

Comunidades de insetos galhadores (Insecta) em diferentes fisionomias do cerrado em Minas Gerais, Brasil

Silmary J. Gonçalves-Alvim^{1, 2}
Geraldo Wilson Fernandes²

ABSTRACT. Gallling insect (Insecta) communities in different “cerrado” physiognomies in Minas Gerais, Brazil. Studies on the communities of galling insects and their host plants were performed in three “cerrado” physiognomies that occur in Minas Gerais: “campo sujo”, “cerrado” *sensu strictu*, and “cerradão”. Galls and host plants were collected along transects in a total of 3,000 herbs, 300 shrubs and 135 trees in each physiognomy. Ninety two species of galling insects (morphotypes) on 62 host plant species of 28 families were found. The highest galling insect richness was observed in the “cerrado”. Approximately 75.0% of galling insects belonged to the Cecidomyiidae (Diptera). The highest gall frequency was found on leaves (58.70%) of the host plants, and was glabrous (83.70%). Most gall shape were elliptic (30.43%). A low similarity in galling insect species was observed among the three sampled physiognomies - the highest similarity index was observed between “cerrado” and “campo sujo” (Sørensen index = 0.20), indicating that the presence of rare species of galling insects might be common in these environments.

KEY WORDS. Biodiversity, cerrado, galling richness, insect galls, insect-plant interaction

A existência de um gradiente de fertilidade do solo, no sentido cerradão > cerrado > campo sujo, juntamente com outros fatores (e.g., profundidade e textura do solo, regime de água, efeito do fogo, exposição diferencial ao frio, diferenças de drenagem e ação antrópica), determinam as diferentes fisionomias e, possivelmente, características escleromórficas da vegetação em áreas de cerrado (GOODLAND & FERRI 1979; GONÇALVES-ALVIM & FERNANDES 2001).

Segundo FERNANDES & PRICE (1988, 1991), as plantas mediam o efeito do estresse abiótico (i.e., deficiência de água e de nutrientes essenciais no solo) na riqueza de insetos galhadores. Em ambientes estressados nutricionalmente, as plantas desenvolveriam mecanismos de tolerância à menor disponibilidade de nutrientes com a estocagem, em excesso, de carboidratos e lipídios, e baixa produção de proteínas (GOODLAND 1971). Deste modo, tornar-se-iam mais esclerófilas, com folhas e caules coriáceos, folhas com reduzida probabilidade de abscisão, e alta concentração de compostos de defesa nos tecidos (e.g., glicosídeos cianogênicos, alcalóides, compostos fenólicos e terpenóides) (FERNANDES & PRICE 1988, 1991).

1) Curso de Pós-graduação em Ecologia, Conservação e Manejo de Vida Silvestre, Universidade Federal de Minas Gerais. Caixa Postal 486, 30161-970 Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil.

2) Laboratório de Ecologia Evolutiva de Herbívoros Tropicais, Departamento de Biologia Geral, Universidade Federal de Minas Gerais. Caixa Postal 486, 30161-970 Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil. E-mail: silmary@icb.ufmg.br

Este conjunto de características (cenário ambiental) seria então responsável pelo sucesso evolutivo de insetos galhadores em plantas esclerófilas, com a ação de predadores, parasitas e patógenos sobre os insetos galhadores sendo menos efetivas em ambientes mais estressados (FERNANDES & PRICE 1988, 1991, 1992; FERNANDES *et al.* 1994; PRICE *et al.* 1998; RIBEIRO *et al.* 1998).

A estrutura da comunidade vegetal, que abrange tanto a diversidade quanto a composição florística e complexidade estrutural, também é um fator de grande relevância na predição de taxa de ataque de herbívoros (MUDDOCH *et al.* 1972; SOUTHWOOD *et al.* 1979; SANDERSON 1992). MUDDOCH *et al.* (1972) observou uma forte correlação entre diversidade de insetos fitófagos (Homoptera) e diversidade das espécies vegetais em campos abandonados nos E.U.A. Além disso, o isolamento taxonômico (medido como o número de espécies de um mesmo gênero em uma mesma região) pode fazer com que plantas hospedeiras congenéricas tenham mais espécies de insetos herbívoros (LAWTON & SCHRÖDER 1977; FERNANDES 1992). Portanto, desde que insetos galhadores são altamente especializados, as espécies vegetais disponíveis influenciam fortemente a estrutura de suas comunidades.

O conhecimento da riqueza de insetos galhadores e flora associada em ecossistemas tropicais é importante para o entendimento e determinação de padrões globais de distribuição deste grupo de herbívoros. Entretanto, poucos estudos têm sido realizados nas regiões tropicais enfocando este aspecto. No Brasil, estes estudos foram iniciados por TAVARES (1915, 1917a,b, 1922) e importantes contribuições foram dadas posteriormente por FERNANDES *et al.* (1988, 1995a,b, 1997), em áreas de cerrado. Assim, neste trabalho pretende-se investigar a composição das comunidades de insetos galhadores em três fisionomias de vegetação no cerrado de Minas Gerais, campo sujo, cerrado *sensu strictu* e cerradão, contribuindo para a obtenção de dados ecológicos que auxiliem estudos biogeográficos e a conservação deste Bioma.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O estudo foi realizado na Estação Ecológica de Pirapitinga (EEP), que se situa no município de Três Marias, noroeste de MG (18°20'S a 18°23'S e 45°17'W a 45°20'W) em altitudes que variaram de 590 m a 630 m acima do nível do mar. Possui uma área de aproximadamente 1.000 ha, que varia em função da alteração no nível do Reservatório da Usina Hidrelétrica de Três Marias (AZEVEDO *et al.* 1987). O enchimento do reservatório da Usina foi completado em 1962, ocasião em que a atual área da EEP adquiriu a feição de ilha. A cobertura vegetal compreende o cerrado com três fisionomias bem nítidas: cerradão, cerrado *sensu strictu* e campo sujo (AZEVEDO *et al.* 1987). As coletas foram realizadas em nove manchas de vegetação, sendo três de cerradão, três de cerrado e três de campo sujo. O clima, em áreas de cerrado nesta região, é do tipo tropical (Aw, segundo a classificação de Köppen), a temperatura média anual é de 22° C e a precipitação média anual acima de 1.600 mm (GOODLAND & FERRI 1979; EITEN 1993). As áreas situam-se em uma mesma localidade, o que garante uma maior uniformidade, e minimiza o efeito do clima e de fatores históricos nas amostras da vegetação.

Métodos

As amostragens foram mensais e realizadas no período de março a agosto de 1998. Para coleta de galhas e plantas hospedeiras, em cada área de amostragem, foi delimitado um transecto com 10 m de largura com auxílio de trena e mapa, na direção N-S a partir do centro da área. As coletas foram realizadas ao longo deste transecto, cujo comprimento foi definido de acordo com o número dos diferentes tipos arquitetônicos observados. As categorias arquitetônicas das plantas utilizadas foram ervas, arbustos, árvores, plantas lenhosas (arbusto + árvore) e todas as plantas (ervas + arbustos + árvores), que deveriam totalizar de 1.000 ervas, 100 arbustos e 45 árvores (FERNANDES & PRICE 1988; LARA & FERNANDES 1996). Esse método de amostragem de galhadores têm sido utilizado em inúmeros trabalhos, permitindo comparações entre comunidades de galhadores em diferentes partes do mundo (veja FERNANDES & PRICE 1988; PRICE *et al.* 1998, GONÇALVES-ALVIM & FERNANDES 2001).

Plantas hospedeiras foram coletadas, armazenadas em sacos plásticos, separadas por morfoespécies e identificadas ao nível de espécie, quando possível. As galhas foram separadas por morfoespécies de insetos galhadores, através de características das galhas, como cor, pilosidade, distribuição, órgão hospedeiro e família do inseto (FLOATE *et al.* 1996). No laboratório, todas as plantas (independente da presença de galhas) e galhas foram herborizadas e, após identificação, depositadas na coleção de galhas da Universidade Federal de Minas Gerais. Todas as galhas foram ainda ilustradas através de desenhos à mão livre (Tab. I, Figs 1-92).

Análise dos dados

As diferenças no número de galhas entre as fisionomias estudadas foram comparadas através da análise de variância (One-Way ANOVA) e teste de comparações múltiplas (Tukey-test) (ZAR 1996). Foram calculados, ainda, índices de similaridade de Sørensen, baseados na riqueza de espécies de insetos galhadores nas fisionomias amostradas.

RESULTADOS

Foi observado um total de 92 espécies (morfotipos) de insetos galhadores em 28 famílias de plantas e 62 espécies vegetais (Tab. II). A maior riqueza de insetos galhadores foi observada no cerrado (total de 52 espécies e média de 18 espécies de galhadores por área amostrada), seguido de campo sujo (total de 28 e $\bar{x} = 13$ espécies) e cerradão (total de 23 e $\bar{x} = 8$ espécies) (Fig. 93).

As famílias de plantas com maior abundância de espécies hospedeiras e com maior número de espécies de galhadores foram Leguminosae, Myrtaceae, Malpighiaceae, Asteraceae, Erythroxylaceae, e Bignoniaceae (Tab. II). Juntas, estas famílias englobaram cerca de 60,0% das espécies de plantas hospedeiras e apresentaram 64,0% das espécies de galhadores amostrados. *Byrsonima coccolobifolia* H. B. & K. (Malpighiaceae), *Myrcia* sp. (Myrtaceae), *Bauhinia brevipes* Vog. (Leguminosae), *Bowdichia virgilioides* H.B. & K. (Leguminosae), *Eriotheca gracilipes* (K. Schum.) A. Robyns (Bombacaceae), e *Qualea parviflora* Mart. (Vochysiaceae) foram as espécies de plantas que acumularam maior riqueza de insetos galhadores (com três ou quatro espécies de galhadores cada; Tab. I). A maioria das plantas

Tabela I. Características das plantas hospedeiras (família, espécie, tipo de arquitetura e órgão atacado) e das galhas (morfologia e grupo taxonômico do seu inseto indutor) coletadas no cerrado da Estação Ecológica de Pirapitinga, Três Marias, Minas Gerais, Brasil. (ce) Cerrado, (cs) campo sujo, (cr) cerrado.

Planta Hospedeira		Morfologia da galha							Fisionomia		Figura
Família	Espécie	Arquitetura	Órgão	Forma	Cor	Pubescência	Ocorrência	Lojas	Galhador		
Annonaceae	<i>Xylopia aromatica</i> (Lam.) Mart.	Árvore	Folha	Globóide	Marrom	Ausente	Isolada	1	Cecidomyiidae	Cr	1
Apocynaceae	<i>Aspidosperma tomentosum</i> Mart.	Árvore	Ramo	Elipsóide	Marrom	Ausente	Isolada	1	Coleoptera	Ce	2
			Folha	Discóide	Verde	Ausente	Isolada	1	Cecidomyiidae	Ce	3
Araliaceae	<i>Schefflera cf. macrocarpa</i> (Seem.) D.C.Frodin	Árvore	Folha	Discóide	Verde	Ausente	Agrupada	1	Cecidomyiidae	Ce	4
Asteraceae	<i>Vernonia</i> sp.	Arbusto	Ramo	Globóide	Marrom	Ausente	Agrupada	> 2	Cecidomyiidae	Cs	5
	sp. 1	Arbusto	Folha	Esferóide	Verde	Presente	Agrupada	1	Cecidomyiidae	Ce	6
			Ramo	Elipsóide	Marrom	Ausente	Isolada	1	Lepidoptera	Ce	7
	sp. 2	Erva	Ramo	Elipsóide	Verde	Presente	Isolada	1	Lepidoptera	Ce	8
	sp. 3	Erva	Ramo	Elipsóide	Marrom	Ausente	Isolada	1	Cecidomyiidae	Ce	9
			Ramo	Globóide	Verde	Ausente	Isolada	> 2	Cecidomyiidae	Cs	10
	sp. 4	Erva	Ramo	Globóide	Marrom	Presente	Isolada	> 2	Cecidomyiidae	Cs	11
Bignoniaceae	<i>Anemopaegma arvense</i> (Vell.) Stelf. Ex de souza	Erva	Ramo	Esferóide	Verde	Ausente	Isolada	> 2	Cecidomyiidae	Ce	12
	<i>Arrabidaea brachypoda</i> (D.C.) Bur.	Arbusto	Folha	Discóide	Marrom-esverdeada	Ausente	Agrupada	1	Cecidomyiidae	Cs	13
	<i>Arrabidaea</i> sp.	Erva	Ramo	Elipsóide	Marrom	Ausente	Agrupada	1	Cecidomyiidae	Cr	14
	<i>Tabebuia caraiba</i> Bureau	Árvore	Ramo	Discóide	Marrom	Ausente	Agrupada	> 2	Cecidomyiidae	Ce	15
Bombacaceae	<i>Eriotheca gracilipes</i> (K. Schum.) A. Robyns	Árvore	Folha	Discóide	Marrom	Presente	Agrupada	1	Cecidomyiidae	Ce	16
			Ramo	Elipsóide	Marrom	Ausente	Isolada	> 2	Curculionidae	Ce, Cr	17
			Ramo, folha	Esferóide	Verde	Ausente	Isolada	1	Cecidomyiidae	Cr	18
Burseraceae	<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) March.	Árvore	Folha	Esferóide	Verde	Presente	Agrupada	1	Cecidomyiidae	Cr	19
Chrysobalanaceae	<i>Hirtella gracilipes</i> (Hook. F.) Prance	Árvore	Folha	Discóide	Laranja	Ausente	Isolada	1	Cecidomyiidae	Cr	20
Convolvulaceae	<i>Ipomoea</i> sp.	Erva	Folha	Esferóide	Verde	Presente	Isolada	1	Cecidomyiidae	Ce	21
Dilleniaceae	<i>Davilla rugosa</i> Poir.	Arbusto	Folha	Discóide	Verde	Ausente	Isolada	1	Cecidomyiidae	Ce	23
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum campestre</i> St. Hill	Árvore	Folha	Discóide	Marrom	Ausente	Agrupada	1	Hymenoptera	Ce	24
			Ramo	Elipsóide	Marrom	Ausente	Agrupada	> 2	Hymenoptera	Ce	25
	<i>Erythroxylum tortuosum</i> Mart.	Árvore	Folha	Discóide	Verde	Ausente	Agrupada	1	Cecidomyiidae	Ce, Cs	26
	<i>Erythroxylum</i> sp. 1	Árvore	Folha	Esferóide	Marrom-alaranjada	Presente	Isolada	> 2	Cecidomyiidae	Ce	27
	<i>Erythroxylum</i> sp. 2	Árvore	Folha	Globóide	Marrom-alaranjada	Presente	Isolada	> 2	Cecidomyiidae	Cr	28
			Ramo	Elipsóide	Marrom	Ausente	Agrupada	1	Lepidoptera	Cr	29

Continua

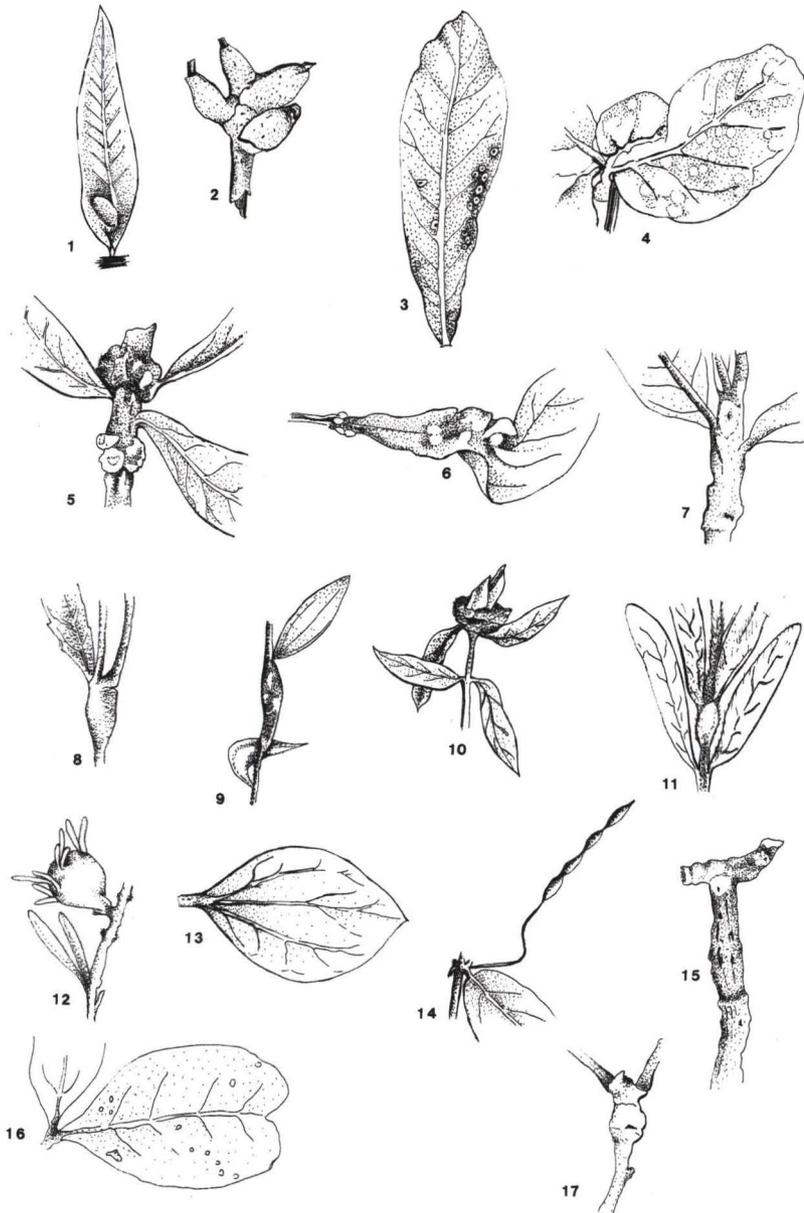
Tabela I. Continuação.

Família	Planta Hospedeira		Morfologia da galha							Fisionomia		Figura
	Espécie	Arquitetura	Órgão	Forma	Cor	Pubescência	Ocorrência	Lojas	Galhador			
Euphorbiaceae	<i>Chamaesyce</i> sp.	Erva	Folha	Elipsóide	Marrom	Presente	Isolada	1	Hemiptera	Ce	30	
	<i>Croton antisyphiliticus</i> Mart. Engl.	Arbusto	Ramo	Elipsóide	Laranja-esverdeada	Ausente	Isolada	1	Cecidomyiidae	Cs	31	
			Folha	Discóide	Laranja-esverdeada	Ausente	Agrupada	1	Cecidomyiidae	Cs	32	
Gentianaceae	<i>Iribachia speciosa</i> (Cham. & Schlecht) Mass	Erva	Folha	Elipsóide	Verde	Ausente	Agrupada	–	Thysanoptera	Cs	33	
Guttiferae	<i>Kielmeyera coriacea</i> (Spreng.) Mart.	Árvore	Folha	Discóide	Marrom	Ausente	Agrupada	1	Cecidomyiidae	Ce	34	
	<i>Kielmeyera</i> sp.	Árvore	Folha	Discóide	Verde	Ausente	Agrupada	1	Cecidomyiidae	Ce	35	
			Ramo	Globóide	Marrom	Ausente	Agrupada	> 2	Cecidomyiidae	Ce	36	
Krameriaceae	<i>Krameria</i> sp.	Erva	Ramo	Elipsóide	Verde	Presente	Isolada	> 2	Cecidomyiidae	Ce	22	
Lamiaceae	<i>Hyptis</i> sp.	Erva	Ramo	Globóide	Marrom	Ausente	Isolada	1	Lepidoptera	Ce	37	
Leguminosae	<i>Andira</i> sp.	Árvore	Folha	Esferóide	Amarela	Ausente	Agrupada	1	Cecidomyiidae	Cs	38	
			Folha	Discóide	Amarela esverdeada	Ausente	Agrupada	1	Cecidomyiidae	Cs	39	
			Folha	Elipsóide	Marrom-esverdeada	Ausente	Isolada	1	Cecidomyiidae	Cs	40	
			Folha	Cilíndrica	Marrom	Ausente	Agrupada	1	Cecidomyiidae	Ce	41	
	<i>Acosmium dasycarpum</i> (Vog.) Benth.	Árvore	Folha	Discóide	Verde	Ausente	Isolada	> 2	Cecidomyiidae	Ce	42	
			Folha	Discóide	Verde	Ausente	Agrupada	1	Cecidomyiidae	Cs	43	
	<i>Bauhinia brevipes</i> Vog.	Arbusto	Folha	Elipsóide	Verde	Ausente	Isolada	1	Lepidoptera	Ce	44	
			Ramo	Elipsóide	Marrom	Ausente	Isolada	> 2	Cecidomyiidae	Ce	45	
			Ramo	Elipsóide	Marrom	Ausente	Isolada	> 2	Cecidomyiidae	Ce	46	
	<i>Bowdichia virgilioides</i> H.B. & K.	Árvore	Folha	Cilíndrica	Marrom	Ausente	Isolada	1	Cecidomyiidae	Ce	47	
			Folha	Discóide	Verde	Ausente	Isolada	1	Cecidomyiidae	Ce	48	
			Folha	Elipsóide	Verde	Ausente	Isolada	1	Cecidomyiidae	Cs	49	
	<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	Árvore	Folha	Esferóide	Amarela-alaranjada	Ausente	Agrupada	> 2	Cecidomyiidae	Cr	50	
	<i>Copaifera</i> sp.1	Arbusto	Folha	Esferóide	Marrom	Ausente	Isolada	> 2	Hymenoptera	Cs	51	
	<i>Copaifera</i> sp.2	Arbusto	Ramo	Esferóide	Amarela-esverdeada	Ausente	Isolada	> 2	Hymenoptera	Ce	52	
			Ramo	Esferóide	Amarela-esverdeada	Ausente	Isolada	1	Cecidomyiidae	Ce	53	
	<i>Dimorphandra mollis</i> Benth.	Árvore	Folha	Elipsóide	Verde	Presente	Isolada	1	Cecidomyiidae	Ce	54	
	<i>Eriosema</i> sp.	Arbusto	Ramo	Elipsóide	Marrom	Ausente	Agrupada	> 2	Curculionidae	Ce	55	
	<i>Machaerium opacum</i> Vog.	Árvore	Ramo	Discóide	Marrom	Ausente	Agrupada	1	Cecidomyiidae	Ce	56	
			Folha	Discóide	Marrom	Ausente	Isolada	1	Cecidomyiidae	Ce	57	
	<i>Swartzia</i> sp.	Árvore	Folha	Discóide	Marrom	Ausente	Isolada	1	Cecidomyiidae	Cs	58	
			Folha	Elipsóide	Marrom	Ausente	Isolada	1	Cecidomyiidae	Cs	59	
	sp.1	Erva	Ramo	Globóide	Marrom	Ausente	Agrupada	> 2	Cecidomyiidae	Cs	60	
	sp.2	Árvore	Folha	Discóide	Verde	Ausente	Agrupada	1	Cecidomyiidae	Cr	61	
			Ramo	Elipsóide	Marrom	Ausente	Agrupada	> 2	Hymenoptera	Cr	72	

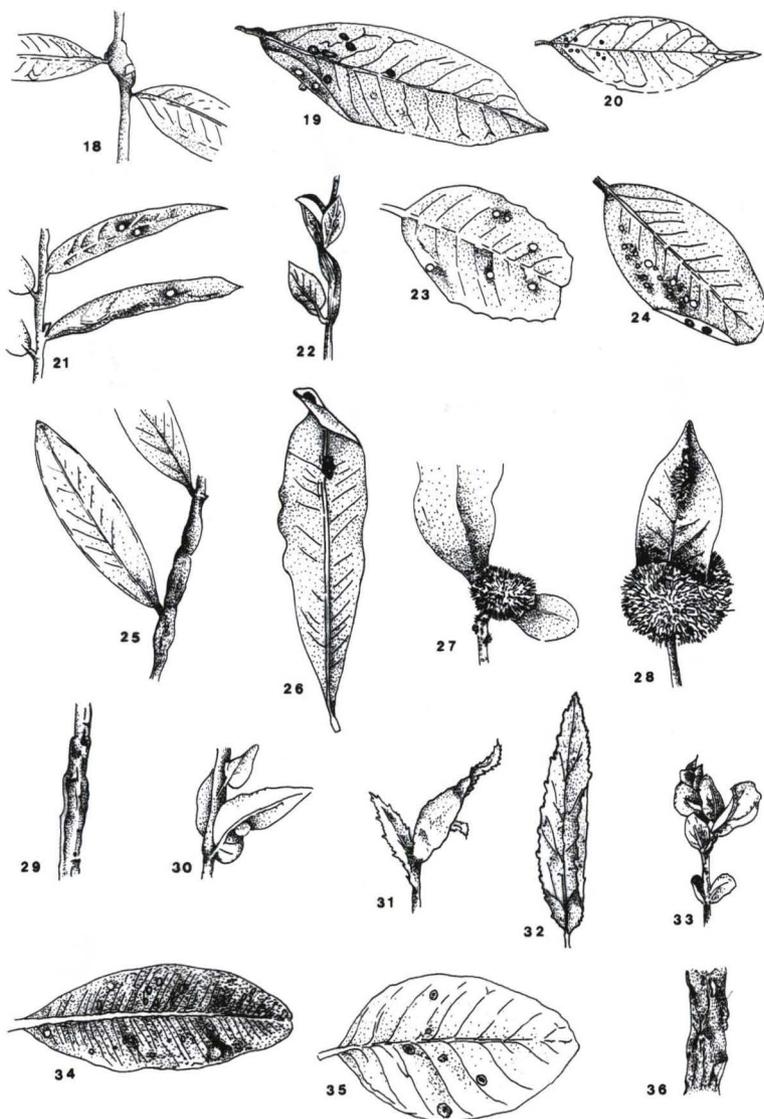
Continua

Tabela I. Continuação.

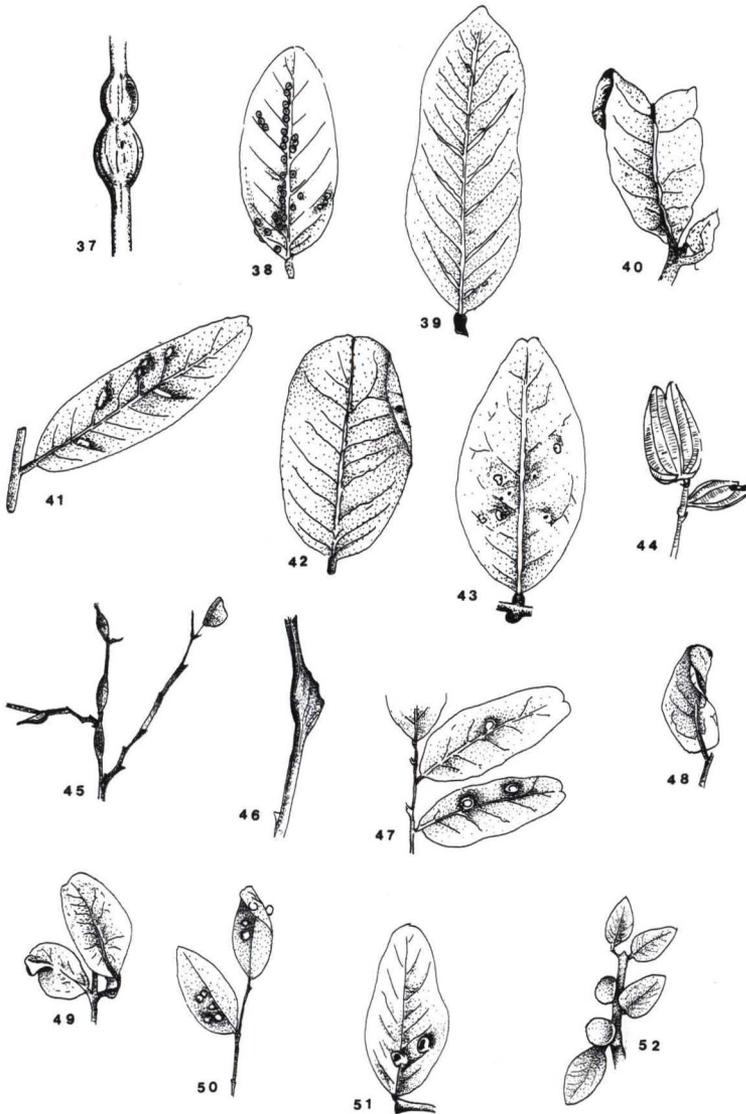
Planta Hospedeira		Morfologia da galha								Fisionomia	Figura
Família	Espécie	Arquitetura	Órgão	Forma	Cor	Pubescência	Ocorrência	Lojas	Galhador		
Malpighiaceae	<i>Byrsonima coccobifolia</i> H. B. & K.	Árvore	Ramo	Globóide	Marrom	Ausente	Isolada	> 2	Hymenoptera	Ce	62
			Folha	Globóide	Verde-amarelada	Ausente	Isolada	1	Cecidomyiidae	Ce, Cs	63
		Folha	Cônica	Verde-alaranjada	Ausente	Agrupada	1	Cecidomyiidae	Ce	64	
	<i>Byrsonima crassifolia</i> H. B. & K.	Árvore	Folha	Elipsóide	Verde	Ausente	Isolada	1	Cecidomyiidae	Ce	65
			Folha	Cônica	Verde-alaranjada	Presente	Isolada	1	Cecidomyiidae	Ce	66
		Árvore	Folha	Cônica	Verde	Ausente	Agrupada	1	Cecidomyiidae	Cs	67
		Árvore	Folha	Elipsóide	Verde	Ausente	Isolada	1	Cecidomyiidae	Ce	68
Melastomataceae	<i>Miconia albicans</i> (Sw) Triana	Árvore	Ramo	Discóide	Verde	Ausente	Isolada	1	Cecidomyiidae	Cr	69
			Árvore	Folha	Elipsóide	Marrom	Ausente	Agrupada	> 2	Cecidomyiidae	Cr
Myrsinaceae	<i>Cybianthus</i> sp.	Árvore	Folha	Elipsóide	Marrom-alaranjada	Presente	Agrupada	> 2	Cecidomyiidae	Cr	71
			Ramo	Elipsóide	Marrom	Ausente	Agrupada	> 2	Hymenoptera	Cr	72
Myrtaceae	<i>Eugenia dysenterica</i> D.C.	Árvore	Folha	Elipsóide	Marrom	Ausente	Agrupada	> 2	Coccidae	Ce, Cs	73
			Folha	Esferóide	Verde	Ausente	Isolada	1	Cecidomyiidae	Cs	74
		Árvore	Ramo	Globóide	Verde	Ausente	Isolada	> 2	Hymenoptera	Ce, Cr	75
	<i>Eugenia</i> sp.1	Árvore	Ramo	Elipsóide	Verde	Ausente	Agrupada	> 2	Hymenoptera	Ce, Cs, Cr	76
			Ramo	Elipsóide	Marrom	Ausente	Agrupada	> 2	Hymenoptera	Cs	77
	<i>Eugenia</i> sp.2	Árvore	Folha	Globóide	Verde	Ausente	Isolada	> 2	Cecidomyiidae	Cr	78
			Folha	Globóide	Verde	Ausente	Isolada	> 2	Cecidomyiidae	Cr	79
			Ramo	Roseta	Lilás-esverdeada	Ausente	Agrupada	-	Thysanoptera	Cr	80
	<i>Myrcia</i> sp.	Árvore	Ramo	Elipsóide	Marrom	Ausente	Agrupada	> 2	Cecidomyiidae	Cr	81
Ramo			Elipsóide	Marrom	Ausente	Agrupada	> 2	Hymenoptera	Cr	82	
Ramo			Elipsóide	Marrom	Ausente	Agrupada	> 2	Hymenoptera	Cr	83	
Nyctaginaceae	<i>Myrcia torta</i> D.C.	Árvore	Folha	Globóide	Verde	Ausente	Agrupada	1	Cecidomyiidae	Ce, Cs	83
			Folha	Globóide	Verde	Ausente	Agrupada	1	Cecidomyiidae	Ullella sp.	
Ochnaceae	<i>Ouratea floribunda</i> (St. Hil.) Engl.	Árvore	Folha	Discóide	Verde	Ausente	Agrupada	1	Cecidomyiidae	Cs	84
Oxalidaceae	<i>Oxalis</i> sp.	Árvore	Folha	Legume	Verde	Presente	Isolada	1	Cecidomyiidae	Ce	85
Proteaceae	<i>Roupala montana</i> Aubl.	Árvore	Ramo	Globóide	Marrom	Ausente	Agrupada	1	Cecidomyiidae	Cr	86
Rubiaceae	<i>Sapicia brasiliensis</i> Wernhm sp.1	Árvore	Folha	Esferóide	Marrom	Ausente	Isolada	1	Cecidomyiidae	Cs	87
			Ramo	Globóide	Marrom	Ausente	Isolada	> 2	Cecidomyiidae	Cr	88
Turneraceae	<i>Piriqueta aurea</i> (Camb.) Urban	Árvore	Ramo	Globóide	Verde	Presente	Agrupada	> 2	Cecidomyiidae	Cs	89
Vochysiaceae	<i>Qualea parviflora</i> Mart.	Árvore	Ramo	Elipsóide	Marrom	Ausente	Agrupada	1	Hymenoptera	Ce, Cs	90
			Folha	Elipsóide	Marrom	Ausente	Isolada	1	Cecidomyiidae	Ce, Cs	91
			Folha	Discóide	Verde	Ausente	Agrupada	1	Cecidomyiidae	Ce, Cs	92



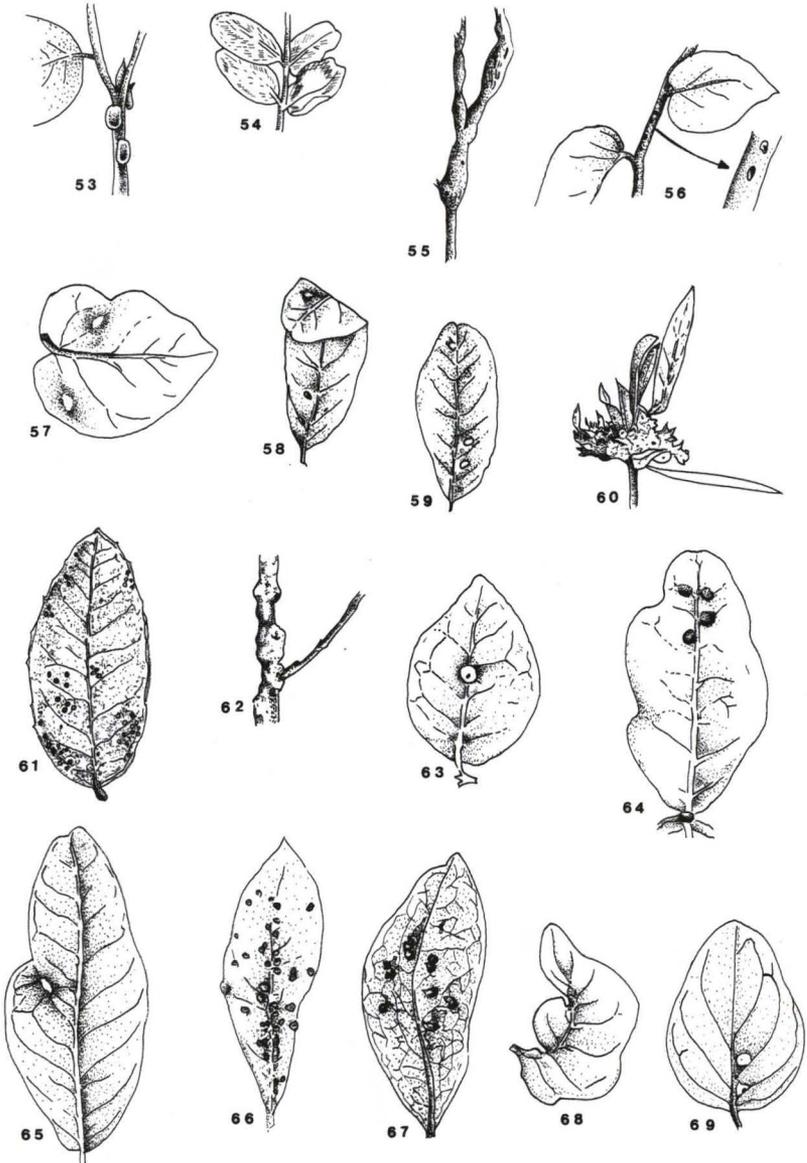
Figs 1-17. Galhas em plantas hospedeiras no cerrado da Estação Ecológica de Pirapitinga, Minas Gerais: (1) *Xylopia aromatica* (Lam.) Mart. (Annonaceae); (2-3) *Aspidosperma tomentosum* Mart. (Apocynaceae); (4) *Schefflera cf. macrocarpa* (Seem.) D.C. Frodin (Araliaceae); (5) *Vernonia* sp. (Asteraceae); (6-7) Asteraceae sp. 1, (8) Asteraceae sp. 2; (9-10) Asteraceae sp. 3; (11) Asteraceae sp. 4; (12) *Anemopaegma arvense* (Vell.) Stellf. Ex de souza (Bignoniaceae); (13) *Arrabidaea brachypoda* (D.C.) Bur. (Bignoniaceae); (14) *Arrabidaea* sp. (Bignoniaceae); (15) *Tabebuia caraiba* Bureau (Bignoniaceae), (16-17) *Eriotheca gracilipes* (K. Schum.) A. Robyns (Bombacaceae).



Figs 18-36. Galhas em plantas hospedeiras no cerrado da Estação Ecológica de Pirapitinga, Minas Gerais: (18) *Eriotheca gracilipes* (K. Schum.) A. Robyns (Bombacaceae); (19) *Protium heptaphyllum* (Aubl.) March. (Burseraceae); (20) *Hirtella gracilipes* (Hook. F.) Prance (Chrysobalanaceae); (21) *Ipomoea* sp. (Convolvulaceae); (22) *Krameria* sp. (Krameriaceae); (23) *Davilla rugosa* Poir. (Dilleniaceae); (24-25) *Erythroxyllum campestre* St. Hill (Erythroxylaceae); (26) *Erythroxyllum tortuosum* Mart. (Erythroxylaceae); (27) *Erythroxyllum* sp. 1 (Erythroxylaceae); (28-29) *Erythroxyllum* sp. 2 (Erythroxylaceae), (30) *Chamaesyce* sp. (Euphorbiaceae); (31-32) *Croton antisiphiliticus* Mart. Engl. (Euphorbiaceae); (33) *Irlbachia speciosa* (Cham. & Schlecht) Mass (Gentianaceae); (34) *Kielmeyera coriacea* (Spreng.) Mart. (Guttiferae); (35-36) *Kielmeyera* sp. (Guttiferae).



Figs 37-52. Galhas em plantas hospedeiras no cerrado da Estação Ecológica de Pirapitinga, Minas Gerais: (37) *Hyptis* sp. (Lamiaceae) (38-42) *Andira* sp. (Leguminosae); (42-43) *Acosmium dasycarpum* (Vog.) Benth. (Leguminosae); (44-46) *Bauhinia brevipes* Vog. (Leguminosae); (47-49) *Bowdichia virgilioides* H.B. & K. (Leguminosae); (50) *Copaifera langsdorfii* Desf. (Leguminosae); (51) *Copaifera* sp. 1 (Leguminosae); (52) *Copaifera* sp. 2 (Leguminosae).



Figs 53-69. Galhas em plantas hospedeiras no cerrado da Estação Ecológica de Pirapitinga, Minas Gerais: (53) *Copaifera* sp. 2 (Leguminosae); (54) *Dimorphandra mollis* Benth. (Leguminosae); (55) *Eriosema* sp. (Leguminosae); (56-57) *Machaerium opacum* Vog. (Leguminosae); (58-59) *Swartzia* sp. (Leguminosae); (60) Leguminosae sp. 1; (61) Leguminosae sp. 2 (62-65) *Byrsonima coccolobifolia* H.B. & K. (Malpighiaceae); (66) *Byrsonima crassifolia* H.B. & K. (Malpighiaceae); (67) *Byrsonima verbascifolia* A. Juss. (Malpighiaceae); (68) *Heteropterys byrsonimifolia* A. Juss. (Malpighiaceae); (69) Malpighiaceae sp. 1.



Figs 70-92. Galhas em plantas hospedeiras no cerrado da Estação Ecológica de Pirapitinga, Minas Gerais: (70) *Miconia albicans* (Sw) Triana (Melastomataceae); (71-72) *Cybianthus* sp. (Myrsinaceae); (73-74) *Eugenia dysenterica* D.C. (Myrtaceae); (75-76) *Eugenia* sp. 1 (Myrtaceae); (77) *Eugenia* sp. 2 (Myrtaceae); (78-81) *Myrcia* sp. (Myrtaceae); (82) *Myrcia torta* D.C. (Myrtaceae); (83) *Neea theifera* Oerst. (Nyctaginaceae); (84) *Ouratea floribunda* (St. Hil.) Engl. (Ochnaceae); (85) *Oxalis* sp. (Oxalidaceae); (86) *Roupala montana* Aubl. (Proteaceae); (87) *Sapicia brasiliensis* Wernhm (Rubiaceae), (88) *Rubiaceae* sp. 1; (89) *Piriqueta aurea* (Camb.) Urban (Turneraceae); (90-92) *Qualea parviflora* Mart. (Vochysiaceae).

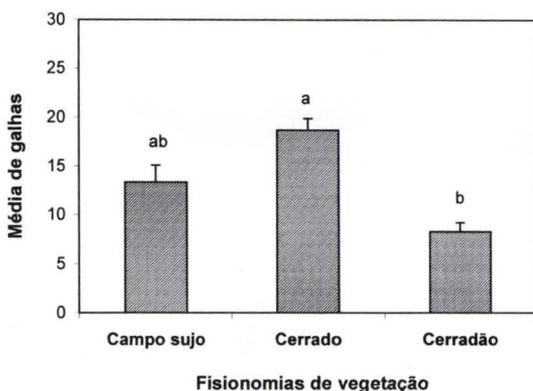


Fig. 93. Média de galhas por fisionomia de vegetação (três áreas em cada fisionomia) no cerrado da Estação Ecológica de Pirapitinga, Minas Gerais, no período de março a agosto de 1998. Linhas sobre as barras indicam o erro padrão (One-Way ANOVA, $F_{2,8} = 15,02$; $p < 0,05$). Letras diferentes representam diferenças estatisticamente significantes (Teste de Tukey, $p < 0,05$).

hospedeiras de galhas observadas neste estudo apresentou hábito arbóreo (50,0%), seguido do pelos hábitos arbustivo (27,42%) e herbáceo (22,58%). Além disso, a maior parte das galhas (82,60%) foi amostrada em plantas lenhosas [árvores ($n = 55$) e arbustos ($n = 16$)], e apenas 17,40 % foram observadas em ervas ($n = 21$).

As áreas de cerrado suportaram o maior número de espécies hospedeiras das famílias Leguminosae (54,2% das espécies) e Malpighiaceae (62,5%), enquanto as Myrtaceae foram encontradas principalmente no cerradão (50,0%) (Tab. II). Espécies de Asteraceae com galhas foram apenas observadas no cerrado e campo sujo. Por outro lado, galhas em Myrsinaceae, Melastomataceae, Dilleniaceae, Burseraceae, Chrysobalanaceae, Burseraceae, Proteaceae e Annonaceae só foram observadas no cerradão.

O órgão vegetal mais atacado das plantas hospedeiras foi a folha (58,70%), seguida pelo caule (40,22%). Apenas 1,09% das galhas foram observadas nos dois órgãos, conjuntamente. Galhas elipsóides (33,70%) foram as mais freqüentes, sobressaindo-se também as formas discóide (27,17%), globóide (18,48%) e esféricoide (14,13%). Além disso, grande parte das galhas encontradas neste estudo não apresentaram pilosidade (83,70%) e tiveram ocorrência isolada (54,35%) (Tab. I). Cerca de 75,0% dos insetos galhadores amostrados pertencem à família Cecidomyiidae (Diptera). As outras espécies de galhadores pertencem às ordens Hymenoptera (11,95%), Lepidoptera (5,43%), Coleoptera (3,26%), Homoptera (2,18%) e Thysanoptera (2,18%).

Os cecidomiídeos foram responsáveis pela indução de galhas na maioria das plantas estudadas, com exceção das espécies de Lamiaceae e Gentianaceae (Tab. III) e 68,0% das galhas provocadas por este grupo de galhadores foi na folha. Por outro lado, a maior parte das galhas provocadas por himenópteros ocorreu no caule (70,0%) e em espécies de Myrtaceae. A maioria dessas galhas apresentou forma elipsóide, sem pilosidade e com ocorrência agrupada. Galhas causadas por lepidóp-

teros apresentaram maior frequência no caule, sendo a maioria glabra e com ocorrência isolada. Todas as galhas de coleópteros amostradas foram no caule, glabras e elipsoides, e com a maioria agrupada (Tab. I).

Tabela II. Distribuição do número de espécies de insetos galhadores e de espécies vegetais hospedeiras nas famílias de plantas observadas em áreas de campo sujo, cerrado e cerradão, na Estação Ecológica de Pirapitinga, Minas Gerais, Brasil.

Famílias de plantas	Número de espécies de plantas		Número de espécies de galhadores	
	Total	Porcentagem (%)	Total	Porcentagem (%)
Leguminosae	24	26,09	13	20,97
Myrtaceae	10	10,87	5	8,06
Malpighiaceae	8	8,70	5	8,06
Asteraceae	7	7,61	5	8,06
Erythroxylaceae	6	6,52	5	8,06
Bignoniaceae	4	4,35	4	6,45
Euphorbiaceae	3	3,26	2	3,23
Guttiferae	3	3,26	2	3,23
Vochysiaceae	3	3,26	1	1,61
Bombacaceae	3	3,26	1	1,61
Rubiaceae	2	2,17	2	3,23
Myrsinaceae	2	2,17	1	1,61
Apocynaceae	2	2,17	1	1,61
Annonaceae	1	1,09	1	1,61
Araliaceae	1	1,09	1	1,61
Burseraceae	1	1,09	1	1,61
Chrysobalanaceae	1	1,09	1	1,61
Convolvulaceae	1	1,09	1	1,61
Dilleniaceae	1	1,09	1	1,61
Gentianaceae	1	1,09	1	1,61
Krameriaceae	1	1,09	1	1,61
Lamiaceae	1	1,09	1	1,61
Melastomataceae	1	1,09	1	1,61
Nyctaginaceae	1	1,09	1	1,61
Ochnaceae	1	1,09	1	1,61
Oxalidaceae	1	1,09	1	1,61
Proteaceae	1	1,09	1	1,61
Turneraceae	1	1,09	1	1,61
Total	62	100,00	92	100,00

Uma baixa similaridade em espécies de insetos galhadores foi observada entre as fisionomias de vegetação amostradas, indicando que a ocorrência de espécies raras de insetos galhadores pode ser comum nestes ambientes. O maior índice ocorreu entre cerrado e campo sujo, e o menor entre campo sujo e cerradão, que compartilharam apenas uma espécie de galhador (Tab. IV). Cerrado e campo sujo compartilharam sete espécies, enquanto cerrado e cerradão e as três fisionomias reunidas apresentaram duas e uma espécie em comum, respectivamente (Tab. I).

DISCUSSÃO

A distribuição de insetos galhadores entre os diferentes grupos de insetos e de plantas hospedeiras neste estudo confirma o padrão observado por outros autores (MANI 1964; FERNANDES 1987; FERNANDES *et al.* 1988, 1994, 1997; FERNANDES & PRICE 1991; WRIGHT & SAMWAYS 1998), que apontam os cecidomíídeos como

o grupo mais bem representado em todas as regiões biogeográficas. Além disso, Leguminosae, Asteraceae, Myrtaceae, Malpighiaceae, Rubiaceae e Bignoniaceae foram indicadas como as mais ricas famílias em fauna de insetos galhadores na América do Sul (FERNANDES 1987, 1992; FERNANDES *et al.* 1988, 1997).

O padrão observado de riqueza de galhadores, neste estudo, é similar a outros tipos de vegetação esclerófila e corrobora a hipótese de maior riqueza de espécies de galhadores neste tipo de vegetação (FERNANDES & PRICE 1991; PRICE *et al.* 1998). Juntamente com os campos rupestres da Serra do Cipó (LARA & FERNANDES 1996) e a vegetação de Fynbos na África do Sul (WRIGHT & SAMWAYS 1998), o cerrado da EEP é um dos tipos de vegetação com mais alta diversidade (i.e., riqueza de espécies) de galhadores, dentre aquelas que já foram pesquisadas.

Tabela III. Abundância dos grupos de insetos galhadores nas famílias de plantas hospedeiras amostradas no cerrado da Estação Ecológica de Pirapitinga, Minas Gerais, Brasil.

Famílias de plantas hospedeiras	Ordens de insetos galhadores					
	Diptera	Hymenoptera	Lepidoptera	Coleoptera	Thysanoptera	Homoptera
Leguminosae	20	2	1	1	1	
Malpighiaceae	7	1				
Asteraceae	5		2			
Bignoniaceae	4					
Myrtaceae	4	4				1
Erythroxylaceae	3	2	1		1	
Guttiferae	3					
Bombacaceae	2			1		
Euphorbiaceae	2					
Vochysiaceae	2	1				
Rubiaceae	2					
Apocynaceae	1			1		
Myrsinaceae	1	1				
Annonaceae	1					
Araliaceae	1					
Burseraceae	1					
Dilleniaceae	1					
Chrysobalanaceae	1					
Convolvulaceae	1					
Gentianaceae						
Krameriaceae	1					1
Lamiaceae			1			
Melastomataceae	1					
Nyctaginaceae	1					
Proteaceae	1					
Ochnaceae	1					
Oxalidaceae	1					
Turneraceae	1					
Total	69	11	5	3	2	2

Tabela IV. Índices de similaridade de Sørensen baseados na riqueza de espécies de insetos galhadores entre as fisionomias de cerrado estudadas na Estação Ecológica de Pirapitinga, Minas Gerais, Brasil.

Fisionomias	Campo sujo	Cerrado	Cerradão
Campo sujo	–	0,200	0,043
Cerrado	0,200	–	0,090
Cerradão	0,043	0,090	–

Entre as fisionomias estudadas, o cerrado apresentou maior riqueza quando comparado ao cerradão. Segundo FERNANDES *et al.* (1997), o fato de habitats méxicos possuírem maior número de árvores e mesmo assim apresentarem menor riqueza de galhadores seria um indicativo de que a arquitetura de plantas não influencia a riqueza de galhadores nestes locais, ao contrário do previsto pela hipótese da complexidade estrutural de plantas proposta por LAWTON & SCHRÖDER (1977), que prediz maior riqueza de espécies de insetos galhadores em plantas com maior complexidade estrutural. Argumentam, ainda, que diferentemente de outros herbívoros, os galhadores podem estar respondendo a outras características da planta (*e.g.* dinâmica de meristemas, fenologia, alocação de recursos, fisiologia de crescimento e mecanismos de defesa), entre os tipos arquitetônicos. Portanto, estas características poderiam ter papel mais importante sobre a diversidade dos galhadores que apenas a arquitetura das plantas.

A baixa similaridade tanto de espécies vegetais quanto de insetos galhadores entre as fisionomias de vegetação estudadas indica que a presença de espécies raras deve ser comum no cerrado. Segundo MYERS *et al.* (2000), os cerrados brasileiros constituem uma das 25 regiões do mundo com maior diversidade e prioritárias para conservação, ou seja, são *hotspots* globais de biodiversidade. Apresentam cerca de 10.000 espécies de plantas, sendo 1,5% dessas espécies endêmicas, além de 117 (0,4%) espécies endêmicas de vertebrados. Entretanto, os grupos taxonômicos de invertebrados, como insetos galhadores, ainda continuam pouco estudados e não foram citados nesse estudo.

A documentação e elucidação dos padrões de biodiversidade são essenciais para a conservação de espécies de insetos e dos organismos que se alimentam destes. O fato de insetos galhadores estarem intimamente associados às suas plantas hospedeiras os torna ainda mais suscetíveis à extinção, caso a cobertura vegetal de uma determinada área seja destruída por ação antrópica (*e.g.* mineração, fogo, expansão das fronteiras agrícolas). Portanto, estudos biogeográficos e de conservação em áreas de cerrado são cada vez mais necessários para o melhor entendimento dos mecanismos e processos evolutivos atuantes e que moldam a biodiversidade no Bioma do cerrado.

AGRADECIMENTOS. Os autores agradecem aos preciosos auxílios dos Professores Dr. João Renato Stehmann (UFMG), Dr. Júlio Lombardi (UFMG) e Dr. Santos D'Angelo (UNIMONTES), de Maria Guadalupe (Fundação Zoobotânica de Belo Horizonte) e Leonardo Viana na identificação das plantas; a Marcos Ferreira e Paula Eterovick pela ilustração das galhas; ao IBAMA de Três Marias pelo apoio logístico; e ao CNPq pela bolsa de Doutorado concedida à primeira autora. Este trabalho foi financiado pela Sociedade Brasileira de Cultura Japonesa através do Fundo Bunka de Pesquisa-Banco Sumitomo e WWF-USAID. (CSR 174-00).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AZEVEDO, L.G., A.A. BARBOSA; A.L. OLIVEIRA; A.S. GORGONIO; A.C. BEDRECHUCK; F.B. SIQUEIRA; H.G. RIZZO; I.S. SILVA; L.C. MOURA; A. MILTON FILHO & R.V. SANTOS. 1987. **Ensaio metodológico de identificação e avaliação de unidades ambientais: a estação Ecológica de Pirapitinga, MG.** Brasília, SEMA/EMPRABA-CPAC/MDU, I+58p.

- EITEN, G. 1993. Vegetação de cerrado, p. 17-73. *In*: M.N. PINTO (Ed.). **Cerrado: caracterização, ocupação e perspectivas**. Brasília, Editora Univ. Brasília, IV+681p.
- FERNANDES, G.W. 1987. Gall forming insects: their economic importance and control. **Revta bras. Ent. 31**: 379-398.
- . 1992. Plant family size and age effects on insular gall-forming species richness. **Gibl. Ecol. Biogeog. Lett. 2**: 71-74.
- FERNANDES, G.W. & P.W. PRICE. 1988. Biogeographical gradients in galling species richness: tests of hypotheses. **Oecologia 76**: 161-167.
- . 1991. Comparisons of tropical and temperate galling species richness: the roles of environmental harshness and plant nutrient status, p. 91-115. *In*: P.W. PRICE, T.M. LEWINSOHN, G.W. FERNANDES & W.W. BENSON (Eds). **Plant-animal interactions: evolutionary ecology in tropical and temperate regions**. New York, John Wiley and Sons, XIV+639p.
- . 1992. The adaptive significance of insects gall distribution: survivorship of species in xeric and mesic habitats. **Oecologia 90**: 14-20.
- FERNANDES, G.W.; E. TAMEIRÃO-NETO & R.P. MARTINS. 1988. Ocorrência e caracterização de galhas entomógenas no Campus-Pampulha da UFMG. **Revta bras. Ent. 5**: 11-29.
- FERNANDES, G.W., C.F.L. LARA & P.W. PRICE. 1994. The geography of galling insects and the mechanisms that result in patterns. p. 42-48. *In*: P.W. PRICE; W.J. MATTSON & Y. BARRANCHIKOV (Eds). **The ecology and evolution of gall-forming insects**. St. Paul, Forest service, U.S. Department Agriculture, II+222p.
- FERNANDES, G.W.; A.S. PAULA & R. LOYOLA JR. 1995a. Distribuição de insetos galhadores entre habitats e seu possível uso como bioindicadores. **Vida Silv. Neotrop. 4**: 133-139.
- FERNANDES, G.W.; M.A.A. CARNEIRO; A.C.F. LARA; L.R. ALLAIN; G.I. ANDRADE; G. JULIÃO; T.R. REIS & I.M. SILVA. 1995b. Galling insects on Neotropical species of *Baccharis* (Asteraceae). **Trop. Zool. 9**: 315-332.
- FERNANDES, G.W.; M.A.A. ARAÚJO; M.A. CARNEIRO; T.G. CORNELISSEN; M.C. BARCELOS-GRECO; A.C.F. LARA & S. RIBEIRO. 1997. Padrões de riqueza de insetos em gradientes altitudinais na Serra do Cipó, Minas Gerais. p. 191-195. *In*: L. L. LEITE & C. H. SAITO (Eds). **Contribuição ao Conhecimento Ecológico do Cerrado -trabalhos selecionados do 3º Congresso de Ecologia do Brasil**. Brasília, Ed. Univ. Brasília, VIII+325p.
- FLOATE, K.; G.W. FERNANDES & J. NILSSON. 1996. Distinguish intrapopulational categories of plants by their insect fauna: galls on rabbitbrush. **Oecologia 105**: 221-229.
- GONÇALVES-ALVIM, S.J. & G.W. FERNANDES. 2001. Biodiversity of galling insects: historical, community and habitat effects in four Neotropical savannas. **Biodivers. Conserv. 10**: 79-98.
- GOODLAND, R. 1971. Oligotrofismo e alumínio no cerrado, p. 44-60. *In*: M.G. FERRI (Ed.). **III Simpósio sobre o cerrado**. São Paulo, Ed. Univ. São Paulo, Edgard Blücher, IV+375p.
- GOODLAND, R. & M.G. FERRI. 1979. **Ecologia do cerrado**. São Paulo, Ed. Itatiaia, Ed. Univ. São Paulo, I+193p.
- LARA, A.C.F. & G.W. FERNANDES. 1996. The highest diversity of galling insects: Serra do Cipó, Brazil. **Biodivers. Lett. 3**: 111-114.
- LAWTON, J.H. & D. SIIRÖDER. 1977. Effects of plant type, size of geographical range and taxonomic isolation on number of insects associated with British plants. **Nature 265**: 137-140.
- MANI, M.S. 1964. **Ecology of plant galls**. The Hague, Dr. W. Junk, V+640p.
- MUDDOCH, W.W.; F.C. EVANS & C.H. PETERSON. 1972. Diversity and pattern in plants and insects. **Ecology 53**: 819-829.
- MYERS, N.; C.G. MITTERMEIER; G.A.B. FONSECA & J. KENT. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature 403**: 853-858.
- PRICE, P.W.; G.W. FERNANDES; A.C.F. LARA; J. BRAWN; H. BARRIOS; M. WRIGHT; S.P. RIBEIRO & N. ROTHCLIFF. 1998. Global patterns in local number of insect galling species. **Jour. Biogeogr. 25**: 581-591.

- RIBEIRO, S.P.; M.A.A. CARNEIRO & G.W. FERNANDES. 1998. Free-feeding herbivores along environmental gradients in Serra do Cipó: basis for a management plan. **Jour. Insect Conserv.** **2**: 107-118.
- SANDERSON, R.A. 1992. Diversity and evenness of Hemiptera communities on naturally derelict land in NW England. **Ecography** **15**: 154-160.
- SOUTHWOOD, T.R.E.; V.K. BROWN & P.M. READER. 1979. The relationships of plant and insect diversity in succession. **Biol. Linn. Soc.** **12**: 327-348.
- TAVARES, J.S. 1915. As cecídias das plantas do gênero *Styrax* no Brasil. **Brotéria** **13**: 155-159.
- . 1917a. As cecídias brasileiras que se criam em plantas da família das Melastomataceae. **Brotéria** **15**: 19-45.
- . 1917b. Cecídias brasileiras que se criam em plantas das famílias Compositae, Rubiaceae, Tiliaceae, Lythraceae e Arthocarpaceae. **Brotéria** **15**: 113-181.
- . 1922. Cecidologia brasileira. As restantes famílias. **Brotéria** **20**: 5-48.
- WRIGHT, M.G. & M.M.J. SAMWAYS. 1998. Insect species richness tracking plant species richness in a diverse flora: gall-insects in the Cape Floristic region, South Africa. **Oecologia** **115**: 427-433.
- ZAR, J.H. 1996. **Biostatistical analysis**. New Jersey, Prentice Hall, X+662p.

Recebido em 24.VIII.2000; aceito em 02.VII.2001.