

Galhas de insetos em *habitats* xérico e méxico em região de transição Cerrado-Caatinga no norte de Minas Gerais, Brasil

Insect galls in xeric and mesic habitats in a Cerrado-Caatinga transition in northern Minas Gerais, Brazil

Giovana Rodrigues Luz¹
giovanaluz@yahoo.com.br

Geraldo Wilson Fernandes²
gw.fernandes@gmail.com

Jhonathan Oliveira Silva³
jhonathanos@gmail.com

Frederico Siqueira Neves⁴
fred.neves@gmail.com

Marcilio Fagundes⁵
marcilio.fagundes@unimontes.br

Resumo

Galhas são modificações morfológicas provocadas por endoparasitas, principalmente insetos, em tecidos vegetais. Várias hipóteses têm sido propostas para explicar os padrões observados para a riqueza de galhas. Nesse cenário, testou-se a hipótese do estresse ambiental, que prediz que a riqueza de galhas é maior em *habitats* xéricos quando comparados a *habitats* méxicos, além de descrever a riqueza de galhas induzidas por insetos sobre suas plantas hospedeiras em *habitats* de transição Cerrado-Caatinga. A amostragem de galhas e plantas hospedeiras foi realizada por meio de caminhadas ao longo de cinco transectos, com duração de uma hora cada, em cada um dos três *habitats* adjacentes (cerrado, mata ciliar e mata seca). Foram observadas 98 morfoespécies de galhas sobre 70 espécies de plantas (20 famílias). A riqueza de galhas foi maior em *habitats* xéricos (cerrado e mata seca) quando comparados ao *habitat* méxico (mata ciliar). Foi verificada uma variação significativa quanto à riqueza de galhas em função do táxon indutor, ocorrendo uma maior riqueza de galhas formadas por insetos da ordem Diptera (família Cecidomyiidae). No geral, todos os táxons indutores de galhas apresentaram maior riqueza em *habitats* xéricos do que no *habitat* méxico. A folha foi o órgão vegetal mais atacado na mata ciliar e no cerrado, enquanto o caule foi o órgão mais atacado na mata seca. Apesar de existir menor disponibilidade de sítios para oviposição por galhadores na mata seca durante o período seco, foi encontrada maior riqueza de galhas nesse ambiente, quando comparado à mata ciliar, corroborando, portanto, a hipótese do estresse ambiental. Possivelmente, na mata seca existiu forte pressão evolutiva de galhadores sobre órgãos continuamente expostos durante o tempo ecológico. Entretanto, ressalta-se a necessidade de estudos mais amplos sobre os mecanismos responsáveis pela performance diferencial de galhadores em regiões de transição, particularmente entre o Cerrado e a Caatinga.

Palavras-chave: Cerrado, floresta tropical seca, hipótese do estresse ambiental, insetos galhadores, plantas hospedeiras.

Abstract

Galls are morphological changes caused by endoparasites on plants, mainly related to insects. Several hypotheses have been proposed to explain the patterns of gall richness. In this study, we tested the harsh environment hypothesis, which suggests higher galling richness in xeric habitats when compared to mesic habitats. In addition, we describe the richness of gall induced-insects on their host plants in a transition Cerrado-Caatinga, Brazil. Sampling was performed along of five trajectory of an "imaginary line," traveled at a natural walking pace over the course of one hour in each of the three adjacent habitats (cerrado, dry forest and riparian forest). We found 98 different morphospecies of galling insects on 70 plant species belonging to 20 families. Gall richness was higher in the

¹ Laboratório de Ecologia e Propagação Vegetal, Departamento de Biologia Geral. Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas. Universidade Estadual de Montes Claros. Caixa Postal 126, 39401-089, Montes Claros, MG, Brasil.

² Ecologia Evolutiva e Biodiversidade, Departamento de Biologia Geral. Instituto de Ciências Biológicas. Universidade Federal de Minas Gerais. Caixa Postal 486, 31270-901, Belo Horizonte, MG, Brasil.

³ Laboratório de Interações Tri-tróficas, Departamento de Ecologia, Universidade de Brasília, Caixa Postal 04457, 70910-900, Brasília, DF, Brasil.

⁴ Laboratório Ecologia de Insetos e Conservação, Departamento de Biologia Geral. Universidade Federal de Minas Gerais. Caixa Postal 486, 30161-970, Belo Horizonte, MG, Brasil.

⁵ Laboratório Biologia da Conservação, Departamento de Biologia Geral. Universidade Estadual de Montes Claros. Caixa Postal 126, 39401-089, Montes Claros, MG, Brasil.

xeric habitats (cerrado and dry forest) when compared to mesic habitat (riparian forest). Gall richness differed significantly among the gall-inducing taxa; most galls morphospecies were induced by the Diptera (Cecidomyiidae). In general, richness of all gall-inducing taxa was higher in the xeric habitats than in the mesic habitat. The highest gall richness was found on leaves of the host plants of the riparian forest and cerrado, while the stem represented the organ most attacked in the dry forest. Although there is lower availability of sites for oviposition by female galling in the dry forest during the dry season, we found higher gall richness in this environment when compared to riparian forest. In this way, confirming the harsh environment hypothesis despite the absence of leaves. Likely, there was high gall irradiation on organ exposed continuously to gall attack during ecological time in dry forest. However, further studies are needed to clarify the forces related to differential gall performance among habitats, particularly in threatened Cerrado-Caatinga transition.

Key words: Cerrado, seasonally dry tropical forests, harsh environment hypothesis, galling insects, host plants.

Introdução

As galhas de insetos são induzidas por uma ampla variedade de taxa, sendo os dípteros da família Cecidomyiidae os principais galhadores na região tropical (e.g., Cuevas-Reyes *et al.*, 2004a,b; Maia e Fernandes, 2004; Fernandes *et al.*, 2005; Coelho *et al.*, 2009; Santos *et al.*, 2011). Estimativas indicam uma riqueza global de espécies de insetos galhadores entre 21.000 e 211.000, com média de 132.930 espécies (Espírito-Santo e Fernandes, 2007). Diante de sua elevada frequência, inúmeros estudos têm descrito os padrões de distribuição geográfica das galhas de insetos (e.g., Fernandes e Price, 1988; Price *et al.*, 1998; Fernandes *et al.*, 2005; Espírito-Santo e Fernandes, 2007), enquanto outros têm tentado elucidar os mecanismos explicativos para tais padrões (e.g., Fernandes e Price, 1992; Mendonça, 2001; Ribeiro-Mendes *et al.*, 2002; Fleck e Fonseca, 2007).

Diferentes hipóteses têm sido propostas para explicar os padrões observados para a riqueza de insetos galhadores. A hipótese do estresse nutricional/hídrico (ou estresse ambiental), proposta por Fernandes e Price (1988, 1991) prediz que a riqueza de galhas é maior em ambientes com restrição hídrica e nutricional. Esta hipótese foi baseada em duas linhas de evidências: A primeira diz que os insetos galhadores são mais comuns em vegetações esclerófilas (frequentemente encon-

tradas em ambientes xéricos) porque essas plantas apresentam baixas taxas de abscisão foliar, são mais pobres em nutrientes e menos atacadas por insetos herbívoros de vida livre devido à sua reduzida qualidade nutricional (Fernandes e Price, 1988; Price *et al.*, 1998; Cuevas-Reyes *et al.*, 2004a). Além disso, a maior concentração de taninos e de outros compostos de defesa abundantes na vegetação esclerófila, forneceria aos galhadores defesa contra predadores e patógenos (Fernandes e Price, 1992). A segunda evidência mostra que os insetos galhadores têm menores taxas de mortalidade em ambientes xéricos do que em méxicos porque patógenos e parasitas são menos abundantes nestes *habitats* inóspitos (Fernandes e Price, 1992; Ribeiro-Mendes *et al.*, 2002; Cuevas-Reyes *et al.*, 2004a; Jesus *et al.*, 2012). Os estudos que tentam testar a hipótese do estresse ambiental têm sido realizados em inúmeras e distintas regiões do globo, com destaque ao do Cerrado brasileiro, mas nenhum estudo dessa natureza foi ainda realizado em áreas de transição de biomas. O norte do Estado de Minas Gerais apresenta uma vegetação bastante peculiar, formada por áreas de transição entre os biomas Caatinga e Cerrado. Nessa região, as fitofisionomias do Cerrado e Caatinga são bem diferenciadas (Santos *et al.*, 2007), embora ambas sejam bem adaptadas a um clima severamente seco (Martins, 2000). A ocorrência de formações vegetais

com composições florísticas e características estruturais diferenciadas em uma mesma região, sob o mesmo regime climático, representa um cenário único, em que a hipótese do estresse ambiental poderia ser testada. Uma característica peculiar dessa região é a quase total deciduidade das folhas de espécies vegetais presentes nas áreas de Floresta Estacional Decidual, também chamada de mata seca, durante a estação seca (maio a outubro) (Azevedo *et al.*, 2009). A deciduidade foliar representa um fator de relevância nas taxas de colonização e de performance dos insetos galhadores, e assim pode determinar os padrões de diversidade e distribuição (veja Mendonça, 2001). Na tentativa de elucidar os padrões de distribuição de galhas em diferentes *habitats*, o objetivo deste trabalho foi testar a hipótese do estresse ambiental, assim como descrever e comparar a riqueza de insetos indutores de galhas e suas respectivas plantas hospedeiras em *habitats* xéricos e méxicos em área de transição Cerrado-Caatinga, na Área de Proteção Ambiental do Rio Pandeiros em Minas Gerais, Brasil.

Material e métodos

Área de estudo

O estudo foi realizado na Área de Proteção Ambiental do Rio Pandeiros, localizada no município de Januária (15°29'15"S, 44°21'40"W), norte de Minas Gerais, Brasil, em altitudes que

variam de 470 m a 511 m acima do nível do mar. A APA apresenta uma área de 393.060 ha, divididos em várias fisionomias vegetais, onde se destacam o Cerrado, a Mata Seca, as Matas Ciliares e as Áreas de Planícies Alagáveis (Azevedo *et al.*, 2009). Dentre essas fisionomias vegetais, foram selecionados para a realização deste estudo três *habitats* adjacentes: Cerrado (15°30'40.6"S, 44°45'04.9"W) e a Mata Seca (15°30'19.9"S, 44°45'12.4"W), que representaram os *habitats* xéricos; e a Mata Ciliar (15°30'49.7"S, 44°45'14.2"W), que representou o *habitat* méxico.

A área de Cerrado amostrada na Bacia do Rio Pandeiros é formada por dois estratos: o arbóreo, contínuo e aberto, e o estrato baixo, formado por gramíneas, subarbustos e algumas poucas ervas. Enfatizamos que as nossas coletas foram restritas ao estrato arbóreo citado acima. Por outro lado, as florestas estacionais decíduais (matas secas), assim denominadas devido à elevada caducifolia durante a estação seca, ocorrem em fragmentos isolados, associados ao substrato calcário, e apresentam estratificação desenvolvida e espécies arbóreas de maiores dimensões (altura total e forma do fuste) que a vegetação do cerrado nas suas distintas fisionomias (Ribeiro e Walter, 1998; Nascimento *et al.*, 2004). Nessa formação vegetal, as espécies vegetais perdem cerca de 90% das folhas durante a estação seca (Azevedo *et al.*, 2009). Já as matas ciliares, embora pertencentes ao domínio do Cerrado, são áreas de *habitats* méxicos. Essas se localizam ao longo dos cursos d'água, geralmente associadas às Veredas, sendo o ambiente onde se desenvolve toda a atividade humana na bacia do ribeirão Pandeiros, principalmente a agricultura e a pecuária familiar (Azevedo *et al.*, 2009).

De acordo com a classificação climática de Thornthwaite (Thornthwaite 1948), o clima da área de estudo é sub-úmido seco (C1), com duas estações marcantes, uma seca e outra chuvosa, durante o ano (Antunes, 1994).

A taxa de precipitação anual varia de 733-1305 mm, com temperaturas médias entre 16.8°C e 26.2°C. As chuvas usualmente ocorrem entre outubro e março, sendo novembro, dezembro e janeiro os meses mais chuvosos, e o período seco de junho a agosto (Nimer e Brandão, 1989).

Amostragem de galhas e plantas hospedeiras

A amostragem de galhas e das plantas hospedeiras foi conduzida em outubro de 2007, período de transição entre as estações seca e chuvosa. Foram realizadas caminhadas ao longo de cinco transectos, com duração de uma hora cada, em cada um dos três *habitats* adjacentes (cerrado, mata ciliar e mata seca). Esse método de amostragem de galhadores tem sido utilizado em inúmeros trabalhos, permitindo comparações entre comunidades de galhadores em diferentes partes do mundo (e.g., Fernandes *et al.*, 2001; Julião *et al.*, 2005; Coelho *et al.*, 2009; Santos *et al.*, 2011).

Durante as caminhadas, as plantas que apresentavam galhas foram coletadas e armazenadas em sacos plásticos. Posteriormente, as galhas foram levadas para o laboratório, separadas por morfoespécies e identificadas, quando possível, em nível de família. Além disso, as galhas foram fotografadas e caracterizadas quanto à cor, forma, presença ou ausência de tricomas (glabras ou pubescentes) e órgão da planta hospedeira em que se encontrava. Para estimar a riqueza de galhas, cada morfoespécie foi registrada somente uma vez em cada transecto (veja Carneiro *et al.*, 2009). O uso de morfoespécies para representar a riqueza de galhas induzidas por artrópodes é amplamente aceito, tendo sido utilizado em diversos estudos (Cuevas-Reyes *et al.*, 2004a,b; Carneiro *et al.*, 2009; Coelho *et al.*, 2009; Costa *et al.*, 2010; Santos *et al.*, 2011). O material amostrado e identificado foi incorporado ao Herbário Montes Claros, da Universidade Estadual de Montes Claros (Unimontes), Minas Gerais, Brasil.

Análise estatística

A riqueza total de galhas e a riqueza de galhas induzidas por cada táxon de galhador foram comparadas entre os transectos de cada ambiente por meio de análise de variância (ANOVA) e de teste de comparações múltiplas (Tukey-test) (Zar, 1996). A riqueza de galhas encontrada nos cinco transectos de cada ambiente foi considerada como estimativa para cálculo da riqueza média em cada ambiente amostrado ($n=15$). Adicionalmente, a riqueza de galhas para cada táxon indutor foi comparada entre transectos dos distintos ambientes. Para cada análise, a riqueza de galhas total por transecto ou riqueza de táxon indutor por transecto foi utilizada como variável-resposta, e os *habitats*, como variável explicativa. Além disso, a interação entre essas variáveis também foi testada.

Resultados

Foi amostrada uma riqueza total de 98 morfoespécies de galhas em 20 famílias de plantas e 70 espécies vegetais (Tabela 1). A riqueza média de galhas diferiu significativamente entre os transectos dos diferentes *habitats* ($p < 0,001$; $F_{2,12} = 14,973$). Foi observada uma maior riqueza de galhas induzidas nos transectos da mata seca e cerrado (*habitats* xéricos), quando comparados à mata ciliar (*habitat* méxico; Figura 1). Em relação à riqueza das galhas amostradas, cerca de 60% foram induzidas por insetos pertencentes à família Cecidomyiidae (Diptera). As outras galhas foram induzidas por insetos pertencentes às ordens Hymenoptera (12,3%), Coleoptera (6,2%), Thysanoptera (2,0%) e famílias Psyllidae (Ordem Hemiptera) (1,0%), e Curculionidae (Ordem Coleoptera) (1,0%). Porém, é importante ressaltar que as galhas não identificadas representaram 17,5%, valor superior à segunda ordem de abundância (Hymenoptera), o que pode contribuir para subestimar a porcentagem de galhas induzidas por essa ordem (Tabela 1).

Tabela 1. Caracterização morfológica das galhas induzidas por insetos encontrados em vegetação de Mata Seca (MS), Cerrado (CER) e Mata Ciliar (MC) na Área de Proteção Ambiental do Rio Pandeiros, norte de Minas Gerais, Brasil.**Table 1.** Morphological traits of the insect galls from tropical dry forests, cerrado (savanna) and gallery forest at Área de Proteção Ambiental do Rio Pandeiros, north of Minas Gerais, Brazil.

Vegetação	Figura	Família/Espécie	Tipos Galha	Órgão	Superfície	Forma	Cor	Pêlos	Lojas	Galhador
MS		ANACARDIACEAE								
MS	Fig.3 (3)	<i>Astronium fraxinifolium</i> <i>Schott ex Spreng.</i>		Folha	Adaxial	Claviforme	Verde	Não	1	Psyllidae
MS		BIGNONIACEAE								
MS	Fig.3 (17)	<i>Arrabidaea sp</i>	1	Gavinha	-	Elíptica	Marrom	Não	1	Cecidomyiidae
MS		FABACEAE								
MS	Fig.4 (26)	<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	1	Ramo	-	Elíptica	Marrom	Não	1	Hymenoptera
MS	Fig.3 (14)	<i>Bauhinia brevipes</i> Vogel		Ramo	-	Elíptica	Marrom	Não	1	Coleoptera
MS	Fig.4 (30)	<i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth	1	Folha	Ambas	Cônica	Verde	Não	1	Cecidomyiidae
MS	Fig.4 (18)	<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	1	Ramo	-	Botão	Marrom	Não	1	Cecidomyiidae
MS	Fig.4 (19)		1	Folha	Ambas	Discóide	Marrom	Não	1	Cecidomyiidae
MS	Fig.5 (31)		1	Ramo	-	Esférica	Marrom	Não	Várias	Hymenoptera
MS	Fig.5 (32)		2	Folha	Abaxial	Flor	Marrom	Não	1	Cecidomyiidae
MS	Fig.6 (44)		3	Folha	Ambas	Cilíndrica	Marrom	Não	1	Cecidomyiidae
MS	Fig.5 (34)		4	Folha	Adaxial	Esférica	Marrom	Não	1	Cecidomyiidae
MS	Fig.5 (33)		5	Folha	Abaxial	Discóide	Marrom	Não	1	Cecidomyiidae
MS	Fig.3 (13)	<i>Deguelia costata</i> (Benth.) Az.-Tozzi	6	Ramo	-	Elíptica	Marrom	Não	Várias	Coleoptera
MS	Fig.3 (5)	<i>Hymenaea courbaril</i> L.	7	Folha	Adaxial	Cilíndrica	Verde	Não	1	Cecidomyiidae
MS	Fig.3 (7)	<i>sp1</i>	1	Ramo	-	Globóide	Marrom	Não	Várias	Hymenoptera
MS	Fig.3 (11)	<i>sp2</i>	1	Ramo	-	Esférica	Branco	Sim	1	Cecidomyiidae
MS		FLACOURTEACEAE								
MS	Fig.6 (47)	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	1	Folha	Ambas	Esférica	Verde	Não	1	Cecidomyiidae
MS		MALPIGHIACEAE								
MS	Fig.4 (16)	<i>Banisteriopsis sp</i>	1	Folha	Abaxial	Espinho	Verde	Não	1	Cecidomyiidae
MS	Fig.5 (42)			Folha	Adaxial	Claviforme	Verde	Não	1	Cecidomyiidae
MS	Fig.5 (43)		1	Broto	-	Amorfa	Verde	Não	Várias	Cecidomyiidae
MS	Fig.4 (25)	<i>sp1</i>	2	Broto	-	Elíptica	Marrom	Não	1	Não identificado
MS	Fig.5 (45)	<i>sp2</i>	3	Folha	Adaxial	Esférica	Verde	Não	1	Cecidomyiidae
MS		MYRTACEAE								
MS	Fig.5 (38)	<i>Eugenia dysenterica</i> DC.	1	Folha	Abaxial	Discóide	Marrom	Não	1	Cecidomyiidae
MS	Fig.5 (39)	<i>sp1</i>		Folha	Abaxial	Discóide	Verde	Não	1	Cecidomyiidae
MS		RUTACEAE	1							
MS	Fig.3 (6)	<i>Galipea jasminiflora</i> (A.St.-Hill) Engl.	1	Ramo	-	Triangular	Marrom	Não	Várias	Não identificado
MS		SAPINDACEAE								
MS	Fig.3 (10)	<i>Magonia pubescens</i> A.St. Hill.	1	Folha	Abaxial	Globóide	Marrom	Não	1	Cecidomyiidae
MS	Fig.4 (28)			Ramo	-	Globóide	Marrom	Não	1	Coleoptera
MS		NÃO IDENTIFICADA	1							
MS	Fig.3 (2)	<i>sp1</i>	2	Ramo	-	Elíptica	Marrom	Não	Várias	Não identificado
MS	Fig.3 (4)	<i>sp2</i>		Ramo	-	Elíptica	Marrom	Não	Várias	Não identificado
MS	Fig.3 (8)	<i>sp3</i>	1	Ramo	-	Elíptica	Marrom	Não	1	Não identificado
MS	Fig.3 (9)	<i>sp4</i>	1	Ramo	-	Elíptica	Marrom	Não	1	Não identificado
MS	Fig.3 (12)	<i>sp5</i>	1	Ramo	-	Elíptica	Marrom	Não	1	Não identificado
MS	Fig.3 (15)	<i>sp6</i>	1	Ramo	-	Elíptica	Marrom	Não	1	Não identificado
MS	Fig.4 (20)	<i>sp7</i>	1	Ramo	-	Globóide	Marrom	Não	1	Cecidomyiidae
MS	Fig.4 (21)	<i>sp8</i>	1	Ramo	-	Elíptica	Marrom	Não	Várias	Não identificado
MS	Fig.4 (22)	<i>sp9</i>	1	Ramo	-	Elíptica	Marrom	Não	Várias	Não identificado

Tabela 1. Continuação.

Vegetação	Figura	Família/Espécie	Tipos Galha	Órgão	Superfície	Forma	Cor	Pêlos	Lojas	Galhador
MS	Fig.4 (23)	<i>sp10</i>	1	Ramo	-	Elíptica	Marrom	Não	Várias	Não identificado
MS	Fig.4 (24)		1	Ramo	-	Globóide	Marrom	Não	Várias	Não identificado
MS	Fig.4 (27)	<i>sp11</i>	1	Ramo	-	Elíptica	Marrom	Não	1	Cecidomyiidae
MS	Fig.4 (29)	<i>sp12</i>	2	Broto	-	Globóide	Marrom	Não	1	Cecidomyiidae
MS	Fig.5 (35)	<i>sp13</i>	1	Ramo	-	Elíptica	Marrom	Não	Várias	Hymenoptera
MS	Fig.5 (36)	<i>sp14</i>	1	Ramo	-	Oval	Marrom	Não	1	Coleoptera
MS	Fig.5 (37)	<i>sp15</i>	1	Ramo	-	Elíptica	Marrom	Não	Várias	Coleoptera
MS	Fig.5 (40)	<i>sp16</i>	1	Ramo	-	Globóide	Marrom	Não	1	Não identificado
MS	Fig.5 (41)	<i>sp17</i>	1	Ramo	-	Elíptica	Marrom	Não	1	Não identificado
MS	Fig.6 (46)	<i>sp18</i>	1	Ramo	-	Globóide	Marrom	Não	1	Hymenoptera
MS	Fig.6 (48)	<i>sp19</i>	1	Ramo	-	Elíptica	Marrom	Não	1	Não identificado
MS	Fig.6 (49)	<i>sp20</i>	1	Ramo	-	Elíptica	Marrom	Não	1	Cecidomyiidae
CER		ANACARDIACEAE								
CER	Fig.7 (4)	<i>Anacardium humile</i> A.St. Hill.	1	Folha	Abaxial	Globóide	Verde	Não	1	Cecidomyiidae
CER	Fig.8 (20)		2	Ramo	-	Elíptica	Marrom	Não	Várias	Hymenoptera
CER	Fig.7 (6)	<i>Astronium fraxinifolium</i> <i>Schott ex Spreng.</i>		Folha	Adaxial	Claviforme	Verde	Não	1	Psyllidae
CER		ANNONACEAE	1							
CER	Fig.7 (9)	<i>Duguetia furfuracea</i> (A.St. Hill.) Benth. & Hook	2	Folha	Ambas	Esférica	Marrom	Não	1	Cecidomyiidae
CER		CARYOCARACEAE	1							
CER	Fig.7 (2)	<i>Caryocar brasiliense</i> <i>Camb.</i>		Folha	Ambas	Esférica	Verde	Sim	1	Cecidomyiidae
CER		DILLENIACEAE	1							
CER	Fig.8 (24)	<i>Davilla elliptica</i> A.St. Hill.		Folha	Ambas	Discóide	Verde	Não	1	Cecidomyiidae
CER		ERYTHROXYLACEAE								
CER	Fig.7 (8)	<i>Erythroxylum</i> sp	1	Broto	-	Globóide				
CER		FABACEAE					Marrom	Não	Várias	Hymenoptera
CER	Fig.7 (5)	<i>Dalbergia miscolobium</i> <i>Benth.</i>	1	Folha	Ambas	Legume				
CER	Fig.8 (18)	<i>Bauhinia brevipes</i> Vogel	1	Ramo	-	Elíptica	Verde	Não	1	Cecidomyiidae
CER	Fig.7 (10)			Ramo	-	Elíptica	Marrom	Não	1	Coleoptera
CER	Fig.8 (28)		1	Ramo	-	Amorfa	Marrom	Não	Várias	Cecidomyiidae
CER	Fig.7 (11)	<i>Andira humilis</i> <i>Mart. ex Benth.</i>	1	Folha	Ambas	Cilíndrica	Marrom	Não	Várias	Cecidomyiidae
CER	Fig.7 (15)	<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	2	Folha	Abaxial	Discóide	Verde	Não	1	Cecidomyiidae
CER	Fig.8 (19)		3	Ramo	-	Esférica	Marron	Não	1	Cecidomyiidae
CER	Fig.7 (13)		1	Folha	Abaxial	Cilíndrica	Marrom	Não	Várias	Hymenoptera
CER	Fig.7 (12)		2	Ramo	-	Esférica	Verde	Não	1	Cecidomyiidae
CER	Fig.7 (14)		3	Folha	Abaxial	Flor	Marron	Não	Várias	Cecidomyiidae
CER	Fig.8 (22)	<i>Hymenaea stigonocarpa</i> <i>Mart. Ex Hayne</i>	8	Folha	Ambas	Discóide	Verde	Não	1	Cecidomyiidae
CER	Fig.8 (23)	<i>Caliandra dysantha</i> Benth.	9	Ramo	-	Elíptica	Verde	Não	1	Cecidomyiidae
CER	Fig.9 (32)	<i>Machaerium</i> <i>acutifolium</i> Vogel	10	Ramo	-	Globóide	Marrom	Não	Várias	Hymenoptera
CER	Fig.8 (27)	<i>Tachigali aurea</i> Tul.	1	Folha	Abaxial	Cônica	Marrom	Sim	Várias	Cecidomyiidae
CER		FLACOURTEACEAE					Verde	Sim	1	Cecidomyiidae
CER	Fig.7 (7)	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	1	Folha	Ambas	Esférica	Verde	Não	1	Cecidomyiidae
CER	Fig.8 (21)		1	Ramo	-	Elíptica	Marrom	Não	Várias	Cecidomyiidae

Tabela 1. Continuação.

Vegetação	Figura	Família/Espécie	Tipos Galha	Órgão	Superfície	Forma	Cor	Pêlos	Lojas	Galhador
CER		LOGANIACEAE								
CER	Fig.9 (34)	<i>Strichnus</i> sp	1	Folha	Ambas	Esférica	Verde	Não	1	Cecidomyiidae
CER		MALPIGHIACEAE								
CER	Fig.8 (29)	<i>Banisteriopsis</i> sp	3	Broto	-	Amorfa	Verde	Não	Várias	Cecidomyiidae
CER		MYRTACEAE								
CER	Fig.8 (16)	<i>Eugenia dysenterica</i> DC.	1	Folha	Abaxial	Discóide	Marrom	Não	1	Cecidomyiidae
CER	Fig.9 (35)	<i>Eugenia</i> sp	3	Ramo	-	Elíptica	Marrom	Não	1	Hymenoptera
CER		SAPINDACEAE								
CER	Fig.8 (25)	<i>Magonia pubescens</i> A.St. Hill.	1	Broto	-	Elíptica	Marrom	Não	1	Hymenoptera
CER	Fig.8 (26)	<i>Serjania lethalis</i> A.St. Hill.	1	Gavinha	-	Amorfa	Marrom	Não	1	Não identificado
CER		SAPOTACEAE								
CER	Fig.8 (30)	<i>Pouteria torta</i> (Mart.) Radlk.	3	Folha	Ambas	Esférica	Verde	Sim	1	Cecidomyiidae
CER		SOLANACEAE								
CER	Fig.7 (3)	<i>Solanum lycocarpum</i> St.Hil.	1	Ramo	-	Globóide	Marrom	Não	1	Curculionidae
CER		NÃO IDENTIFICADA								
	Fig.9 (31)	sp21	1	Folha	Ambas	Esférica	Marrom	Não	1	Cecidomyiidae
CER	Fig.9 (33)	sp22	1	Ramo	-	Elíptica	Marrom	Não	1	Cecidomyiidae
CER	Fig.8 (17)	sp23	1	Ramo	-	Elíptica	Marrom	Não	1	Cecidomyiidae
MC		ANACARDIACEAE								
MC	Fig.11 (19)	<i>Astronium fraxinifolium</i> Schott ex Spreng.	1	Folha	Adaxial	Claviforme	Verde	Não	1	Psyllidae
MC		BIGNONIACEAE								
MC	Fig.11 (21)	<i>Tabebuia impetiginosa</i> (Mart. ex DC.) Standl.	1	Ramo	-	Globóide	Marrom	Não	Várias	Hymenoptera
MC		CELASTRACEAE								
MC	Fig.11 (16)	<i>Salacia elliptica</i> (Mart. ex Schult.) G.Don	1	Broto	-	Globóide	Marrom	Não	Várias	Cecidomyiidae
MC		CHRYSOBALANACE								
MC	Fig.11 (23)	sp1	1	Folha	Adaxial	Discóide	Verde	Não	1	Cecidomyiidae
MC		CLUSIACEAE								
MC	Fig.10 (3)	<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess.	1	Folha	Abaxial	Cilíndrica	Verde	Não	1	Cecidomyiidae
MC	Fig.10 (4)			Folha	Abaxial	Concha	Verde	Não	1	Cecidomyiidae
MC	Fig.10 (5)		1	Folha	-	Enrolamento	Verde	Não		Cecidomyiidae
MC	Fig.10 (6)		4	Ramo	-	Globóide	Marrom	Não	Várias	Cecidomyiidae
MC	Fig.10 (12)		5	Folha	Adaxial	Claviforme	Verde	Não	1	Cecidomyiidae
MC		FABACEAE								
MC	Fig.10 (2)	<i>Bauhinia brevipes</i> Vogel	4	Folha	Adaxial	Esférica	Marrom	Sim	1	Cecidomyiidae
MC	Fig.11 (26)	<i>Camptosema</i> sp	1	Broto	-	Globóide				
MC	Fig.10 (8)	<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	1	Ramo	-	Botão	Marrom	Não	1	Hymenoptera
MC	Fig.10 (9)		2	Folha	Ambas	Discóide	Marrom	Não	1	Cecidomyiidae
MC	Fig.10 (10)		11	Ramo	-	Elíptica	Marrom	Não	1	Cecidomyiidae
MC	Fig.10 (7)	<i>Hymenaea courbaril</i> L.	1	Folha	Adaxial	Cilíndrica	Marrom	Não	1	Não identificado
MC	Fig.11 (28)		2	Folha	Ambas	Discóide	Verde	Não	1	Cecidomyiidae
MC	Fig.10 (14)	<i>Platymiscium floribundum</i> Vogel	1	Folha	Abaxial	Cilíndrica	Verde	Não	1	Cecidomyiidae
MC	Fig.10 (15)		2	Folha	Abaxial	Globóide	Verde	Sim	1	Cecidomyiidae
MC		MYRTACEAE								
MC	Fig.10 (13)	<i>Eugenia florida</i> DC.	1	Folha	Adaxial	Amorfa	Verde	Não	Várias	Cecidomyiidae
MC	Fig.11 (18)		2	Folha	Ambas	Amorfa	Verde	Não	-	Thysanoptera
MC	Fig.11 (22)		3	Folha	Ambas	Amorfa	Verde	Não	-	Thysanoptera

Tabela 1. Continuação.

Vegetação	Figura	Família/Espécie	Tipos Galha	Órgão	Superfície	Forma	Cor	Pêlos	Lojas	Galhador
MC		POLYGONACEAE	1							
MC	Fig.11 (27)	<i>Coccoloba</i> sp	2	Folha	Adaxial	Discóide	Verde	Não	1	Cecidomyiidae
MC		SAPINDACEAE					Verde	Não		
MC	Fig.11 (24)	<i>Talisia esculenta</i> (A.St. Hill.) Radlk.	1	Ramo	-	Globóide	Marrom	Não	1	Coleoptera
MC		SMILACACEAE								
MC	Fig.11 (20)	<i>Smilax</i> sp	1	Folha	Abaxial	Concha	Verde	Não	1	Cecidomyiidae
MC		NÃO IDENTIFICADA								
MC	Fig.11 (17)	sp24	1	Ramo	-	Globóide	Marrom	Não	1	Cecidomyiidae
MC	Fig.10 (11)	sp25	1	Ramo	-	Globóide	Marrom	Não	1	Cecidomyiidae
MC	Fig.11 (25)	sp26	1	Broto	-	Amorfa	Verde	Não	Várias	Cecidomyiidae

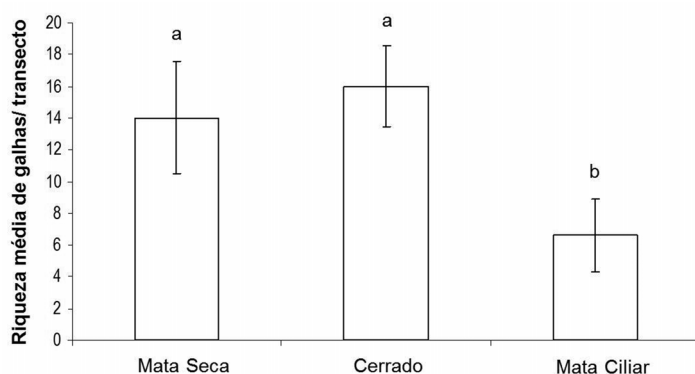


Figura 1. Riqueza média de galhas por transecto em fisionomias de Mata Seca, Cerrado e Mata Ciliar na Área de Proteção Ambiental do Rio Pandeiros, Minas Gerais, Brasil ($n=15$; média $\pm$ EP). Médias seguidas com a mesma letra indicam diferença estatística não significativa ($P > 0,05$).

Figure 1. Gall richness per transect in three different plant physiognomies: dry forest, cerrado, and gallery forest in Área de Proteção Ambiental do Rio Pandeiros, north of Minas Gerais, Brazil ($n=15$; mean $\pm$ SE). Average followed with the same letter indicates no significant difference.

Foi verificada uma variação significativa quanto à riqueza de galhas induzidas por cada táxon ($p < 0,001$; $F_{5,9} = 8,93$). Os insetos da ordem Diptera (Cecidomyiidae) apresentaram a maior riqueza de galhas por transecto, seguidos dos insetos das ordens Hymenoptera, Hemiptera (Psyllidae) e Coleoptera (Figura 2). A interação entre táxon do galhador e transecto do ambiente também foi significativa ($p < 0,001$; $F_{7,8} = 5,29$). De forma geral, a riqueza de galhas induzidas por dípteros (Cecidomyiidae) apresentou o gradiente: cerrado > mata seca > mata ciliar. Além

disso, foi verificada uma maior riqueza de galhas induzidas por Hymenoptera e Hemiptera (Psyllidae) em ambientes de cerrado e mata seca, enquanto Curculionidae e os insetos não identificados induziram maior riqueza de galhas no ambiente mata seca (Figura 2). Os cecidomídeos foram responsáveis pela indução de galhas na maioria das espécies de plantas estudadas (56,5%), com exceção de algumas espécies das famílias Anacardiaceae, Bignoniaceae, Fabaceae, Myrtaceae, Erythroxylaceae, Sapindaceae e Solanaceae. A folha foi o órgão mais

atacado (65,5%) pelos cecidomídeos. Além disso, todas as galhas discóides e cilíndricas e 57,1% das amorfas foram causadas por esses insetos. Em sua maioria, essas galhas não apresentaram pilosidade (89,6%; Tabela 1, Figuras 3-11).

A folha foi o órgão vegetal que apresentou maior frequência de galhas, tanto na mata ciliar quanto no cerrado (65,9 e 50%, respectivamente), enquanto o caule foi o órgão mais atacado na mata seca (60,4%). Apenas 8,3% das galhas estavam presentes em brotos e gavinhas na mata seca, enquanto 11,7 e 11,1% das morfoespécies foram encontradas nos mesmos órgãos no cerrado e na mata ciliar, respectivamente. De maneira geral, galhas elípticas (29,9%) foram as mais frequentes, sobressaindo-se também as formas globoide (20,6%), esférica (10,3%) e discoide (9,3%). Além disso, a maioria das galhas encontradas neste estudo não apresentou pilosidade (93,8%), teve coloração marrom (63,9%) e somente uma loja (71,1%) (Figuras 3-11). No geral, apenas três morfotipos de galhas, ocorrentes sobre as plantas *Astronium fraxinifolium* ($n=1$) e *Copaifera langsdorffii* ($n=2$), foram comuns aos três ambientes. Por outro lado, oito morfotipos foram comuns à mata seca e ao cerrado, a saber, *Bauhinia brevipes* ($n=1$), *Copaifera langsdorffii* ($n=3$), *Casearia sylvestris* ($n=1$), *Banisteriopsis* sp. ($n=2$),

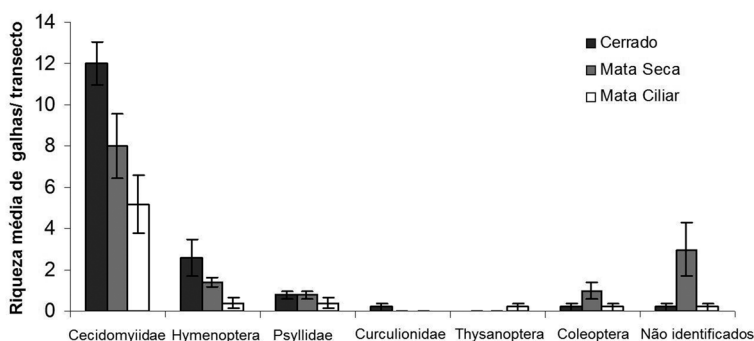


Figura 2. Riqueza média de galhas por transecto induzidas pelos diferentes táxons de insetos em ambientes de Cerrado, Mata Seca e Mata Ciliar, na Área de Proteção Ambiental do Rio Pandeiros, Minas Gerais, Brasil. (n= 15; média $\pm$ EP).

Figure 2. Gall richness induced by different insect taxa in three different plant physiognomies: cerrado, dry forest, and gallery forest at Área de Proteção Ambiental do Rio Pandeiros, north of Minas Gerais, Brazil (n= 15; mean $\pm$ SE).

Eugenia dysenterica (n=1). Apenas um morfotipo (*Copaifera langsdorffii*) foi comum entre a mata ciliar e o cerrado, e três morfotipos, *Hymenaea courbaril* (n=1) e *Copaifera langsdorffii* (n=2), foram comuns entre a mata ciliar e mata seca. As famílias de plantas Fabaceae, Myrtaceae, Sapindaceae e Malpighiaceae foram as que suportaram maior número de morfoespécies de galhadores. Juntas, essas famílias apresentaram 37,7% das espécies de plantas hospedeiras e 46,9% dos morfotipos de galhas amostrados.

As espécies de plantas super-hospedeiras que acumularam maior riqueza de galhas de insetos foram *Copaifera langsdorffii* (n=11), *Calophyllum brasiliense* (n=5), *Bauhinia brevipes* (n=4), *Banisteriopsis* sp. (n=3), *Eugenia florida* (n=3) e *Magonia pubescens* (n=3) (Tabela 1). Dentre essas espécies super-hospedeiras, *C. brasiliense* e *E. florida* foram encontradas exclusivamente na mata ciliar, enquanto *Banisteriopsis* sp. e *M. pubescens* foram encontradas no cerrado e na mata seca. Por fim, *C. langsdorffii* e *B. brevipes* foram encontradas nos três ambientes. No caso das duas últimas espécies citadas, uma maior riqueza de galhas foi encontrada em ambientes xéricos. Para *C. langsdorffii*, foi encontrado o gradiente mata seca (n=7) > cerrado (n=5) > mata

ciliar (n=3), enquanto para *B. brevipes* foi observado o gradiente cerrado (n=4) > mata seca (n=2) > mata ciliar (n=1).

Discussão

Uma maior riqueza de galhas foi observada em vegetações esclerófilas e sujeitas a estresse hídrico (cerrado e mata seca) do que em ambiente méxico (mata ciliar), corroborando a hipótese de Fernandes e Price (1988). Um fator que reforça ainda mais a hipótese de estresse ambiental (Fernandes e Price, 1988) é a elevada riqueza de insetos galhadores em matas secas durante um período marcado pela perda de cerca de 90% das folhas, ou seja, de menor disponibilidade de sítios para oviposição. A disponibilidade de água, e outros fatores como a fertilidade do solo e a intensidade de luz constituem recursos primários que afetam a fisiologia e o desenvolvimento das plantas (Kageyama e Piña-Rodrigues, 1993; Figueirôa et al., 2004). Muitas vezes, as plantas reagem a essas variações ambientais alterando rotas metabólicas que afetam a produção de compostos de defesa contra herbívoros (Trumble e Denno, 1995). Segundo Fernandes e Price (1992), a clara distinção na distribuição de insetos galhadores entre *habitats* é influenciada tanto pela íntima adapta-

ção desses insetos às condições fisiológicas e fenológicas das suas plantas hospedeiras e aos seus *habitats*, como pela mortalidade e sobrevivência diferenciais também causadas por inimigos naturais. Uma vez que a maior riqueza de galhas sobre super-hospedeiras foi substancialmente maior em ambientes xéricos, esse resultado pode evidenciar o efeito da esclerofilia sobre adaptação diferencial de galhadores nos diferentes *habitats*, como sugerido pela hipótese do estresse ambiental (Fernandes e Price, 1988). A identificação de espécies vegetais que se comportam como super-hospedeiras tem grande importância ecológica, pois permitem testar hipóteses ecológicas e evolutivas, como os efeitos do ambiente no próprio hospedeiro e na diversidade de galhadores associada (Costa et al., 2010). Embora nosso estudo não tenha avaliado as pressões seletivas que operam sobre as galhas nos distintos *habitats*, os ambientes de transição representam um excelente cenário onde esses podem ser mais bem estudados.

A distribuição de insetos galhadores entre os diferentes táxons de herbívoros e de plantas hospedeiras confirma o padrão já verificado em outros estudos, que apontam os cecidomídeos como o principal grupo indutor de galhas em várias regiões biogeográficas (Fernandes et al., 1988, 2001; Julião et al., 2002; Cuevas-Reyes et al., 2004b; Coelho et al., 2009; Santos et al., 2011). Gonçalves-Alvim e Fernandes (2001) encontraram as mesmas proporções de taxa de insetos galhadores em *habitats* de cerrado (Cecidomyiidae > Hymenoptera > Coleoptera > Thysanoptera), quando comparadas ao nosso estudo, com exceção da ordem Lepidoptera, que não foi encontrada neste trabalho. Já as ordens Hemiptera (família Psyllidae) e Coleoptera (família Curculionidae), não foram encontradas por Gonçalves-Alvim e Fernandes (2001).

A maior ocorrência de galhas nas folhas, em plantas do cerrado e da mata ciliar, provavelmente ocorre por uma série de fatores, dentre eles a fácil

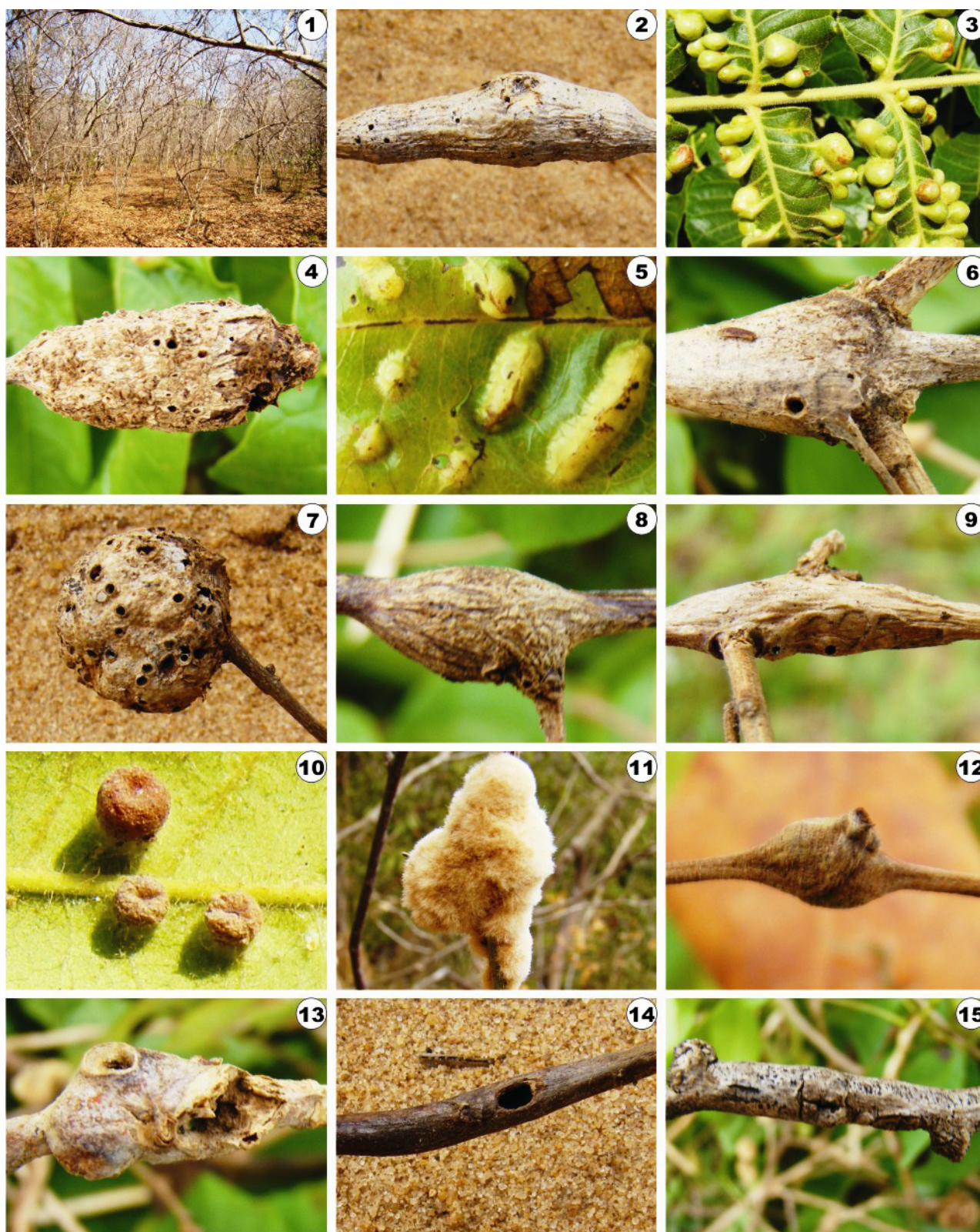


Figura 3. Área de Mata Seca estudada (1) e morfoespécies de galhas encontradas nas plantas hospedeiras (2-15), na Área de Proteção Ambiental do Rio Pandeiros, Minas Gerais, Brasil. Para identificação da planta hospedeira, veja a Tabela 1.

Figure 3. Dry forest site (1) and its gall morphospecies (2-15) in Área de Proteção Ambiental do rio Pandeiros, north of Minas Gerais, Brazil. For more details, see Table 1.

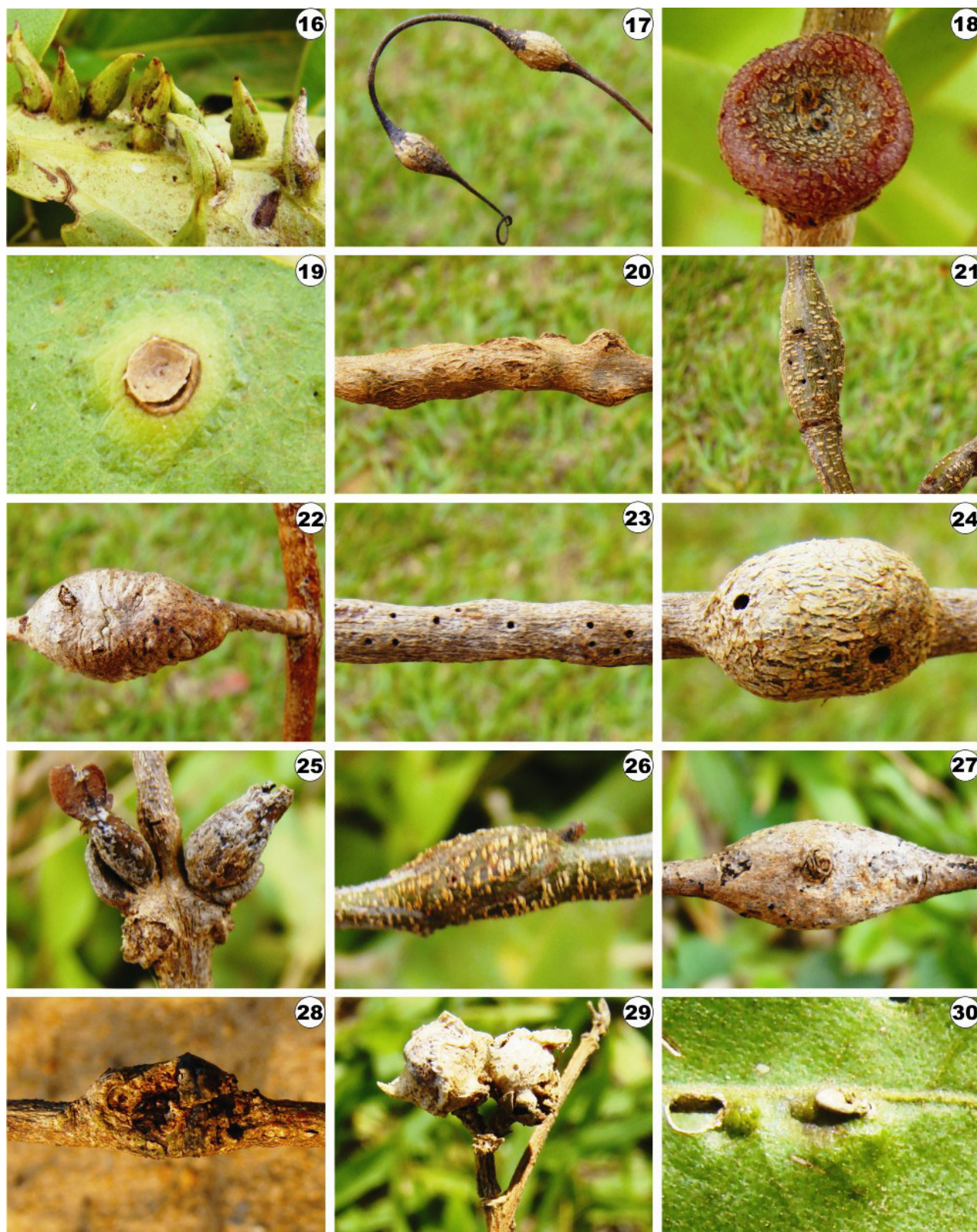


Figura 4. Morfoespécies de galhas encontradas nas plantas hospedeiras da Mata Seca (16-30), na Área de Proteção Ambiental do Rio Pandeiros, Minas Gerais, Brasil. Para identificação da planta hospedeira, veja a Tabela 1.

Figure 4. Gall morphospecies and their host plants in dry forest (16-30) int Área de Proteção Ambiental do Rio Pandeiros, north of Minas Gerais, Brazil. For more details, see Table 1.

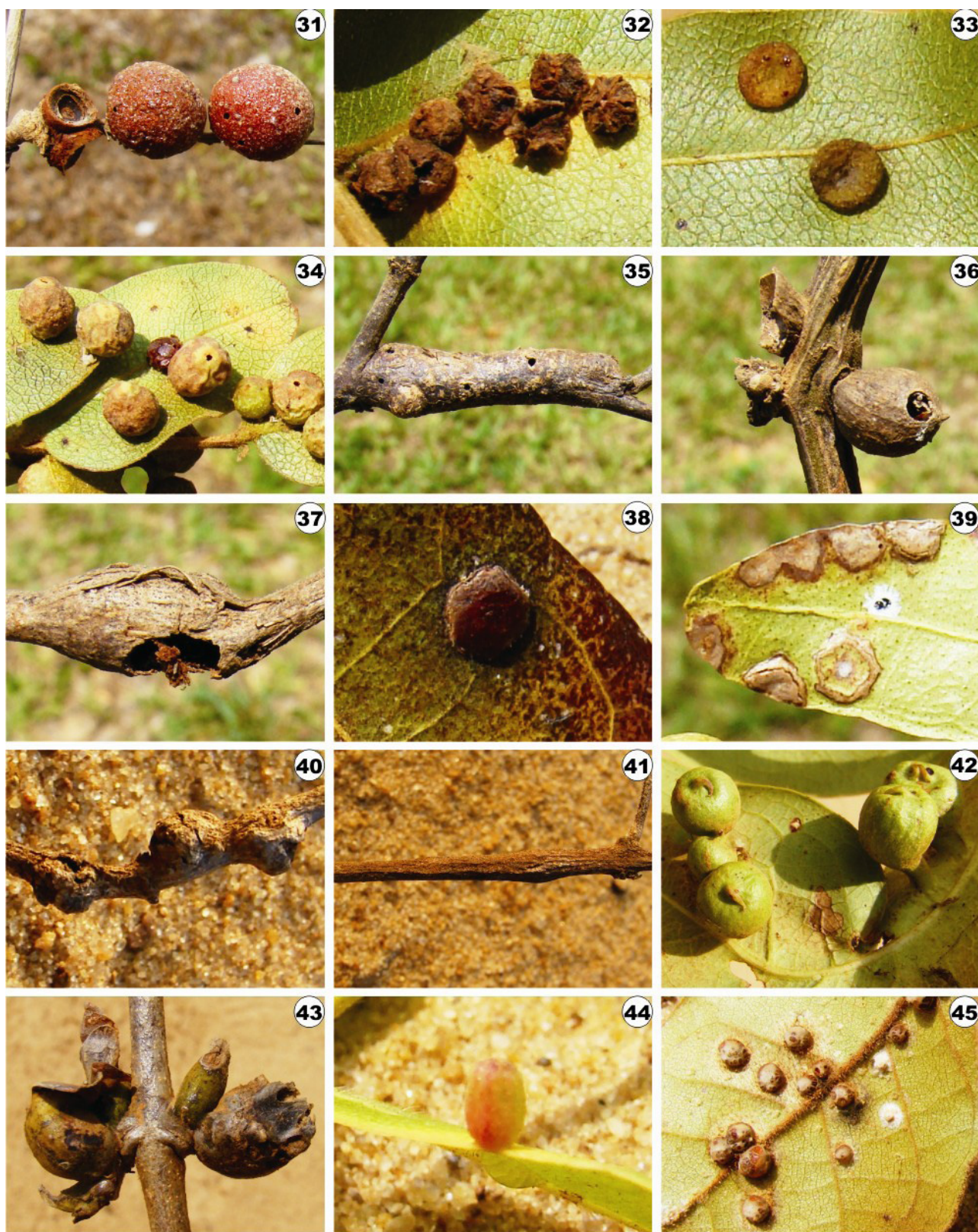


Figura 5. Morfoespécies de galhas encontradas nas plantas hospedeiras da Mata Seca (31-45), na Área de Proteção Ambiental do Rio Pandeiros, Minas Gerais, Brasil. Para identificação da planta hospedeira veja a Tabela 1.

Figure 5. Gall morphospecies and their host plants in dry forest (31-45) in Área de Proteção Ambiental do Rio Pandeiros, north of Minas Gerais, Brazil. For more details, see Table 1.



Figura 6. Morfoespécies de galhas encontradas nas plantas hospedeiras da Mata Seca (46-49), na Área de Proteção Ambiental do Rio Pandeiros, Minas Gerais, Brasil. Para identificação da planta hospedeira, veja a Tabela 1.

Figure 6. Galls morphospecies and their host plants in dry forest (46-49) in Área de Proteção Ambiental do Rio Pandeiros, north of Minas Gerais, Brazil. For more details, see Table 1.

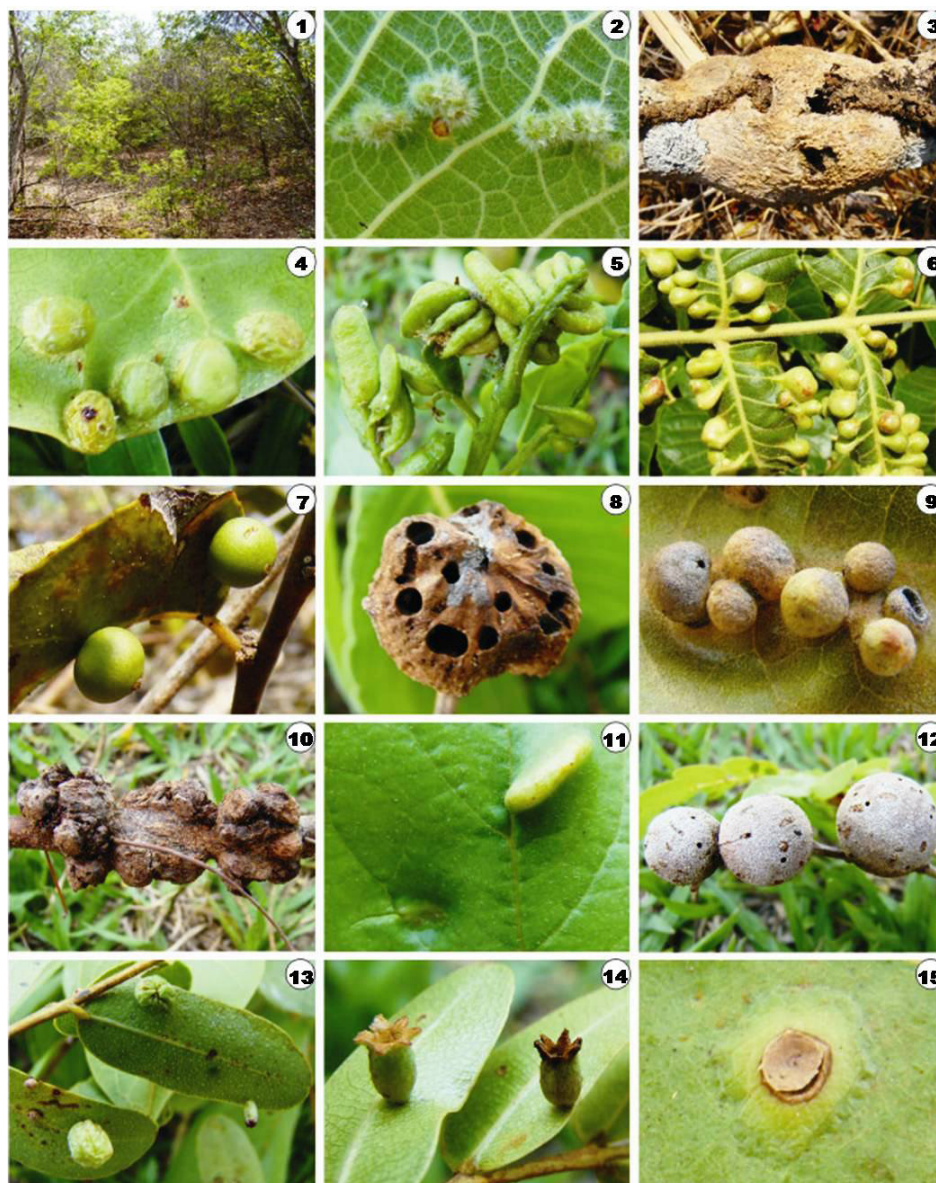


Figura 7. Área de Cerrado estudada (1) e morfoespécies de galhas encontradas nas plantas hospedeiras do Cerrado (2-15), na Área de Proteção Ambiental do Rio Pandeiros, em Januária, Minas Gerais, Brasil. Para identificação da planta hospedeira veja a Tabela 1.



Figura 8. Morfoespécies de galhas encontradas nas plantas hospedeiras do Cerrado (16-30), na Área de Proteção Ambiental do Rio Pandeiros, em Januária, Minas Gerais, Brasil. Para identificação da planta hospedeira, veja a Tabela 1.

Figure 8. Gall morphospecies and their host plants in cerrado (savanna) (16-30) in Área de Proteção Ambiental do Rio Pandeiros, north of Minas Gerais, Brazil. For more details, see Table 1.

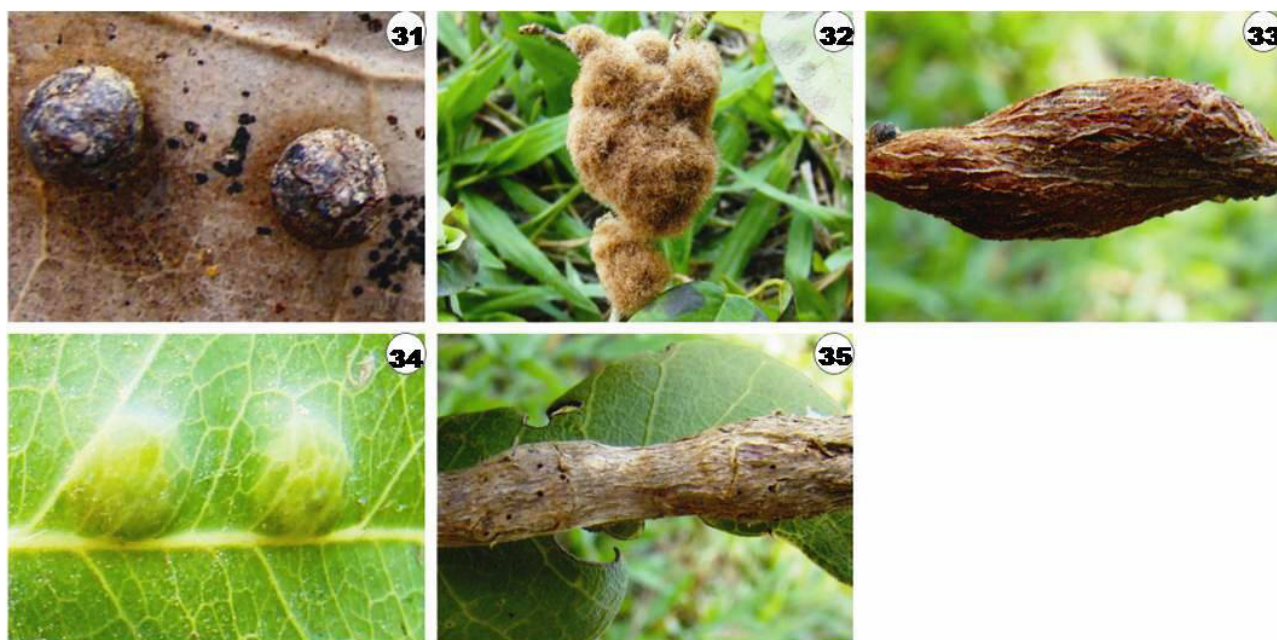


Figura 9. Morfoespécies de galhas encontradas nas plantas hospedeiras do Cerrado (31-35), na Área de Proteção Ambiental do Rio Pandeiros, em Januária, Minas Gerais, Brasil. Para identificação da planta hospedeira veja a Tabela 1.

Figure 9. Gall morphospecies and their host plants in cerrado (savanna) (31-35) at Área de Proteção Ambiental do Rio Pandeiros, north of Minas Gerais, Brazil. For more details, see Table 1.

localização pelos galhadores devido a sua abundância e conspicuidade em relação aos demais órgãos (Fernandes *et al.*, 1988). Pode-se também invocar, nesse caso, características pré-adaptativas (históricas) que as predispõe ao ataque dos galhadores. Assim, essa maior frequência seria moldada por restrições filogenéticas dos insetos galhadores e/ou capacidade reativa das plantas hospedeiras. Quanto à mata seca, qualquer inferência sobre esse padrão seria prematura, considerando que a predominância de galhas caulinares pode ter ocorrido pelo simples fato de a coleta de dados ter sido realizada no final da estação seca e no início da chuvosa. Nesse período, as plantas ainda se encontravam decíduas, fato que também foi responsável pela não identificação de algumas espécies (26) de plantas hospedeiras. Assim, seria importante a realização de uma coleta na estação chuvosa para confirmação da predominância das galhas caulinares na mata seca. É sabido, entretanto, que alguns autores (Cuervas-Reyes *et al.* 2004b; Co-

elho *et al.* 2009; Santos *et al.* 2011) encontraram maior riqueza de galhas nas folhas quando comparado a outros órgãos de plantas hospedeiras presentes em mata seca. No entanto, é importante ressaltar a grande frequência de galhas em caules de plantas de mata seca. Provavelmente, nesse *habitat*, ocorreu uma pressão evolutiva, favorecendo a seleção de galhadores capazes de induzir galhas em órgãos expostos continuamente ao ataque por herbívoros em um tempo ecológico. O baixo número de morfotipos de galhas semelhantes encontradas nos três ambientes indica a elevada presença de espécies vegetais exclusivas de cada *habitat* na APA do Rio Pandeiros, evidenciando, assim, a necessidade de estudos mais amplos sobre os insetos galhadores e suas plantas hospedeiras nessa região de transição entre os Biomas Cerrado-Caatinga. Dentre as espécies de plantas amostradas, *Copaifera langsdorffii* – Fabaceae (11 morfoespécies de galhas) foi encontrada nos três *habitats*, sendo uma das responsáveis

pela similaridade encontrada neste estudo. Em estudo realizado por Fernandes *et al.* (1988) no cerrado, também foi encontrada maior riqueza de galhas nessa espécie. Além disso, Maia e Fernandes (2004) encontram seis morfotipos de galhas em *C. langsdorffii* presentes em vegetação de Mata Atlântica. Costa *et al.* (2010) encontraram 23 morfotipos de galhas associadas a essa espécie em região de cerrado no norte de Minas Gerais, o que resalta essa planta como uma super-hospedeira de insetos indutores de galhas. Ambientes de transição entre os biomas de Cerrado e Caatinga apresentam alta riqueza de galhas quando comparados a outras fitofisionomias (Fernandes *et al.*, 2001; Julião *et al.*, 2002), porém baixa similaridade, devido à existência de poucas espécies vegetais hospedeiras comuns entre os *habitats*.

Este estudo corroborou a hipótese do estresse ambiental sobre a riqueza de galhas em ambiente de transição Cerrado-Caatinga, sendo evidenciada uma forte irradiação adaptativa para



Figura 10. Área de Mata Ciliar estudada (1) e morfoespécies de galhas encontradas nas plantas hospedeiras da Mata Ciliar (2-15), na Área de Proteção Ambiental do Rio Pandeiros, Minas Gerais, Brasil. Para identificação da planta hospedeira veja a Tabela 1.

Figure 10. Gallery forest site (1) and its gall morphospecies (2-15) in Área de Proteção Ambiental do Rio Pandeiros, north of Minas Gerais, Brazil. For more details, see Table 1.



Figura 11. Morfoespécies de galhas encontradas nas plantas hospedeiras da Mata Ciliar (16-28), na Área de Proteção Ambiental do Rio Pandeiros, Minas Gerais, Brasil. Para identificação da planta hospedeira veja a Tabela 1.

Figure 11. Gall morphospecies and their host plants in gallery forest (savanna) (16-28) in Área de Proteção Ambiental do Rio Pandeiros, north of Minas Gerais, Brazil. For more details, see Table 1.

galhadores em *habitats* xéricos, fato verificado também pela alta riqueza de galhas na mata seca, mesmo em períodos com ausência de folhas. Entretanto, ressaltamos a necessidade de estudos mais amplos sobre os insetos galhadores e suas plantas hospedeiras em regiões de transição, particularmente entre o Cerrado e a Caatinga, a fim de elucidar a ecologia e evolução de insetos galhadores nessa região extremamente ameaçada e pouco conhecida.

Agradecimentos

Agradecemos a S. D'Angelo Neto, pela identificação das espécies hospedeiras, a J.C. Santos, pela elaboração das figuras das galhas, a E.C.S. Almeida, pelo auxílio no campo, a M.L. Oliveira, pelo auxílio nas análises dos dados e ao Programa de Pós Graduação em Ciências Biológicas da Unimontes em parceria com o Programa de Pós Graduação em Ecologia e Manejo da Vida Silvestre (UFMG), pelo

apoio logístico para a realização deste estudo. O estudo contou com o apoio do CNPq (CT-Hidro 555980/2006-5, 55 8250/2009-2, 56 3304/2009-3, 47 2811/2006-1, 30 3352/2010-8) e da Fapemig (APQ-04105-10).

Referências

- ANTUNES, F.Z. 1994. Caracterização climática: caatinga do Estado de Minas Gerais. *In: Informe Agropecuário*, **17**:15-19.
- AZEVEDO, I.F.; NUNES, Y.R.F.; VELOSO, M.D.M.; NEVES, W.V.; FERNANDES, G.W. 2009. Preservação Estratégica para Recuperar o São Francisco. *Scientific American Brasil*, **83**:74-79.
- CARNEIRO, M.A.A.; BRANCO, C.S.A.; BRAGA, C.E.D.; ALMADA, E.D.; COSTA, M.B.M.; MAIA, V.C.; FERNANDES, G.W. 2009. Are gall midge species (Diptera, Cecidomyiidae) host-plant specialists? *Revista Brasileira de Entomologia*, **53**:365-378. <http://dx.doi.org/10.1590/S0085-56262009000300010>
- COELHO, M.S.; ALMADA, E.D.; FERNANDES, G.W.; CARNEIRO, M.A.A.; SANTOS, R.M.; SANCHEZ-AZOFEIFA, A. 2009. Gall inducing arthropods from a seasonally dry tropical forest in Serra do Cipó, Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia*, **53**:404-414. <http://dx.doi.org/10.1590/S0085-56262009000300015>
- COSTA, F.V.; FAGUNDES, M.; NEVES, F.S. 2010. Arquitetura da planta e diversidade de galhas associadas a *Copaifera langsdorffii* (Fabaceae). *Ecologia Austral*, **20**:9-17.
- CUEVAS-REYES, P.; QUESADA, M.; SIEBE, C.; OYAMA, K. 2004a. Spatial patterns of herbivory by gall-forming insects: a test of the soil fertility hypothesis in a Mexican tropical dry forest. *Oikos*, **107**:181-189. <http://dx.doi.org/10.1111/j.0030-1299.2004.13263.x>
- CUEVAS-REYES, P.; QUESADA, M.; HANSON, P.; DIRZO, R.; OYAMA, K. 2004b. Diversity of gall-inducing insects in a Mexican tropical dry forest: the importance of plant species richness, life-forms, host plant age and plant density. *Journal of Ecology*, **92**:707-716. <http://dx.doi.org/10.1111/j.0022-0477.2004.00896.x>
- ESPÍRITO-SANTO, M.M.; FERNANDES, G.W. 2007. How many species of galling insects are there on earth and where they are? *Annals of the Entomological Society of America*, **100**:95-99. [http://dx.doi.org/10.1603/0013-8746\(2007\)100\[95:HMSOGI\]2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1603/0013-8746(2007)100[95:HMSOGI]2.0.CO;2)
- FERNANDES, G.W.; PRICE, P.W. 1988. Biogeographical gradients in galling species richness: tests of hypotheses. *Oecologia*, **76**:161-167. <http://dx.doi.org/10.1007/BF00379948>

- FERNANDES, G.W.; TAMEIRÃO-NETO, E.; MARTINS, R.P. 1988. Ocorrência e caracterização de galhas entomógenas na vegetação do Campus Pampulha da Universidade Federal de Minas Gerais. *Revista Brasileira de Zoologia*, **5**:11-29.
<http://dx.doi.org/10.1590/S0101-81751988000100002>
- FERNANDES, G.W.; PRICE, P.W. 1991. Comparison of tropical and temperate galling species richness: the role of environmental harshness and plant nutrient status. In: P.W. PRICE; T. LEWINSOHN; G.W. FERNANDES; W.W. BENSON (eds.), *Plant-animal interactions: evolutionary ecology in tropical and temperate regions*. New York, John Wiley, p. 91-115.
- FERNANDES, G.W.; PRICE, P.W. 1992. The adaptive significance of insect gall distribution: survivorship of species in xeric and mesic habitats. *Oecologia*, **90**:14-20.
<http://dx.doi.org/10.1007/BF00317803>
- FERNANDES, G.W.; JULIÃO, G.R.; ARAÚJO, R.C.; ARAÚJO, S.C.; LOMBARDI, J.A.; NEGREIROS, D.; CARNEIRO, M.A. 2001. Distribution and morphology of insect galls of the Rio Doce Valley, Brazil. *Naturalia*, **26**:211-244.
- FERNANDES, G.W.; GONÇALVES-ALVIM, S.J.; CARNEIRO, M.A.A. 2005. Habitat-driven effects on the diversity of gall-inducing insects in the Brazilian cerrado. In: A. RAMAN; C.W. SCHAEFER; T.M. WITHERS (eds.), *Biology, ecology and evolution of gall-inducing arthropods*. New Hampshire, Science Publishers, p. 693-708.
- FIGUEIRÔA, J.M.; BARBOSA, D.C.A.; SIMABUKURO, E.A. 2004. Crescimento de plantas jovens de *Myracrodruon urundeuva* Allemão (Anacardiaceae) sob diferentes regimes hídricos. *Acta Botânica Brasileira*, **18**:573-580.
<http://dx.doi.org/10.1590/S0102-33062004000300015>
- FLECK, T.; FONSECA, C.R.B. 2007. Hipóteses sobre a riqueza de insetos galhadores: uma revisão considerando os níveis intra-específico, interespecífico e de comunidade. *Neotropical Biology and Conservation*, **2**:36-45.
- GONÇALVES-ALVIM, S.J.; FERNANDES, G.W. 2001. Comunidades de insetos galhadores em diferentes fisionomias do cerrado em Minas Gerais, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, **18**:289-305.
<http://dx.doi.org/10.1590/S0101-81752001000500025>
- JESUS, F.M.; SILVA, J.O.; FAGUNDES, M.; FERNANDES, G.W. 2012. Differential female attack and larval performance of a galling cecidomyiid on the host, *Astronium fraxinifolium* (Anacardiaceae), in contrasting habitats. *Entomological News*, **122**:10-21.
<http://dx.doi.org/10.3157/021.122.0102>
- JULIÃO, G.R.; AMARAL, M.E.; FERNANDES, G.W. 2002. Galhas de insetos e suas plantas hospedeiras no Pantanal Sul-Mato-Grossense. *Naturalia*, **27**: 47-74.
- JULIÃO, G.R.; FERNANDES, G.W.; NEGREIROS, D.; BEDÊ, L.; ARAÚJO, R.C. 2005. Insetos galhadores associados a duas espécies de plantas invasoras de áreas urbanas e peri-urbanas. *Revista Brasileira de Entomologia*, **49**:97-106.
<http://dx.doi.org/10.1590/S0085-56262005000100010>
- KAGEYAMA, P.Y.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M. 1993. Fatores que afetam a produção de sementes. In: I.B. AGUIAR; F.C.M. PINÃO-RODRIGUES; M.B. FIGLIOLIA (eds.), *Sementes Florestais Tropicais*. Brasília, Editora Abrates, p. 19-46.
- MAIA, V.C.; FERNANDES, G.W. 2004. Insect galls from Serra de São José (Tiradentes, MG, Brazil). *Brazilian Journal of Biology*, **6**:423-445.
<http://dx.doi.org/10.1590/S1519-69842004000300007>
- MARTINS, C.S. 2000. Caracterização física e fitogeográfica de Minas Gerais. In: M.P. MENDONÇA; L.V. LINS (eds.), *Lista vermelha das espécies ameaçadas de extinção da flora de Minas Gerais*. Belo Horizonte, Fundação Biodiversistas, Fundação Zôo-Botânica de Belo Horizonte, p. 35-43.
- MENDONÇA, M.S. 2001. Gallling insect diversity: the resource synchronization hypothesis. *Oikos*, **95**:171-176.
<http://dx.doi.org/10.1034/j.1600-0706.2001.950120.x>
- NASCIMENTO, A.R.T.; FELFILI, J.M.; MEIRELLES, E.M. 2004. Florística e estrutura da comunidade arbórea de um remanescente de Floresta Estacional Decidual de encosta, Monte Alegre, GO, Brasil. *Acta Botânica Brasileira*, **18**:659-669.
<http://dx.doi.org/10.1590/S0102-33062004000300023>
- NIMER, E.; BRANDÃO, A.M.P.M. 1989. *Balanço hídrico e clima da região dos cerrados*. Rio de Janeiro, IBGE, 162 p.
- PRICE, P.W.; FERNANDES, G.W.; LARA, A.C.F.; BRAWN, J.; GERLING, D.; BARRIOS, H.; WRIGHT, M.; RIBEIRO, S.P.; ROTH-CLIFF, N. 1998. Global patterns in local number of insect galling species. *Journal of Biogeography*, **25**:581-592.
<http://dx.doi.org/10.1046/j.1365-2699.1998.2530581.x>
- RIBEIRO, J.F.; WALTER, B.M.T. 1998. Fitofisionomias do bioma Cerrado. In: S.M. SANO; S.P. ALMEIDA (eds.), *Cerrado: ambiente e flora*. Planaltina, Embrapa, p. 89-166.
- RIBEIRO-MENDES, H.G.; FERNANDES, G.W.; SILVA, I.M. 2002. Plant sex and habitat effects on the survivorship of insect galls within the geographical range of the host-plant. *Tropical Zoological*, **15**:5-15.
<http://dx.doi.org/10.1080/03946975.2002.10531163>
- SANTOS, R.M.; VIEIRA, F.A.; FAGUNDES, M.; NUNES, Y.R.F.; GUSMÃO, E. 2007. Riqueza e similaridade florística de oito remanescentes florestais no norte de Minas Gerais, Brasil. *Revista Árvore*, **31**:135-144.
<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622007000100015>
- SANTOS, J.C.; ALMEIDA-CORTEZ, J.S.; FERNANDES, G.W. 2011. Richness of gall-inducing insects in the tropical dry forest (caatinga) of Pernambuco. *Revista Brasileira de Entomologia*, **55**:45-54.
<http://dx.doi.org/10.1590/S0085-56262011000100009>
- THORNTHWAITE, C.W. 1948. An approach toward a rational classification of climate. *Geographical Review*, **38**(1):55-94.
<http://dx.doi.org/10.2307/210739>
- TRUMBULE, R.B.; DENNO, R.F. 1995. Light intensity, host-plant irrigation, and habitat-related mortality as determinants of the abundance of azalea lace bug (Heteroptera: Tingidae). *Environmental Entomology*, **24**:898-908.
- ZAR, J.H. 1996. *Biostatistical analysis*. 3ª ed., New Jersey, Prentice-Hall, 512 p.

Submitted on December 27, 2011

Accepted on September 10, 2012