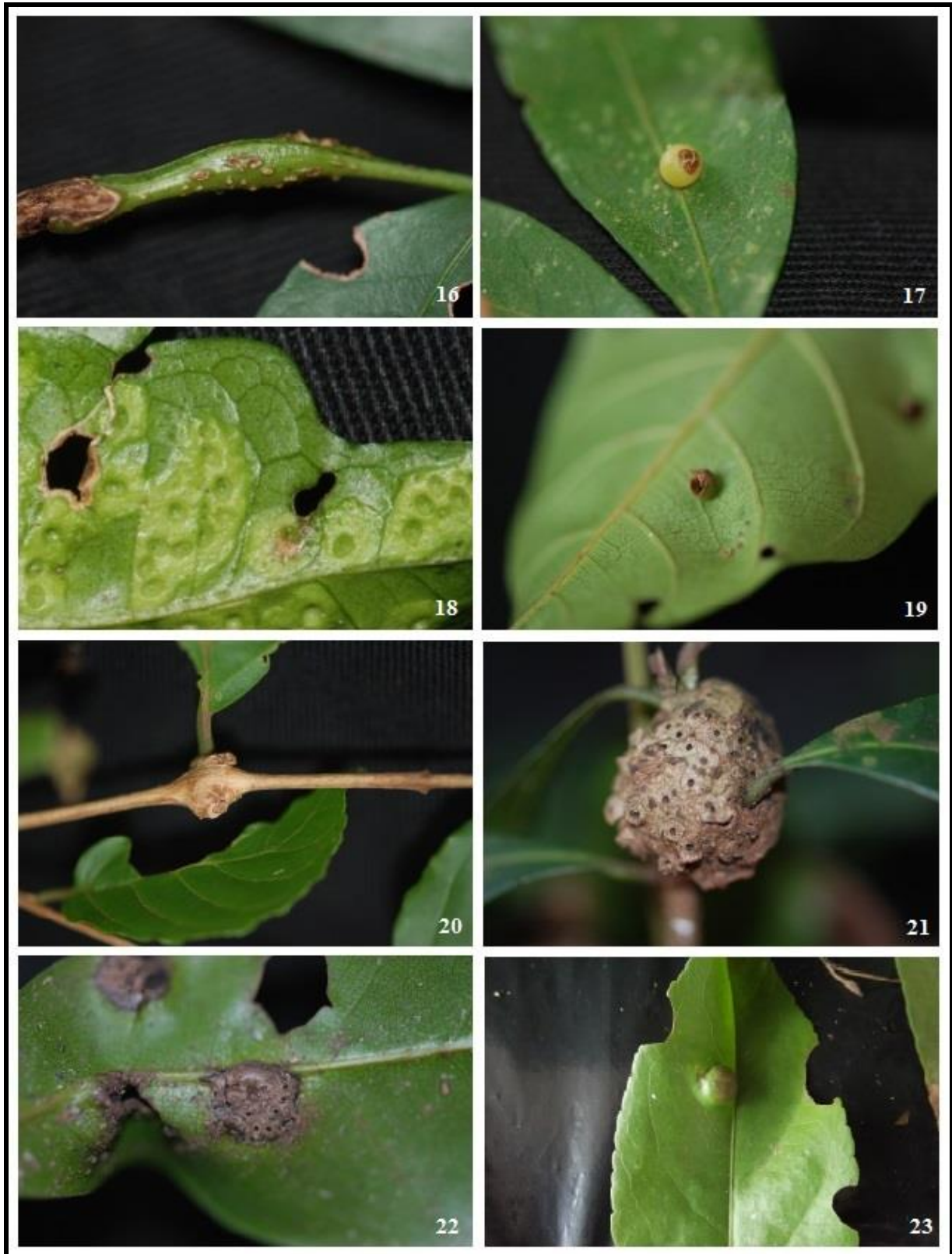
**Figura 10.** Variação da abundância de galhas em relação à precipitação correspondente ao período entre dezembro de 2013 e novembro de 2014, para a região do Parque Estadual Mata dos Godoy (PEMG), Parque Estadual de Ibitatu (IBIC) e Parque Estadual de Ibitiporã (IBIP), Paraná, sul do Brasil.



**Figura 11.** Morfotipos de galhas amostrados no Parque Estadual Mata dos Godoy (PEMG), Parque Estadual de Ibicatu (IBIC) e Parque Estadual de Ibiporã (IBIP), Paraná, sul do Brasil, no período de dezembro de 2013 a novembro de 2014. (1) *Inga marginata*, (2 a 4) *Metrodorea nigra*, (5) *Mansoa* sp. 1, (6) Morfoespécie 1, (7), *Justicia brasiliana* e (8) *Dolichandra unguis-cati* (Tabela 4).



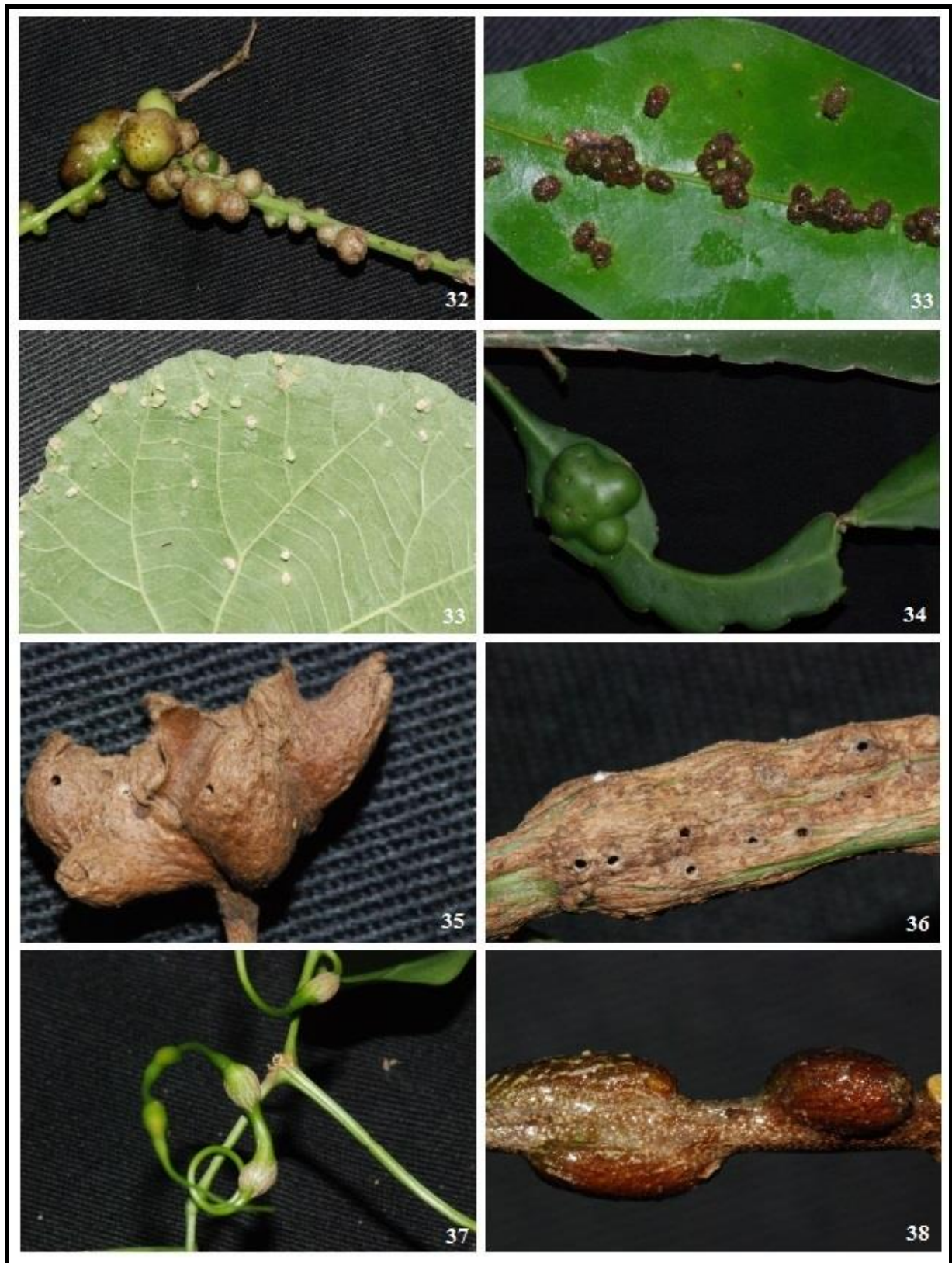
**Figura 12.** Morfotipos de galhas amostrados no Parque Estadual Mata dos Godoy (PEMG), Parque Estadual de Ibicatu (IBIC) e Parque Estadual de Ibiporã (IBIP), Paraná, sul do Brasil, no período de dezembro de 2013 a novembro de 2014. (8b) *Dolichandra unguis-cati*, (9) *Mendoncia puberula*, (10-11) *Machaerium scleroxylon*, (12) *Erythroxylum pelleterianum*, (13) *Inga marginata*, (14) Morfoespécie 2 e (15) *Inga marginata* (Tabela 4).



**Figura 13.** Morfotipos de galhas amostrados no Parque Estadual Mata dos Godoy (PEMG), Parque Estadual de Ibicatu (IBIC) e Parque Estadual de Ibiporã (IBIP), Paraná, sul do Brasil, no período de dezembro de 2013 a novembro de 2014. (16) *Inga marginata*, (17) *Metrodorea nigra*, (18) Morfoespécie 4, (19) *Rudgea* sp. 1, (20) *Ocotea* sp. 1, (21) *Ocotea* sp. 2, (22) Morfoespécie 3 e (23) Morfoespécie 5 (Tabela 4).



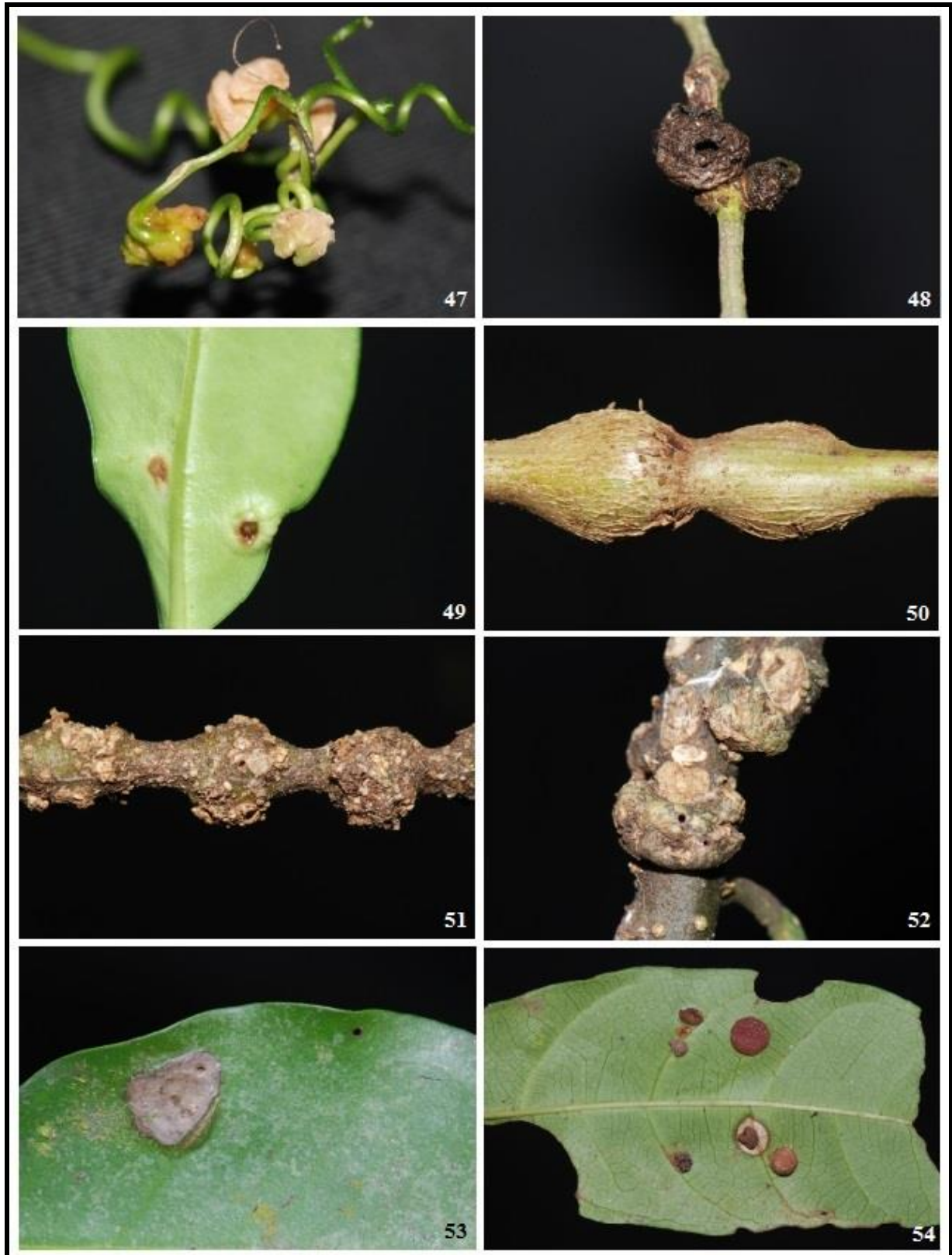
**Figura 14.** Morfotipos de galhas amostrados no Parque Estadual Mata dos Godoy (PEMG), Parque Estadual de Ibicatu (IBIC) e Parque Estadual de Ibiporã (IBIP), Paraná, sul do Brasil, no período de dezembro de 2013 a novembro de 2014. (24) Morfoespécie 6, (25) *Calyptanthes grandifolia*, (26) *Dolichandra unguis-cati*, (27) Morfoespécie 7, (28) *Solanum argenteum*, (29) Morfoespécie 8, (30) *Chrysophyllum gonocarpum* e (31) *Dioscorea* sp. 1 (Tabela 4).



**Figura 15.** Morfotipos de galhas amostrados no Parque Estadual Mata dos Godoy (PEMG), Parque Estadual de Ibicatu (IBIC) e Parque Estadual de Ibiporã (IBIP), Paraná, sul do Brasil, no período de dezembro de 2013 a novembro de 2014. (32) *Inga marginata*, (33) Morfoespécie 10, (34) *Epiphyllum phyllanthus*, (35) Morfoespécie 9, (36) *Serjania* sp. 1, (37-38) *Dolichandra unguis-cati* (Tabela 4).



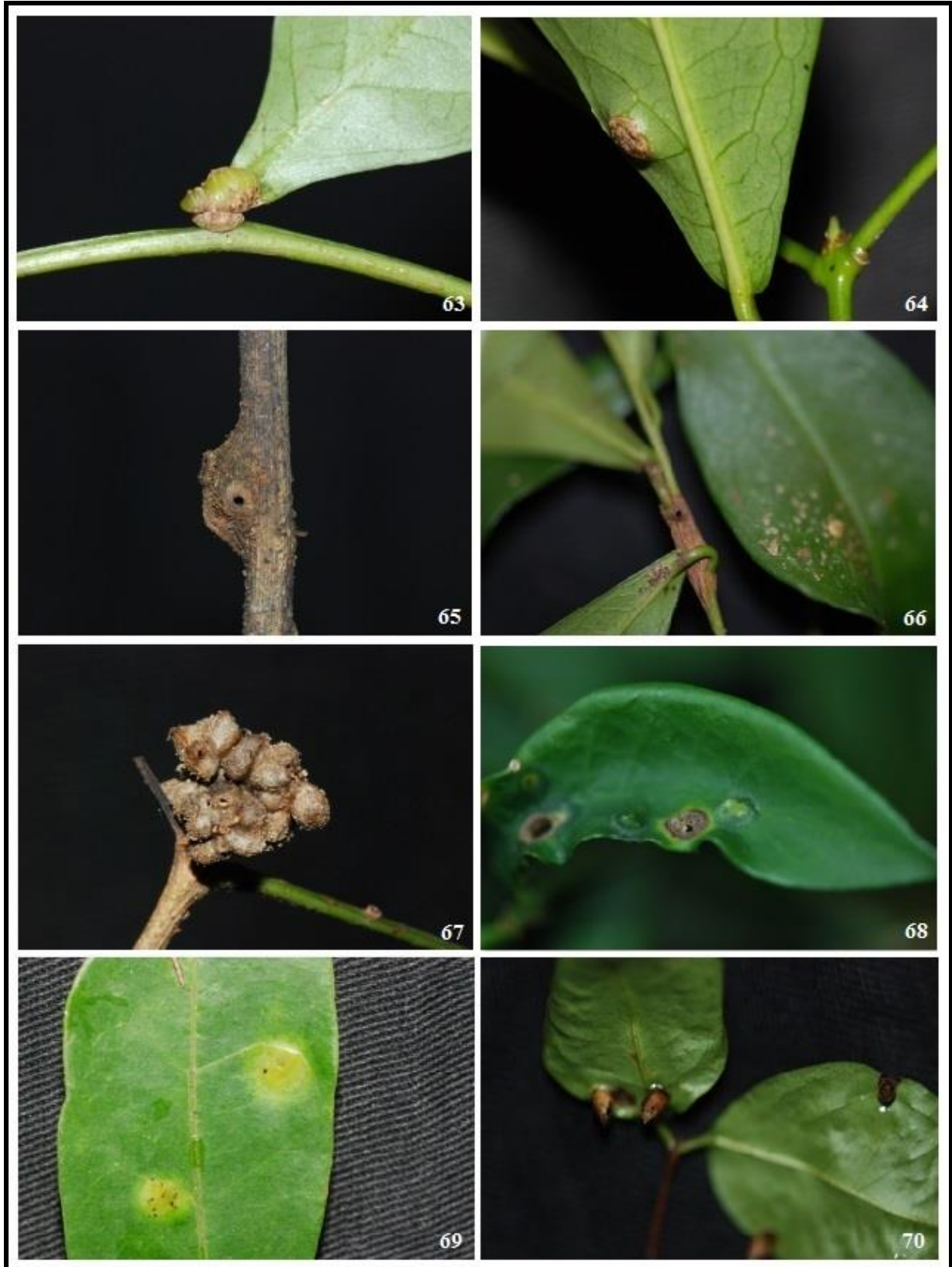
**Figura 16.** Morfotipos de galhas amostrados no Parque Estadual Mata dos Godoy (PEMG), Parque Estadual de Ibicatu (IBIC) e Parque Estadual de Ibiporã (IBIP), Paraná, sul do Brasil, no período de dezembro de 2013 a novembro de 2014. (39) *Bignonia sciuripabula*, (40) *Maclura tinctoria*, (41) Morfoespécie 15, (42) *Machaerium scleroxylon*, (43) *Inga* sp. 1, (44) *Metrodorea nigra*, (45) *Inga marginata* e (46) *Aristolochia* sp. 1 (Tabela 4).



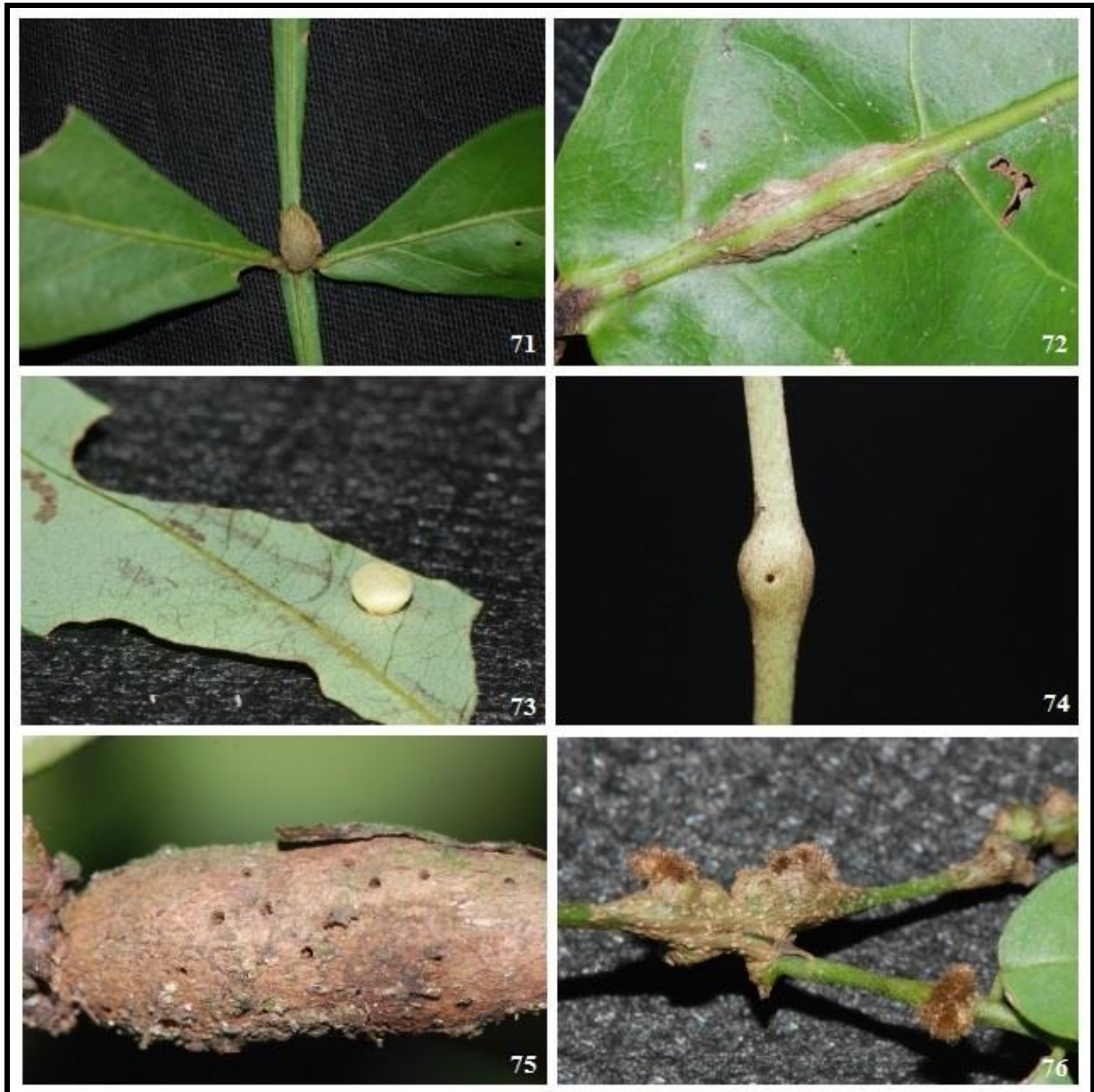
**Figura 17.** Morfotipos de galhas amostrados no Parque Estadual Mata dos Godoy (PEMG), Parque Estadual de Ibicatu (IBIC) e Parque Estadual de Ibiporã (IBIP), Paraná, sul do Brasil, no período de dezembro de 2013 a novembro de 2014. (47) *Dolichandra unguis-cati*, (48) *Piper xylosteoides*, (49) *Rudgea* sp. 1, (50) Morfoespécie 11, (51) Morfoespécie 12, (52) *Acalypha* sp. 1, (53) *Eugenia* sp. 1 e (54) Morfoespécie 13 (Tabela 4).



**Figura 18.** Morfotipos de galhas amostrados no Parque Estadual Mata dos Godoy (PEMG), Parque Estadual de Ibicatu (IBIC) e Parque Estadual de Ibiporã (IBIP), Paraná, sul do Brasil, no período de dezembro de 2013 a novembro de 2014. (55) Morfoespécie 14, (56) *Dolichandra unguis-cati*, (57) *Streptochaeta spicata*, (58) *Celtis iguanae*, (59) Morfoespécie 17, (60) *Justicia brasiliana*, (61) Morfoespécie 16 e (62) Morfoespécie 18 (Tabela 4).



**Figura 19.** Morfotipos de galhas amostrados no Parque Estadual Mata dos Godoy (PEMG), Parque Estadual de Ibicatu (IBIC) e Parque Estadual de Ibiporã (IBIP), Paraná, sul do Brasil, no período de dezembro de 2013 a novembro de 2014. (63) *Inga marginata*, (64) Morfoespécie 19, (65) Morfoespécie 20, (66) *Esenbeckia grandifolia*, (67) *Senegalia* sp. 1, (68) Morfoespécie 22, (69) *Trichilia* sp. 1 e (70) *Eugenia* sp. 2 (Tabela 4).



**Figura 20.** Morfotipos de galhas amostrados no Parque Estadual Mata dos Godoy (PEMG), Parque Estadual de Ibicatu (IBIC) e Parque Estadual de Ibiporã (IBIP), Paraná, sul do Brasil, no período de dezembro de 2013 a novembro de 2014. (71) *Inga marginata*, (72-73) Morfoespécie 21, (74) Morfoespécie 23, (75) *Mollinedia* sp. 1 e (76) *Machaerium scleroxylon* (Tabela 4).

## DISCUSSÃO

Em relação à riqueza de morfotipos encontrada, em um levantamento realizado por Maia (2013) em áreas de restinga do Espírito Santo, Rio de Janeiro e de São Paulo, verificou-se a ocorrência de 476 morfotipos de galhas entomógenas, distribuídos em 229 espécies hospedeiras. Em FES, há poucos trabalhos de galhas realizados (Santos *et al.* 2010), o que limita maiores comparações, mas a riqueza registrada no presente estudo foi mais que o dobro do que os 34 morfotipos de galhas distribuídos em 20 plantas hospedeiras amostradas por Santos *et al.* (2010) em fragmentos de mata semidecidual em Goiânia, Goiás, ao longo de dois anos de coleta. E como para o Paraná, o presente estudo é apenas o segundo levantamento de galhas entomógenas (Santos & Ribeiro no prelo), novos estudos podem indicar ainda novas ocorrências para o estado.

A ausência de diferença na diversidade de galhas entre os três fragmentos destoa de outros estudos em que áreas mais conservadas apresentam diferenças significativas de diversidade de galhas quando comparadas a fragmentos intermediários em termos de conservação (Carvalho-Fernandes *et al.* 2012, Wenzel 2010), o que seria esperado para o PEMG, já que as galhas entomógenas ocorrem com grande frequência em ambientes com maior qualidade de habitat (Moreira *et al.* 2007) e esse fragmento é um dos maiores e mais conservados remanescentes de toda a região (Vicente 2006).

Em relação à diferença de morfotipos de galhas e de espécies hospedeiras, a baixa similaridade entre os fragmentos indica que houve diferença de composição de galhas e de plantas hospedeiras, pois apenas uma minoria delas foi compartilhada pelas três áreas (Fig. 5). Cuevas-Reyes e colaboradores (2004), comparando a diversidade de galhas em fragmentos de floresta decídua e ripária, também encontraram baixa similaridade (abaixo de 20%) entre as espécies hospedeiras. Dentre as 172 hospedeiras amostradas, apenas 34 espécies ocorreram em

ambos os tipos vegetacionais, sendo que 73 espécies (42,4%) ocorreram exclusivamente na área decídua e 65 espécies (37,8%) ocorreram exclusivamente na área ripária. Isso significa que a composição florística, em lugar do tamanho do fragmento, pode ser uma variável atuante sobre a composição de galhas nas áreas estudadas. Portanto, os dados encontrados no presente estudo corroboram a hipótese de que a riqueza das espécies vegetais influencia a riqueza de galhas (Cuevas-Reyes *et al.* 2004, Dalbem & Mendonça 2006, Mendonça 2007, Maia & Oliveira, 2010, Araújo 2011).

Dentre as plantas amostradas, observou-se a presença de espécies super-hospedeiras (termo utilizado por Espírito-Santo & Fernandes 2007 para designar espécies de plantas que suportam alta riqueza de galhas), como *Inga marginata*, *Dolichandra unguis-cati*, *Metrodorea nigra* e *Machaerium scleroxylon*, com oito, seis, cinco e quatro morfotipos cada espécie, respectivamente. Apenas essas quatro super-hospedeiras foram responsáveis por mais de 30% dos 76 morfotipos amostrados, o que reforça, mais uma vez, a hipótese de que a riqueza de galhas está sendo influenciada pela composição das espécies hospedeiras (Cuevas-Reyes *et al.* 2004, Dalbem & Mendonça 2006, Mendonça 2007, Maia & Oliveira 2010, Araújo 2011).

A maioria dos levantamentos de galhas entomógenas realizados em diferentes ecossistemas brasileiros tem indicado Leguminosae como hospedeira de inúmeras espécies de insetos galhadores (Gonçalves-Alvim & Fernandes 2001, Maia & Fernandes 2004, Santos *et al.* 2010, Maia 2011, Santos *et al.* 2011, Carvalho-Fernandes *et al.* 2012, Luz *et al.* 2012). Ou seja, a presença de Leguminosae na composição florística dos fragmentos florestais pode contribuir para a riqueza de galhas, assim como o observado no presente estudo.

Quanto à morfologia externa das galhas, as diferenças apresentadas quanto ao órgão de localização na planta hospedeira, quanto à forma, pubescência e ocorrência podem ser explicadas pela especificidade de suas interações com as plantas hospedeiras (Fernandes *et al.* 1995). A maior ocorrência das galhas em folhas corrobora com o padrão mundial apontado por

Mani (1964), o que, segundo o autor, pode ser justificado pela maior abundância de nutrientes e recursos nesse órgão. Além disso, essa alta ocorrência pode ser explicada porque as folhas representam a maior área de superfície disponível aos insetos galhadores (Santos *et al.* 2010).

Em relação à precipitação, a ausência de padrões correlacionados à riqueza e à abundância de morfotipos pode indicar que para além de fatores abióticos da atualidade, a diversidade de galhas talvez seja fortemente determinada por eventos ocorridos ao longo do histórico de evolução entre o inseto galhador e a planta hospedeira, por ser uma interação espécie-específica (Fernandes & Price 1992, Price *et al.* 1998), reunindo especializações como a alta especificidade do inseto galhador na seleção da planta hospedeira (Fernandes & Price 1992) e, por outro lado, defesas e outras adaptações desenvolvidas pelas plantas hospedeiras ao longo de sua história evolutiva (Bernays & Chapman 1994).

## **CONCLUSÃO**

Não houve diferença de diversidade de morfotipos de galhas entre os três fragmentos florestais, portanto, o tamanho dos fragmentos não interferiu na diversidade de galhas encontrada. No entanto, verificou-se baixa similaridade entre os morfotipos de galhas e as plantas hospedeiras encontradas nos três fragmentos, o que pode estar relacionado à composição das espécies hospedeiras amostradas nas três áreas.

## BIBLIOGRAFIA

- ARAÚJO, W. S. Size, age and composition: characteristics of plant taxa as diversity predictors of gall - midges (Diptera: Cecidomyiidae). *Revista de Biologia Tropical*, v. 59, n. 4, p. 1599-1607, 2011.
- BERNAYS, E. A. & CHAPMAN, R. F. Host-plant selection by phytophagous insects. Nova Iorque: Chapman & Hall, 312p., 1994.
- BIANCHINI, E.; POPOLO, R. S.; DIAS, M. C.; PIMENTA, J. A. Diversidade e estrutura de espécies arbóreas em área alagável do município de Londrina, Sul do Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, São Paulo, v. 17, n. 3, p. 405-419, 2003.
- BOVOLENTA, Y. R. Influência do estado de conservação de fragmentos florestais na estrutura de populações de espécies arbóreas de diferentes estratos verticais. Dissertação (Mestrado) UEL, 73p., Londrina, 2011.
- BROWER, J. E.; ZAR, J. H. Field laboratory methods for general ecology. 2 ed. Wm. C. Brown Publishers, Dubuque, Iowa, 226p, 1984.
- CARVALHO - FERNANDES, S. P., ALMEIDA - CORTEZ, J. S.; FERREIRA, A. L. N. Riqueza de galhas entomógenas em áreas antropizadas e preservadas de Caatinga. *Revista Árvore*, v. 2, p. 269-277, 2012.
- CASTELO - BRANCO, B.; ALBUQUERQUE, F.; CESAR, J. A.; FERREIRA, A.; RAMOS, A. B.; BRAGA, D. V.; FERNANDES, S.; ALMEIDA - CORTEZ, J. Diversidade de galhas entomógenas no parque estadual de Dois Irmãos (PE). *Anais VII do Congresso de Ecologia do Brasil*, Caxambu, MG, 2005.
- CAVIGLIONE, J. H.; KIIHL, L. R. B.; CARAMORI, P. H.; OLIVEIRA, D. Cartas climáticas do Paraná, 2000. Disponível em: <http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=677>. Acesso em fevereiro de 2015.
- CEOTTO, P. C.; LAMBERTS, A. H.; AGUIAR, A. J. C.; OLIFIERS, N.; PINHEIRO, P. S. Perturbações no habitat afetam a riqueza e abundância de herbívoros. *Curso de Campo Ecologia da Floresta Amazônica*, p. 24-26, 2001.
- COELHO, M. S.; ALMADA, E. D.; FERNANDES, G. W.; CARNEIRO, M. A. A.; SANTOS, R. M.; QUINTINO, A. V.; SANCHEZ - AZOFEIFA, A. Gall inducing arthropods from a seasonally dry tropical Forest in Serra do Cipó, Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia*, v. 53, p. 404-414, 2009.
- COOK, L. G.; GULLAN, P. J. The gall-inducing habit has evolved multiple times among the eriococcid scale insects (Sternorrhyncha: Coccoidea: Eriococcidae). *Biological Journal of the Linnean Society*, v. 83, p. 441-452, 2004.

- CORREA, M. V. G. Galhas e galhadores do Vale do Rio Maquiné, RS. Monografia de Bacharelado. ULBRA, Canoas, RS, 2008.
- COSTA, F. V.; FAGUNDES, M.; NEVES, F. S. Arquitetura da Planta e Diversidade de Galhas associadas à *Copaifera langsdorffii* (Fabaceae). *Ecologia Austral*, v. 20, p. 9-17. 2010.
- CUEVAS-REYES, P., QUESADA, M., HANSON, P., DIRZO, R., OYAMA, K. Diversity of gall-inducing in a Mexican tropical dry forest: the importance of plant species richness, life-forms, host plant age and plant density. *Journal of Ecology*, v. 92, p. 707-716, 2004.
- DALBEM, R. V.; M. S. MENDONÇA. Diversity of galling arthropods and host plants in a subtropical forest of Porto Alegre, Southern Brazil. *Neotropical Entomology*, v. 35, p. 616-624, 2006.
- DIDHAM, R. K.; GHAZOUL, J.; STORK, N. E.; DAVIS, A. J. Insects in fragmented forests: a functional approach. *Tree*, v. 11, n. 6, p. 255-260, 1996.
- DREGER-JAUFFRET, F.; SHORTHOUSE, J. D. Diversity of gall-inducing insects and their galls, p. 8–33. In: J. D. Shorthouse & O. Rohfritsch (eds.). *Biology of Insect-Induced Galls*, New York, Oxford University Press, 285 p, 1992.
- ESPÍRITO-SANTO, M. M. & FERNANDES, G. W. How many species of galling insects are there on earth and where they are? *Environmental Entomology*, v. 100, n. 2, p. 95-99, 2007.
- FERNANDES, G. W. Gall forming insects; their economic importance and control. *Revista Brasileira de Entomologia*, v. 31, p. 379-398, 1987.
- FERNANDES, G. W.; DE PAULA, A. S.; LOYOLA JR., R. Distribuição diferencial de insetos galhadores entre habitats e seu possível uso como bioindicadores. *Vida Silvestre Neotropical*, v. 4, p. 133-139, 1995.
- FERNANDES, G. W.; JULIÃO, G. R.; ARAÚJO, R. C.; ARAÚJO, S. C.; LOMBARDI, J. A.; NEGREIROS, D.; CARNEIRO, M. A. Distribution and morphology of insect galls of the Rio Doce Valley, Brazil. *Naturalia*, v. 26, p. 211- 244, 2001.
- FERNANDES, G. W.; P. W. PRICE. Biogeographical gradients in galling species richness: tests of hypotheses. *Oecologia*, v. 76, p. 161-167, 1988.
- FERNANDES, G. W; PRICE, P. W. The adaptive significance of insect gall distribution: survivorship of species in xeric and mesic habitats. *Oecologia*, v. 90, p. 14-20, 1992.
- FERNANDES, G. W.; MARTINS, R. P. Tumores de plantas: as galhas. *Revista Ciência Hoje*, v. 4, n. 19, p. 59-64, 1985.
- FLOATE, K. D.; FERNANDES, G. W.; NILSSON, J. A. Distinguishing intrapopulacional categories of plants by their insect faunas: galls on rabbitbrush. *Oecologia*, v. 105, p. 221-229, 1996.

- GONÇALVES-ALVIM, S. J.; FERNANDES, G. W. Comunidades de insetos galhadores (Insecta) em diferentes fitofisionomias do cerrado em Minas Gerais. *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 18, n. 1, p. 289-305, 2001.
- HAMMER, O.; HARPER, D. A. T.; RIAN, P. D. Past: Palaeontological statistics software package for education and data analysis. Version. 1.37, 2001. Disponível em: <[http://palaeo-electronica.org/2001\\_1/past/issue1\\_01.htm](http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm)>. Acesso em fevereiro de 2015.
- HARRISON, S. P.; BRUNA, E. M. Habitat fragmentation and large-scale conservation: what do we know for sure? *Ecography*, v. 22, p. 222-232, 1999.
- JULIÃO, G. R. Riqueza e abundância de insetos galhadores associados ao dossel de florestas de terra firme, várzea e igapó da Amazônia Central. Tese (doutorado). INPA/UFAM [s.n.], 2007. 144p., Manaus, 2007.
- JULIÃO, G. R.; VENTICINQUE, E. M.; FERNANDES, G. W. Richness and abundance of gall-forming insects in the Mamirauá Várzea, a flooded Amazonian forest. *Uakari*, v. 1, p. 39-42, 2005.
- LUZ, G. R., FERNANDES, G. W., SILVA, J. O., NEVES, F. S.; FAGUNDES, M. Galhas de insetos em habitats xérico e méxico em região de transição Cerrado Caatinga no norte de Minas Gerais, Brasil. *Neotropical Biology and Conservation*, v. 7, n. 3, p. 171-187, 2012.
- MAIA, V. C. Characterization of insect galls, gall makers, and associated fauna of Platô Bacaba (Porto de Trombetas, Pará, Brazil). *Biota Neotropica*, v. 4, n. 37, p. 53, 2011.
- MAIA, V. C. Galhas de insetos em restingas da região sudeste do Brasil com novos registros. *Biota Neotropica*, v. 13, n. 1, p. 183-209, 2013.
- MAIA, V. C. Insect galls of Itamonte (Minas Gerais, Brazil): characterization and occurrence. *Biota Neotropica*, v. 14, n. 1, p. 1-17, 2014.
- MAIA, V. C., OLIVEIRA, J. C. Galhas de insetos da Reserva Biológica Estadual da Praia do Sul (Ilha Grande, Angra dos Reis, RJ). *Biota Neotropica*, v. 10, n. 4, p. 227-238, 2010.
- MAIA, V. C. Considerações sobre *Stephomyia* Tavares (Diptera, Cecidomyiidae, Asphondyliidi) com descrição de quatro espécies novas associadas com *Eugenia* L. E *Neomithranthes obscura* (DC.) Legr. (Myrtaceae). *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 10, n. 3, p. 521-530, 1993.
- MAIA, V. C. *Cordiamyia globosa* gen.n. e sp.n. (Diptera, Cecidomyiidae, Cecidomyiidi) associado com *Cordia verbenacea* DC. (Boraginaceae) no Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 13, n. 3, p. 579-583, 1996.
- MAIA, V. C.; FERNANDES, G. W. Insect galls from Serra de São José (Tiradentes, MG, Brazil). *Brazilian Journal of Biology*, v. 64, n.3, p. 423-445, 2004.

- MAIA, V. C.; TAVARES, M. T. *Cordiamyia globosa* Maia (Diptera, Cecidomyiidae), flutuação populacional e parasitóides (Hymenoptera) associados. *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 17, n. 3, p. 589-593, 2000.
- MANI, M. S. Ecology of plant galls. The Hague: W. Junk., 434p, 1964.
- MENDONÇA, M. S. Diversidade de insetos galhadores em plantas do Parque de Itapuã: uma fauna não aparente e seu potencial de uso em conservação e educação ambiental. *In: Bager, A. (ed.). Anais do II Simpósio de Áreas Protegidas -Conservação no Âmbito do Cone Sul. Pelotas, RS, 2003.*
- MENDONÇA, M. S. Plant diversity and galling arthropod diversity searching for taxonomic patterns in an animal-plant interaction in the neotropics. *Boletín Sociedad Argentina Botánica*, v. 42, p. 347–357, 2007.
- MENDONÇA, M. S.; H. M. F. PICCARDI; S. M. JAHNKE; R. V. DALBEM. Galling Arthropod Diversity in Adjacent Swamp Forests and Restinga Vegetation in Rio Grande do Sul, Brazil. *Neotropical Entomology*, v. 39, n. 4, p. 513-518, 2010.
- MOREIRA, R. G., FERNANDES, G. W., ALMADA, E. D.; SANTOS, J. C. Galling insects as bioindicators of land restoration in an area of Brazilian Atlantic Forest. *Lundiana*, v. 8, p. 107-112, 2007.
- OLIVEIRA, J. C. Viabilidade de espécies galhadoras (Diptera, Cecidomyiidae) e parasitóides (Hymenoptera) associadas à *Guapira opposita* (Vell.) (Nyctaginaceae) como bioindicadores da qualidade ambiental. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.
- PARANÁ. Instituto Ambiental do Paraná. Plano de Manejo do Parque Estadual Mata dos Godoy. Curitiba, 2002. Disponível em: <http://www.iap.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=1218>. Acesso em abril de 2015.
- PARANÁ. Instituto Agrônomo do Paraná. Precipitação e temperatura, Paraná, 2015. Disponível em: <http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=984>. Acesso em abril de 2015.
- PARANÁ. Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento. Plano de Manejo do Parque Estadual de Ibiporã. Curitiba, 1988. Disponível em: [http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/Plano\\_de\\_Manejo/PE\\_Ibipora/Plano\\_Manejo\\_PE\\_Ibipora.pdf](http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/Plano_de_Manejo/PE_Ibipora/Plano_Manejo_PE_Ibipora.pdf). Acesso em fevereiro de 2015.
- PARANÁ. Secretaria especial de assuntos do Meio Ambiente. Plano de Manejo do Parque Florestal de Ibicatu. Curitiba, 1991. Disponível em: [http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/Plano\\_de\\_Manejo/PF\\_Ibicatu/Plano\\_Manejo\\_Ibicatu.pdf](http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/Plano_de_Manejo/PF_Ibicatu/Plano_Manejo_Ibicatu.pdf). Acesso em fevereiro de 2015.
- PRICE, P. W.; FERNANDES, G. W.; LARA, A. C. F.; BRAUN, J.; BARRIOS, H.; WRIGHT, M. G.; RIBEIRO, S. P.; ROTHCLIFF, N. Global patterns in local number of insect galling species. *Journal of Biogeography*, v. 25, p. 581-591, 1998.

- R DEVELOPMENT CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2011. ISBN 3-900051-07-0. Disponível em: <http://www.R-project.org/>. Acesso em 06 de fev. de 2015.
- SANTOS, B. B.; FERREIRA, H. D; ARAÚJO W. S. Ocorrência e caracterização de galhas entomógenas em uma área de floresta estacional semidecídua em Goiânia, Goiás, Brasil. *Acta Botânica Brasileira*, v. 1, n. 24, p. 243-249. 2010.
- SANTOS, B. B.; RIBEIRO, B. A.; SILVA, T. M.; ARAÚJO, W. S. Galhas de insetos em uma área de cerrado sentido restrito na região semi-urbana de Caldas Novas (Goiás, Brasil). *Revista Brasileira de Biociências*, v. 10, n. 4, p. 439-445, 2012.
- SANTOS, J. C., ALMEIDA-CORTEZ, J. S.; FERNANDES, G. W. Richness of gall-inducing insects in the tropical dry forest (Caatinga) of Pernambuco. *Revista Brasileira Entomologia*, v. 55, n. 1, p. 45-54, 2011.
- SANTOS, P. O., RIBEIRO, J. E. L. da S. Ocorrência e caracterização de galhas em fragmento de Floresta Estacional Semidecidual em Telêmaco Borba, Paraná, Brasil. *Semina* (no prelo).
- SHORTHOUSE, J. D.; WOOL, D.; RAMAN, A. Gall-inducing insects-nature's most sophisticated herbivores. *Basic and Applied Ecology*, v. 6, p. 407-411. 2005.
- STRONG, D. R.; LAWTON, J. H.; SOUTHWOOD, T. R. E. *Insects on plants: community patterns and mechanisms*. Oxfordshire, UK: Blackwell, 313 p., 1984.
- TOMA, T. S. P. Efeito de borda e de distúrbio antrópico sobre a fauna de insetos galhadores em transições floresta-campo. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.
- URSO - GUIMARÃES, M. V., SCARELI-SANTOS, C.; BONIFÁCIO-SILVA, A. C. Occurrence and characterization of entomogen galls in plants from natural vegetation areas in Delfinópolis, MG, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, v. 63, p. 705-715, 2003.
- VICENTE, R. F. O Parque Estadual Mata dos Godoy. In: Torezan, J.M.D. (org.). *Ecologia do Parque Estadual Mata dos Godoy*. Londrina: Itedes, p.13-18, 2006.
- WENZEL, C. R. Diversidade de insetos galhadores em uma região de floresta ombrófila mista, município de Sao Francisco de Paula, Rio Grande do Sul, Brasil. 2010. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.
- ZAR, J. H. *Biostatistical Analysis*. 3. ed. New Jersey: Prentice Hall, 1999.

### 3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

- Estudos adicionais com um maior número de fragmentos florestais são necessários para investigar mais profundamente a relação entre o tamanho do fragmento e a diversidade de galhas;
- São necessários dados específicos de precipitação de cada fragmento florestal para que inferências mais precisas possam ser feitas em relação à interferência dessa variável na riqueza e abundância de galhas observada nas três áreas. Um próximo experimento poderia ser realizado com o uso de coletores de dados eletrônicos automáticos (a exemplo de aparelhos medidores USB Data Logger, que são portáteis e podem ser acoplados em árvores), ao longo de séries temporais maiores.
- Para inferências mais precisas, também é importante levantar mais dados sobre os insetos galhadores, conhecendo seu ciclo de vida e compreendendo mais sobre como isso pode interferir na variação da riqueza e da abundância de galhas ao longo do ano.
- Considerando a importância do estudo das galhas também como bioindicadores, e que os três fragmentos compõem o PELD (Programa de Pesquisa Ecológica de Longa Duração), é essencial o monitoramento a longo prazo das áreas para se alcançar mais informações sobre possíveis respostas da diversidade de galhas à fragmentação.