

Dissertação de Mestrado

**Insetos Galhadores da APA do Rio Pandeiros (Januária/ MG)
e o Efeito da Esclerofilia Foliar na herbivoria**

Elaine Cristina de Souza Almeida

Universidade Estadual de Montes Claros
Programa de Pós Graduação em Ciências Biológicas
Montes Claros/ MG
2009

Universidade Estadual de Montes Claros
Programa de Pós Graduação em Ciências Biológicas

**Insetos Galhadores da APA do Rio Pandeiros (Januária/MG)
e o Efeito da Esclerofilia Foliar na Herbivoria**

Elaine Cristina de Souza Almeida

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Ciências Biológicas da
Universidade Estadual de Montes Claros
como requisito obrigatório exigidos para a
obtenção do título de Mestre em Ciências
Biológicas

Montes Claros
2009

Elaine Cristina de Souza Almeida

Insetos Galhadores da APA do Rio Pandeiros (Januária/MG) e o Efeito da Esclerofilia Foliar na Herbivoria

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Montes Claros, como requisito necessário para a conclusão do curso de Mestrado em Ciências Biológicas, avaliada e aprovada pela banca examinadora:

Prof. Dr. Marcílio Fagundes
Orientador

Prof. Dr. Mario Marcos do Espírito-Santo

Prof. Dr. Pablo Cuevas Reyes

Data de aprovação: 31/08/2009

Montes Claros, Minas Gerais.

2009

AGRADECIMENTOS

Ao final desta caminhada é forte o instinto de olhar para trás e ver quantos obstáculos tive que atravessar para chegar ao final desta jornada. Entretanto, o sabor do dever cumprido me faz sim olhar para o caminho traçado e ver que sem a contribuição de algumas pessoas tudo seria impossível ou certamente mais difícil.

Antes de qualquer coisa quero elevar os meus pensamentos a Deus e louvá-lo pelas infinitas graças recebida no decorrer de toda a minha vida. Meu Deus, meu tudo.

Agradeço a Dr. Marcílio Fagundes, meu orientador, que me deu oportunidade de desenvolver este trabalho. Com certeza você contribuiu muito para a minha formação acadêmica e profissional.

A todos os professores, colaboradores e funcionários do Programa de Pós Graduação em Ciência Biológicas da Unimontes.

Agradeço também aos professores Pablo, Mario e Marcílio, membros da banca examinadora, pelas sugestões e críticas. Estas foram construtivas e úteis para este trabalho e também para a minha vida profissional.

Com amor agradeço a meu marido e amigo Adailton (Dal) que me presenteia diariamente com seu carinho, confiança e muita paciência. A cada dificuldade que aparecia (e foram muitas) você me fazia acreditar que eu era capaz de superar; ninguém acreditou mais em mim do que você. Seu apoio emocional, moral e financeiro foram fundamentais. Certamente, esta conquista é tão minha quanto sua.

Agradeço aos meus pais (Didi e Tõe) de forma muito especial e aos meus irmãos Andréia, Danielly e Danilo pelo apoio, orações, amor e exemplo de vida. Mesmo distantes fisicamente sempre senti a presença constantes de vocês, apesar de sofrer muito com a saudade.

Agradeço ainda a toda a minha família, minha Avó (Maínha), tios, primos, sogros, cunhados e sobrinhos pelo carinho, apoio, incentivo e preces. Felizmente tenho o prazer de pertencer a uma família abençoada que passa por crises como todas mais que se amam verdadeiramente como poucas.

Agradeço às minhas amigas e companheiras de trabalho Nayara e Renata que foram parte fundamental neste trabalho e Deia, Line e Mariana obrigada pelo tempo que me auxiliaram.

De forma bastante carinhosa agradeço também aos meus colegas de curso; Aqui tive o prazer de conhecer pessoas muito especiais como vocês: Obrigada pela amizade, ajuda nos trabalhos (projeto, seminários, trabalhos de campo ...). De um modo especial agradeço a Magnel e Fernanda que me auxiliaram nas análises estatísticas.

Jamais poderia deixar de agradecer as amigas Gisele, Fabiene, Nayara, Aline e Fernanda que me hospedaram em suas residências e rechearam minha estadia nestes locais com carinho e amizade e às vezes, com música e cerveja.

Ao pessoal do laboratório Biologia da conservação, principalmente nos trabalhos de campo que fizeram das viagens à Pandeiros mais divertidas que trabalhosas. E também aos amigos do laboratório Biologia Reprodutiva e Propagação de Planta pelo apoio sempre que este se fez necessário.

Agradeço também ao pessoal do IEF que sempre se manteve dispostos a nos ajudar em tudo quanto fosse possível. A Rúbens Santos pela identificação das plantas.

Não posso deixar de agradecer Vá e Tia Lúcia pelo grande apoio na primeira etapa deste mestrado, além da amizade que existe entre nós.

Enfim, um agradecimento todo especial aos meus amigos Junior e Rondy por todo carinho e amizade que tiveram comigo neste e em outros períodos da minha vida. E a minha querida amiga Josy e sua mãe (Lídia) pelos cuidados e carinho que teve comigo enquanto moramos juntas.

ÍNDICE

RESUMO	08
ABSTRAT	09
1-INTRODUÇÃO	10
2-MATERIAL E MÉTODOS	12
2.1- Área de estudo	12
2.2- Coleta de dados	13
2.2.1-Mensuração Indireta da esclerofilia	14
2.2.2- Mensuração do ataque dos insetos herbívoros de vida livre.	15
2.2.3- Diversidade de galhas	16
2.3- Análise estatística	16
3- RESULTADOS	17
4- DISCUSSÃO	24
5- CONCLUSÕES	28
6- BIBLIOGRAFIA	29
7-ANEXOS	35

ÍNDICES DE TABELAS E FIGURA

Tabela 1 - Análise de Deviance do modelo completo para avaliar o efeito do habitat nas variáveis respostas: MEF, % de área perdida, abundância de galhas e riqueza de galhas em três formações vegetais do Refúgio da Vida Silvestre (Apa do rio Pandeiros- Januária/MG).	18
Tabela 2 - Análise de contrastes indicando os modelos mínimos adequados para avaliar os efeitos do ambiente nas variáveis respostas: MEF e área perdida.	18
Tabela 3 – Razão da riqueza de galhas por riqueza de plantas nas formações vegetais do cerrado, mata seca e mata ciliar do Refúgio da Vida Silvestre da Apa do rio Pandeiros (Januária/MG)	21
Tabela 4 - Análise de regressão avaliando o efeito da MEF nas variáveis respostas: % de área perdida, abundância de galhas e riqueza de galhas e da interação destas variáveis com o habitat.	22
Figura 1 - (A) Destaque para a região onde se localiza a Apa do rio Pandeiros (Januária/MG) no estado de Minas Gerais/Brasil. (B) Região do extremo norte de Minas Gerais com destaque para as unidades de conservação desta região.	13
Figura 2 - Caracterização das três formações vegetais amostradas no Refúgio da Vida Silvestre da Apa do rio Pandeiros (Januária/MG).	15
Figura 3 – Massa Específica Foliar (MEF) média das espécies arbóreas do cerrado, mata seca e mata ciliar do Refúgio da Vida Silvestre na Apa do rio Pandeiros (Januária/MG).	19
Figura 4 - Percentagem média de área perdida das formações vegetais: cerrado, mata seca e mata ciliar do Refúgio da Vida Silvestre na Apa do rio Pandeiros (Januária/MG).	20
Figura 5 – Abundância média de galhas por ramo das formações vegetais: cerrado. Mata seca e mata ciliar do Refúgio da Vida Silvestre na Apa do rio Pandeiros (Januária/MG).	21
Figura 6 – Riqueza média de galhas por planta das formações vegetais: cerrado, mata seca e mata ciliar do Refúgio da Vida Silvestre na Apa do rio Pandeiros (Januária/MG).	22
Figura 7 - Relação entre percentagem de área removida e MEF das plantas amostradas nas formações vegetais: mata ciliar, mata seca e cerrado do Refúgio da Vida Silvestre na Apa do rio Pandeiros (Januária/MG). Foi utilizado o modelo de regressão e cada ponto representa uma planta.	23
Figura 8 - Relação entre abundância de galhas por ramo e MEF das plantas amostradas nas formações vegetais: mata ciliar, mata seca e cerrado do Refúgio da Vida Silvestre na Apa do rio Pandeiros (Januária, MG). Foi utilizado o modelo de regressão e cada ponto representa a média de uma planta.	23

RESUMO

ALMEIDA, Elaine Cristina de Souza; Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas; Universidade Estadual de Montes Claros. Orientador: Dr. Marcílio Fagundes.

A esclerofilia foliar é caracterizada por folhas grossas e rígidas devido as elevadas concentrações de compostos a base de carbono. O fator que determina a presença da esclerofilia foliar no ambiente é controverso podendo ser uma adaptação às condições ambientais ou uma estratégia de defesas contra herbívoros. O objetivo deste estudo foi testar o efeito da esclerofilia foliar no ataque de insetos herbívoros de vida livre e insetos galhadores. Foram selecionadas três formações vegetais no Refúgio da Vida Silvestre na Apa do rio Pandeiros (Januária/MG), sendo cerrado, mata seca e mata ciliar. Todas as plantas com CAP maior ou igual a 10 cm foram amostradas. Das folhas das copas foi mensurada a massa específica da folha (MEF), dividindo o peso seco das folhas por sua área, para determinar a taxa de esclerofilia. Ainda, foi quantificada a área foliar perdida por insetos herbívoros de vida livre e a abundância e riqueza das galhas. O ambiente cerrado foi o mais esclerófilo seguido por mata ciliar e mata seca. Não houve diferença na riqueza e abundância de galhas entre os ambientes amostrados e no cerrado e mata seca foram quantificadas a maior percentagem média de área perdida por herbivoria. Entretanto, a esclerofilia não influenciou nas injúrias da área foliar e nem na diversidade de insetos galhadores. Deste modo, este estudo sugere que a esclerofilia está relacionada à adaptação as condições adversas do ambiente e não como defesa contra herbívoros.

ABSTRACT

ALMEIDA, Elaine Cristina de Souza; Program of Masters degree in Biological Sciences; State university of Montes Claros. Advisor: Dr. Marcílio Fagundes.

The leaf sclerophyll is characterized by thick and tough leaves due to high concentrations of carbon compounds. The ecological function of this characteristic is still controversial, could be an adaptation to the environmental conditions e/or a strategy to defenses against herbivores. The aim of this study was to verify the effect of the sclerophyll in the attack free-feeding herbivores and galling insects. We sampled three vegetation areas in Refugio da Vida Silvestre na Apa do Rio Pandeiros (Januária/MG): *Brazilian* savanna Cerrado, riparian forest and seasonally dry forest. All the plants with with circumference at breast height ≥ 15 cm were selected. A common measure of sclerophyll was employed, the specific leaf mass (SLM), obtained through the ratio between leaf dry mass and area. Then, we quantified the leaf area loss by herbivory and were determined the abundance and richness of the gall-forming insects. In the Cerrado was found the higher sclerophyll compared to riparian forest and seasonally dry forest. No statistically significant differences were observed in the gall abundance among habitats. As well as, the sclerophyll did not correlate with the leaf area loss and gall-forming insect diversity. In this way, we study suggest that leaf sclerophyll may be related to plant adaptation in harsh environment and not only mechanical defense against herbivores.

1- INTRODUÇÃO

A esclerofilia pode ser caracterizada por módulos de plantas com abundante tecido mecânico, paredes celulares mais grossas e rígidas, epiderme com várias camadas de células e alta resistência à dissecção (Sarmiento e Monasterio 1975; Rizzini 1979; Sobrado e Medina 1980; Turner 1994; Salleo e Nardini 2000). Os primeiros estudos referentes à esclerofilia foram realizados por Schimper (1903) que a definiu como sinônimo de folhas duras e coriáceas. Entretanto, o fator que determina a presença da esclerofilia foliar no ambiente é ainda controverso. Arens (1958) propôs primeiramente a hipótese do “escleromorfismo oligotrófico” segundo a qual o baixo nível de nutrientes no solo, especialmente o nitrogênio, afeta a esclerofilia da vegetação. Goodland (1971) relacionou a esclerofilia a altas concentrações de alumínio no solo, considerando este mineral como o fator responsável pela dureza foliar diferencial nas diferentes formações do cerrado. Posteriormente, Warming (1973) sugeriu que a dureza foliar nas espécies do cerrado é uma adaptação ao estresse hídrico durante o longo período seco.

Atualmente, existem três hipóteses básicas que procuram explicar a origem da esclerofilia: I) as características esclerófilas são respostas ao déficit hídrico sazonal (Schimper 1903; Oearteli et al. 1990); II) a dureza das plantas é consequência de solos com baixa fertilidade natural (Bryant et al. 1903; Loveless 1961; 1962; Goodland e Ferri 1979; Chapin 1980; Spech e Rundel 1990; Medina e Francisco 1994) e III) a esclerofilia surgiu como um tipo de defesa das plantas contra herbívoros (Coley 1983; Coley et al. 1985; Salatino 1993; Turner 1994). Contudo, esta última hipótese não necessariamente exclui as duas primeiras (Edward et al. 2000).

O ataque por insetos herbívoros de vida livre pode ser influenciado pelos altos índices de esclerofilia foliar devido à redução na digestibilidade e do baixo valor energético dos tecidos esclerófilos (Coley 1987 A/B; Turner 1994; Madeira et al. 1998; Ribeiro 2003). A esclerofilia interfere na alimentação dos insetos mastigadores dificultando tanto o corte como a ingestão da

lâmina foliar (Fernandes e Price 1991). A esclerofilia também afeta os insetos sugadores porque dificulta a inserção da probóscide no tecido da planta. Além disso, a dureza foliar é usualmente associada com baixos teores nutricionais, reduzindo o desempenho do sugador (Turner 1994).

A esclerofilia, por outro lado, não funciona como barreira para a colonização de insetos galhadores que estão comumente associados à vegetação com tais características (Blanche e Westoby 1995; Price et al. 1998). A dureza foliar pode ser pouco eficaz contra insetos indutores de galhas, uma vez que a fêmea dos galhadores oviposita preferencialmente em tecidos jovens e macios, escapando das defesas estruturais conferidas pela dureza dos tecidos (Rohfritsch 1992). Plantas esclerófilas apresentam folhas com maior tempo de vida e concentram nutrientes em torno da galha favorecendo o desenvolvimento da larva (Turner 1994; Price et al. 1998). Além disso, em ambientes com reduzida disponibilidade hídrica, altas temperaturas e com vegetação marcadamente esclerófila as galhas apresentam menor susceptibilidade ao ataque de inimigos naturais como parasitóides, predadores e patógenos (Fernandes e Price 1992).

A esclerofilia pode diferir consideravelmente tanto dentro do mesmo habitat como entre habitats distintos. Marques et al. (1999) estudando diferentes espécies de plantas, observaram que plantas de sombra têm folhas menos duras que as da mesma espécie em habitats ensolarados. Os índices de esclerofilia têm relação com a disponibilidade de luz e nutrientes (Bryant et al. 1903). Quando a disponibilidade nutricional no solo é baixa, principalmente quanto aos minerais N, P, K e Ca e o ambiente possui elevada incidência luminosa, o crescimento das plantas é limitado e ocorre excesso do carbono resultante da fotossíntese. Este excedente seria utilizado na produção de metabólitos secundários quantitativos (os baseados em carbono) o que contribui para as características esclerófilas em plantas (Bryant et al. 1903; Spech e Rundel 1990; Gonçalves-Alvim et al. 2006).

No cerrado os níveis de dureza foliar são marcadamente altos devido à alta incidência

luminosa e dos reduzidos níveis de umidade e nutrientes no solo (Goodland 1971; Salatino 1993; Marques et al. 1999). A mata ciliar por possuir maior disponibilidade de recursos hídricos e incidência luminosa moderada apresenta menores taxas de esclerofilia (Oearteli et al. 1990). As florestas estacionais deciduais (mata seca) apesar de ser um ambiente estressado higrotérmicamente, possui poucos estudos que medem os índices de esclerofilia (Neves et al. 2009; Silva et al. 2009) e deste modo não existe uma tendência padrão.

Este estudo tem como objetivo responder as seguintes perguntas: I) A esclerofilia foliar varia entre habitats de cerrado, floresta estacional decidual e matas de galeria? II) O ataque dos insetos herbívoros de vida livre é maior em ambientes com menores índices de esclerofilia? III) Diversidade de galhas correlaciona positivamente com a esclerofilia?

2-MATERIAL E MÉTODOS

2.1-Área de estudo

O estudo foi desenvolvido no Refúgio da Vida Silvestre da Área de Proteção Ambiental (Apa) do rio Pandeiros (Januária/MG). Esta unidade de conservação está localizada na margem esquerda do curso médio do Rio São Francisco, (figura 1-A e B) no extremo norte de Minas Gerais ($15^{\circ} 30' 26,2''$ S; $44^{\circ} 45' 21,3''$ W), área de transição entre os biomas cerrado e caatinga.

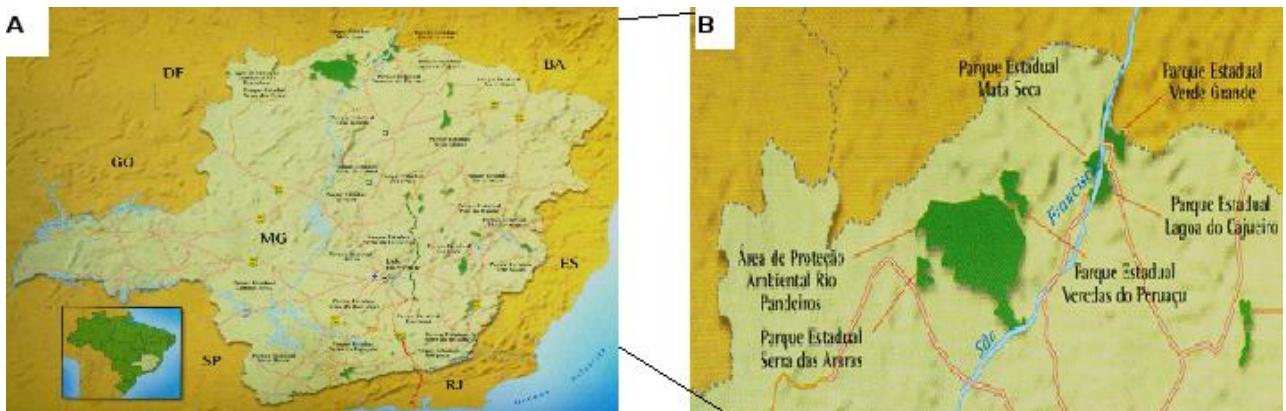


Figura 1 - (A) Destaque para a região onde se localiza a Apa do rio Pandeiros (Januária/MG) no estado de Minas Gerais/Brasil. (B) Região do extremo norte de Minas Gerais com destaque para as unidades de conservação desta região.

A Apa do rio Pandeiros apresenta uma área de 380.000 ha dividida em várias fisionomias vegetais, onde se destaca o cerrado, floresta seca calcária, mata ciliar e as áreas de planícies alagáveis. O Refúgio foi criado em 2004, possui uma área de 6.102 ha sendo uma categoria de unidade de conservação de proteção integral de ambientes naturais, onde assegura condições para a existência e reprodução de espécies da flora e da fauna residente ou migratória.

O clima é do tipo semi-árido, com estação seca e chuvosa bem definida, sendo as chuvas concentradas entre os meses de novembro a janeiro. A Temperatura média anual é 23.6°C e precipitação média de aproximadamente 1.057 mm por ano (IGA 2006).

2.2- Coleta de dados

Na área de estudo foram selecionadas três formações vegetais: I) cerrado ($S 17^{\circ} 13' 19.3''$ $W 44^{\circ} 18' 28.6''$) apresenta vegetação com altura média de 5,16 metros e densidade arbórea média de 16/100m². Esta formação vegetal apresenta árvores decíduas e semi-decíduas com perda variável de parte de suas folhas na estação seca. II) mata seca ($S 15^{\circ} 30' 38.3''$ $W 44^{\circ} 45' 09.9''$) possuindo densidade arbórea média de 18/100m² e altura média de 6,98 metros. Este ambiente

perde cerca de 90% das suas folhas na estação seca. E por fim, III) mata ciliar ($S14^{\circ}50'56.4''$ WO $43^{\circ}59'13.8''$), vegetação semi-decídua composta por espécies arbóreas de altura média de 8,34 metros com densidade de 19/100m² (figura 2). Estas informações referentes a cada formação vegetal foram adquiridas em estudos prévios sendo que as plantas com CAP menor que dez centímetros não foram consideradas.

Em cada formação vegetal (cerrado, mata seca e mata ciliar) foram demarcadas 15 parcelas de 100 m² (10 x 10 m). Nestas parcelas todas as plantas que apresentavam CAP (circunferência a altura do peito) igual ou superior a dez centímetros foram marcadas com placas de alumínio. Exsicatas de todas as plantas foram montadas para posterior identificação. A identificação foi baseada na literatura pertinente e auxílio de especialistas.

As coletas para a realização deste trabalho ocorreram no início da estação seca entre os meses de maio e junho do ano de 2008 (época em que as plantas iniciaram o processo de deciduidade). Todos os módulos das plantas amostrados desenvolveram na última estação úmida para que fossem estimados apenas os eventos ocorridos no último ano.

2.2.1- Mensuração indireta da esclerofilia – Foi utilizado o índice de Massa Foliar Específica (MFE) para estimar a esclerofilia. Este índice é obtido dividindo o peso seco da folha por sua área (Gonçalves-Alvim et al. 2006; Neves et al. 2009; Silva et al. 2009). Para este fim, trinta folhas foram coletadas aleatoriamente em torno da copa de cada planta e levadas ao laboratório. As folhas foram abertas e fotografadas sendo as imagens utilizadas para calcular a área total usando o software ImageJ (Rasband 2006). Em seguida estas mesmas folhas foram secas a 45 °C por 125 horas e posteriormente pesadas em balança digital (0,00001g).



FOTO: ELAINE CRISTINA DE SOUZA ALMEIDA



FOTO: FREDERICO DE SIQUEIRA NEVES



Figura 2 - Caracterização das três formações vegetais amostradas no Refugio da Vida Silvestre da Apa do rio Pandeiros (Januária/MG).

2.2.2- Mensuração do ataque dos insetos herbívoros de vida livre – Foi quantificada a percentagem da área foliar perdida de trinta folhas, coletadas aleatoriamente de cada árvore amostradas. Estas foram totalmente abertas e fotografadas e as imagens utilizadas para calcular a área perdida e a área total em cada folha, usando o software ImageJ (Rasband 2006). Todas as folhas amostradas se desenvolveram na última estação. Deste modo, a área removida mensurada representou a herbivoria acumulada sofrida por estas folhas.

2.2.3- Diversidade de galhas: A amostragem das galhas foi realizada coletando-se dez ramos terminais por planta com o auxílio de podão ou tesoura de poda. Estes ramos terminais representavam o crescimento anual total de cada planta. Os ramos coletados foram levados para laboratório para determinação da riqueza e abundância de galhas por planta. Os morfotipos encontrados foram descritos quanto à planta hospedeira e ao órgão atacado.

2.3 - Análise estatística:

As análises estatísticas foram realizadas utilizando a média da riqueza das galhas por planta e abundância média das galhas por ramo. A esclerofilia foliar (MEF) e a percentagem de área perdida foram calculadas por folha e determinada a média por planta. Todas as análises foram realizadas através de modelos lineares generalizados (GLM) sendo submetidos a análise de resíduos (Crawley, 2002) a fim de analisar a adequação a distribuição de erro utilizando o software R 2.6.2 (R Development Core Team 2008).

Para avaliar se a esclerofilia foliar, estimada através MEF, diferia entre as formações vegetais foi realizado ANOVA. Como a variável explicativa (MEF) era uma variável contínua foi assumida a distribuição de erro Gaussian (Crawley 2002).

Para responder se a riqueza e abundância de galhas diferiram entre as formações vegetais foi

realizado ANOVA e para saber se estas variáveis correlacionavam com a MEF foi realizada a análise de regressão. A distribuição do erro foi Poisson, corrigido para quasipoisson, já que as variáveis respostas (riqueza e abundância de galhas) são discretas.

Foi avaliado se a percentagem de área perdida pela herbivoria variava entre as formações vegetais cerrado, mata seca e mata ciliar através da ANOVA e se estas correlacionavam com MEF através da análise de regressão. A percentagem de área perdida foi à variável resposta e a distribuição do erro foi binomial corrigida para quasibinomial já que os dados foram apresentados em percentagem. Em todos os casos, quando os termos foram significativos foi realizado análise de contraste (Crawley 2002).

3- RESULTADOS

Nos ambientes estudados foram amostradas 133 espécies de plantas, entretanto, 12 destas não foram identificadas. As 121 espécies identificadas pertencem a 81 gêneros e 35 famílias. Dentre as áreas amostradas, a mata ciliar foi a que apresentou maior riqueza de plantas com 79 espécies. Em seguida o cerrado com 76 espécies e a mata seca com 52 espécies. Em todos os ambientes a família Fabaceae foi predominante (anexo 1).

A esclerofilia foliar no ambiente estudado não funciona como uma opção de defesa contra a herbivoria. Entretanto, os índices de MEF diferiram entre os três ambientes estudados (tabela 1 e tabela 2). A vegetação do cerrado apresentou maior esclerofilia ($114,7 \pm 0,76 \text{ g/m}^2$) seguida por mata ciliar ($96,8 \pm 0,45 \text{ g/m}^2$) e mata seca ($73,2 \pm 0,69 \text{ g/m}^2$) (figura 3).

Tabela 1 - Análise de Deviance do modelo completo para avaliar o efeito do habitat nas variáveis respostas: MEF, % de área perdida, abundância de galhas e riqueza de galhas em três formações vegetais do Refúgio da Vida Silvestre (Apa do rio Pandeiros- Januária/MG).

Variável Resposta	Variável Explicativa	Distribuição de Erro	GL	Deviance	Residual Deviance	P (>Chi)
MEF	Modelo			35.602		
% área perdida	Habitat	Gaussian	2	3.990	31.612	0.0001
	Modelo				2.76968	
Abundância de galhas	Habitat	Quase-binomial	2	0.54059	2.22335	0.0009
	Modelo				14967.1	
Riqueza de galhas	Habitat	Quasi-Poisson	2	648.6	13851.1	0.1
	Modelo				125.103	
	Habitat	Quase-poisson	2	3.091	121.472	0.103

*Variável explicativa retida no modelo mínimo adequado (p<0.05).

Tabela 2- Análise de contrastes indicando os modelos mínimos adequados para avaliar os efeitos do ambiente nas variáveis respostas: MEF e área perdida.

Variável Resposta	Fonte de Variação	GL	Soma dos Quadrados	F	P
MEF	CE x MS	1	3,98955	19,05647	0,000023
MEF	CE x MC	1	0,82351	3,933565	0,045145
MEF	MS x MC	1	1,33918	6,396715	0,012459
Área perdida	CE x MS	1	0,3900	0,078095	0,780279
Área perdida	CE x MC	1	110,5042	22,13038	0,00001
Área perdida	MS x MC	1	82,9529	16,61273	0,000074
Área perdida	MC x (CE+MS)	1	130,7717	26,18929	0,00001

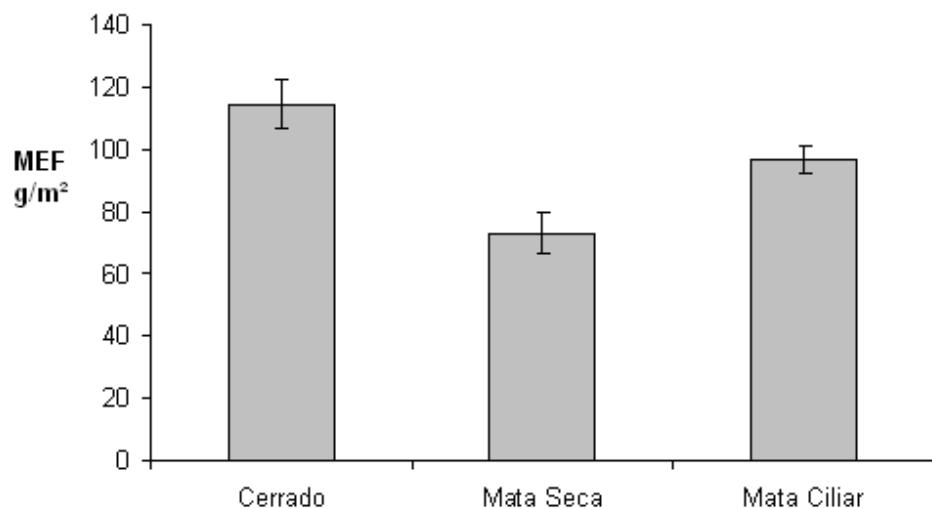


Figura 3 – Massa Específica Foliar (MEF) média das espécies arbóreas do cerrado, mata seca e mata ciliar do Refúgio da Vida Silvestre na Apa do rio Pandeiros (Januária/MG).

A área foliar perdida diferiu entre os ambientes amostrados (tabela 2) sendo que as formações vegetais cerrado (3,49 % da área média por folha) e mata seca (3,41 % da área média por folha) apresentaram a mesma percentagem de injúrias. A mata ciliar, no entanto, foi o ambiente que apresentou menores injúrias (1,55% da área da folha) quando comparada com os ambientes cerrado e mata seca (tabela 2 e figura 4).

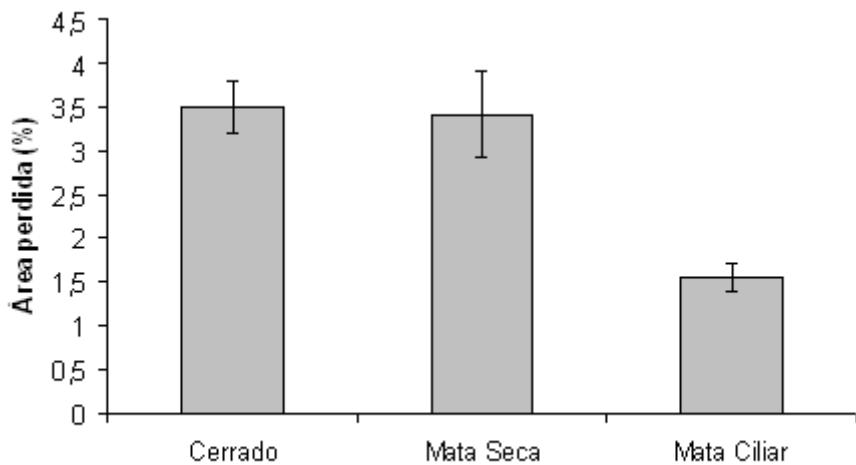


Figura 4 - Percentagem média de área perdida das formações vegetais cerrado, mata seca e mata ciliar do Refúgio da Vida Silvestre na Apa do rio Pandeiros (Januária/MG).

Foram encontrados 75 morfotipos de galhas nos três habitats que estavam associadas a 66 espécies de plantas hospedeiras. Na formação vegetal do cerrado 60,53 % das espécies amostradas eram hospedeiras de galhadores. Na mata ciliar 48,1% e na mata seca com 42,30% das espécies vegetais presentes na área eram hospedeiras de insetos indutores de galhas (tabela 3). No cerrado foi encontrado 45 morfotipos de galhas, enquanto a mata seca e mata ciliar apresentaram 21 e 36 morfotipos de galhas respectivamente. As famílias de plantas que apresentaram mais espécies hospedeiras de galhas foram Fabaceae, Combretaceae, Volchysiaceae e Sapindácea. A grande maioria das galhas foram induzidas na lâmina foliar (81,55%) seguidas por caule (16,9%) e pecíolo (1,55%) (veja anexo 2).

Tabela 3 – Razão da riqueza de galhas por riqueza de plantas nas formações vegetais do cerrado, mata seca e mata ciliar do Refúgio da Vida Silvestre da Apa do rio Pandeiros (Januária/MG)

	Riqueza de Planta	Riqueza de galhas	% de espécies hospedeiras
Cerrado	77	48	60,53 %
Mata Seca	53	26	42,30 %
Mata Ciliar	65	38	48,10 %

No ambiente estudado foi coletado um total de 26.570 galhas que estavam distribuídas nas três formações vegetais amostradas. A abundância de galhas (tabela 2 e figura 5) e riqueza de galhas (tabela 2 e figura 6) não diferiram estatisticamente entre as formações vegetais estudadas.

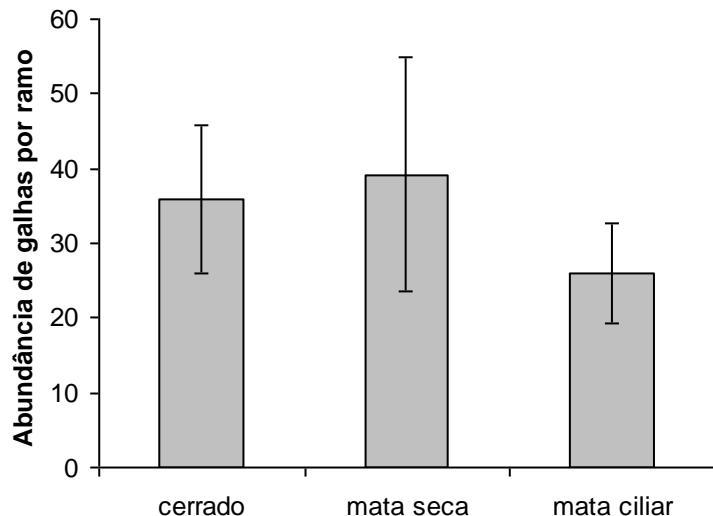


Figura 5 – Abundância média de galhas por ramo nas formações vegetais: cerrado, mata seca e mata ciliar do Refúgio da Vida Silvestre na Apa do rio Pandeiros (Januária/MG).

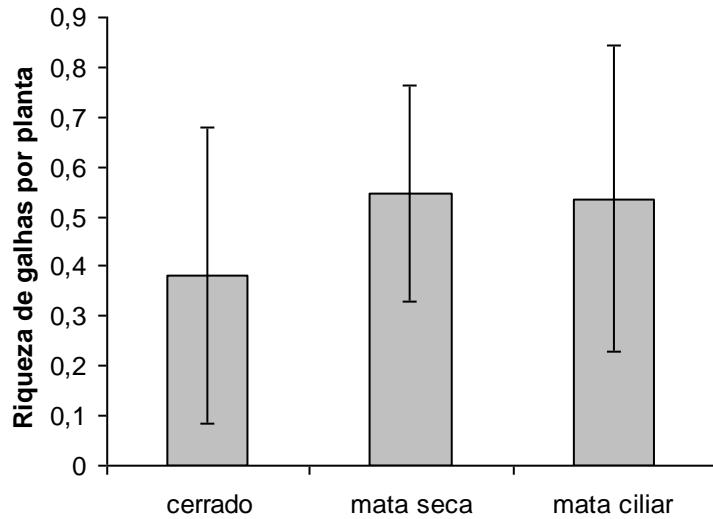


Figura 6 – Riqueza média de galhas por planta nas formações vegetais: cerrado, mata seca e mata ciliar do Refúgio da Vida Silvestre na Apa do rio Pandeiros (Januária/MG).

A esclerofilia foliar medida através da MEF não influenciou na herbivoria e nem na diversidade dos galhadores (tabela 4 e figuras 7 e 8).

Tabela 4 - Análise de regressão avaliando o efeito da MEF nas variáveis respostas: % de área perdida, abundância de galhas e riqueza de galhas e da interação destas variáveis com o habitat.

Variável Resposta	R ²	F	P
% de Área perdida	0,00172434	0,26255	0,60912
Abundância de galhas	0,01825820	2,8269	0,09475
Riqueza de galhas	0,00532564	0,81383	0,36842
Riqueza de galhas~ambiente	0,00164258	0,73816	0,45704
Abundância de galhas~ambiente	0,01038445	0,31495	0,19339
Área perdida~ambiente	0,008923526	0,5764	0,50275

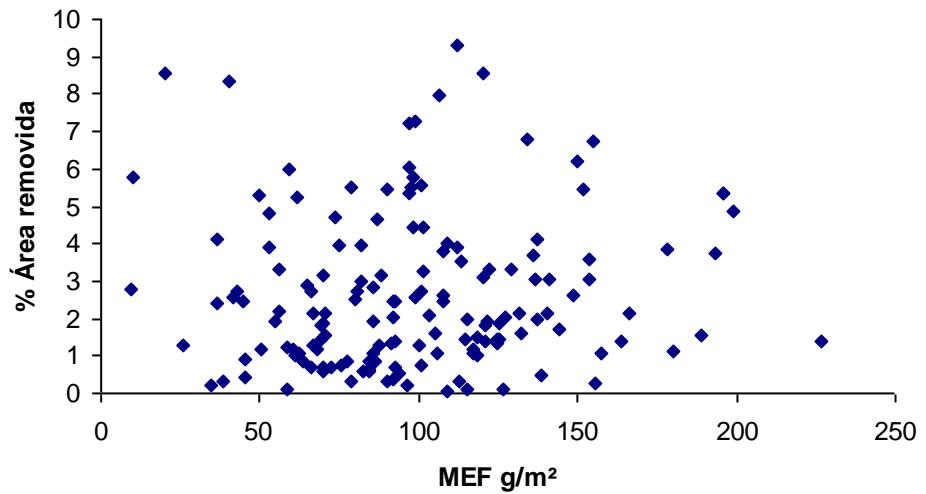


Figura 7 - Relação entre percentagem de área removida e MEF das plantas amostradas nos ambientes mata ciliar, mata seca e cerrado do Refúgio da Vida Silvestre na Apa do rio Pandeiros (Januária/MG). Foi utilizado o modelo de regressão e cada ponto representa uma planta.

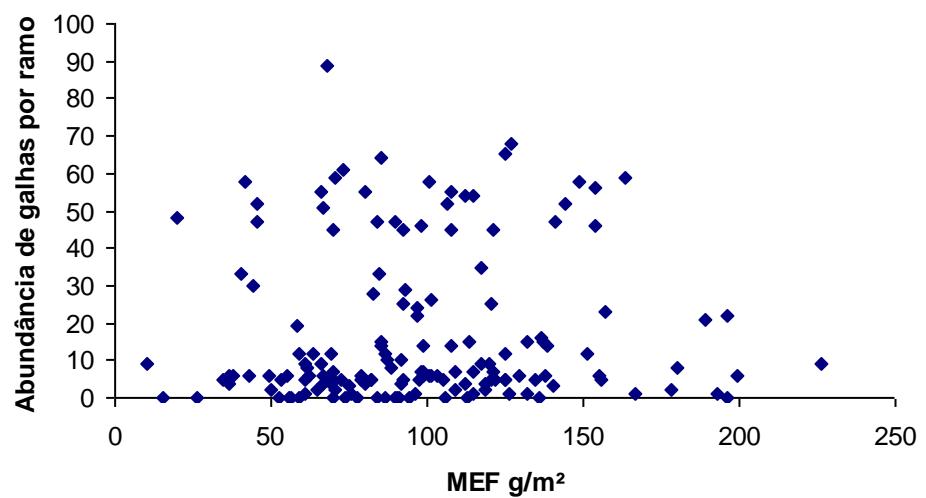


Figura 8 - Relação entre abundância de galhas por ramo e MEF das plantas amostradas nos ambientes mata ciliar, mata seca e cerrado do Refúgio da Vida Silvestre na Apa do rio Pandeiros (Januária/MG). Foi utilizado o modelo de regressão e cada ponto representa a média de uma planta.

4 – DISCUSSÃO

No ambiente estudado, não foi encontrada nenhuma relação entre diversidade de galhas (riqueza e abundância) e taxa de herbivoria (área perdida) em função da esclerofilia foliar. Outros trabalhos também têm mostrado a ausência de relação entre esclerofilia e herbivoria. Ribeiro et al. (1999) trabalhando com Melastomataceae observaram que taninos e polifenóis estão relacionados com a esclerofilia foliar, porém, estas variáveis não afetam a herbivoria. Da mesma forma, foi verificado por Gonçalves-Alvim et al. (2006) que os índices de MEF não influenciam na taxa de herbivoria em *Qualea parviflora*. Madeira et al. (1998) e Silva et al. (2009) não encontraram relação positiva entre esclerofilia e diversidade de insetos herbívoros em *Chamaecrista linearifolia* e *Copaifera langsdorffii*, respectivamente.

Os resultados apresentados neste trabalho sugerem que a esclerofilia no ambiente está relacionada a uma resposta às condições ambientais e não como barreira contra a ação de insetos herbívoros. Salatino (1993); Turner (1994); Ribeiro et al. (1999); Ribeiro (2003); Gonçalves-Alvim et al. (2006) também notificaram as características esclerófilas das plantas como uma resposta ecofisiológica às condições adversas do ambiente.

O cerrado foi à fisionomia que apresentou maior esclerofilia, corroborando com outros estudos (Fernandes e Price 1988; Price et al. 1998; Fernandes e Price 1992; Neves et al. 2009). Habitats xéricos tendem a apresentar folhas characteristicamente esclerófilas (Ribeiro et al. 1998; Gonçalves-Alvim et al. 2006) devido às condições adversas do ambiente (estresse higrotérmico e nutricional do solo) e consequentemente do aumento da razão C/N (Janzen 1974; Bryant et al. 1903). Estes ambientes recebem alta incidência luminosa (Marques et al. 1999) permitindo alta capacidade fotossintética, no entanto, possui poucos nutrientes disponíveis no solo. Assim, o carbono excedente da fotossíntese é utilizado na produção de metabólicos secundários estruturais como compostos fenólicos e taninos o que resultaria em plantas com características esclerófilas (Bryant et al. 1903; Coley et al. 1985).

Na mesma área de estudo deste trabalho, Neves et al. (2009) observaram que a formação vegetal do cerrado apresentou solos com baixos teores de nutrientes e elevados índices de MEF. Estes resultados sugerem que os elevados índices de esclerofilia nestes ambientes é consequência do déficit nutricional do solo corroborando com a hipótese do “escleromorfismo oligotrófico” (Loveless 1961; 1962; Goodland e Ferri 1979; Salatino 1993). Do mesmo modo, Gonçalves-Alvim et al. (2006) estudando *Qualea parviflora* observaram que a esclerofilia foliar aumentava em ambientes mais pobres em nutrientes.

A mata ciliar apresentou índices de MEF maior que na mata seca contrariando os estudos que citam os ambientes mésicos como menos esclerófilos, pois apresentam habitats menos estressados higrotérmicamente e com plantas de crescimento mais rápido (Bryant et al. 1903; Oearteli et al. 1990; Fernandes e Price 1991; 1992). Entretanto, como a esclerofilia está diretamente relacionada à disponibilidade nutricional do ambiente (Bryant et al. 1903) é possível que a mata ciliar possua solos mais pobres que a mata seca. Janzen (1974) sugere que o processo de lixiviação pelos rios em período de fortes tempestades poderia igualar a mata ciliar aos ambientes xéricos quanto aos teores nutricionais do solo. Na Apa do Rio Pandeiros (Januária/MG) o nível das águas do rio Pandeiros sobe consideravelmente na estação úmida, aumentando a velocidade da água. Neste cenário é possível que ocorra a remoção dos nutrientes dos solos da mata ciliar, entretanto, estudos mais detalhados se fazem necessário para testar esta hipótese.

Por outro lado, a esclerofilia está fortemente relacionada à durabilidade da folha (Rizzini 1979). Assim, os reduzidos níveis de MEF na mata seca podem estar relacionados com a perda de suas folhas na estação seca. Além disso, a ciclagem das folhas permite que estas sejam reutilizadas no ambiente garantindo solos mais ricos em nutrientes e consequentemente baixos níveis de esclerofilia.

Os ambientes que apresentaram maiores índices de área perdida foi o cerrado e mata seca,

diferente do esperado, que sugeria relação indireta entre os índices de esclerofilia e área perdida por herbívoros. Ainda, a taxa de herbivoria não correlacionou com a MEF já que os cerrado e mata seca (ambientes mais e menos esclerófilos) apresentaram mesmos níveis de ataques. Possivelmente, houve uma adaptação às condições físicas e químicas dos insetos herbívoros a suas plantas hospedeiras. É provável que a barreira física imposta pela esclerofilia seja resolvida com o sincronismo do ciclo de vida dos herbívoros com a época em que ocorre a maior disponibilidade de folhas novas no ambiente.

Coley e Barone (1996) sugerem que em florestas tropicais a relação evolucionária entre herbívoros e sua planta hospedeira resultaram numa variedade de adaptações e interações. A sazonalidade dos insetos está relacionada ao regime de umidade. Em geral, as populações de insetos reduzem durante a estação seca com marcada recuperação já no início da estação úmida. Do mesmo modo, a vegetação do cerrado e mata seca no norte de Minas Gerais apresentam sazonalidade marcante (IEF 2000). Na estação seca as plantas perdem a maioria de suas folhas, rebrotando-as no início da estação úmida (Oliveira 1998). Assim, em ambientes decíduos, a alta densidade de insetos herbívoros de vida livre ocorre exatamente quando há maior disponibilidade de folhas jovens. Portanto, como na mata seca a disponibilidade de recursos é maior na estação úmida, o ataque dos insetos herbívoros é mais acentuado (Coley e Barone 1996). Ainda, Coley e Aide (1991) descreveram que espécies decíduas, por apresentarem folhas com tempo de vida curto, investem pouco em defesa o que ocasionaria maior herbivoria nestas espécies que em plantas tolerantes a sombra e umidade.

Os insetos indutores de galhas não apresentaram diferenças significativas na riqueza e na abundância entre os ambientes cerrado, mata seca e mata ciliar. Estes resultados contrariam uma série de trabalhos (Waring e Price 1990; Fernandes e Price 1991; 1992; Lara et al. 2002; Ribeiro-Mendes et al. 2002; Cuevas-Reyes et al. 2004) que encontraram maior diversidade de galhadores

em ambientes xéricos e outros que fogem o padrão geral, e encontraram maior diversidade em ambiente mésico (Blanche 2000; Blanche e Ludwig 2001; Veldtman e Mcgeoch 2003).

A elevada diversidade de galhas encontrada na área de estudo possivelmente, foi influenciada pela metodologia de coleta que ocorreu apenas em copas de árvores, sendo excluídas as ervas e arbusto. Além disso, a área de estudo estar localizada em um ecótono, ou seja, área de transição entre o bioma do cerrado e caatinga, apresentando espécies botânicas dos dois biomas. Assim, é possível que estas características biogeográficas tenham influenciado a elevada diversidade de galhas.

As famílias mais ricas em insetos galhadores (Volchysiaceae, Combretaceae, Sapindaceae e Fabaceae) estão entre as mais ricas em espécies de plantas no ambiente de estudo. A família Fabaceae foi a que apresentou maior número de morfotipos de galhas. Possivelmente, isso ocorreu, porque a Fabaceae é a família mais rica na área. Segundo Cornell (1985) existe uma tendência de que várias famílias de plantas com muitos gêneros e/ou espécies possuam mais espécies de insetos galhadores que famílias menos diversas. Por exemplo, Gonçalves-Alvim e Fernandes (2001) trabalhando em savanas neotropicais brasileiras, explicaram 50% da variação na riqueza de insetos formadores de galhas pelo tamanho das famílias de plantas.

Neste trabalho foi encontrada maior riqueza de galhas corroborando com os dados disponíveis para a América do Sul (Mani 1964). Cuevas-Reyes et al. (2004 A) também encontraram maior riqueza de galhas nas folhas tanto em plantas de ambientes xérico como mésico. Gonçalves-Alvim e Fernandes (2001) também encontraram mais galhas de folhas quando analisaram diferentes fisionomias do cerrado. Veldtman e McGeoch (2003) sugerem que a escolha do órgão da planta é um dos mecanismos responsáveis pelo sucesso do galhador e está relacionado com as características impostas em cada ambiente. Em vegetação esclerófila, onde as folhas são duras e persistentes as galhas de folhas são mais comuns (Price et al. 1998).

5-CONCLUSÕES GERAIS

Este é um dos primeiros estudos que investiga o papel ecológico de características marcantes do ambiente da Apa do Rio Pandeiros (Januária/MG), como é o caso da esclerofilia foliar. Além de contribuir para conhecimentos básicos para este ecossistema os dados apresentados poderão auxiliar em trabalhos futuros de conservação da área em questão.

Os resultados aqui encontrados mostram ausência de relação entre a esclerofilia foliar e a herbivoria. Possivelmente, os herbívoros adaptaram o seu ciclo de vida a esta característica do ambiente “driblando” esta barreira física.

A dureza foliar parece estar relacionada a uma adaptação as condições adversas do ambiente já que variou entre as formações vegetais estudadas. Além disso, o ambiente mais adverso apresentou maiores índices de esclerofilia em suas folhas.

Este estudo também mostrou a alta diversidade de galhas na área de estudo e fortes indicativos da relação entre riqueza de plantas e riqueza de galhas. As famílias Fabaceas, Volchysiaceae, Combretaceae e Sapindaceae foram as que abrigaram o maior número de espécies de insetos indutores de galhas necessitando deste modo, atenção especial quanto a sua conservação.

6- BIBLIOGRAFIA

- ARENS, K. 1958. O cerrado como vegetação oligotrófica. *Boletim da FFCL-USP* 224: 59-77.
- BLANCHE, K. R. 2000. Diversity of insect-induced galls along a temperature-rainfall gradient in the tropical savannah region of the northern territory Australia. *Austral Ecology* 25: 311-318.
- BLANCHE, K. R.; WESTOBY, M. 1995. Gall-forming insect diversity is linked to soil fertility via host plant taxon. *Ecology* 76: 2334-2337.
- BLANCHE, K. R.; LUDWING, A. J. 2001. Species richness of gall-inducing insects and host plants along and altitudinal gradient in Big Bend National Park, Texas. *Am. Midl. Nat.* 145: 219-232.
- BRYANT, J. P.; CHAPIN, F. S.; KLEIN, D. R. 1903. Carbon/nutrient balance of boreal plants in relation to vertebrate herbivory. *Oikos* 40: 357-368.
- CHAPIN, F. S. 1980. The mineral nutrition of wild plants. *Annual Review of ecology and systematics* 233-260.
- COLEY, P. D. 1983. Herbivore and defensive characteristics of tree species in a lowland tropical forest. *Ecology Monography* 53: 209-233.
- COLEY, P. D. 1987. Interespecific variation in plant anti-herbivore properties: The role of habitat quality and rate of disturbance. *New Phytologist* 106: 251-263 (A).
- COLEY, P. D. 1987. Padrões em las defensas de las plantas: Por que los herbívoros prefieren ciertas especies? *Revista de Biología Tropical*. 35: 151-164 (B).
- COLEY, P. D.; AIDE, T. M. 1991. A comparison of herbivory and plant defenses in temperate and tropical broad-leaved forests. See Ref 173: 25-49.
- COLEY, P. D.; BARONE, J. A. 1996. Herbivory and plant defenses in tropical forests. *Annual Review of ecology and systematics*. 27: 305-335.
- COLEY, P. D.; BRYANT, J. P.; CHAPIN, F. S. 1985. Resource availability and plant antiherbivore

- defense. *Science* 230: 895-899.
- CORNELL, H. V. 1985. Local and regional richness of cynipine gall wasps on California oaks. *Ecology* 66: 1247-1260.
- CRAWLEY, M. 2002. Statistical computing: An introduction to data analysis using S-Plus. John Wiley e Sons, 761 pp.
- CUEVAS-REYES, P.; QUESADA, M.; HANSON, P.; DIRZO, R.; OYAMA, K. 2004. Diversity of gall-inducing insects in a tropical rain forest: The importance of plant species richness, life-forms, host plant age and plant density. *Jornal of Ecology* 92: 707-716.
- EDWARDS, C.; READS, J.; SANSON, G. 2000. Characterizing sclerophyll: Some mechanical properties of leaves from heath and forest. *Oecologia* 123: 158-167.
- FERNANDES, G. W.; PRICE, P. W. 1988. Biogeographical gradients in galling species richness: test of hypotheses. *Oecologia* 76: 161-167.
- FERNANDES, G. W.; PRICE, P. W. 1991. Comparisons of tropical and temperate galling species richness: the role of environmental harshness and atplant nutrient status. In PRICE, P. W.; LEWINSOHN, T. M.; FERNANDES, G. W.; BENSON, W. W. *Plant animal interactions: evolutionary ecology in tropical and temperate region.* p 91-115. John Wiley and Sons, New York, USA.
- FERNANDES, G. W.; PRICE, P. W. 1992. The adaptive significance of insect gall distribution: Survivorship of species in xeric and mesic habitat. *Oecologia* 90: 14-20.
- GONÇALVES-ALVIM, S.; FERNANDES, G. W. 2001. Biodiversity of galling insects: historical, community and habitat effects in four Neotropical Savannas. *Biodiversity and conservation* 10: 79-78.
- GONÇALVES-ALVIM, S. J.; KORNDORF, G.; FERNANDES, G. W. 2006. Sclerophyll in *Qualea parviflora* (Vochysiaceae): Influence of herbivory, mineral nutrients and water

status. *Plant Ecology* 187: 153-162

GOODLAND, R. 1971. Oligotrofismo e aluminium no cerrado, pp. 44-60. In FERRI, G. M. (ed.), III Simposio sobre o Cerrado. Editora da Universidade de São Paulo, Edgard Blücher, São Paulo.

GOODLAND, R.; FERRI, M. G. 1979. Ecologia do cerrado. Itatiaia, Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo.

IEF- Instituto Estadual de Florestas 2000. Parecer técnico para a criação do Parque Estadual da Mata Seca. Relatório Técnico, Belo Horizonte - MG.

IGA. INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS APLICADAS -2006. Governo do estado de Minas Gerais. Área de proteção ambiental no estado de Minas Gerais. Demarcação e estudos para o pré-zoneamento ecológico: Apa Bacia do Rio Pandeiros. Relatório técnico. Belo Horizonte 271p.

JANZEN, D. H. 1974. Tropical black water rivers, animals and mast fruiting by the Dipterocarpaceae. *Biotropica* 6: 69-103.

LARA, A. C. F.; FERNANDES, G. W.; GONÇALVES-ALVIM, S. J. 2002. Tests of hypotheses on patterns of gall distribution along na altudinal gradient. *Tropical Zoology* 15: 219-232.

LOVELESS, A. R. 1961. A nutritional interpretation of sclerophyll based on differences in the chemical composition of sclerophyllous and mesophytic differences in the chemical composition of sclerophyllous and mesophytic leaves. *Annals of Botany* 25: 168-184.

LOVELESS, A R. 1962. Further evidence to support a nutritional interpretation of sclerophyllly. *Annals of Botany* 26: 551-561.

MADEIRA, J. A.; RIBEIRO, K. T.; FERNANDES, G. W. 1998. Herbivory, tannins and sclerophyllly in *Chamaecrista linearifolia* (Fabaceae) along an altitudinal gradient. *Brazilian Journal of Ecology* 2: 24-29.

MANI, M. S. 1964. Ecology of plant galls. Junk. The Hague, 434p.

- MARQUES, A. R.; GARCIA, Q. S.; FERNANDES, G. W. 1999. Effects of sun and shade on leaf structure and sclerophyllly of *Sebastiana myrtilloides* (Euphorbiaceae) from Serra do Cipó, Minas Gerais, Brasil. Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo. 18: 21-27.
- MEDINA, E.; FRANCISCO, M. 1994. Photosynthesis and water relations of savanna tree species differing in leaf phenology. Tree Physiology 14: 1367-1381.
- NEVES, F. S.; LUCIMAR, A. S.; ESPIRITO-SANTO, M. M.; FAGUNDES, M. et al. 2009. Canopy herbivory and insect herbivore diversity in a dry forest-savana transition in Brazil. Biotropica.
- OEARTELI, J. J.; LIPS, S. H.; AGAMI, M. 1990. The strength of sclerophyllous cells to resist collapse due to negative turgor pressure. Acta Ecologica 11: 281-289.
- OLIVERIA, P. E. 1998. Fenologia e biologia reprodutiva das espécies de cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. (ed.). Cerrado: ambiente e flora. Planaltina, Embrapa. p. 169-192.
- PRICE, P. W.; FERNANDES, G. W.; LARA, A. C. et al. 1998. Global patterns in local number of insect galling species. Jurnal Biogeography 25: 581-591.
- R. Development Core Team. 2008. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>.
- RASBAND, W. S. 2006. ImageJ, U. S. National Institutes of Health, Bethesda, Maryland, USA, <http://rsb.info.nih.gov/ij>.
- RIBEIRO, S. P. 2003. Insect herbivores in the canopies of savannas and rainforests. In: BASSET, Y. et al. (eds) Arthropods of tropical forests: spatio-temporal dynamics and resource use in the canopy. Cambridge University Press p. 348-359.
- RIBEIRO, S. P.; BRAGA, A. O.; SILVA, C. H.; FERNANDES, G. W. 1999. Leaf polyphenols in Brazilian Melastomataceae: sclerophyllly, habitats, and insect herbivores. Ecotropica 5: 137-146.

RIBEIRO, S. P.; CARNEIRO, M. A. A.; FERNANDES, G. W. 1998. Free-feeding herbivore along environmental gradient in Serra do Cipó: Basis for a management plan. *J. Insect Conservation* 2: 107-118.

RIBEIRO-MENDES, H.; 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

RIZZINI, C. T. 1979. *Tratados de fitogeografia do Brasil: Aspécitos sociológicos e florísticos*. Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo.

ROHFRITSCH, O. 1992. Patterns in gall development. In SHORTHOUSE, J. D.; ROHFRITSCH, O. (eds.) *Biology of insect-induced galls*. Oxford University Press, Oxford, p.60-86.

SALATINO, A. 1993. Chemical ecology and the theory of oligotrophic scleromorphism. *Anais da Academia Brasileira de Ciência* : 1-13.

SALLEO, S.; NARDINI, A. 2000. Scherophylly; an evolutionary advantage or mere epiphenomenon? *Plant Biosystematics* 134: 247-270.

SARMIENTO, G.; MONASTERIO, M. 1975. A critical consideration of the environmental conditions associated with the occurrence of savanas ecosystem processes. A global Perspective. *Ecological studies* , vol. 121. Springer-Verlang, Berlim.

SCHIMPER, A. F. W. 1903. *Plant-geography upon a physiological basis* (W. R. Fisher Transl.) Clarendon Press, Oxford.

SILVA, J. O.; JESUS, F. M.; FAGUNDES, M.; FERNANDES, G. W. 2009. Esclerofilia, taninos e insetos herbívoros associados a *Copaifera lagsdorffii* Desf. (Fabaceae: Caesalpinoideae) em transição Cerrado-Caatinga no Brasil. *Ecologia Austral.*

SOBRADO, M. A.; MEDINA, E. 1980. General morphology, anatomical structure, and nutrient content of sclerophyllous leaves of the bana vegetation of Amazonas. *Oecologia* 45: 341-345.

- SPECHT, R. L.; RUNDEL, P. W. 1990. Sclerophylly and foliar nutrient status of Mediterranean-climate plant communities in southern Australia. *Australia Journal of Botany* 38: 459-474.
- TURNER, I. M. 1994. Sclerophyllly: Primary protective? *Functional Ecology* 8: 669-675.
- VELDTMAN, R.; McGEOCH, M. A. 2003. Gall-forming insect species richness along a non-scleromorphic vegetation rainfall gradient in South Africa: The importance of plant community composition. *Austral Ecology*, 28: 1-13.
- WARMING, E. 1973. Lagoa Santa. Itatiaia, Rio de Janeiro.
- WARING, G. L.; PRICE, P. W. 1990. Plant water stress and gall formation (Cecidomyiidae: Aspöndylia spp.) on creosote bush. *Ecology Entomology* 15: 87-95.

7-ANEXOS

Anexo 1- Espécies vegetais presentes no Refúgio da Vida Silvestre inserida na APA do Rio Pandeiros/ Januária MG.

Espécie	Ambiente encontrada
Família Anacardiaceae	
<i>Anacardium giganteum</i> w. Hancock ex Engl.	MC; CE
<i>Astronium fraxinifolium</i> Schott ex Spreng	MC; MS; CE
<i>Aspidosperma cuspa</i> (Kunth) S. F. Blake ex Pittier	MS
<i>Astronium sp</i>	MC
<i>Myracrodruron urundeuva</i> Allemão	MC; CE
<i>Schinopsis brasiliensis</i> Engl.	MS
<i>Tapirira guianensis</i> Aulb.	MC
<i>Tapirira obtusa</i> (Benth.) J. D. Mitch.	MS
Família Annonaceae	
<i>Anaxagorea Sp</i>	MS
<i>Annona crassiflora</i> Mart.	CE
<i>Annona sp</i>	CE
<i>Duguetia sp</i>	CE
<i>Rollinia leptopetala</i> R. E. Fr.	MS; CE
<i>Rollinia sp.</i>	MS
<i>Xylopia aromaticata</i> (Lam) Mart.	MC
Família Apocynaceae	
<i>Aspidosperma macrocarpon</i> Mart.	MS; CE
<i>Aspidosperma multiflorum</i> A DC.	MS
<i>Aspidosperma pyrifolium</i> Mart.	MC
<i>Aspidosperma tomentosum</i> Mart.	MC; CE
<i>Aspidosperma sp</i>	MC; MS
Família Bignoniaceae	
<i>Jacaranda brasiliiana</i> (Lam.) Pers.	MS
<i>Tabebuia aurea</i> (Manso) Benth. & Hook. f. Ex S. Moore	CE
<i>Tabebuia chrysotricha</i> (Mart. Ex A DC.) Standl.	CE

Continuação anexo 1

Tabebuia ochracea (Cham.) Standl., *T. chrysantha* MC; CE

Tabebuia sp MS

Zeyheria tuberculosa (Vell.) Bureau MS

Família Boraginaceae

Cordia glabrata (Mart.) DC MC; MS; CE

Cordia sp MS

Família Burseraceae

Commiphora leptophloeus (Mart.) J. B. Gillet MS

Família Caryocaraceae

Caryocar brasiliense Cambess. MC; CE

Família cannabaceae

Celtis brasiliensis (Gardner) Panch. MC

Família Chrysobalanaceae

Couepia grandiflora (Mart. & Zucc) Benth. Ex Hook. F. MC; CE

Família Clusiaceae

Kielmeyera coriacea Mart. & Zucc. CE

Família Combretaceae

Buchenavia tomentosa Eichler CE

Combretum duarteanum Cambess. MS; CE

Combretum leprosum Mart. MS

Combretum sp MC

Terminalia argentea (Cambess.) Mart. MC

Terminalia fagifolia Mart. CE

Terminalia sp MS

Família Connaraceae

Connarus suberosus Planch. CE

Continuação anexo 1

Família Dilleniaceae

Curatella americana L. MC; CE

Davilla elliptica A St.-Hil. CE

Família Ebenaceae

Diospyros hispida A DC. MC

Família Erythroxylaceae

Erythroxylum betulaceum Mart. MS

Família Fabaceae

Acasia sp MS

Anadenanthera colubrina (Vell.) Brenan MS

Anadenanthera macrocarpa (L.) Speg MC; MS

Andira vermicifuga (Mart.) Benth. CE

Apuleia leiocarpa (Vogel) J. F. Macbr. MS

Bauhinia brevipes Vogel MC

Bauhinia rufa (bong) Steud. MC

Bauhinia sp CE

Bowdichia virgiliooides Kunth CE

Caesalpinia pluviosa DC. MS

Cloroleucon dumosum (Benth.) G. P. Lewis MS

Copaifera coriacea Mart. CE

Copaifera martii Hayne MC

Copaifera langsdorffii Desf. MS

Copaifera sp MC; CE

Dalbergia miscolobium Benth. MC

Dimorphandra mollis Benth. MC; CE

Dipteryx aurantiaca Tul. CE

Dipterocarpus ferruginea Benth. MS;CE

Dipterocarpus purpurea (Rich.) Amshoff MS

Hymenaea courbaril L. MS

Hymenaea martiana Hayne CE; MS

Continuação anexo 1

<i>Hymenaea stigonocarpa</i> Mart. Ex Hayne	MC; MS; CE
<i>Machaerium acutifolium</i> Vogel	MC; MS; CE
<i>Machaerium opacum</i> Vogel	MC; CE
<i>Machaerium punctatum</i> (Poir.) Pers.	MC
<i>Machaerium scleroxylon</i> Tul.	MS
<i>Machaerium sp</i>	MC; CE
<i>Plathymenia reticula</i> Benth	MC
<i>Pterocarpus villosus</i> (Mart. Ex Benth.) Benth.	MS
<i>Pterodon emarginatus</i> Vogel	MC
<i>Pterodon abruptus</i> (Moric.) Benth.	MC; CE
<i>Sclerolobium paniculatum</i> Var. <i>Subvelutinum</i> Benth	CE
<i>Senna sp</i>	CE
<i>Swartzia sp</i>	MS
<i>Tachigali aurea</i> Tul.	CE; MC
<i>Tachigali sp</i>	MC
<i>Vatairea macrocarpa</i> (Benth.) Ducke	CE

Família Malvaceae

<i>Eriotheca pubescens</i> (Mart. & Zucc.) Schott & Endl.	CE
<i>Luehea grandiflora</i> Mart. & Zucc.	MC; MS
<i>Luehea divaricata</i> Mart.	MC
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	MC
<i>Sterculia striata</i> A St. _ Hill & Naudin	MC

Família Malpighiaceae

<i>Byrsonima crassa</i> Nied.	MC; CE
<i>Byrsonima coccobifolia</i> Kunth	CE

Família Meliáceae

<i>Trichilia catigua</i> A Juss.	MC
----------------------------------	----

Família Myrtaceae

<i>Eugenia dysenterica</i> DC.	MC; MS; CE
--------------------------------	------------

Continuação anexo 1

Eugenia florida DC MS; CE

Psidium myrtoides O Berg MC

Psidium sp MS; CE

Myrcia sp MC; MS

Família Ochnaceae

Ouratea castaneifolia (DC.) Engl. MC

Família Moraceae

Ficus sp MS

Família Opiliaceae

Agonandra brasiliense Miers ex Benth & Hook MC; MS

Família Polygalaceae

Bredemeyra floribunda Willd. CE

Família Proteaceae

Roupala montana Aubl. MC; MS

Família Rhamnaceae

Rhamnidium sp MS

Família Rubiaceae

Cordiera rigida (K. Schum.) Kuntze CE

Machaonia brasiliensis (Hoffmanns. Ex Humb.) Clam. & Schltdl. MS; CE

Machaonia sp MC; MS

Família Rutaceae

Tocoyena formosa (Cham. & Schltdl.) K. Schum. CE

Família Salicaceae

Casearia rupestris Eichler MC

Família Sapindaceae

Dilodendron bipinnatum Radlk MC; MS

Cupania vernalis Cambess. MC

Continuação anexo 1

<i>Magonia pubescens</i> A St.-Hil.	CE; MC
<i>Matayba guinensis</i> Aulb.	MC
<i>Matayba</i> sp	MC
<i>Talisia esculenta</i> (A St. - Hill) Radlk	MC; MS

Família Sapotaceae

<i>Pouteria ramiflora</i> (Mart.) Randlk.	CE
<i>Pouteria torta</i> (Mart.) Radlk.	MC

Família Simaroubaceae

<i>Simarouba versicolor</i> A St. - Hil.	MC; MS; CE
--	------------

Família Volchysiaceae

<i>Callisthene fasciculata</i> (Spreng) Mart.	MC; MS
<i>Callisthene major</i> Mart.	CE
<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	MC; CE
<i>Qualea multiflora</i> Mart.	MC; CE
<i>Qualea parviflora</i> Mart.	CE

Família Papilonoideae

<i>Vatairea macrocarpa</i> (Benth.) Ducke	CE
---	----

Família Polygonaceae

<i>Coccoloba schwackeana</i> Lindau	MS
-------------------------------------	----

Não identificado- sp1	CE
Não identificado- sp2	CE
Não identificado- sp3	CE
Não identificada- sp4	CE
Não identificada- sp5	MC
Não identificada-sp6	MC
Não identificada-sp7	MC
Não identificada-sp8	MC
Não identificada-sp9	CE
Não identificada-sp10	CE
Não identificada-sp11	CE
Não identificadasp 12	CE

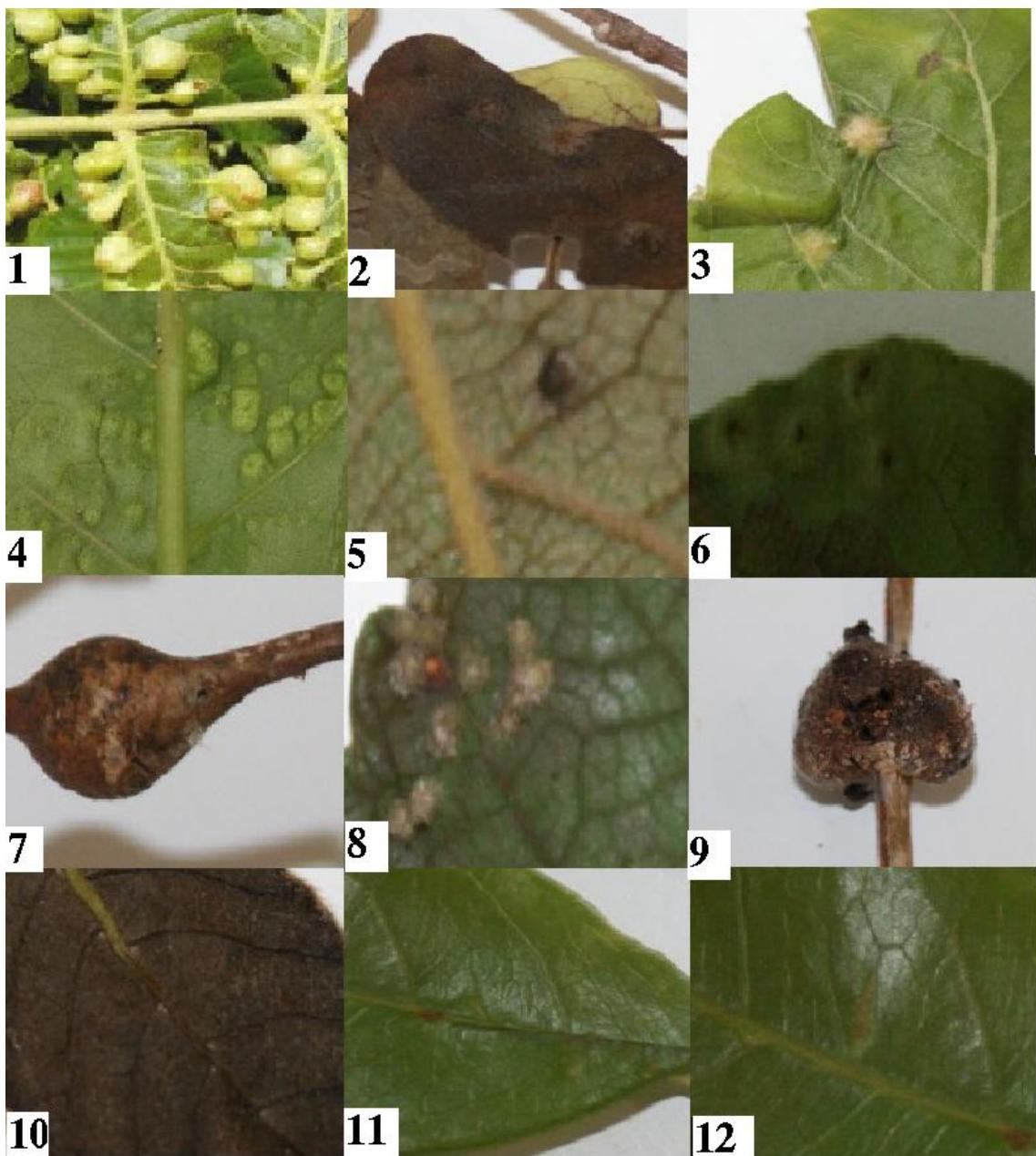
Anexo 2 - Característica das plantas hospedeiras (família, espécies, órgão atacado) e das galhas (habitat encontrado, figura) nas formações vegetais cerrado, mata seca e mata ciliar no Refúgio da Vida Silvestre inserido na Apa do rio Pandeiros (Januária - MG).

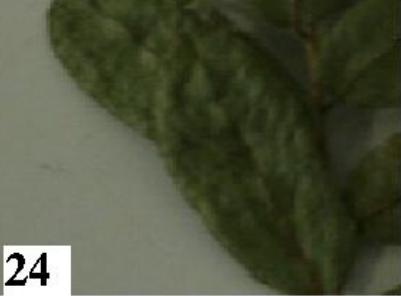
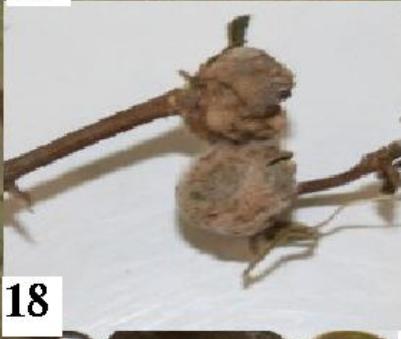
PLANTA HOSPEDEIRA		GALHA			
Família	Especie	Órgão da planta	Habitat encontrado	Morfotipo	Figura
Anacardiaceae	<i>Astronium fraxinifolium</i>	Folha	CE; MS; MC	MF-1	1
Annonaceae	<i>Rollinia leptopetala</i>	Folha	CE; MS	MF-2	2
Apocynaceae	<i>Aspidosperma tomentosum</i>	Folha	CE; MS; MC	MF-3	3
	<i>Aspidosperma macrocarpon</i>	Folha	MC		
	<i>Aspidosperma pyrifolium</i>	Folha	MC	MF-4	-
Bignoniaceae	<i>Tabebuia aurea</i>	Folha	CE	MF-5	4
	<i>Tabebuia chrysotricha</i>	Folha	CE	MF-6	5
Boraginaceae	<i>Cordia glabrata</i>	Folha	CE; MS; MC	MF-7	6
Cannabaceae	<i>Celtis brasiliensis</i>	Ramo	CE; MC	MF-8	7
Caryocaraceae	<i>Caryocar brasiliensis</i>	Folha	CE; MC	MF-9	8
Chrysobalanaceae	<i>Couepia grandiflora</i>	Ramo	CE	MF-10	9
Combretaceae	<i>Buchenavia tomentosa</i>	Folha	CE	MF-11	10
	<i>Combretum duarteanum</i>	Folha	CE; MS	MF-12	11
	<i>Combretum duarteanum</i>	Folha	CE	MF-13	12
	<i>Terminalia argentea</i>	Folha	CE; MC	MF-14	13
	<i>Terminalia argentea</i>	Folha	MC	MF-15	14
	<i>Terminalia fagifolia</i>	Folha	CE	MF-16	15
Connaraceae	<i>Connarus suberosus</i>	Folha	CE	MF-17	16
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum betulaceum</i>	Folha	CE; MS	MF-18	17
Fabaceae	<i>Anadenanthera colubrina</i>	Ramo	MS	MF-19	18
	<i>Andira vermifuga</i>	Folha	CE	MF-20	19
	<i>Bauhinia brevipes</i>	Folha	CE; MC	MF-21	20
	<i>Bauhinia rufa</i>	Folha	MC	MF-22	21
	<i>Bauhinia</i> sp.	Folha	CE	MF-23	22
	<i>Caesalpinia pluviosa</i>	Folha	CE; MC	MF-24	23
	<i>Caesalpinia pluviosa</i>	Folha	MC	MF-25	24
	<i>Copaifera coriacea</i>	Ramo	CE	MF-26	25
	<i>Copaifera martii</i>	Folha	MC	MF-27	26
	<i>Copaifera langsdorffii</i>	Folha	MC	MF-28	-
	<i>Dimorphandra mollis</i>	Folha	CE; MS; MC	MF-29	-
	<i>Diptychandra aurantiaca</i>	Ramo	CE	MF-30	27
	<i>Hymenaea courbaril</i>	Folha	CE; MS	MF-31	28
	<i>Hymenaea stigonocarpa</i>	Folha	CE; MS; MC	MF-32	-
	<i>Machaerium acutifolium</i>	Folha	CE; MS; MC	MF-33	29
	<i>Machaerium scleroxylon</i>	Folha	MS	MF-34	30
	<i>Pterocarpus villosus</i>	Folha	MS	MF-35	-
	<i>Tachigali aurea</i>	Folha	CE; MC	MF-36	31
	<i>Vatairea macrocarpa</i>	Folha	CE	MF-37	32
Malvaceae	<i>Luehea grandiflora</i>	Folha	MS; MC	MF-38	33
	<i>Luehea grandiflora</i>	Folha	MS	MF-39	34
Malpighiaceae	<i>Byrsonima pachyphylla</i>	Péciolo	MC	MF-40	35
Meliaceae	<i>Trichilia catigua</i>	Folha	MC	MF-41	36
Myrtaceae	<i>Eugenia dysenterica</i>	Folha	CE; MS; MC	MF-42	37
	<i>Psidium</i> sp.	Folha	CE	MF-43	38
	<i>Psidium</i> sp.	Ramo	MS	MF-44	39
Opiliaceae	<i>Agonandra brasiliensis</i>	Folha	MC	MF-45	40
Polygalaceae	<i>Bredemeyra floribunda</i>	Folha	CE; MC	MF-46	41
Proteaceae	<i>Roupala montana</i>	Folha	MC	MF-47	42
Rubiaceae	<i>Cordiera rigida</i>	Ramo	CE	MF-48	43

Continuação anexo 2

	<i>Machaonia brasiliense</i>	Folha	CE; MS	MF-49	44
	<i>Machaonia brasiliense</i>	Folha	MS	MF-50	45
Salicaceae	<i>Casearia rupestris</i>	Folha	MC	MF-51	46
Sapindaceae	<i>Cupania vernalis</i>	Folha	MC	MF-52	-
	<i>Matayba guianensis</i>	Folha	MC	MF-53	47
	<i>Magonia pubescens</i>	Folha	MC	MF-54	48
	<i>Talisia esculenta</i>	Folha	MS	MF-55	-
Simaroubaceae	<i>Simarouba versicolor</i>	Folha	CE; MC	MF-56	49
Vochysiaceae	<i>Qualea grandiflora</i>	Folha	CE	MF-57	-
	<i>Qualea multiflora</i>	Folha	MC	MF-58	50
	<i>Qualea parviflora</i>	Folha	CE; MC	MF-59	-
	<i>Callisthene fasciculata</i>	Folha	MC	MF-60	51
	<i>Callisthene major</i>	Folha	CE;MC	MF-61	52
	<i>Callisthene major</i>	Folha	CE;MC	MF-62	53
Não identificado	SP.1	Ramo	CE	MF-63	54
Não identificado	SP.2	Ramo	CE	MF-64	55
Não identificado	SP.3	Folha	CE	MF-65	56
Não identificada	SP.4	Ramo	CE	MF-66	57
Não identificada	SP.5	Folha	MC;MS	MF-67	58
Não identificada	SP.6	Folha	MC	MF-68	59
Não identificada	SP.7	Ramo	MC	MF-69	60
Não identificada	SP.8	Folha	MC	MF-70	61
Não identificada	SP.9	Folha	CE	MF-71	62
Não identificada	SP.10	Folha	CE	MF-72	63
Não identificada	SP.11	Folha	CE	MF-73	64
Não identificada	SP.12	Folha	CE	MF-74	65

Anexo 3 – Morfoespécies das galhas amostradas nas formações vegetais cerrado, mata seca e mata ciliar da Apa do rio Pandeiros (Januária/MG) descrito na tabela 1.5.







25



26



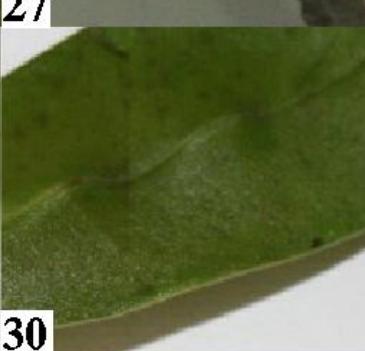
27



28



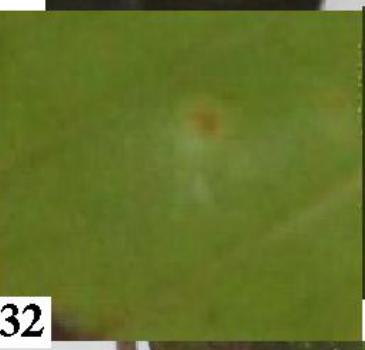
29



30



31



32



33



34



35



36

