



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS (ZOOLOGIA)

RENATA LIMA MACHADO DA SILVA

**GALHAS DE INSETOS EM BREJOS DE ALTITUDE DA PARAÍBA,
NORDESTE DO BRASIL**

JOÃO PESSOA-PB

2025

RENATA LIMA MACHADO DA SILVA

**GALHAS DE INSETOS EM BREJOS DE ALTITUDE DA PARAÍBA,
NORDESTE DO BRASIL**

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas (Zoologia) da Universidade Federal da Paraíba, para obtenção do título de Doutora em Ciências Biológicas.

Área de concentração: Zoologia

Linha de Pesquisa: Ecologia de Ecossistemas e Comunidades

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Valéria Cid Maia (UFRJ)

JOÃO PESSOA-PB

2025

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

S586g Silva, Renata Lima Machado da.
Galhas de insetos em brejos de altitude da Paraíba,
Nordeste do Brasil / Renata Lima Machado da Silva. -
João Pessoa, 2026.
92 f.

Orientação: Valéria Cid Maia.
Tese (Doutorado) - UFPB/CCEN.

1. Galhas. 2. Interação inseto-planta. 3. Guildas
associadas. I. Maia, Valéria Cid. II. Título.

UFPB/BC CDU 632.21(043)

Ata da 177ª Apresentação e Banca de Defesa
de Doutorado de Renata Lima Machado da
Silva

Aos vinte dias do mês de janeiro de dois mil e vinte e cinco, às 08:30 horas, no ambiente virtual, da Universidade Federal da Paraíba, reuniram-se, em caráter de solenidade pública, membros da banca examinadora para avaliar a tese de doutorado de **Renata Lima Machado da Silva**, candidata ao grau de Doutora em Ciências Biológicas. A banca examinadora foi composta pelos seguintes membros: **Dra. Valéria Cid Maia (Orientadora, UFRJ/RJ); Dra. Juliana Santos Silva (UNEB/BA); Dra. Rosy Mary dos Santos Isaías (UFMG/MG); Dra. Barbara Proença do Nascimento (UFF/RJ); Dra. Sheila Patrícia Carvalho Fernandes (MHNCE/UECE)**. Compareceram à solenidade, além da candidata e membros da banca examinadora, alunos e professores do PPGCB. Dando início à sessão, a coordenação fez a abertura dos trabalhos, apresentando a discente e os membros da banca. Foi passada a palavra à orientadora, para que assumisse a posição de presidente da sessão. A partir de então, a presidente, após declarar o objeto da solenidade, concedeu a palavra a **Renata Lima Machado da Silva**, para que dissertasse, oral e sucintamente, a respeito de seu trabalho intitulado **“INSETOS GALHADORES EM BREJOS DE ALTITUDE DA PARAÍBA, NORDESTE DO BRASIL”**. Passando então a discorrer sobre o aludido tema, dentro do prazo legal, a candidata foi a seguir arguida pelos examinadores na forma regimental. Em seguida, passou a Comissão, em caráter secreto, a proceder à avaliação e julgamento do trabalho, concluindo por atribuir-lhe o conceito **APROVADA**. Perante o resultado proclamado, os documentos da banca foram preparados para trâmites seguintes. Encerrados os trabalhos, nada mais havendo a tratar, eu, orientador, como presidente, lavrei a presente ata que, lida e aprovada, assino juntamente com os demais membros da banca examinadora.

João Pessoa, 20/01/2025

Documento assinado digitalmente
gov.br VALERIA CID MAIA
Data: 21/01/2025 13:34:19-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Orientadora

Documento assinado digitalmente
gov.br ROSY MARY DOS SANTOS ISAIAS
Data: 21/01/2025 13:49:56-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Examinadora

Documento assinado digitalmente
gov.br JULIANA SANTOS SILVA
Data: 06/03/2025 12:38:02-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Examinadora

Documento assinado digitalmente
gov.br SHEILA PATRICIA CARVALHO FERNANDES
Data: 21/01/2025 21:35:12-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Examinadora

Documento assinado digitalmente
gov.br BARBARA PROENÇA DO NASCIMENTO
Data: 21/01/2025 09:30:28-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Examinadora

Documento assinado digitalmente
gov.br RENATA LIMA MACHADO DA SILVA
Data: 12/02/2025 11:46:25-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Renata Lima Machado da Silva(discente ciente do resultado)

(Em modo de webconferência, as assinaturas digitalizadas são certificadas pelo presidente da banca)

A Deus, fonte infinita de luz e sabedoria, que me permitiu realizar este sonho, concedendo-me força e discernimento nos momentos mais desafiadores desta caminhada acadêmica.

Ao meu pai **Severino Machado da Silva** (*In memoriam*), cujos ensinamentos continuam a me inspirar todos os dias.

AGRADECIMENTOS

A jornada do doutorado foi uma caminhada de descobertas, desafios e profundo crescimento pessoal e profissional. Uma trajetória que se mostrou ainda mais desafiadora diante das adversidades impostas pela pandemia de COVID-19 em 2020, quando foi necessário reajustar completamente meu cronograma de coletas.

O ano de 2022 revelou-se particularmente intenso e transformador. Em janeiro, recebi o diagnóstico de fibromialgia, tendo que aprender a conviver com a dor crônica, que se tornou não apenas um desafio físico e psicológico, mas também um exercício diário de resiliência e superação. A dor nem sempre é apenas física; ela habita nossos sonhos, nossa capacidade de concentração e nossos limites.

Em maio do mesmo ano, experimentei a dor mais profunda e indescritível: a perda de meu melhor amigo e pai. Uma ausência que atravessou todas as dimensões da minha existência, abalou meu emocional e exigiu de mim uma força que nem imaginava possuir.

Neste momento, meu coração transborda de gratidão a todos que, mesmo diante dessas provas, tornaram possível esta conquista acadêmica. Cada obstáculo se transformou em aprendizado, cada lágrima em energia para continuar, cada desafio em combustível para a realização deste sonho.

Primeiramente, agradeço a Deus, fonte inesgotável de vida e misericórdia, que me sustentou nos momentos mais difíceis e iluminou minha caminhada acadêmica.

Aos meus pilares de sempre, meu pai Severino Machado da Silva (in memoriam), minha mãe Helena Costa Lima e minha irmã Daniela Lima M. da Silva, que sempre me apoiaram incondicionalmente em todos os meus sonhos.

Meu especial agradecimento ao meu marido, Ayrton Douglas, mais do que um companheiro, um verdadeiro parceiro de vida. Ele vibrou com minha aprovação, foi meu motorista e tornou-se um dos maiores incentivadores desta trajetória. Nos momentos mais difíceis, quando o cansaço, a dor e as dúvidas me fizeram cogitar desistir, foi ele quem segurou minha mão, renovou minha esperança e me lembrou do quanto já havia conquistado. Ayrton Douglas compreendeu minhas intermináveis horas de estudo, minhas ausências em momentos familiares e meu humor instável. Sua paciência, amor e apoio incondicional foram fundamentais para que eu pudesse atravessar os desafios do doutorado. Mais do que um marido, foi meu parceiro científico, meu confidente e meu maior suporte emocional. Você me fez acreditar que era possível quando eu mesma duvidava.

Aos guias que foram fundamentais para a realização deste trabalho: Seu Antônio na Mata do Pau-Ferro, Washington e Seu Fernando na Mata do Goiamunduba. Sem o conhecimento local, a dedicação e o apoio de vocês, seria impossível realizar as coletas de campo. Vocês foram essenciais para a concretização desta pesquisa.

Um agradecimento carinhoso à Dona Edileuza do Hotel Caminhos do Frio, que mais do que me acolher, demonstrou uma hospitalidade singular. Ofereceu sempre um quarto

confortável e um café da manhã completo após dias exaustivos de trabalho de campo foi muito mais do que um serviço, foi um gesto de verdadeira amizade.

Agradeço a Roberto Lima, que me acompanhou no reconhecimento das áreas, auxiliou no levantamento inicial das plantas e compartilhou dicas valiosas para o trabalho de campo.

Ao professor Alexandre Pereira Colavite, sou grata pela ajuda nas solicitações de transporte, pelas contribuições na minha banca de qualificação e pelos conhecimentos transmitidos na disciplina de Prática em nomenclatura zoológica.

Agradeço ao coordenador Pedro Estrela pelas palavras de encorajamento e incentivo. Sua humanidade, especialmente ao se preocupar com minha saúde no momento que mais precisei fez toda a diferença.

À coordenação da Pós-Graduação, representada por Josias, meu reconhecimento pela eficiência, clareza e disponibilidade, atendendo-me inclusive pelo WhatsApp com paciência e educação. À Patrícia, agradeço pelas conversas nos momentos difíceis e pela paciência durante as prestações de conta. Mais do que funcionários, vocês foram verdadeiros amigos.

Às minhas queridas amigas Daniela Granjeiro e Thaís Kananda, gratidão pelos momentos de descontração, pelos cafezinhos, risadas e por sempre me ouvirem nos momentos de desabafo, vocês tornaram meus dias muito mais leves.

Às minhas amigas Thiele Carvalho e Valéria Santos, minha gratidão se estende desde o período da Graduação. Sempre presentes, proferindo palavras de incentivo, mesmo nos momentos em que tudo parecia dar errado. Suportaram meus desabafos, minhas angústias e também minhas alegrias. Uma amizade que ultrapassa os muros da universidade e se configura como um apoio para a vida toda.

Agradeço imensamente à professora Dr^a Maria Antonieta Pereira de Azevedo, do Laboratório de Díptera do Museu Nacional do Rio de Janeiro, pela valiosa colaboração na identificação dos micro-hymenópteros, que foi essencial para o desenvolvimento desta pesquisa. Sua disponibilidade, acolhimento e palavras de encorajamento ao longo desse percurso foram fundamentais para que eu seguisse em frente.

Por fim, um agradecimento especial à Professora Dr^a Valéria Cid Maia, que esteve presente desde os primeiros contatos por e-mail. Agradeço pela oportunidade da disciplina sobre insetos galhadores durante a pandemia, por aceitar ser minha coorientadora, por me acolher no Laboratório de Díptera do Museu Nacional, pelos conhecimentos práticos na preparação das lâminas para identificação dos mosquitos e por todas as orientações e correções na escrita dos capítulos.

A todos vocês, minha mais profunda gratidão.

Nas dobras das folhas e nos recantos dos Brejos de Altitude, histórias ecológicas ainda não contadas aguardam descobertas.

RESUMO

Galhas são modificações patológicas que ocorrem no tecido da planta em decorrência da hipertrofia e/ou hiperplasia resultante da interação inseto galhador-planta hospedeira. Apesar de sua abundância e importância, essas interações são pouco estudadas até o momento. Dessa forma esse trabalho teve como objetivos: no Capítulo I, inventariar a diversidade de galhas, caracterizando-as quanto ao órgão da planta hospedeira que foi atacado, forma, cor, presença ou ausência de tricomas, ocorrência, inseto indutor, identificação das espécies de plantas hospedeiras e a entomofauna associada; e, no Capítulo II, analisar se existem diferenças na riqueza e abundância de plantas com galhas e nos morfotipos entre as estações seca e chuvosa. Para realizar o levantamento da diversidade de galhas nos dois remanescentes, foram feitas buscas ativas de plantas com galhas, totalizando um esforço amostral de 72h em cada área. Para analisar a influência da sazonalidade na riqueza e abundância das plantas hospedeiras e dos morfotipos, optou-se pela instalação de transectos fixos na Mata do Goiamunduba, com amostragens de galhas e suas plantas hospedeiras realizadas durante as estações chuvosa e seca, totalizando duas coletas em cada estação. Como resultados do Capítulo I, foram registrados 48 morfotipos de galhas na Mata do Pau-Ferro, associados a 29 espécies de plantas, 29 gêneros e 19 famílias. As famílias que apresentaram maior riqueza de galhas foram Myrtaceae, Fabaceae e Sapindaceae, e o órgão com maior ocorrência de galhas foram as folhas. Foram identificadas seis formas de galhas: globoide, lenticular, fusiforme, enrolamento, clavada e amorfa. As cores mais frequentes das galhas foram verdes e marrons e a maioria das galhas não apresentou tricomas. Para a Mata do Goiamunduba, foram encontrados 53 morfotipos de galhas em 22 espécies de plantas hospedeiras, distribuídas em 22 gêneros e 17 famílias. O maior número de galhas foi em Myrtaceae, Lecythidaceae e Melastomataceae. Quanto aos órgãos de ocorrências das galhas, a maioria ocorreu nas folhas. Foram identificadas galhas com formas globoides, lenticulares, fusiformes, cônicas, amorfas, forma de chifre, enrolamentos e dobramentos. A cor verde foi a predominante, seguida da cor marrom. Quanto à presença de tricomas, a maioria das galhas eram glabras. No Capítulo II, estatisticamente, tanto a riqueza quanto a abundância de espécies de plantas com galhas, assim como a abundância de morfotipos de galhas, não apresentaram diferenças significativas entre os transectos, estações e anos. A análise dos dados revelou maior ocorrência de plantas galhadas durante a estação seca em ambas as localidades. Estes são os primeiros registros de galhas para a Mata do Pau-Ferro em Areia e Mata do Goiamunduba em Bananeiras. Tendo em vista a relevância das interações ecológicas entre insetos galhadores e suas plantas hospedeiras, particularmente em ambientes estacionais do Nordeste brasileiro, os resultados obtidos constituem uma contribuição importante para o conhecimento sobre galhas de insetos em áreas de brejos de altitude da região.

Palavras-chave: Conservação; Diversidade; Guildas associadas; Interação inseto-planta; Morfotipo.

ABSTRACT

Galls are pathological changes that occur in plant tissue due to hypertrophy and/or hyperplasia resulting from galling insect-host plant interactions. Despite their abundance and importance, these interactions are little studied to date. Therefore, this work aimed to: in Chapter I, inventory gall diversity, characterizing them according to the host plant organ attacked, shape, color, presence or absence of trichomes, occurrence, inducing insect, identification of host plant species and associated entomofauna; and, in Chapter II, analyze whether there are differences in the richness and abundance of galled plants and in their morphotypes between the dry and rainy seasons. To survey gall diversity in the two remaining areas, active searches for galled plants were conducted, totaling a 72-hour sampling effort in each area. To analyze the influence of seasonality on the richness and abundance of host plants and morphotypes, fixed transects were installed in the Goiamunduba Forest, with gall and host plant sampling conducted during the rainy and dry seasons, totaling two collections in each season. As a result of Chapter I, 48 gall morphotypes were recorded in the Pau-Ferro Forest, associated with 29 plant species, 29 genera, and 19 families. The families with the greatest gall richness were Myrtaceae, Fabaceae, and Sapindaceae, and the organ with the highest gall occurrence was the leaves. Six gall shapes were identified: globoid, lenticular, fusiform, coiled, clavate, and amorphous. The most common gall colors were green and brown, and most galls lacked trichomes. In the Goiamunduba Forest, 53 gall morphotypes were found on 22 host plant species, distributed across 22 genera and 17 families. The largest number of galls was found in Myrtaceae, Lecythidaceae, and Melastomataceae. Regarding the organs where galls occurred, most were on the leaves. Galls with globoid, lenticular, fusiform, conical, amorphous, horn-shaped, coiled, and folded shapes were identified. Green was the predominant color, followed by brown. Regarding the presence of trichomes, most galls were glabrous. In Chapter II, statistically, neither the richness nor the abundance of galled plant species, nor the abundance of gall morphotypes, showed significant differences between transects, seasons, and years. Data analysis revealed a higher occurrence of galled plants during the dry season in both locations. These are the first records of galls from the Pau-Ferro Forest in Areia and the Goiamunduba Forest in Bananeiras. Given the importance of ecological interactions between galling insects and their host plants, particularly in seasonal environments in Northeastern Brazil, these results constitute an important contribution to our knowledge of insect galls in high-altitude marshlands in the region.

Keywords: Conservation; Diversity; Associated guilds; Insect-plant interaction; Morphotype.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I

Figura 1	Mapa das áreas de coleta.....	43
Morfotipos de galhas em plantas hospedeiras no Parque Estadual Mata do Pau-Ferro, Areia, Paraíba, Brasil		
Figura 2	Galha globoide em <i>Tapirira guianensis</i>	53
Figura 3	Galha fusiforme em <i>Philodendron lealcostae</i>	53
Figura 4	Enrolamento em <i>Protium heptaphyllum</i>	53
Figura 5	Galha lenticular em <i>Protium heptaphyllum</i>	53
Figura 6	Galha globoide em <i>Celtis iguanaea</i>	53
Figura 7	Galha lenticular em <i>Licania tomentosa</i>	53
Figura 8	Galha globoide em <i>Cnidocolus urens</i>	53
Figura 9	Galha lenticular em <i>Acalypha brasiliensis</i>	53
Figura 10	Galha lenticular em <i>Bowdichia virgilioides</i>	53
Figura 11	Galha globoide em <i>Dahlstedtia araripensis</i>	53
Figura 12	Galha globoide em <i>Inga ingoides</i>	53
Figura 13	Galha globoide em <i>Inga ingoides</i>	53
Figura 14	Galha Globoide em <i>Mimosa somnians</i>	54
Figura 15	Galha Fusiforme em <i>Eschweilera ovata</i>	54
Figura 16	Galha Fusiforme em <i>Eschweilera ovata</i>	54
Figura 17	Galha Globoide em <i>Eschweilera ovata</i>	54
Figura 18	Galha Globoide em <i>Luehea ochrophylla</i> (Sem foto).....	54
Figura 19	Galha Globoide em <i>Clidemia hirta</i>	54
Figura 20	Galha Globoide em <i>Clidemia hirta</i>	54
Figura 21	Galha Globoide em <i>Miconia minutiflora</i>	54
Figura 22	Galha Globoide em <i>Campomanesia dichotoma</i>	54
Figura 23	Galha Globoide em <i>Myrcia sylvatica</i>	54
Figura 24	Galha Globoide em <i>Myrcia sylvatica</i>	54
Figura 25	Galha Globoide em <i>Myrcia sylvatica</i>	54
Figura 26	Galha Lenticular em <i>Myrcia sylvatica</i>	54
Figura 27	Galha Globoide em <i>Psidium guianeense</i>	55
Figura 28	Galha Globoide em <i>Guapira nitida</i>	55

Figura 29	Galha Globoide em <i>Guapira nitida</i>	55
Figura 30	Galha Globoide em <i>Guapira nitida</i>	55
Figura 31	Galha Lenticular em <i>Piper amalago</i>	55
Figura 32	Enrolamento em <i>Palicourea bracteocardia</i>	55
Figura 33	Galha Globoide em <i>Chiococca alba</i>	55
Figura 34	Galha Globoide em <i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	55
Figura 35	Enrolamento em <i>Casearia sylvestris</i>	55
Figura 36	Galha Lenticular em <i>Cardiospermum corindum</i>	55
Figura 37	Galha Clavada em <i>Cardiospermum corindum</i>	55
Figura 38	Galha Globoide em <i>Cardiospermum corindum</i>	55
Figura 39	Enrolamento em <i>Cupania vernalis</i>	56
Figura 40	Galha Globoide em <i>Paullinia micrantha</i>	56
Figura 41	Galha Globoide em <i>Simarouba amara</i>	56
Figura 42	Galha Globoide em <i>Lantana camara</i>	56
Figura 43	Galha Globoide em <i>Lantana camara</i>	56
Figura 44	Galha Globoide.....	56
Figura 45	Galha Fusiforme.....	56
Figura 46	Galha Globoide.....	56
Figura 47	Galha Amorfa.....	56
Figura 48	Galha Globoide.....	56
Figura 49	Galha Fusiforme.....	56

Morfotipos de galhas em plantas hospedeiras na Área de Relevante Interesse Ecológico da Mata do Goiamunduba, em Bananeiras, Paraíba, Brasil

Figura 1	Dobramento em <i>Anaxagorea dolichocarpa</i>	65
Figura 2	Galha Globoide em <i>Philodendron acutatum</i>	65
Figura 3	Enrolamento em <i>Handroanthus serratiolius</i>	65
Figura 4	Galha Globoide em <i>Cordia superba</i>	65
Figura 5	Galha Globoide em <i>Cordia superba</i>	65
Figura 6	Galha Globoide em <i>Cordia superba</i>	65
Figura 7	Galha Globoide em <i>Cordia superba</i>	65
Figura 8	Enrolamento em <i>Protium heptaphyllum</i>	65
Figura 9	Galha Lenticular em <i>Protium heptaphyllum</i>	65
Figura 10	Galha Globoide em <i>Protium heptaphyllum</i>	65

Figura 11	Galha Fusiforme em <i>Protium heptaphyllum</i>	65
Figura 12	Galha Globoide em <i>Licania tomentosa</i>	65
Figura 13	Dobramento em <i>Davila nitida</i>	66
Figura 14	Galha Globoide em <i>Inga ingoides</i>	66
Figura 15	Galha Globoide em <i>Inga ingoides</i>	66
Figura 16	Galha Fusiforme em <i>Inga ingoides</i>	66
Figura 17	Galha Lenticular em <i>Inga ingoides</i>	66
Figura 18	Galha Globoide em <i>Eschweilera ovata</i>	66
Figura 19	Galha Globoide em <i>Eschweilera ovata</i>	66
Figura 20	Galha Fusiforme em <i>Eschweilera ovata</i>	66
Figura 21	Galha Globoide em <i>Lecythis pisonis</i>	66
Figura 22	Galha Globoide em <i>Lecythis pisonis</i>	66
Figura 23	Galha Cônica em <i>Lecythis pisonis</i>	66
Figura 24	Galha Cônica em <i>Lecythis pisonis</i>	66
Figura 25	Galha Globoide em <i>Lecythis pisonis</i>	67
Figura 26	Enrolamento em <i>Clidemia capitellata</i>	67
Figura 27	Galha Globoide em <i>Clidemia capitellata</i>	67
Figura 28	Galha Lenticular em <i>Miconia minutiflora</i>	67
Figura 29	Enrolamento em <i>Miconia minutiflora</i>	67
Figura 30	Galha Globoide em <i>Trichilia sp</i>	67
Figura 31	Dobramento em <i>Myrsine guianensis</i>	67
Figura 32	Galha Globoide em <i>Campomanesia dichotoma</i>	67
Figura 33	Enrolamento em <i>Campomanesia dichotoma</i>	67
Figura 34	Galha Globoide em <i>Myrcia sylvatica</i>	67
Figura 35	Galha Amorfa em <i>Myrcia sylvatica</i>	67
Figura 36	Galha Amorfa em <i>Myrcia sylvatica</i>	67
Figura 37	Galha Globoide em <i>Myrcia sylvatica</i>	68
Figura 38	Galha Cônica em <i>Myrcia sylvatica</i>	68
Figura 39	Galha Chifre em <i>Myrcia sylvatica</i>	68
Figura 40	Galha Globoide em <i>Myrcia splendens</i>	68

Figura 41	Galha Globoide em <i>Guapira nitida</i>	68
Figura 42	Galha Globoide em <i>Guapira nitida</i>	68
Figura 43	Galha Globoide em <i>Guapira nitida</i>	68
Figura 44	Galha Globoide em <i>Guapira nitida</i>	68
Figura 45	Galha Globoide em <i>Palicourea bracteocardia</i>	68
Figura 46	Galha Fusiforme em <i>Casearia sylvestris</i>	68
Figura 47	Galha Fusiforme em <i>Casearia sylvestris</i>	68
Figura 48	Galha Cônica em <i>Casearia sylvestris</i>	68
Figura 49	Galha Globoide em <i>Paullinia micrantha</i>	69
Figura 50	Galha Fusiforme em <i>Paullinia micrantha</i>	69
Figura 51	Galha Globoide em <i>Simarouba amara</i>	69
Figura 52	Galha Fusiforme.....	69
Figura 53	Galha Globoide.....	69

CAPÍTULO II

Figura 1:	Localização da ARIE da Mata do Goiamunduba (polígono em verde claro), no município de Bananeiras, Estado de Paraíba	79
Figura 2:	Espécies de plantas com galhas coletadas na estação chuvosa e seca.....	83
Figura 3:	Total de plantas hospedeiras por estação.....	84
Figura 4:	Formas de galhas registradas por estação.....	89

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I

Tabela 1	Plantas hospedeiras e morfologia externa das galhas coletadas no Parque Estadual Mata do Pau-Ferro, em Areia, Paraíba, Brasil....	49
Tabela 2	Plantas hospedeiras e morfologia externa das galhas coletadas na Área de Relevante Interesse Ecológico da Mata do Goiamunduba, Bananeiras, Paraíba, Brasil.....	60

CAPÍTULO II

Tabela 1	Resultados das análises de variância (Anova) para riqueza de plantas com galhas, abundância de plantas com galhas e abundância de morfotipos de galhas.....	81
Tabela 2	Abundância de plantas hospedeiras na estação seca e chuvosa em 2021 e 2022.....	84
Tabela 3	Riqueza e abundância de morfotipos de galhas na estação chuvosa e seca.....	87

SUMÁRIO

1. Introdução geral.....	17
2. Referencial teórico.....	19
2.1 Galhas: morfologia interna, fisiologia e desenvolvimento.....	19
2.2 Guildas associadas às galhas.....	21
2.3 Classificação dos morfotipos de galhas.....	22
2.4 Estudos com galhas realizados no Brasil.....	23
2.5 Brejos de Altitude.....	25
2.6 Estudos considerando a influência da sazonalidade.....	27
3. Objetivos.....	29
3.1 Objetivo geral.....	29
3.2 Objetivos específicos.....	29
Referências.....	

CAPÍTULO I: GALHAS ENTOMÓGENAS E SUA FAUNA ASSOCIADA EM REMANESCENTES DE FLORESTAS ESTACIONAIS SEMIDECIDUAIS SUBMONTANAS NO BREJO PARAIBANO.....

1. Introdução.....	41
2. Material e métodos.....	42
2.1 Áreas de estudo.....	42
2.2 Levantamento das plantas hospedeiras e galhas.....	44
3. Resultados e discussão.....	45
3.1 Caracterização das galhas e suas respectivas plantas hospedeiras no Parque Estadual Mata do Pau-Ferro em Areia.....	45
3.2 Caracterização das galhas e suas respectivas plantas hospedeiras provenientes da Área de Relevante Interesse Ecológico da Mata do Goiãmunduba.....	57
4. Considerações finais.....	69
Referências.....	

CAPÍTULO II: INFLUÊNCIA DA SAZONALIDADE NA RIQUEZA E ABUNDÂNCIA DOS INSETOS GALHADORES EM UMA REMANESCENTE DE FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL SUBMONTANA.....

1. Introdução.....	77
2. Material e métodos.....	78
2.1 Área de estudo.....	78
2.2 Desenho experimental.....	80
2.3 Amostragem de galhas e plantas hospedeiras.....	80
2.4 Análise estatística.....	81
3. Resultados e discussão.....	81
3.1 Fatores ecológicos locais e a sazonalidade.....	81
3.2 Efeitos da Sazonalidade na Riqueza e Abundância de Plantas Hospedeiras....	83
3.3 Efeitos da Sazonalidade na Riqueza e Abundância dos Morfotipos de Galhas.....	87
4. Considerações finais	89

Referências.....

1. INTRODUÇÃO GERAL

Insetos herbívoros ou fitófagos são aqueles que consomem partes vivas de vegetais e compõem grande parte das espécies de organismos existentes (FERNANDES & CARNEIRO, 2009), sendo encontrados nas ordens: Phasmatodea, Orthoptera, Thysanoptera, Hemiptera, Coleoptera, Diptera, Lepidoptera e Hymenoptera (Triplehorn; Jonhson, 2005).

Diante da grande diversidade de espécies, distintas classificações podem ser utilizadas para diferenciar os insetos, suas formas de utilização e distribuição de suas plantas hospedeiras. Sendo assim, insetos monófagos são aqueles que utilizam um único táxon de planta; oligófagos utilizam alguns táxons de planta, geralmente próximos filogeneticamente e polífagos que utilizam uma variedade de espécies de plantas hospedeiras não relacionadas filogeneticamente (Price, 1997).

Os insetos também podem ser separados em grupos funcionais considerando o tipo e a forma de utilização de um determinado recurso, sendo esses grupos denominados de guildas (Root, 1967). As guildas são formadas por um conjunto de espécies que exploram a mesma classe de alimentos ou outro tipo de recurso de maneira semelhante, podendo ou não ser filogeneticamente relacionados, e geralmente não o são.

Os insetos herbívoros são divididos em cinco guildas principais: mastigadores, sugadores, minadores, brocadores e galhadores (Price, 1997). Nas três últimas guildas, os insetos formadores de minas, de brocas e os indutores de galhas são aqueles cujas larvas se alimentam internamente dos tecidos da planta, e por isso são denominados de insetos endofíticos. Os insetos indutores de galhas são muito abundantes e definidos como uma guilda alimentar de insetos herbívoros que para completar o seu ciclo de vida, obrigatoriamente desenvolvem uma modificação patológica no tecido da planta hospedeira, denominada galha (WEIS et. al., 1988). Galhas são, portanto, estruturas formadas por crescimento celular anormal em resposta à estimulação causada por organismos como insetos, nematóides, fungos ou bactérias (Carneiro et. al., 2009a; Rohfritsch e Shorthouse, 1982). As galhas são marcadores seguros das relações espécie-específica, visto que 90% de todas as espécies formadoras de galhas são monofágicas (Carneiro et. al., 2009a; Raman, 2010), sendo assim, podem ser aplicadas a

relacionamentos compreensivos entre a riqueza de espécies indutoras de galhas e a diversidade de espécies de plantas de uma determinada área (Butterill e Novotn'y, 2015), com o uso potencial de galhas como bioindicadores (JULIÃO et. al., 2005).

A sugestão de Abrahamson e McCrea (1986) é que o fenótipo da galha seja resultado da interação entre dois genótipos, sendo o primeiro do indutor, através do estímulo, e o segundo da planta hospedeira pela reação. A morfologia e o desenvolvimento da galha são regulados pela atividade alimentar do inseto, sendo assim, insetos que se alimentam deslocando-se em círculo formam uma galha arredondada; insetos que se alimentam em uma das extremidades da folha (geralmente na base) produzem uma galha cônica, enquanto em galhas lenticulares, os insetos se alimentam nas margens laterais (Rohfritsch; Shorthouse, 1982). Espera-se, assim, que diferentes indutores produzam diferentes tipos de galhas em uma mesma planta hospedeira (Silva et. al., 2011).

As galhas podem ser induzidas em todos os órgãos da planta hospedeira, desde os órgãos vegetativos como raiz, caule, ramos e folhas, como em órgãos reprodutivos como flores e frutos. Entretanto a folha é o órgão da planta mais suscetível ao desenvolvimento da galha, mas também ocorrem em ramos, botões vegetativos ou florais (Dregerjauffret; Shourthouse, 1992).

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Galhas: morfologia interna, fisiologia e desenvolvimento

Os primeiros registros de galhas remontam a Hipócrates (406–437 a.C.), Teofrasto (371–286 a.C.) e Plínio (23–79 d.C.). Plínio foi o primeiro a usar o termo galha (*galla*) para designar a cecidia induzida por uma vespa da família Cynipidae em carvalho, na sua *Historia Naturalis* XXIV, no século primeiro (MEYER, 1987). Embora haja relatos daquela época da emergência dos insetos, foi só no século 17, com os trabalhos de Marcello Malpighi (1628–1694), Anthony van Leeuwenhoeck (1632–1723) e Jan Schwammerdam (1630-1680) que o conceito de desenvolvimento da galha foi relacionado à oviposição do inseto.

Galhas são consideradas um crescimento atípico de células e/ou tecidos vegetais em consequência da hiperplasia tecidual e/ou hipertrofia de células, podendo ser induzidas por uma grande variedade de organismos, como bactérias, fungos, nemátodes, insetos e ácaros (Mani, 1964). Organismos galhadores podem induzir galhas em todos os órgãos vegetais, porém a maior diversidade de galhas em folhas foi apontada por Felt (1940) como um padrão mundial, visto que as folhas representam um recurso frequente e abundante, principalmente em formações vegetais onde não há perda sazonal de folhas (Flor e Maia, 2020). Em 1964, o entomologista indiano, Mahadeva Subramania Mani afirmou que na América do Sul, aproximadamente 70% das galhas ocorrem em folhas, 20% em galhos e ramos, 7% em botões florais e 1% a 2% em flores, frutos e raízes (Mani, 1964).

Em relação a classificação das galhas, podem ser simples ou complexas. As galhas simples não apresentam uma reorganização do tecido atacado, enquanto as complexas envolvem a reorganização do tecido, apresentando estruturas diferentes das que são encontradas em uma planta sadia (Maia, 2014). As galhas simples incluem espessamentos fusiformes e globoides no caule, na nervura e no pecíolo, além de galhas lenticulares e enrolamentos da margem da folha. Por outro lado, as galhas complexas abrangem as de forma amorfa, clavada, cilíndrica, cônica, em chifre, no formato de roseta e em forma de concha (Mohn, 1961).

Em relação à sua estrutura, as galhas mais bem estudadas são as induzidas por Cecidomyiidae e Cynipidae. As galhas de cinipídeos são caracterizadas por uma região interna, formada pelos tecidos nutritivos e pela larva do inseto em desenvolvimento, e uma região externa, constituída pela epiderme e uma camada de parênquima cortical

(Rey, 1992). A larva do inseto fica em contato com o tecido nutritivo que limita a parede interna da câmara larval, sendo a diversificação da região externa a responsável pela grande variabilidade de morfotipos de galhas (Stone et. Al., 2002; Stone e Cook, 2003). Em galhas induzidas por muitos cinipídeos, a região interna e externa é separada por uma camada fina de esclerênquima e o número de larvas por câmara pode variar.

Insetos indutores de galhas tanto controlam os padrões de desenvolvimento da planta hospedeira quanto a sua fisiologia. Diferentes estudos mostram a existência de gradientes fisiológicos dentro e fora dos tecidos da galha (Bronner, 1992; Hartley, 1998; Nyman e Julkunen-Tiitto, 2000). A galha atua como um dreno de nutrientes da planta hospedeira, mobilizando-os de outros tecidos da planta (Kirst, 1974; Fay et al., 1993; Whitham, 1992). Um conjunto de evidências sustenta a afirmação de que o inseto indutor é capaz de manipular a planta hospedeira, induzindo a formação de um tecido nutricionalmente superior a outros tecidos sadios da planta, o tecido nutritivo (Mani, 1964; Shannon & Brewer, 1980; Rohfritsch e Shorthouse, 1982; Bronner, 1992). As células desse tecido possuem alta concentração de lipídios, glicose, aminoácidos e uma alta atividade de enzimas estruturais e enzimáticas, incluindo fosfatases, proteases e aminopeptidases ricas em RNA ribossômico e RNA do nucléolo (Bronner, 1992). À medida que a larva do inseto se alimenta das células do tecido nutritivo, há reposição destas pelas células do parênquima nutritivo circundante (Bronner, 1992). Dessa forma, ocorre a formação de um gradiente que parece desempenhar papel fundamental na manutenção do suprimento de nutrientes para a larva do inseto em desenvolvimento (Bronner, 1992). Além disso, o tecido nutritivo não apresenta compostos secundários defensivos (Hartley e Lawton, 1992; Hartley, 1998; Nyman e Julkunen-Tiitto, 2000).

O desenvolvimento das galhas induzidas por insetos passa por quatro fases diferentes: indução, crescimento e diferenciação, maturação e senescência (Dreger-Jauffret e Shourthouse, 1992; Arduim et. al., 2005). A fase de indução é caracterizada por uma sequência de eventos que definem o reconhecimento do sítio de oviposição (tecido, órgão e planta hospedeira) e o comportamento do inseto indutor. É uma fase crítica, e os eventos durante a oviposição e/ou alimentação provocam modificações nos tecidos da planta hospedeira (Fernandes & Carneiro, 2009). Em resumo, os insetos indutores de galhas necessitam de um tecido reativo que é o tecido meristemático para a formação da galha (Mani, 1964; Weis et al., 1988; Dreger-Jauffret e Shourthouse, 1992).

A fase de crescimento e diferenciação da galha é o período no qual a biomassa da galha aumenta em decorrência do aumento do número de células, hiperplasia celular e/ou

do aumento do tamanho celular, hipertrofia. O aumento é definido pela atividade alimentar da larva. Fluidos da saliva do inseto modificam a parede celular e dissolvem o conteúdo celular. A atividade larval define então a forma da câmara larval e possivelmente a forma externa da galha (Rohfritsch; Shorthouse, 1982).

A fase de maturação da galha ocorre quando o inseto está no seu último instar larval, período no qual consome grande quantidade de alimento. Essa é a principal fase alimentar do inseto, pois ingere uma massa de tecido nutritivo ricamente vascularizado, a qual divide a galhas em duas regiões: uma interna controlada pelo inseto indutor e uma externa ou o córtex da galha, que está mais sob a influência da planta hospedeira (Dreger-Jauffret e Shourhouse, 1992). Por último, a fase de senescência ou a abertura da galha ocorre no final do período de maturação, quando acontece a maior mudança fisiológica e química dos tecidos da galha, onde o fluxo de nutrientes e de água acaba para as galhas.

2.2 Guildas associadas às galhas de insetos

A fauna associada tem sido classificada em parasitoides, inquilinos, sucessores e predadores (Maia, 2022). De acordo com as definições de Mani (1964), os parasitoides mantêm uma estreita associação com o hospedeiro, resultando em sua morte assim que completam seu desenvolvimento (Godfray, 1994). Os parasitoides são relatados como o principal controle de cima para baixo para populações de insetos indutores de galhadores (Toma e Mendonça, 2014), e, dentre os parasitoides, muitas vespas são conhecidas por atacarem os imaturos de indutores de galha (Stone et al., 2002). Os inquilinos se instalam nas galhas podendo ser mortal ou não para os indutores e pode promover a formação de um novo tecido de galha (Luz e Mendonça-Júnior, 2019). Os sucessores representam organismos que colonizam as galhas depois que o organismo indutor as abandona (Mani, 1964). Estes são frequentemente encontrados em galhas visíveis que se mantêm ligadas às plantas durante períodos prolongados; tais organismos incluem principalmente ácaros, aranhas, tripes, besouros, formigas e colêmbolos (Luz e Mendonça-Júnior, 2019). Estes organismos aproveitam os tecidos da galha tanto para alimento quanto para abrigo, porém o tecido da galha morto ou em processo de decomposição provavelmente sofre ataque de fungos que funcionam como fonte alimentar (Luz e Mendonça-Júnior, 2019). Os predadores entram nas galhas e se alimentam de seus indutores causando sua morte imediatamente (Ramamurthy, 2007), como, por exemplo, aves e vários insetos podem ser

predadores de indutores de galhadores (Craig et al., 2007). Em suma, predadores e parasitoides são alguns dos responsáveis pela mortalidade dos indutores de galhas (Luz e Mendonça-Júnior, 2019).

Registros acerca da fauna de artrópodes associada aos insetos galhadores foram apresentadas em diversos inventários realizados nos cinco domínios fitogeográficos brasileiros: (1) Amazônia (Maia, 2011; Carvalho e Mota, 2018; Proença e Maia, 2023); (2) Caatinga (Carvalho-Fernandes et al., 2012; Costa et al., 2014; Brito et al., 2018); (3) Cerrado (Urso-Guimarães et al., 2003; Maia & Fernandes, 2004; Araújo et al., 2007; Santos et al., 2010; Araújo et al., 2011; Saito Urso-Guimarães, 2012; Santos et al., 2012, 2018; Bergamini et al., 2017); Lima e Calado, 2018; Silva et al., 2018 a, b; Vieira et al., 2018; Ribeiro et al., 2019); (4) Pantanal (Julião et al., 2002; Urso-Guimarães et al., 2017; Ascendino e Maia, 2018); (5) Mata Atlântica (Maia, 2001, 2013, 2014; Maia et al., 2008, 2014; Bregonci, et al., 2010; Rodrigues et al., 2014; Maia e Souza, 2013; Carvalho-Fernandes et al., 2016; Maia e Carvalho-Fernandes, 2016; Maia e Mascarenhas, 2017; Ansaloni et al., 2018; Flor et al., 2018; Maia e Siqueira, 2020; Maia, 2001).

2.3 Classificação dos morfotipos de galhas

Os padrões de desenvolvimento das galhas apresentam grande diversidade, envolvendo diferentes órgãos afetados, variações na morfologia e na complexidade estrutural. De acordo com Isaías et al. (2013), as galhas são estruturas formadas em qualquer órgão da planta hospedeira, resultantes do desenvolvimento e da alimentação de insetos. Com o objetivo de uniformizar as denominações das principais formas, Isaías et al. (2013) categorizaram e agruparam os 43 morfotipos registrados no Brasil em apenas sete morfotipos, conforme descritos abaixo.

Clavada: é um morfotipo que cresce a partir da base mais larga para a extremidade distal, de modo que a porção apical é expandida e arredondada.

Coniforme: é um morfotipo em forma de cone, com base redonda e porção apical aguda e ocorre predominantemente na folha.

Cilíndrico: morfotipo em forma de cilindro, cuja porção basal e apical são proporcionais e possuem diâmetros similares.

Fusifforme: este morfotipo assemelha-se a dois cones unidos por duas bases, com extremidades mais estreitas do que a porção mediana. É comum encontrar nas

extremidades das folhas, assim como no caule.

Globoide: inclui as formas redondas, assemelha-se a uma esfera. O morfotipo globoide pode ser induzido em todos os órgãos vegetativos e reprodutivos da planta hospedeira, porém é frequentemente encontrado na folha.

Lenticular: é um morfotipo comumente encontrado no limbo da folha. Assemelha-se a lentes bicôncavas, podendo ser achatado nas superfícies. Às vezes, pode ser achatado em graus distintos em uma ou ambas as superfícies, a superfície mais interna (intralaminar) ou mais externa (extralaminar).

Formato de roseta: esse tipo de morfotipo resulta do encurtamento dos entrenós, de forma que várias folhas partem do mesmo ponto ou próximas umas das outras, sendo geralmente induzido nas gemas.

Formato de concha: recebeu esse nome por ter sido induzida por *Myrciariamyia* n. sp. (Cecidomyiidae) em *Myrciaria tenella* (DC.) O. Berg da família Myrtaceae (Maia e Fernandes, 2004) e parece com a concha de um molusco bivalve.

Formato de um chifre: idêntica aos chifres de um touro na posição apical, sendo um dos morfotipos mais encontrados em *Copaifera langsdorffii* Desf. da família Fabaceae (Oliveira et. al., 2008). Esse nome foi usado para classificar uma galha induzida por Coleoptera em uma espécie indeterminada de Fabaceae pelos autores supracitados.

Folha dobrada: formado pelo dobramento de todo o limbo foliar ao longo da nervura central. Este termo refere-se ao processo de desenvolvimento através do qual a folha passa para a formação da galha.

Folha enrolada: é quando há um enrolamento de uma margem ou de ambas as margens da folha. Como exemplo, tem-se as galhas induzidas por Cecidomyiidae ao longo das folhas de *C. langsdorffii* Desf. da família Fabaceae (Oliveira e Isaias, 2009).

2.4 Estudos com galhas realizados no Brasil

Grande parte das pesquisas sobre insetos galhadores realizadas na Região Neotropical concentra-se na descrição das galhas e, sempre que possível, no registro dos organismos galhadores e suas plantas hospedeiras (Fernandes et al., 2014a). Gagné (1994) compilou informações sobre a fauna de dípteros da família Cecidomyiidae na América Tropical, trazendo dados relevantes sobre os primeiros estudos conduzidos por pesquisadores como J. J. Kieffer, E. H. Rübsaamen, J. S. Tavares, E. Möhn, P. Jörgensen,

J. Brètes, C. A. V. Houard, A. Wünsh e E. Felt, que investigaram os cecidomiídeos pela primeira vez na região Neotropical.

No Brasil, os estudos morfológicos sobre galhas tiveram início com o padre jesuíta J. S. Tavares, no período entre 1906 e 1925, resultando na descrição de 26 gêneros e 56 espécies de cecidomiídeos (Fernandes e Martins, 1985). Durante esse mesmo período, E. Felt e E. Rübsaamen também contribuíram significativamente para a taxonomia do grupo. Gagné (1994) destacou-se como o único pesquisador a estudar os diversos táxons de insetos galhadores da Região Neotropical, com ênfase nos Cecidomiídeos.

No Brasil, os inventários de insetos galhadores mais expressivos foram realizados predominantemente em áreas de Cerrado e Mata Atlântica, enquanto os biomas Caatinga, Pantanal e Amazônia apresentam menor representatividade nos estudos conduzidos até o momento.

No Cerrado, foram feitos levantamentos de insetos galhadores em diversas áreas de Minas Gerais (Fernandes et al., 1988; Gonçalves-Alvim e Fernandes, 2001; Urso-Guimarães et al., 2003; Maia e Fernandes, 2004; Carneiro et al., 2009a; Coelho et al., 2009; Malves e Frieiro-Costa, 2012; Araújo et al., 2020), São Paulo (Saito e Urso-Guimarães, 2012; Urso-Guimarães e Scareli-Santos, 2006), Goiás (Santos et al., 2010; Araújo et al., 2012a, 2013a, 2014; Silva et al., 2015; Bergamini et al., 2017), Mata Grosso (Urso-Guimarães et al., 2021), Mato Grosso do Sul (Urso-Guimarães et al., 2017), Bahia (Nogueira et al., 2016; Costa, 2016; Lima e Calado, 2018; Santana, 2020) e em áreas de transição Caatinga-Cerrado (Costa et al., 2014a, b; Luz et al., 2012.), entre outros.

Na Mata Atlântica, os inventários foram realizados principalmente no estado do Rio de Janeiro (Monteiro et al., 1994; Maia, 2001; Monteiro et al., 2004; Oliveira e Maia, 2005; Maia e Oliveira, 2010; Fernandes e Maia, 2011; Silva e Rodrigues, 2011; Rodrigues et al., 2014; Carvalho-Fernandes et al., 2016; Maia e Silva, 2016; Maia e Siqueira, 2020; Maia, 2020), Minas Gerais (Fernandes et al., 2001; Fernandes e Negreiros, 2006; Maia, 2013, 2014; Maia e Mascarenhas, 2022), Espírito Santo (Maia et al., 2014), São Paulo (Lima et al., 2000; Maia et al., 2008; Ribeiro et al., 2019), Rio Grande do Sul (Mendonça, 2007), Paraná (Santos et al., 2015), Paraíba (Freitas, 2015), Ceará (Alcântara et al., 2017), Pernambuco (Fernandes et al., 2009; Santos et al., 2011; Santos et al., 2012), entre outros.

Para a Caatinga, existem quatro inventários publicados (Santos et al., 2011; Carvalho-Fernandes et al., 2012; Brito et al., 2018; Marinho et al., 2023). No Pantanal, foram realizados dois levantamentos (Julião et al., 2002; Urso-Guimarães et al., 2017), entre outros.

Na Floresta Amazônia, os estudos incluem dois inventários realizados no estado do Amazonas (Almada e Fernandes, 2011; Silva et al. 2011; Julião et al., 2014), quatro no Pará (Maia 2011; Silva et al. 2011; Araújo et al. 2012, Carvalho e Mota, 2018) e um em Rondônia (Proença e Maia, 2023), entre outros.

Percebe-se que a maioria dos inventários de insetos galhadores realizados no Brasil se concentram nos biomas Mata Atlântica e Cerrado, que correspondem a hotspot de biodiversidade globais importantes (Myers et al., 2000). As estimativas apontam que mais de 14.000 espécies de plantas vasculares ocorrem na Mata Atlântica (Stehmann et al., 2009) e 12.000 no Cerrado (Mendonça et al., 2008), por isso são biomas também considerados hotspots de diversidade de insetos galhadores (Araújo et al. 2014b; Santos et al., 2014). A Amazônia mesmo sendo o maior bioma do Brasil possui poucos estudos publicados (4). Isso também foi observado para o Bioma Caatinga e Pantanal que juntos representam um baixo percentual dos estoques de insetos galhadores do Brasil. Sendo assim, existem muitas lacunas no conhecimento dos insetos indutores de galhas no Brasil, levando em consideração as regiões e seus estados, como também os biomas (Araújo et al., 2019).

2.5 Brejos de Altitude

Os Brejos de Altitude do Nordeste brasileiro são definidos como encaves de floresta úmida situados no semiárido, cercados por vegetação de caatinga (Medeiros e Cestaro, 2019). Essas áreas são caracterizadas por condições climáticas atípicas, que incluem temperaturas mais amenas, maior umidade e precipitação significativamente superior às regiões circundantes (Kageyama, 2004). Tais "ilhas" de floresta úmida ocorrem em planaltos e chapadas com altitudes geralmente entre 500 e 1.100 metros (Tabarelli e Santos, 2004). No Planalto da Borborema, por exemplo, essas elevações atuam como barreiras para os ventos úmidos provenientes do Atlântico, resultando em chuvas orográficas que garantem níveis de precipitação anuais superiores a 1.200 mm (Tabarelli e Santos, 2004). Em função dessas particularidades, os Brejos de Altitude são considerados "áreas de exceção" dentro do domínio semiárido.

A Região Nordeste do Brasil embora seja heterogênea em suas condições ambientais, predominantemente caracterizada por paisagens e processos naturais associados a um clima semiárido (Medeiros e Cestaro, 2019). Contudo, nesse contexto, destacam-se áreas ambientais de exceção, conhecidas regionalmente como Brejos de

Altitude (Medeiros e Cestaro, 2019). Essas áreas são condicionadas por sua topografia mais elevada, possuindo uma expressão espacial relativamente reduzida e processos naturais distintos daqueles predominantes em seu entorno (Medeiros e Cestaro, 2019).

Os conceitos de Brejo de Altitude são diferenciados e se apoiam em diversas abordagens, sendo as principais: morfoclimática, fitogeográfica e sistêmica (Medeiros e Cestaro, 2019).

Enfoque Morfoclimático: Esta perspectiva destaca a estreita relação entre as formas de relevo e os elementos climáticos (Andrade, 1954; Medeiros e Cestaro, 2019). Os Brejos de Altitude, com altitudes que variam geralmente entre 600 e 1200 metros, atuam como barreiras aos alísios carregados de umidade vindos do Atlântico, o que favorece a ocorrência de precipitações orográficas, resultando em uma pluviometria elevada (Bétard et al.; 2007). Essas condições orográficas, juntamente com as massas de ar, moldam o mesoclima de altitude, proporcionando maiores precipitações e menores temperaturas do que o entorno semiárido (Medeiros e Cestaro, 2019). Vasconcelos Sobrinho (1971) e Ab'Sáber (1990) os descrevem como verdadeiros "oásis" ou paisagens de exceção em meio à vegetação xerófila do sertão.

Enfoque Fitogeográfico: essa abordagem teve como base as obras de Andrade-Lima (1960, 1964, 1966, 1970, 1982) e Vasconcelos Sobrinho (1971) que focaram nos conceitos, localização e espécies de plantas dos Brejos de Altitude. A Floresta Atlântica nordestina que é formada pelos Brejos de Altitude e que são definidos como "ilhas" de floresta úmida estabelecidas na região Semiárida, cercadas por uma vegetação de Caatinga (Andrade-Lima, 1982). A hipótese mais aceita para sua origem está relacionada às variações climáticas que ocorreram durante o Pleistoceno, que permitiram a interiorização da Floresta Atlântica no bioma da Caatinga Andrade-Lima (1982). Com o retorno à sua distribuição original após períodos interglaciais, as ilhas de floresta continuaram em locais de microclima favorável (Andrade-Lima, 1982). Sendo assim, eles são considerados refúgios para espécies da floresta costeira nordestina dentro do bioma da Caatinga (Andrade-Lima, 1982). A vegetação predominante é a Floresta Densa (Floresta Serrana ou Brejo de Altitude) e está ligada à floresta aberta em encostas expostas ao vento, com vegetação caducifólia espinhosa nas escarpas a sotavento da serra ou do maciço onde a serra ocorre e, eventualmente, vegetação rupícola em locais com afloramentos de rocha (Rodal et al., 1998). A vegetação é um elemento importante na definição dos Brejos de Altitude, caracterizando-os como disjunções ou separações de

tipos de vegetações, com um contraste marcante entre a vegetação da Caatinga e da Floresta Ombrófila Densa (Medeiros e Cestaro, 2019).

Enfoque Sistêmico: Esta abordagem conceitua o Brejo de Altitude como um sistema ambiental de relevância natural, ecológica e econômica, devido ao comportamento diferenciado de seus elementos constituintes e às inter-relações existentes entre eles (Medeiros e Cestaro, 2019). A combinação de sua elevação acentuada, a incidência de correntes atmosféricas úmidas e a natureza do solo condiciona uma vegetação predominantemente mais higrófila do que a das áreas circunvizinhas (Vasconcelos Sobrinho, 1971). Essas regiões se destacam por apresentarem maior umidade em comparação às áreas circundantes, devido ao relevo que influencia o clima local, resultando em chuvas mais intensas e temperaturas mais baixas. Isso cria microclimas diferenciados dentro do bioma da Caatinga (Medeiros e Cestaro, 2019).

Essas condições especiais promovem o desenvolvimento de solos mais espessos, permitindo uma combinação única entre a vegetação típica da Caatinga e remanescentes da Mata Atlântica. Além disso, essas características favorecem diferentes formas de ocupação humana, sendo possível encontrar essas áreas excepcionais distribuídas por toda a região Nordeste do Brasil (Medeiros e Cestaro, 2019).

2.6 Estudos considerando a influência da sazonalidade

A abundância de insetos pode sofrer variação no decorrer do ano por vários motivos, incluindo mudanças macro e microclimáticas (Wolda, 1998), como também a oscilação na disponibilidade de recursos (Pinheiro e Col, 2002), que no caso dos insetos galhadores são as plantas hospedeiras. Dentre os fatores climáticos, o regime de chuvas é apontado como um dos principais fatores para distribuição das populações de insetos (Wolda, 1988; Pinheiro e Col, 2002). Os biomas Amazônia, Cerrado, Pantanal, Caatinga e parte da Mata Atlântica apresentam duas estações predominantes, com um período seco e outro chuvoso, com ocorrência das chuvas mais concentradas em alguns meses do ano. Essa distribuição das chuvas exerce influência sob a vegetação (Walter, 2006).

A sazonalidade das chuvas altera a disponibilidade de água e nutrientes no solo, o que acaba afetando o desenvolvimento das plantas (Franco, 2002). Consequentemente, no início do período chuvoso a maioria das plantas aumenta a produção de novas folhas e ramos (Oliveira, 1998), tornando o recurso mais abundante para os insetos herbívoros (Cornelissen e Fernandes, 2001).

Alguns trabalhos foram realizados considerando o efeito da sazonalidade na riqueza dos insetos galhadores (Maia e Tavares, 2000; Dalbem e Mendonça, 2006, Araújo e Santos, 2008; 2009; Costa e Araújo, 2019; Silva et al., 2022).

Maia e Tavares (2000) realizaram uma pesquisa cujo objetivo foi estudar a flutuação populacional de um cecidomiídeo galhador indutor de galhas foliares em *Cordia verbenacea*. Os autores encontraram maior abundância de galhas no outono, e isso pode ser justificado em razão das baixas temperaturas contribuírem para as plantas rebrotarem. Com o aparecimento de novas folhas, há mais recursos disponíveis para o inseto galhador.

Dalbem e Mendonça Jr. (2006) verificaram que tanto a abundância quanto a riqueza de insetos galhadores no Rio Grande do Sul foram maiores no inverno, no período de junho a setembro, estação que corresponde a um período com baixa pluviosidade e alta severidade climática. De forma geral, os insetos galhadores parecem ter suas distribuições afetadas pelas condições nutricionais e fisiológicas das plantas hospedeiras, que variam com a sazonalidade (Araújo e Santos, 2008).

Araújo e Santos (2008) realizaram um trabalho cujos objetivos foram testar a hipótese do estresse higrótermal e se havia efeitos da sazonalidade nos padrões de distribuição dos insetos galhadores em fragmentos de vegetação xérica e mesica. Como resultados, os autores não constataram diferenças significativas entre a riqueza média de galhas no Cerrado e na mata. Entretanto, a riqueza de galhas foi estatisticamente diferente quando comparados os números de morfotipos nas estações seca e chuvosa. Portanto, esses resultados apontam que padrões sazonais podem ser mais determinantes na diversidade de insetos galhadores do que o tipo fitofisionômico.

Araújo e Santos (2009) desenvolveram uma pesquisa cujo objetivo foi verificar se existia efeitos da sazonalidade e do tamanho da planta hospedeira na ocorrência de galhas de Cecidomyiidae (Diptera) em *Piper arboreum* (Piperaceae). Os autores verificaram maior abundância de galhas no início da estação chuvosa, que corresponde com o brotamento das plantas hospedeiras.

Costa e Araújo (2019) avaliaram os efeitos da antropização do habitat, estrutura e sazonalidade da vegetação em insetos galhadores em áreas de floresta estacional decídua do Parque da Sapucaia em Montes Claros. Eles concluíram que o número total de morfotipos de galhas registrados durante cada amostragem não apresentou diferenças entre as estações seca e chuvosa, porém, a riqueza média de galhas por parcela foi maior na estação chuvosa. Com isso, fatores naturais como estrutura da vegetação e

sazonalidade foram mais importantes para a distribuição de espécies indutoras de galhas do que fatores antrópicos, como o nível de antropização da vegetação.

Santos-Silva et al. (2022) avaliaram se os tipos de solo e a sazonalidade são fatores importantes na determinação da composição de insetos galhadores e suas plantas hospedeiras em ambientes da Caatinga em escala local. Os pesquisadores registraram 12 morfotipos diferentes de galhas distribuídos em oito espécies hospedeiras pertencentes a cinco famílias. Tanto os solos quanto a sazonalidade influenciaram o número de espécies e indivíduos da planta hospedeira como também a riqueza de insetos galhadores. A maior riqueza de insetos galhadores e suas plantas hospedeiras foi observada durante a estação chuvosa na vegetação da Caatinga em solos de origem sedimentar, que são considerados de baixa fertilidade em relação ao teor de fósforo. Os resultados corroboram a hipótese da fertilidade do solo, que prevê que a riqueza de insetos galhadores será maior em solos inférteis, e demonstram a importância do substrato e da sazonalidade para a riqueza de insetos galhadores na Caatinga em escala local.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Contribuir para o conhecimento das galhas de insetos em brejos de altitude da Paraíba (Brasil).

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Inventariar as plantas hospedeiras e galhas de insetos em duas áreas de brejo de altitude na Paraíba (Brasil);
- Caracterizar morfologicamente as galhas de insetos quanto à morfologia externa (forma, cor, indumentária, órgão hospedeiro), número de câmaras interna e órgão hospedeiro;
- Identificar os insetos galhadores e a fauna secundária no menor nível taxonômico possível;
- Avaliar a riqueza de galhas de insetos nas localidades investigadas;

- Verificar o efeito da sazonalidade na riqueza de galhas de insetos em brejos de altitude;
- Indicar novos registros de plantas hospedeiras e morfotipos de galhas de insetos;
- Ampliar a área de ocorrência de espécies de insetos galhadores.

REFERÊNCIAS

- AB'SABER, A.N. Nordeste sertanejo: a região semiárida mais povoada do mundo. *Revista Estudos Avançados*, São Paulo, v.13, n.36, p. 7-59, 1999.
- ABRAHAMSON, W.G.; MCCREA, K. D. The impacts of galls and gallmakers on plants, 1986.
- ALCÂNTARA, J. A.; SOUZA, E. B.; BRAGA, P. E. T. Ocorrência e caracterização de galhas em duas áreas do noroeste do Ceará, Brasil. *Natureza on line* 15 (1): 033-040, 2017.
- ALMADA, E. D.; FERNANDES, G. W. Insetos indutores de galhas em florestas de terra firme e em reflorestamentos com espécies nativas na Amazônia Oriental, Pará, Brasil. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, 6: 163-196, 2011.
- ARAÚJO, W. S, JÚNIOR, É. D. P, JORGE, V. A; ESPÍRITO-SANTO, F. K. Plantas hospedeiras e galhas entomógenas em sub-bosques de florestas tropicais do Pará, Brasil. *INSULA Rev Bot* 41: 59-72, 2012b.
- ARAÚJO, W. S, SANTOS, B. B. Efeitos da sazonalidade e do tamanho da planta hospedeira na abundância de galhas de Cecidomyiidae (Diptera) em *Piper arboreum* (Piperaceae). **Revista Brasileira de Entomologia** 53: 300-303. 2009.
- ARAÚJO, W. S, SANTOS, B. B. Efeitos do habitat e da sazonalidade na distribuição de insetos galhadores na Serra dos Pirineus, Goiás. **Revista de Biologia Neotropical** 5: 33-39. 2008.
- ARAUJO, W. S.; COSTA, K. C. S.; SILVEIRA, L. T.; FREITAS, E. V. D.; NUNEEES, Y. R. F.; AZEVEDO, I. F. P. Gall-inducing arthropods in a Neotropical savanna area in the EPA of Rio Pandeiros (Bonito de Minas, MG, Brazil): effects of plant species richness and super-host abundance. **Pap. Avulsos Zool.**, v.60: 2020.
- ARAÚJO, W. S.; FERNANDES, G. W.; SANTOS, J. C. An overview of inventories of gall-inducing insects in Brazil: looking for patterns and identifying knowledge gaps. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 91(1):2019.
- ARAÚJO, W. S.; SANTOS, B. B.; GOMES-KLEIN, V. L. Relationship between host plant diversity and gall-inducing insect's richness in the Brazilian Cerrado. **Neotropical Biology Conservation**, 7: 41-47, 2012a.
- ARAÚJO, W. S.; SILVA, I. P. A.; SANTOS, B. B.; GOMES-KLEIN, V. L. Host plants of insect-induced galls in areas of cerrado in the state of Goiás, Brazil. **Acta Botanica Brasilica**, 27: 537-542, 2013a.
- ARAÚJO, W. S.; SOBRAL, F. L., MARACHIPES, L. Insect galls of the Parque Nacional das Emas (Mineiros, GO, Brazil). **Check List** 10(6): 1445–1451, 2014a.
- ARAÚJO, W.S.; SANTOS, B.B.; GUILHERME, F.A.G.; SCARELI-SANTOS, C. Gallings insects in the Brazilian Cerrado: Ecological patterns and perspectives. In: Santos

JC, Fernandes GW (Eds), Neotropical Insect Galls, New York, Springer Netherlands. p. 257-272, 2014b.

ARDUIM, M.; FERNANDES, G. W.; KRAUS, J. E. Morphogenesis of galls induced by *Baccharopelma dracunculifoliae* (Hemiptera: Psyllidae) on *Baccharis dracunculifolia* (Asteraceae) leaves. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 65, p. 559-571, 2005.

BERGAMINI, B.A.R.; BERGAMINI, L.L.; SANTOS, B.B.; ARAÚJO, W.S. Occurrence and characterization of insect galls in the Floresta Nacional de Silvânia, Brazil. **Pap Avul Zool** 57: 413-431, 2017.

BÉTARD, F.; PEULVAST, J.P.; CLAUDINO-SALES, V. Caracterização morfofepedológica de uma serra úmida no semi-árido do Nordeste brasileiro: o caso do maciço de Baturité-CE. *Mercator, Fortaleza*, v. 6, p. 107-126, 2007.

BRITO, G. P.; COSTA, E. C.; CARVALHO-FERNANDES, S. P.; SANTOS-SILVA, J. Riqueza de galhas de insetos em áreas de Caatinga com diferentes graus de antropização do estado da Bahia, Brasil. **Iheringia**, 108: 1-9, 2018.

BRONNER, R. The role of nutritive cells in the nutrition of cynipids and cecidomyiids. In: SHORTHOUSE, J. D.; ROHFRITSCH, O. (Ed.). *Biology of insect-induced galls*. Oxford: Oxford University, 1992. p. 118-140.

BUTTERILL, P.; NOVOTN'Y., V. Gall-forming insects in a lowland tropical rainforest: low species diversity in an extremely specialised guild. *Ecol. Entomol.* 40,409–419, 2015.

CARNEIRO, M. A. A.; BORGES, R. A. X.; ARAÚJO, A. P. A.; FERNANDES, G. W. Insetos indutores de galhas da porção sul da Cadeia do Espinhaço, MG. **Revista Brasileira de Entomologia**, 53: 570-592, 2009a.

CARVALHO-FERNANDES, S. P.; ALMEIDA-CORTEZ, J. S.; FERREIRA, A. L. N. Riqueza de galhas entomógenas em áreas antropizadas e preservadas de Caatinga. **Revista Árvore**, 2: 269-277, 2012.

CARVALHO-FERNANDES, S. P.; ASCENDINO, S.; MAIA, V. C.; COURI, M. S. Diversity of insect galls associated with coastal shrub vegetation in Rio de Janeiro, Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, 88: 1407-1418, 2016.

CORNELISSEN, T. G.; FERNANDES, G. W. Induced defences in the neotropical tree *Bauhinia brevipes* (Vog.) to herbivory: effects of damage-induced changes on leaf quality and insect attack. *Trends in Ecology and Evolution* 15: 236- 241, 2001.

COSTA, E. C. Diversidade de Galhas de insetos em áreas de Cerrado no Parque Estadual da Serra dos Montes Altos, Bahia. Dissertação (Mestrado), Universidade do Estado da Bahia, Departamento Educação, Paulo Afonso, BA, 2016.

COSTA, E.C., CARVALHO-FERNANDES, S.P.; SANTOS-SILVA, J. Galhas de insetos em uma área de transição caatinga-cerrado no Nordeste do Brasil. *Sitientibus Sér. Ciên. Biol.* 14, 1–9, 2014b.

COSTA, E.C.; CARVALHO-FERNADES, S.P.; SANTOS-SILVA, J. Galhas entomógenas associadas à Leguminosae do entorno do riacho Jatobá, Caetité, Bahia. Brasil. **Rev. Bras. Bioci.** 12 (2): 115–120, 2014a.

COSTA, K. C. S.; ARAÚJO, W. S. Distribution of gall-inducing arthropods in areas of deciduous seasonal forest of Parque da Sapucaia (Montes Claros, MG, Brazil): effects of anthropization, vegetation structure and seasonality. **Pap. Avulsos Zool.**, v. 59, 2019.

DALBEM, R. V, MENDONÇA, M. S. Diversity of Gallling Arthropods and Host Plants in a Subtropical Forest of Porto Alegre, Southern Brazil. **Neotropical Entomology** 35: 616-624, 2006.

DREGER-JAUFFRET, F.; SHORTHOUSE, J. D. Diversity of gall-inducing insects and their galls. In: SHORTHOUSE, J. D.; ROHFRTSCH, O. (Ed.). Biology of insect-induced galls. Oxford: Oxford University, p. 8-33, 1992.

FAY, P. A.; HARTNETT, D. C.; KNAPP, A. K. Increased photosynthesis and water potentials in *Silphium integrifolium* galled by cynipid wasps. **Oecologia**, Berlin, v. 93, p. 114-120, 1993.

FELT, E. P. Plant Galls and Gall Makers. Ithaca, New York, 1940. 364 p.

FERNANDES, G. W.; COELHO, M. S.; SANTOS, J. C. Neotropical Insect Galls: Status of Knowledge and Perspectives, pp. 1-15. In: FERNANDES, G. W.; SANTOS, J. C. Eds. Neotropical Insect Galls. Springer-Verlag, London, 2014a.

FERNANDES, G. W.; MARTINS, R. P. As galhas. *Ciência Hoje*, Rio de Janeiro, 19: 58-64, 1985.

FERNANDES, G. W.; NEGREIROS, D. A comunidade de insetos galhadores da RPPN Fazenda Bulcão, Aimorés, Minas Gerais, Brasil. *Lundiana*, 7: 111–120, 2006.

FERNANDES, G. W.; TAMEIRÃO-NETO, E.; MARTINS, R. P. Ocorrência e caracterização de galhas entomógenas na vegetação do Campus Pampulha da Universidade Federal de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Zoologia**, 5: 11-29, 1988.

FERNANDES, G.W.; JULIÃO, G.R.; ARAÚJO, R.; ARAÚJO, S.; LOMBARDIM, J.A.; NEGREIROS, D.; CARNEIRO, M. Distribution and morphology of insect galls of the Rio Doce Valley, Brazil. **Naturalia** 26: 211-244, 2001.

FERNANDES, S. P. C, MAIA, V. C. Registros de galhas de insetos no município de Paraty (RJ, Brasil). X Congresso de Ecologia do Brasil. Sociedade de Ecologia do Brasil, 2011. Disponível em: <http://www.seb-ecologia.org.br/xceb/resumos/482.pdf>. Acessado em: 10/11/2024.

FERNANDES, S. P. C.; CASTELO-BRANC, B. P.; ALBUQUERQUE, F. A.; FERREIRA, A. L.N.; BRITO-RAMOS, A.B.; BRAGA, D.V.B.; ALMEIDA-CORTEZ, J.A. Galhas entomógenas em um fragmento urbano de Mata Atlântica no centro de endemismo de Pernambuco. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 7, n. 3, p. 240-244, jul./set. 2009.

FLOR, I. C.; MAIA, V. C. Dois novos registros de galhas de insetos em *Guapira opposita* (Vell.) Reitz. (Nyctaginaceae) e *Casearia sylvestris* Sw. (Salicaceae) no Parque Nacional do Itatiaia (PNI), Sudeste, Brasil. **Biota Amazônia**, v. 9, n. 4, p. 53-54, 2020.

FRANCO, A. C. Ecophysiology of woody plants. In: Oliveira PS e Marquis RJ, editors. The cerrados of Brazil: Ecology and natural history of a neotropical savanna. Irvington: Columbia University Press, 178-197, 2002.

FREITAS, P, L. Riqueza de Morfotipos de Galhas do Parque Estadual Pico do Jabre, Maturéia, Paraíba, Brasil. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal de Campina Grande, 2015.

GAGNÉ, R. J. **The gall midges of the region neotropical**. Ithaca: Comstock, 1994. 352 p.

GONÇALVES-ALVIM, S. J.; FERNANDES, G. W. Comunidades de insetos galhadores (Insecta) em diferentes fisionomias do cerrado em Minas Gerais, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 18: 289–305, 2001.

HARTLEY, S. E. The chemical composition of plant galls: are levels of nutrients secondary compounds controlled by the gall-former? *Oecologia*, Berlin, v. 113, p. 492-501, 1998.

HARTLEY, S. E.; LAWTON, J. H. Host-plant manipulation by gall-insects: a test of the nutrition hypothesis. *Journal of Animal Ecology*, Oxford, v. 61, p. 113-119, 1992.

ISAIAS, R. M. S.; CARNEIRO, R. G. S.; OLIVEIRA, D. C.; SANTOS, J.C. Illustrated and annotated checklist of Brazilian gall morphotypes. **Neotropical Entomology** 42: 230–239, 2013.

KAGEYAMA, P. Y. et al. (org.). **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. Botucatu: FEPAF, 2004.

JULIÃO, G. R.; AMARAL, M. E. C.; FERNANDES, G. W. Galhas de insetos e suas plantas hospedeiras no Pantanal Sul Mato-grossense. *Naturalia*, 27: 47-74, 2002.

JULIÃO, G. R.; VENTICINQUE, E. M.; FERNANDES, G. W.; KRAUS, J. E. Richness and abundance of gall-forming insects in the Mamirauá Varzea, a flooded Amazonian forest. *Uakari*, 1: 39-42, 2005.

JULIÃO, G.R., VENTICINQUE, E.M., FERNANDES, G.W. Richness and abundance of gall-forming insects in the Mamirauá Várzea, a flooded Amazonian forest. **Revista Uakari** 1(1):39–42, 2014.

KIRST, G. O. Zur Physiologie der Galle von *Mikiola fagi* Htg. auf Blättern von *Fagus sylvatica* L. 3. ¹⁴CO₂-Licht- und Dunkelfixierung der Galle. *Biochemical Physiology Pflanzen*, Jena, v. 165, p. 457-466, 1974.

LIMA, E. S.; MAGENTA M. A. G.; KRAUS, J. E.; VECHI, C.; MARTINS, S. E. Levantamento preliminar de galhas entomógenas ocorrentes em plantas das restingas de

- Bertiog (SP). Anais do V Simpósio de Ecossistemas Brasileiros: Conservação. III. ACIESP 109:39–46, 2000.
- LIMA, V. P.; CALADO, D. Morphological characterization of insect galls and new records of associated invertebrates in a Cerrado area in Bahia State, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, v. 78, n°. 4, 2018.
- LUZ, G. R.; FERNANDES, G. W.; SILVA, J. O.; NEVES, F. S.; FAGUNDES, M. Galhas de insetos em habitats xérico e méxico em região de transição Cerrado-Caatinga no norte de Minas Gerais, Brasil. *Neotrop. Biology and Conservation* 7 (3): 171–187, 2012.
- MAIA, V. C.; CARDOSO, L. J. T.; BRAGA, J. M. A. Insect galls from Atlantic Forest areas of Santa Teresa, Espírito Santo, Brazil: characterization and occurrence. *Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão*, 33: 47–129, 2014.
- MAIA, C. M.; SIQUEIRA, E. S. Insect galls of the Reserva Biológica União, Rio de Janeiro, Brazil. *Biota Neotropica* 20(1): 2020.
- MAIA, V. C. Characterization of insect galls, gall makers, and associated fauna of Platô Bacaba (Porto de Trombetas, Pará, Brazil). *Biota Neotropica*, 11: 37–53, 2011.
- MAIA, V. C. Insect galls of Itamonte (Minas Gerais, Brazil): characterization and occurrence. *Biota Neotropica*, 14: 1–17, 2014.
- MAIA, V. C. Insect galls of São Tomé das Letras (MG, Brazil). *Biota Neotropica*. 13: 164–189, 2013.
- MAIA, V. C. New genera and species of gall midges (Diptera, Cecidomyiidae) from three restingas of Rio de Janeiro State, Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 18, p. 1–32, 2001b.
- MAIA, V. C. The gall midges (Diptera, Cecidomyiidae) from three restingas of Rio de Janeiro State, Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 18, p. 583–629, 2001a.
- MAIA, V. C.; FERNANDES, G. W. Insect galls from Serra de São José (Tiradentes, MG, Brazil). *Brazilian Journal of Biology*, 6: 423–445, 2004.
- MAIA, V. C.; MAGENTA, M. A. G.; MARTINS, S. E. Ocorrência e caracterização de galhas de insetos em áreas de restinga de Bertioga (São Paulo, Brasil). *Biota Neotropica*. 8, 167–197, 2008.
- MAIA, V. C.; MASCARENHAS, B. Insect galls from the Serra Negra do Funil Natural Heritage Private Reserve, Rio Preto, MG (Southeastern Brazil). *An Acad Bras Cienc* (2022), 94(4).
- MAIA, V. C.; OLIVEIRA, J. C. Galhas de insetos da Reserva Biológica Estadual da Praia do Sul (Ilha Grande, Angra dos Reis, RJ). *Biota Neotropica*, 10: 227–238, 2010.
- MAIA, V. C.; SILVA, L. O. Insect galls of Restinga de Marambaia (Barra de Guaratiba, Rio de Janeiro, RJ). *Brazilian Journal of Biology*, 76: 787–795, 2016.

- MAIA, V. C.; TAVARES, M. T. *Cordiamyia globosa* Maia (Diptera, Cecidomyiidae), flutuação populacional e parasitóides (Hymenoptera) associados. **Revista Brasileira de Zoologia** 17: 589-593, 2000.
- MALVES, K.; FRIEIRO-COSTA, F. A. List of plants with galls induced by insects from the UNILAVRAS/Boqueirão Biological Reserve, Ingaí, State of Minas Gerais, Brazil. **Check List**, 8: 426–431, 2012.
- MANI, M. S. Ecology of plant galls. The Hague: W. Junk, 1964. 434 p.
- MARINHO, R. A.; MAIA, V. C.; BARBOSA, M. R. V. Entomogenous galls and their associated fauna in deciduous dry forest and woodland vegetation remnants (Caatinga) in the Northern Depressão Sertaneja, Brazil. *Biota Neotropica*, 23(1): 2023.
- MENDONÇA, M. S. Plant diversity and galling arthropod diversity searching for taxonomic patterns in an animal-plant interaction in the neotropics. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, 42: 347-357, 2007.
- MEDEIROS, J.F.; CESTARO, L.A. As Diferentes Abordagens Utilizadas para Definir Brejos de Altitude, Áreas de Exceção do Nordeste Brasileiro. *Sociedade e Território*, v. 31, n. 2, 2019.
- MENDONÇA, R.C.; FELFILI, J.M.; WALTER, B.M.T.; SILVA-JÚNIOR, M.C.; REZENDE, A.V.; FILGUEIRAS, T.S.; NOGUEIRA, P.E.; FAGG, C.W. Flora vascular do bioma cerrado: checklist com 12.356 espécies. In: Sano, S.M.; Almeida, S.P.; Ribeiro, J.F (Eds), *Cerrado: ecologia e flora* Volume 2, Brasília: Embrapa Cerrados, p. 422-442, 2008.
- MEYER, J. Plant galls and gall inducers. Berlin: Gebruder Borntraeger, 1987. 291p.
- MÖHN, E. Gallmücken (Diptera, Itonididae) aus El Salvador. 4. Zur Phylogenie der Asphondyliidi der neotropischen und holarktischen region. *Senck. Biol.* 42(3):131-330, 1961.
- MONTEIRO, R. F.; FERRAZ, F. F. F.; MAIA, V. C.; AZEVEDO, M. A. P. Galhas entomógenas e restingas: uma abordagem preliminar. *Anais da Academia de Ciências de São Paulo – ACIESP*, 3: 210–220, 1994.
- MONTEIRO, R. F.; ODA, R. A. M.; NARAHARA, K. L.; CONSTANTINO, P. A. L. Galhas: diversidade, especificidade e distribuição. In: ROCHA, C. F. D, ESTEVES, F. A.; SCARANO, F. R (Orgs) *Pesquisas de longa duração na Restinga de Jurubatiba: ecologia, história natural e conservação*. Rima, São Carlos, 376 p, 2004.
- MYERS, N.; MITTERMEIER, R.A.; MITTERMEIER, C.G.; FONSECA, G.A.; KENT, J. Hotspots de biodiversidade para prioridades de conservação. **Nature** 403: 853-858, 2000.
- NOGUEIRA, R. M.; COSTA, E. C.; SANTOS-SILVA, J. Levantamento de Galhas entomógenas na Serra Geral, Caetitê, Bahia, Brasil. **Biota Neotrop.** 16(1): e20150035, 2016.

NYMAN, T.; JULKUNEN-TIITTO, R. Manipulation of the phenolic chemistry of willows by gall-inducing sawflies. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, Washington, DC, v. 97, p. 13184-13187, 2000.

OLIVEIRA, D. C.; DRUMMOND, M. M.; MOREIRA, A. S. F. P.; SOARES, G. L. G.; ISAIAS, R. M. S. Potencialidades morfogênicas de *Copaifera langsdorffii* Desf. (Fabaceae): super-hospedeira de herbívoros galhadores. **Rev Biol Neotrop** 5(1):31–39, 2008.

OLIVEIRA, D.C.; ISAIAS, R. M. S. Influence of leaflet age in anatomy and possible adaptive values of the midrib gall of *Copaifera langsdorffii* (Fabaceae: Caesalpinioideae). **Rev Biol Trop** 57(1–2): 293–302, 2009.

OLIVEIRA, J. C.; MAIA, V. C. Ocorrência e caracterização de galhas de insetos na restinga de Grumari (Rio de Janeiro, RJ, Brasil). *Arquivos do Museu Nacional*, 63: 669–675, 2005.

OLIVEIRA, P. O. Fenologia e biologia reprodutiva das espécies de cerrado. In: Sano SM e Almeida SP, editors. *Cerrado: ambiente e flora*. Planaltina: Embrapa-CPAC, 169-192, 1998.

PINHEIRO, F.; DINIZ, I. R.; COELHO, D.; BANDEIRA, M. P. S. Seasonal pattern of insect abundance in the Brazilian cerrado. *Austral Ecology* 27: 132-136, 2002.

PRICE, P. W. *Insect ecology*. 3rd ed. New York: J. Wiley, 1997. 874 p.

PROENÇA, B.; MAIA, V.C. Insect galls Amazon rainforest áreas in Rondônia (Brazil). **Annals of the Brazilian Academy of Sciences** 95(4): 2023.

REY, L. A. Developmental morphology of two types of Hymenoptera galls. In: SHORTHOUSE, J. D.; ROHFRITSCH, O. (Ed.). *Biology of insect-induced galls*. Oxford: Oxford University, 1992. p. 87-101.

RIBEIRO, A. N.; ANDRADE BALBI, M. I. P.; URSO-GUIMARÃES, M. V. Characterization of insect galls from a vegetation area in Altinópolis, São Paulo State, Brazil. *Pap. Avulsos Zool.*, v. 59, 2019.

RODAL, M.J.N.; SALES, M.F.; MAYO, S.J. *Florestas serranas de Pernambuco: localização e diversidade dos remanescentes dos brejos de altitude*. Recife: Imprensa Universitária, 1998.

RODRIGUES, A. R.; MAIA, V. C.; COURI, M. S. Insect galls of restinga areas of Ilha da Marambaia, Rio de Janeiro, Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia*, 58: 173-197, 2014.

ROHFRITSCH, O.; SHORTHOUSE, J. D. Insect galls. In: KAHL, G.; SCHELL, J. S. (Ed.). *Molecular biology of plant tumors*. New York: Academic, 1982. p. 131-152.

ROOT, R. B. The niche exploitation pattern of the blue-grey gnatcatcher. *Ecological Monographs*, Durham, v. 37, p. 317-350, 1967.

- SAITO, V. S.; URSO-GUIMARÃES, M. V. Characterization of galls, insect galls and associated fauna of Ecological Station of Jataí (Luiz Antônio, SP). *Biota Neotropica*, 12: 99–107, 2012.
- SANTANA, C. A. G. S.; COSTA, E. C.; CARVALHO-FERNANDES, S. P. Insect galls and their host plants in gallery forest in Bahia State, Brazil. **Brazilian Journal of Botany**, v.43, 2020.
- SANTOS, J. C., ALMEIDA-CORTEZ, J. S., FERNANDES, G.W. Richness of gall-inducing insects in the tropical dry forest (caatinga) of Pernambuco. *Revista Brasileira de Entomologia*, 55(1):45–54, 2011.
- SANTOS, J. C.; ALMEIDA-CORTEZ, J. S.; FERNANDES, G.W. Diversity of gall-inducing insects in the high altitude wetland forest in Pernambuco, Northeastern Brazil. *Braz. J. Biol.*, v.71, nº1, p. 47-56, 2011.
- SANTOS, J. C.; ALMEIDA-CORTEZ, J. S.; FERNANDES, G. W. Gall-inducing insects from Atlantic forest of Pernambuco, Northeastern Brazil. *Biota Neotropica*, 12: 197-213, 2012.
- SANTOS, J.C.; COELHO, M.S.; SOUZA, D.G.; FERNANDES, G.W. Galls from Brazilian Atlantic Forest: Status of Knowledge and Perspectives. In: Santos JC and Fernandes GW (Eds), *Neotropical Insect Galls*, New York: Springer Netherlands. p. 363-376, 2014.
- SANTOS, P. O.; RIBEIRO, J. E. L. S. Ocorrência e caracterização de galhas em fragmento de Floresta Estacional Semidecidual em Telêmaco Borba, Paraná, Brasil. *Semina: Ciências Biológicas e da Saúde*, Londrina, v. 36, n. 2, p. 15-24, 2015.
- SHANNON, R. E.; BREWER, J. W. Starch and sugar levels in 3 coniferous insect galls. *Zeitschrift für Angewandte Entomologie*, Berlin, v. 89, p. 526-533, 1980.
- SILVA-SANTOS, J. S.; SANTOS, G. A. B.; SANTOS, G. C. Soils and seasonality influence the richness of gall-inducing insects and their host plants in a tropical dry forest. *Journal of Arid Environments*, v. 196, January 2022.
- SILVA, L. O.; RODRIGUES, A. R. Galhas de inseto do Parque Municipal da Boca da Barra, Cabo Frio (RJ). X Congresso de Ecologia do Brasil. Sociedade de Ecologia do Brasil, 2011. Disponível em: <<http://www.seb-ecologia.org.br/xceb/resumos/449.pdf>> . Acessado em: 14 de novembro de 2024.
- SILVA, P. S. D.; ALMEIDA-SANTOS, B.; TABARELLI, M.; ALMEIDA-CORTEZ, J. S. Occurrence of gall complexes along a topographic gradient in a undisturbed lowland forest of central Amazonia. *Revista Brasileira de Biociências* 9: 133-138, 2011.
- SILVA, P. S. D.; KNOECHELMANN, C. M.; TABARELLI, M.; ALMEIDA-CORTEZ, J.S. Richness of gall morphospecies along a secondary successional gradient of Atlantic Forest in northeastern Brazil. *Revista Brasileira de Biociências* 9: 270–277, 2011.

SILVA, T. M.; ARAÚJO, W. S.; SANTOS, B. B. Ocorrência e caracterização de galhas de insetos em um fragmento de mata semicaducifolia do Câmpus Samambaia, Goiânia, GO, Brasil. *Rev. Biol. Neotrop.* 12(1): 26-38, 2015.

STEHMANN, J.R.; FORZZA, R.C.; SALINO, A.; SOBRAL, M.; COSTA, D.P.; KAMINO, L.H.Y. *Plantas da Floresta Atlântica*. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 505 p., 2009.

STONE, G. N.; COOK, J. M. The structure of cynipid oak galls: patterns in the evolution of an extended phynotype. *Proceedings of the Royal Society of London, London*, v. B 265, p. 979-988, 2003.

STONE, G. N.; SCHÖNROGGE, K.; ATKINSON, R. J.; BELLIDO, D.; PUJADE-VILLAR, J. The population biology of oak gall wasps (Hymenoptera: Cynipidae). *Annual Review of Entomology*, Palo Alto, v. 47, p. 633-668, 2002.

THRIPLEHORN, C. A.; JOHNSON, N. F. *Borror and delong's introduction to the study of insects*. 7th ed. Belmont: Brooks Cole Thompson, 2005. 864 p.

URSO-GUIMARÃES, M. V.; CASTELLO, A. C. D.; KATAOKA, E. Y.; KOCH, I. 2017. Characterization of entomogen galls from Mato Grosso do Sul, Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia*, 61: 25-42, 2017.

URSO-GUIMARÃES, M. V.; SCARELLI-SANTOS, C. Galls and gall makers in plants from the Pé-de-Gigante Cerrado Reserve, Santa Rita do Passa Quatro, SP. *Brazilian Journal of Biology*, 66: 357-369, 2006.

URSO-GUIMARÃES, M. V.; SCARELLI-SANTOS, C.; BONIFÁCIO-SILVA, A. C. Occurrence and characterization of entomogen galls in plants from natural vegetation areas in Delfinópolis, MG, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 63, 705-715, 2003.

URSO-GUIMARÃES; KOCH, I.; CASTELLO, A. C. D. Diversity of insect galls from Mato Grosso State, Brazil: Cerrado. *Biota Neotropica* 21(3): 2021.

VASCONCELOS-SOBRINHO, J. *As regiões naturais do Nordeste, o meio e a civilização*. Recife: Conselho do Desenvolvimento de Pernambuco, 1971. 441 p.

WEIS, A. E.; WALTON, R.; CREGO, C. L. Reactive plant tissue sites and the population biology of gall makers. *Annual Review of Entomology*, Palo Alto, v.33, p. 467-486, 1988.

WHITHAM, T. G. Ecology of Pemphigus gall aphids. In: SHORTHOUSE, J. D.; ROHFRITSCH, O. (Ed.). *Biology of insect-induced galls*. Oxford: Oxford University, 1992. p. 225-237.

WOLDA, H. Seasonal fluctuations in rainfall, food and abundance of tropical insects. *Journal of Animal Ecology* 47: 369-381, 1978.

CAPÍTULO I

GALHAS ENTOMÓGENAS E SUA FAUNA ASSOCIADA EM REMANESCENTES DE FLORESTAS ESTACIONAIS SEMIDECIDUAIS SUBMONTANAS NO BREJO PARAIBANO

RENATA LIMA MACHADO DA SILVA

Pós-Graduação em Ciências Biológicas (Zoologia), Universidade Federal da Paraíba

1. INTRODUÇÃO

Galhas são modificações patológicas que ocorrem no tecido da planta em decorrência da hipertrofia e/ou hiperplasia resultante da interação inseto galhador-planta hospedeira (Weis et al., 1988). No interior das galhas, os insetos galhadores obtêm alimento, abrigo e proteção contra o ataque de inimigos naturais (PRICE et al., 1986).

Evidências apontam que a morfologia da galha é única para cada espécie de inseto galhador e que cada espécie também é específica quanto à sua planta hospedeira (Fernandes e Price, 1988; Espírito-Santo e Fernandes, 2007). As galhas podem ser induzidas em qualquer órgão da planta, tais como raízes, caules, folhas, flores e frutos (Ascendino e Maia, 2018), e podem ser classificadas quanto à morfologia em: clavadas, cônicas, cilíndricas, fusiformes, globoides, lenticulares e em rosetas (Isaias et al., 2013).

Insetos galhadores estão presentes nas ordens Coleoptera, Diptera, Hemiptera, Hymenoptera, Lepidoptera e Thysanoptera (Fernandes e Carneiro, 2009). Além destes, uma fauna rica e frequente de artrópodes pode ser encontrada em associação com as galhas, atuando como parasitoides, predadores, inquilinos e / ou sucessores (Ascendino e Maia, 2018).

No Brasil, os estudos sobre galhas têm aumentado significativamente nos últimos 30 anos, particularmente no Cerrado (Fernandes et al., 1997; Urso-Guimarães et al., 2003; Maia e Fernandes, 2004; Scareli-Santos et al., 2005; Maia et al., 2008; Carneiro et al., 2009; Saito e Urso-Guimaraes, 2012; Malves e Friero-Costa, 2012; Maia, 2012; Araujo et al., 2013, Bergamini et al., 2017) e no domínio da Mata Atlântica (Maia et al., 2008; Bregonci et al., 2010; Maia, 2013; Rodrigues et al., 2014; Maia et al., 2014; Maia e Carvalho-Fernandes, 2016). Todavia, biomas como o Pantanal (Julião et al., 2002; Urso-Guimarães et al., 2017; Ascendino e Maia, 2018), a Caatinga (Santos et al., 2011; Carvalho-Fernandes et al., 2012; Brito et al., 2018; Marinho et al., 2023), a Amazônia (Julião et al., 2015), e ainda as florestas estacionais presentes na Mata Atlântica (Santos et al., 2010; Carvalho et al., 2015; Ansaloni et al., 2018) foram pouco estudados quanto a este aspecto e a sua diversidade de galhas ainda é pouco conhecida.

Na Região Nordeste, são conhecidos como brejos de altitude os remanescentes de florestas úmidas ou subúmidas localizados em serras na região semiárida. Os brejos de altitude são considerados por alguns autores como uma disjunção da Mata Atlântica em meio a vegetação de Caatinga, condição que torna esses remanescentes em áreas que

possuem uma elevada biodiversidade (Veloso et al., 1991). Em sua grande maioria, os brejos são remanescentes de floresta estacional semidecidual montana ou submontana, com precipitação anual entre 900 e 1300 mm, com solos profundos, argilosos, e com elevado teor de água disponível (Andrade-Lima, 1982). Existem 43 Brejos de Altitude na Região Nordeste, (Andrade-Lima, 1982) distribuídos nos estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco (Tabarelli e Santos, 2004). No entanto, apenas dois estudos sobre galhas e insetos galhadores, até agora, foram realizados nestes: um no Pico do Jabre, em Maturéia, Paraíba, com o levantamento dos morfotipos de galhas, das ordens dos insetos que as induziram e das famílias das plantas hospedeiras (Freitas et al., 2015) e outro sobre a diversidade de insetos indutores de galhas em brejos de altitude de Pernambuco (Santos et al., 2011).

Considerando-se a importância das interações ecológicas entre insetos galhadores e suas plantas hospedeiras; o escasso conhecimento taxonômico e biológico sobre insetos galhadores em todo o Brasil, e em particular em ambientes estacionais no Nordeste brasileiro, este trabalho objetivou inventariar as galhas de insetos e suas plantas hospedeiras em dois remanescentes de Brejos de Altitude na Paraíba e registrar a fauna associada às mesmas.

Devido à importância ecológica destes remanescentes para a manutenção da flora e fauna local e ao avanço do processo de fragmentação em que se encontram, espera-se que estas áreas sejam vistas com prioridade em futuros programas de conservação e manejo.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Áreas de estudo

Este estudo foi realizado no Agreste Paraibano, na Microrregião do Brejo Paraibano, que engloba os municípios de Alagoa Grande, Alagoa Nova, Areia, Bananeiras, Borborema, Matinhas, Pilões e Serraria (Ibge, 1990). Nesta região, a vegetação dos remanescentes florestais está mais relacionada à Mata Atlântica, apresentando espécies de mata úmida (Vasconcelos-Sobrinho, 1971; Araújo, 2012).

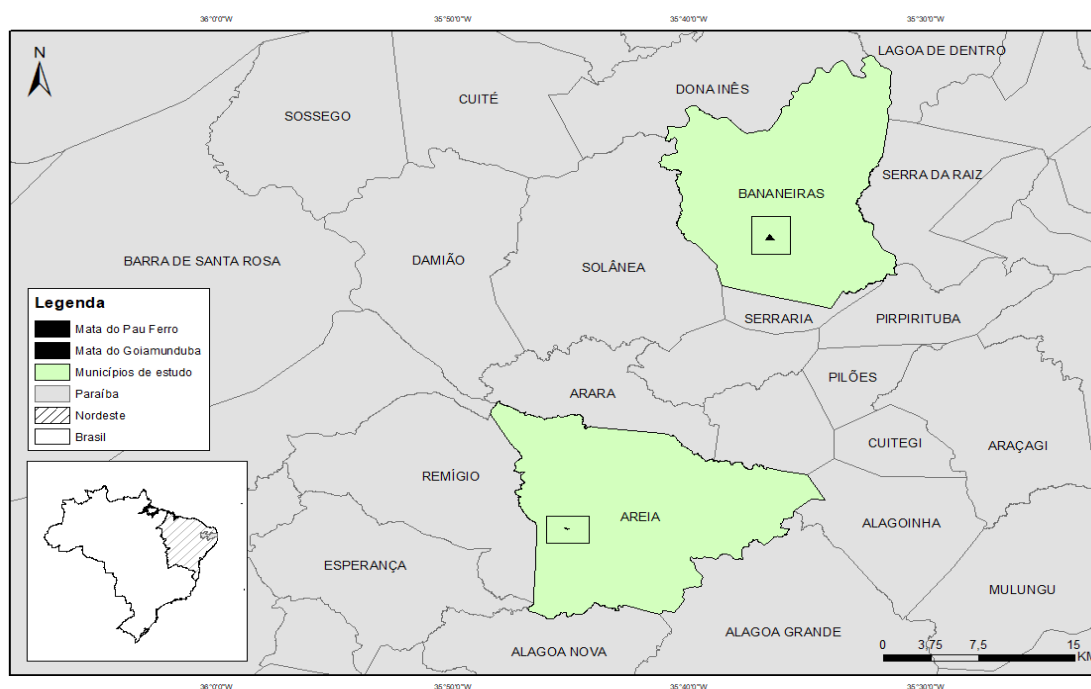
Para realização da pesquisa de campo foi obtida autorização da Superintendência de Administração do Meio Ambiente (Sudema) do estado da Paraíba, para estudos em duas unidades de conservação: o Parque Estadual Mata do Pau-Ferro e a Área de Relevante

Interesse Ecológico (ARIE) da Mata do Goiamunduba.

O Parque Estadual Mata do Pau-Ferro, situado no município de Areia ($6^{\circ}96'91.52''S$ e $35^{\circ}74'14.29''O$ DE G.), é um dos maiores remanescentes de mata de brejo na Paraíba, possuindo uma área com cerca de 600 ha (Figura 1). O Parque apresenta fitofisionomia do tipo Floresta Estacional Semidecidual Submontana (Ibge, 2012), com altitude que varia entre 400 e 600m, temperatura média anual de $26^{\circ}C$, e totais pluviométricos anuais em torno de 800 e 1600 mm, concentrados nos meses de junho a agosto (Brasil, 1972; Mayo e Fevereiro, 1981). Criada originalmente através do decreto nº 14.832 de 19 de outubro de 1992, a Reserva Ecológica da Mata do Pau Ferro foi recategorizada pela Sudema como Parque Estadual através do decreto nº 26.098, de 4 de agosto de 2005.

A Área de Relevante Interesse Ecológico (ARIE) da Mata do Goiamunduba está localizada no município de Bananeiras ($6^{\circ}45'03.78''S$ e $35^{\circ}38'00.06''O$ de G.), a 141 km da capital João Pessoa. Apresenta cerca 67,5 ha, com fitofisionomia de Floresta Estacional Semidecidual Submontana (Ibge, 2012), com temperatura anual em torno de $22^{\circ}C$ (Sudema, 2004; 2012), possui clima frio e úmido e altitude entre 500 e 600m (Prefeitura Municipal de Bananeiras, 2007), conforme Figura 1. É uma Unidade de Conservação criada pelo Decreto Estadual nº 23833 em 27 de dezembro de 2002.

Figura 1: Mapa de localização das duas áreas de estudo, pertencentes a Brejos de Altitude da Paraíba, Brasil.



Fonte: Mapa elaborado por Steffany Sales Galisa, 2023.

2.2 Levantamento das plantas hospedeiras e galhas

Adotou-se a metodologia de caminhadas aleatórias (Julião, 2002), fazendo-se busca ativa de galhas na vegetação local, em plantas herbáceas, arbustivas e arbóreas com no mínimo 2,5 cm de diâmetro, cujas copas estivessem no intervalo entre 1 e 3 m de altura. Um único coletor foi responsável pela busca ativa de galhas durante as nove coletas realizadas no período de 2020 a 2022 com caminhadas aleatórias de 8h/dia, totalizando um esforço amostral de 72h em cada área. Todos os órgãos vegetais foram investigados durante a busca ativa, exceto as raízes subterrâneas.

As plantas com galhas foram fotografadas, coletadas, armazenadas em sacos plásticos etiquetados e transportadas para o Laboratório de Taxonomia de Angiospermas da Universidade Federal da Paraíba para posterior identificação. Amostras de folhas e partes dos ramos que apresentavam galhas foram também coletadas para criação dos insetos em laboratório.

No laboratório, o material coletado com galhas foi acondicionado em frascos plásticos com algodão umedecido no fundo, com pequenos furos na tampa, utilizando-se tecido “voil” entre o pote e a tampa, para impedir o escape dos insetos durante as observações diárias para verificar a emergência dos adultos.

As galhas foram caracterizadas com base em suas características morfológicas externas, considerando o órgão hospedeiro, cor, forma, pubescência e ocorrência em grupo ou isolada. Para essa classificação, foi adotada a terminologia proposta por Isaías et al. (2013). Além disso, as galhas foram categorizadas quanto ao grau de complexidade, conforme as definições de Möhn (1961). Esse autor as divide em simples e complexas.

Uma parte das galhas foi dissecada para obtenção de estágios imaturos, armazenados em eppendorf contendo álcool 70%, devidamente etiquetados, identificados ao nível de ordem no Laboratório de Entomologia da Universidade Federal da Paraíba. Os Cecidomyiidae foram montados em lâminas de microscopia permanente e identificados pela Dr^a Valéria Cid Maia no Laboratório de Díptera do Museu Nacional do Rio de Janeiro (MNRJ). Os micro-hymenópteros parasitoides foram identificados a nível de ordem e família pela Dr^a Maria Antonieta Pereira de Azevedo, também no Laboratório de Díptera do MNRJ, com auxílio da chave de identificação (Gibson, 1997). Todos os insetos foram depositados na coleção de Entomologia da Universidade Federal da Paraíba.

As plantas hospedeiras foram identificadas no Laboratório de Taxonomia de Angiospermas, com a colaboração da curadora Maria Regina de Vasconcellos Barbosa da Universidade Federal da Paraíba e através de consultas ao Herbário Lauro Pires Xavier (JPB), ambos da Universidade Federal da Paraíba, este último onde as exsicatas foram depositadas.

Cada planta hospedeira foi classificada como nativa ou endêmica do Brasil de acordo com o site Flora Do Brasil (2025). Para verificar a existência de novas ocorrências de plantas hospedeiras e de morfotipos de galhas, os dados obtidos foram comparados com dados de inventários realizados na **Caatinga** (Santos et al., 2011; Carvalho-Fernandes et al., 2012; Brito et al., 2018, Marinho et al., 2023); **Cerrado** (Fernandes et al., 1988; Gonçalves-Alvim e Fernandes, 2001; Urso-Guimarães et al., 2003; Maia e Fernandes, 2004; Carneiro et al., 2009a; Coelho et al., 2009; Malves e Frieiro-Costa, 2012; Araújo et al., 2020; Saito e Urso-Guimarães, 2012; Urso-Guimarães e Scareli-Santos, 2003; Santos et al., 2010; Araújo et al., 2012a, 2013a, 2014; Silva et al., 2015; Bergamini et al., 2017; Urso-Guimarães et al., 2021; Urso-Guimarães et al., 2017; Nogueira et al., 2016; Costa, 2016; Lima e Calado, 2018; Santana, 2020; Costa et al., 2014a, b; Luz et al., 2012.); **Floresta Amazônica** (Almada e Fernandes, 2011; Silva et al. 2011; Julião et al., 2014; Maia, 2011; Silva et al. 2011; Araújo et al. 2012, Carvalho e Mota, 2018; Proença e Maia, 2023); **Mata Atlântica** (Monteiro et al., 1994; Maia, 2001; Monteiro et al., 2004; Oliveira e Maia, 2005; Maia e Oliveira, 2010; Fernandes e Maia, 2011; Silva e Rodrigues, 2011; Rodrigues et al., 2014; Carvalho-Fernandes et al., 2016; Maia e Silva, 2016; Maia e Siqueira, 2020; Maia, 2020; Fernandes et al., 2001; Fernandes e Negreiros, 2006; Maia, 2013, 2014; Maia e Mascarenhas, 2022; Maia et al., 2014; Lima et al., 2000; Maia et al., 2008; Ribeiro et al., 2019; Mendonça, 2007; Santos et al., 2015); Freitas, 2015; Alcântara et al., 2017; Fernandes et al., 2009; Santos et al., 2011; Santos et al., 2012); **Pantanal** (Julião et al., 2002; Urso-Guimarães et al., 2017).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Caracterização das galhas e suas respectivas plantas hospedeiras no Parque Estadual Mata do Pau-Ferro em Areia

Foram registrados 48 morfotipos de galhas induzidas por insetos no Parque Estadual Mata do Pau-Ferro em Areia, Paraíba. Estes foram associados a 29 espécies de plantas hospedeiras, 29 gêneros e 19 famílias. As famílias de plantas hospedeiras que apresentaram maior riqueza de galhas foram Myrtaceae, com 6 morfotipos, Fabaceae e Sapindaceae com 5 cada, conforme Tabela 1. Seis plantas hospedeiras não foram identificadas, visto que o material coletado para confecção de exsicatas adveio de indivíduos em estado não fértil, porém houve emergência de insetos adultos em uma das plantas. Resultados semelhantes foram registrados em outros inventários de galhas no Brasil, nos quais também se destacam Myrtaceae (Maia, 2001; Rodrigues et al.; 2014), Fabaceae (Carvalho-Fernandes et al., 2012; Silva e Maia, 2016; Alcantara et al., 2017) e Sapindaceae (Julião et al., 2005; Luz et al., 2012) com o maior número de morfotipos de galhas.

Das 29 plantas hospedeiras identificadas, 28 são nativas do Brasil e uma naturalizada (*Lantana camara* L.), Verbanaceae. Dentre as nativas, *Luehea ochrophylla* Mart. (Malvaceae); *Guapira nítida* (Mart. ex J.A Schmidt) Lundell, Nyctaginaceae; *Campomanesia dichotoma* (O. Berg) Mattos, Myrtaceae e *Paullinia micrantha* Cambess. (Sapindaceae) são endêmicas do Brasil (Flora do Brasil, 2023). Como a maioria dos insetos galhadores é monófaga (Carneiro et al., 2009), considera-se que galhadores associados a plantas hospedeiras endêmicas também sejam endêmicos.

As seguintes espécies de plantas foram registradas pela primeira vez no Brasil como hospedeiras de insetos galhadores: *Philodendron acutatum* Schott (Araceae); *Licania tomentosa* (Chrysobalanaceae); *Acalypha brasiliensis* Müll.Arg. (Euphorbiceae); *Dahlstedtia araripensis* (Benth.) M.J.Silva & A.M.G. Azevedo (Fabaceae); *Mimosa somnians* Humb. & Bonpl. Ex Willd. (Fabaceae); *Campomanesia dichotoma* (O. Berg) Mattos (Myrtaceae); *Palicourea bracteocardia* (DC.) Delprete & J. H. Kirkbr, (Rubiaceae); *Chiococca alba* (L.) Hitchc. (Rubiaceae); *Zanthoxylum rhoifolium* Lam (Rutaceae); *Cardiospermum corindum* L. (Sapindaceae) e *Cupania vernalis* Cambess (Sapindaceae). Adicionalmente, os seguintes morfotipos de galhas foram caracterizados pela primeira vez em plantas hospedeiras já registradas: galha fusiforme em *Protium heptaphyllum*, globoide em *Cnidoscolus urens*, fusiforme em *Eschweilera ovata*, globoide em *Psidium guineense* e lenticular em *Myrcia sylvatica* (Tabela 1).

O órgão com ocorrência mais frequente de galhas foi a folha com 72,92% (n= 35), o que corrobora com o padrão global descrito por Mani (1964), e também o registrado em diferentes biomas brasileiros (Santos et al. 2011a; Carvalho-Fernandes et al., 2012, Maia,

2013b). O caule com 20,83% (n= 10) das ocorrências, e as gemas com 6,25% (n= 3), vieram em seguida (Tabela 1). Em algumas espécies de plantas hospedeiras foi atacado mais de um órgão, como folha e caule, ou folha e gema, destacando-se: *Eschweilera ovata* (Cambess.) Mart. Ex Miers (Lecythidaceae), conforme Figuras 15, 16 e 17, *Clidemia hirta* (L.) D. Don (Melastomataceae) nas Figuras 19 e 20, *Myrcia sylvatica* G. Mey.) DC. (Myrtaceae) nas Figuras 23 e 24 e *Cardiospermum corindum* L. (Sapindaceae), Figuras 36, 37 e 38.

Quanto à localização das galhas nas folhas, estas foram encontradas no limbo (face adaxial e/ou face abaxial), na nervura principal, nas margens e nos pecíolos. Observou-se que as galhas localizadas na face adaxial representaram 37,14% do total, enquanto na face abaxial 28,57%, sugerindo que esta superfície fornece condições microclimáticas menos estressantes do que a face adaxial, como descrito por Edward & Wratten (1998).

Foram encontradas seis formas de galhas no material coletado: globoide, lenticular, fusiforme, enrolamento, clavada e amorfa (Tabela 1). As duas primeiras foram predominantes, com 62,5% (n= 30) e 14,58% (n=7), respectivamente. As demais apresentaram percentuais menores: fusiforme 10,41% (n=5), enrolamento 8,33% (n= 4), clavada e amorfa 2,08% cada (n=1). Resultados semelhantes aos obtidos neste estudo, em relação à forma das galhas predominantes, foram obtidos em outros inventários realizados na Mata Atlântica (Santos et al., 2012; Maia et al., 2016; Ansaloni et al., 2018). Com relação ao grau de complexidade, houve o predomínio das galhas complexas em 68,75% dos morfotipos (n= 33) e das galhas simples em 31,25% (n= 15).

As cores mais frequentes das galhas foram verdes com 70,83% (n=34) e marrom com 16,67% (n= 8), seguidas de laranja 6,25% (n= 3) e amarela 6,25% (n= 3). Essa predominância pode ser justificada em razão das cores dos dois órgãos das plantas hospedeiras que apresentaram mais galhas: folha e caule (Maia et al., 2014).

Quanto à presença de tricomas, 75% (n= 12) das galhas não apresentaram tricomas. A ocorrência de galhas pilosas, segundo Mani (1964), estaria relacionada a maior proteção contra ataques de parasitoides. Das dez plantas hospedeiras com galhas na face abaxial da folha, sete delas apresentaram tricomas, enquanto que das treze com galhas na face adaxial apenas 2 apresentaram tricomas. Em relação à ocorrência das galhas nas plantas hospedeiras, 56,25% (n= 27) apresentaram-se de forma isolada e 43,75% (n= 21) na forma agrupada.

Os insetos indutores de galhas foram registrados em dezoito morfotipos, identificados a nível de família, todos pertencentes a Cecidomyiidae (Díptera), conforme registrado em outros inventários realizados no Brasil (Fernandes e Negreiros, 2006; Santos et al., 2011; Maia e Siqueira, 2020). Nos demais morfotipos não foram obtidos o inseto indutor seja porque não emergiu das galhas ou porque as galhas sofreram ataques dos parasitoides.

A fauna associada incluiu parasitoides e sucessores. Os parasitoides foram registrados em 12 morfotipos de galha (25%), representados pelos Micro-Hymenoptera e destes apenas uma identificada a nível de família (Eulophidae). A presença de parasitoides é comum em galhas, representando um importante fator de mortalidade para os indutores (Carvalho-Fernandes et al., 2012). Os parasitoides foram encontrados em galhas globoides, fusiformes e enrolamentos da margem da folha, sendo mais predominantes as galhas globoides (16,67%). Dentre as famílias de plantas hospedeiras com parasitoides, incluiu Araceae, Fabaceae, Myrtaceae, Nectaginaceae, Rubiaceae, Sapindaceae e Verbenaceae.

Os sucessores foram representados por Psocoptera, Ácaro, Collembola, Hymenoptera (Formicidae), Hemiptera e Thysanoptera. Foi observada a presença de mais de um táxon de sucessor em galhas globoides de *Miconia minutiflora* (Bonpl.) DC e *Paullinia micranta* Cambess.

Tabela 1: Plantas hospedeiras e morfologia externa das galhas coletadas no Parque Estadual Mata do Pau-Ferro, em Areia, Paraíba, Brasil.

Planta hospedeira		Órgão	Galhas							
Família	Espécie		Face da folha	Forma	Classificação	Cor	Tricomas	Inseto indutor	Fauna Associada	Figura
Anacardiaceae	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	Folha	Abaxial	Globoide	Complexa	Laranja	Presente	Cecidomyiidae	Indeterminado	2
Araceae	<i>Philodendron acutatum</i> Schott	Folha	Adaxial	Fusiforme	Complexa	Verde	Ausente	Indeterminado	Hymenoptera (P)	3
Burseraceae	<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	Folha	—	Enrolamento	Simples	Verde	Ausente	Cecidomyiidae	Indeterminado	4
Burseraceae	<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	Folha	Adaxial	Lenticular	Simples	Verde	Ausente	Indeterminado	Psocoptera (S)	5
Cannabaceae	<i>Celtis iguanaea</i> (Jacq.) Sarg.	Caule	—	Globoide	Complexa	Marrom	Ausente	Indeterminado	Indeterminado	6
Chrysobalanaceae	<i>Licania tomentosa</i>	Folha	Adaxial	Lenticular	Simples	Verde	Ausente	Cecidomyiidae	Indeterminado	7
Euphorbiceae	<i>Cnidoscolus urens</i> (L.) Arthur	Folha	—	Globoide	Complexa	Verde	Presente	Cecidomyiidae	Indeterminado	8
Euphorbiceae	<i>Acalypha brasiliensis</i> Müll.Arg.	Folha	Adaxial	Lenticular	Simples	Verde	Ausente	Indeterminado	Ácaro (S)	9
Fabaceae	<i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth	Folha	Adaxial	Lenticular	Simples	Amarela	Ausente	Indeterminado	Hemiptera (S)	10
Fabaceae	<i>Dahlstedtia araripensis</i> (Benth.) M.J.Silva & A.M.G. Azevedo	Gema	—	Globoide	Complexa	Verde	Ausente	Indeterminado	Indeterminado	11
Fabaceae	<i>Inga ingoides</i> (Rich.) Wild.	Folha	—	Globoide	Complexa	Verde	Ausente	Indeterminado	Eulophidae (P)	12
Fabaceae	<i>Inga ingoides</i> (Rich.) Wild.	Folha	Abaxial	Globoide	Complexa	Laranja	Presente	Cecidomyiidae	Indeterminado	13
Fabaceae	<i>Mimosa somnians</i> Humb. & Bonpl. Ex Willd.	Caule	—	Globoide	Complexa	Verde	Ausente	Indeterminado	Hymenoptera (S)	14

Lecythidaceae	<i>Eschweilera ovata</i> (Cambess.) Mart. Ex Miers	Folha	—	Fusiforme	Complexa	Verde	Ausente	Indeterminado	Indeterminado	15
Lecythidaceae	<i>Eschweilera ovata</i> (Cambess.) Mart. Ex Miers	Folha	—	Fusiforme	Complexa	Verde	Ausente	Indeterminado	Indeterminado	16
Lecythidaceae	<i>Eschweilera ovata</i> (Cambess.) Mart. Ex Miers	Caule	—	Globoide	Complexa	Verde	Ausente	Indeterminado	Indeterminado	17
Malvaceae	<i>Luehea ochrophylla</i> Mart.	Folha	—	Globoide	Complexa	Verde	Ausente	Cecidomyiidae	Indeterminado	18
Melastomataceae	<i>Clidemia hirta</i> (L.) D.Don	Folha	Abaxial	Globoide	Complexa	Verde	Presente	Cecidomyiidae	Indeterminado	19
Melastomataceae	<i>Clidemia hirta</i> (L.) D.Don	Gema	—	Globoide	Complexa	Verde	Presente	Cecidomyiidae	Indeterminado	20
Melastomataceae	<i>Miconia minutiflora</i> (Bonpl.) DC	Caule	—	Globoide	Complexa	Marrom	Ausente	Indeterminado	Collembola (S), Formicidae (S), Thysanoptera (S)	21
Myrtaceae	<i>Campomanesia dichotoma</i> (O. Berg) Mattos	Folha	Abaxial	Globoide	Complexa	Verde	Presente	Cecidomyiidae	Indeterminado	22
Myrtaceae	<i>Myrcia sylvatica</i> G. Mey.) DC.	Folha	Adaxial	Globoide	Complexa	Verde	Ausente	Cecidomyiidae	Indeterminado	23
Myrtaceae	<i>Myrcia sylvatica</i> G. Mey.) DC.	Gema	—	Globoide	Complexa	Marrom	Ausente	Cecidomyiidae	Hymenoptera (P)	24
Myrtaceae	<i>Myrcia sylvatica</i> G. Mey.) DC.	Folha	Abaxial	Globoide	Complexa	Verde	Ausente	Indeterminado	Thysanoptera (S)	25
Myrtaceae	<i>Myrcia sylvatica</i> G. Mey.) DC.	Folha	Adaxial	Lenticular	Simples	Verde	Ausente	Cecidomyiidae	Indeterminado	26
Myrtaceae	<i>Psidium guianense</i> Sw.	Caule	—	Globoide	Complexa	Marrom	Ausente	Indeterminado	Collembola (S)	27

Nyctaginaceae	<i>Guapira nitida</i> (Mart. ex J.A Schmidt) Lundell	Folha	Adaxial	Globoide	Complexa	Verde	Ausente	Cecidomyiidae	Hymenoptera (P)	28
Nyctaginaceae	<i>Guapira nitida</i> (Mart. ex J.A Schmidt) Lundell	Folha	Abaxial	Globoide	Complexa	Verde	Presente	Cecidomyiidae	Indeterminado	29
Nyctaginaceae	<i>Guapira nitida</i> (Mart. ex J.A Schmidt) Lundell	Folha	Abaxial	Globoide	Complexa	Marrom	Presente	Cecidomyiidae	Hymenoptera (P)	30
Piperaceae	<i>Piper amalago</i> L.	Folha	Adaxial	Lenticular	Simples	Verde	Ausente	Indeterminado	Psocoptera (S)	31
Rubiaceae	<i>Palicourea bracteocardia</i> (DC.) Delprete & J.H.Kirkbr.	Folha	—	Enrolamento	Simples	Verde	Ausente	Indeterminado	Hymenoptera (P), Collembola (S)	32
Rubiaceae	<i>Chiococca alba</i> (L.) Hitche.	Caule	—	Globoide	Complexa	Marrom	Ausente	Indeterminado	Hymenoptera (P)	33
Rutaceae	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	Folha	—	Globoide	Complexa	Verde	Ausente	Díptera	Hemiptera (S)	34
Salicaceae	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	Folha	—	Enrolamento	Simples	Verde	Ausente	Indeterminado	Thysanoptera (S)	35
Sapindaceae	<i>Cardiospermum corindum</i> L.	Folha	Adaxial	Lenticular	Simples	Amarela	Ausente	Indeterminado	Indeterminado	36
Sapindaceae	<i>Cardiospermum corindum</i> L.	Folha	Adaxial	Clavada	Complexa	Marrom	Presente	Indeterminado	Indeterminado	37
Sapindaceae	<i>Cardiospermum corindum</i> L.	Caule	—	Globoide	Complexa	Verde	Presente	Indeterminado	Hymenoptera (P)	38
Sapindaceae	<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	Folha	—	Enrolamento	Simples	Verde	Ausente	Indeterminado	Indeterminado	39
Sapindaceae	<i>Paullinia micrantha</i> Cambess.	Caule	—	Globoide	Complexa	Verde	Ausente	Indeterminado	Hymenoptera (P), Hemiptera (S) e Thysanoptera (S)	40
Simaroubaceae	<i>Simarouba amara</i> Aubl.	Folha	Adaxial	Globoide	Complexa	Marrom	Ausente	Cecidomyiidae	Indeterminado	41

Verbenaceae	<i>Lantana camara</i> L.	Folha	Abaxial	Globoide	Complexa	Verde	Presente	<i>Schismatodiplos is lantanae</i>	Indeterminado	42
Verbenaceae	<i>Lantana camara</i> L.	Folha	Abaxial	Globoide	Complexa	Verde	Ausente	Indeterminado	Hymenoptera (P)	43
S/I		Folha	Adaxial	Globoide	Complexa	Laranja	Presente	Indeterminado	Indeterminado	44
S/I		Folha	—	Fusiforme	Simples	Verde	Ausente	Indeterminado	Hymenoptera (P)	45
S/I		Folha	Abaxial	Globoide	Complexa	Marrom	Ausente	Indeterminado	Indeterminado	46
S/I		Caule	—	Amorfa	Complexa	Verde	Ausente	Indeterminado	Indeterminado	47
S/I		Folha	—	Globoide	Complexa	Verde	Ausente	Indeterminado	Indeterminado	48
S/I		Caule	—	Fusiforme	Simples	Verde	Ausente	Indeterminado	Indeterminado	49

Fonte: Elaborada pela autora, 2024.

Legenda: Parasitóide (P); Sucessor (S); *S/I: sem identificação

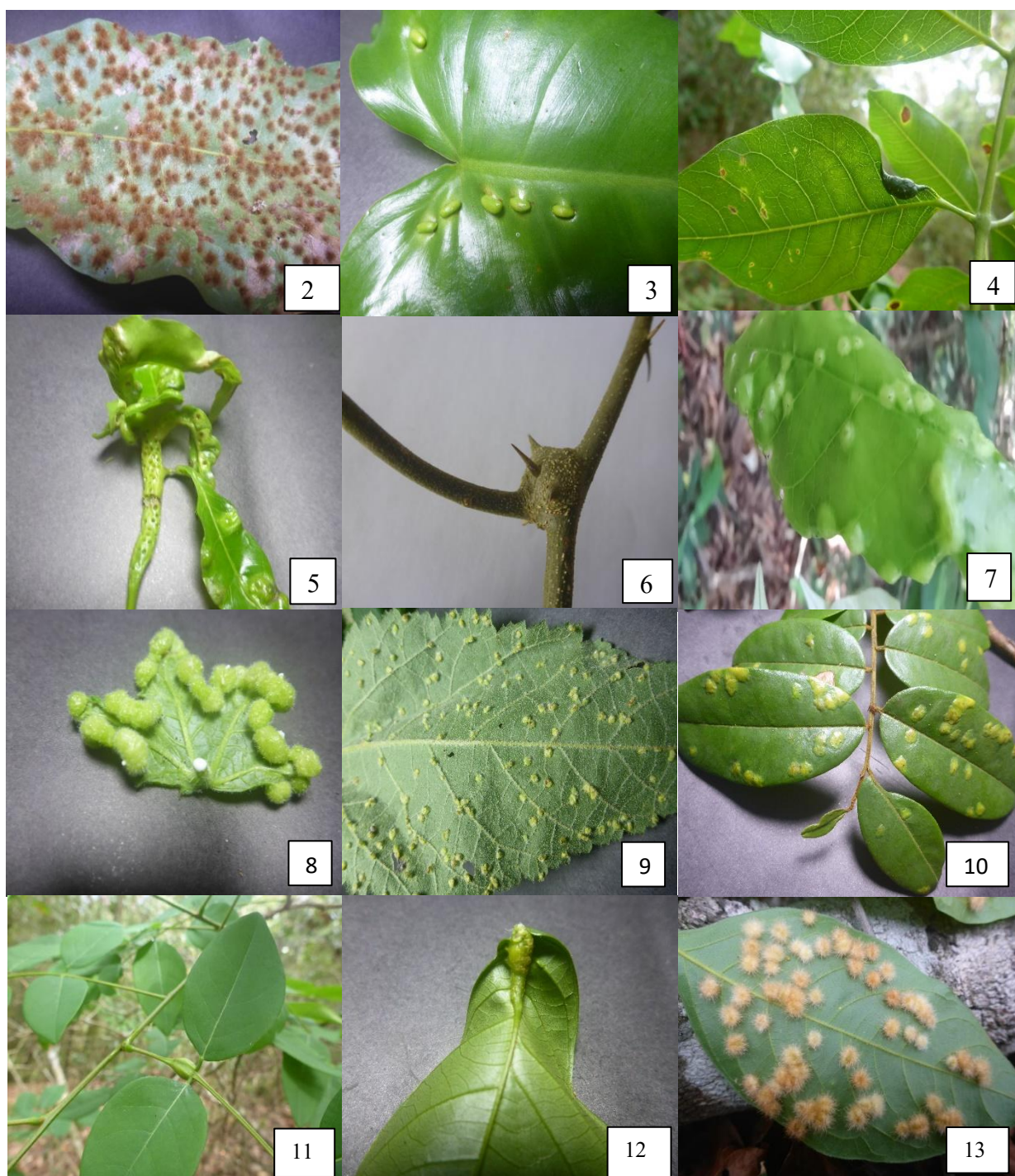


Figura de 2-13: Morfotipos de galhas presentes em plantas hospedeiras no Parque Estadual Mata do Pau-Ferro, Areia, Paraíba. (2)Galha globoide em *Tapirira guianensis*; (3)Galha fusiforme em *Philodendron acutatum*; (4)Enrolamento da margem da folha em *Protium heptaphyllum*; (5)Galha lenticular em *Protium heptaphyllum*; (6)Galha globoide em *Celtis iguanaea*; (7)Galha lenticular em *Licania tomentosa*; (8)Galha globoide em *Cnidocolus urens*; (9)Galha lenticular em *Acalypha brasiliensis*; (10)Galha lenticular em *Bowdichia virgilioides*; (11)Galha globoide em *Dahlstedtia araripensis*; (12)Galha globoide em *Inga ingoides*; (13)Galha globoide em *Inga ingoides*. **Fotos:** Renata Lima, 2020-2022.

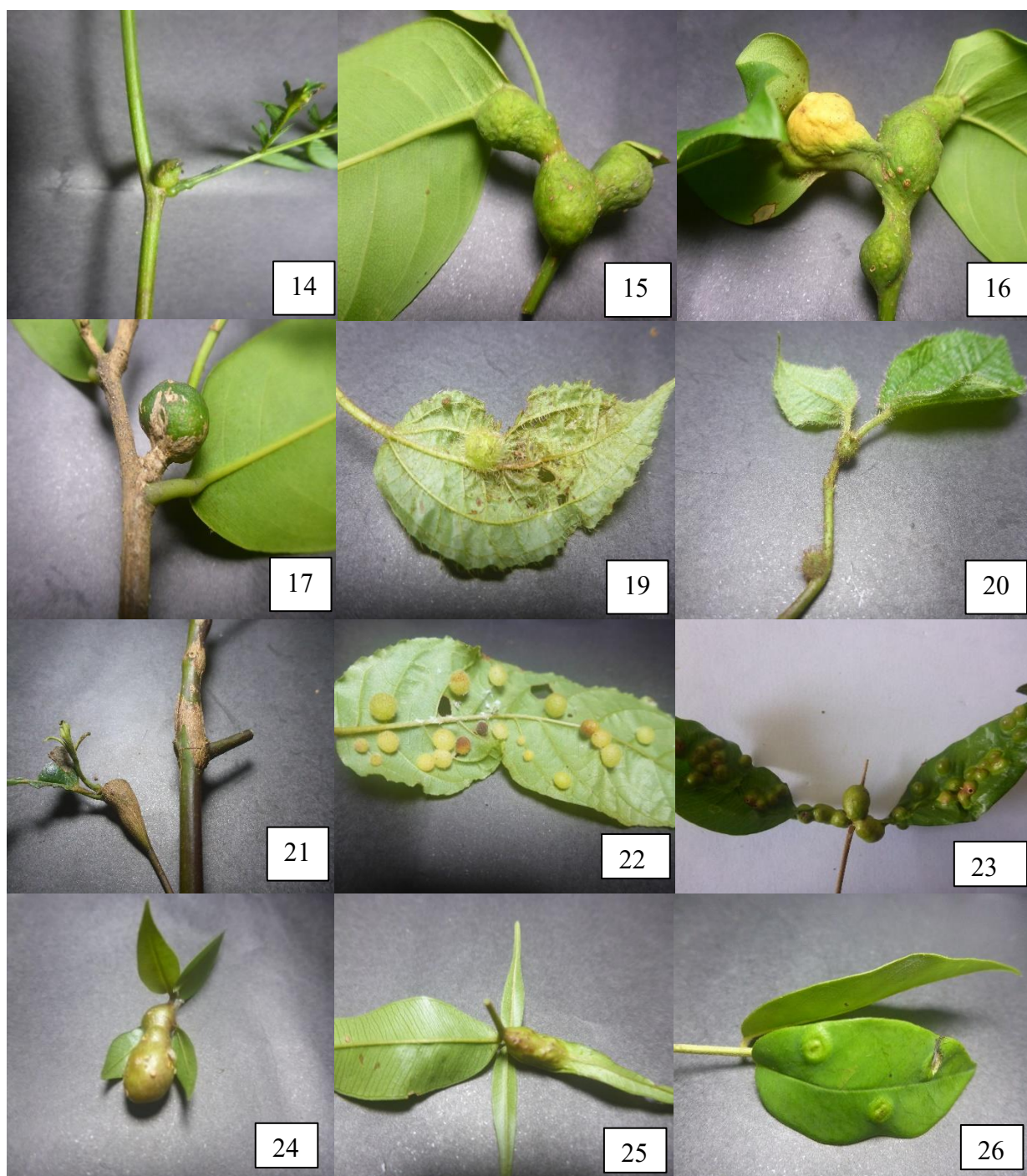


Figura de 14- 26: Morfotipos de galhas presentes em plantas hospedeiras no Parque Estadual Mata do Pau-Ferro em Areia, Paraíba. (14) Galha Globoide em *Mimosa somnians*; (15, 16) Galha Fusiforme em *Eschweilera ovata*; (17) Galha Globoide em *Eschweilera ovata*; (18) Galha Globoide em *Luehea ochrophylla* (Sem foto); (19, 20) Galha Globoide em *Clidemia hirta*; (21) Galha Globoide em *Miconia minutiflora*; (22) Galha Globoide em *Campomanesia dichotoma*; (23, 24, 25) Galha Globoide em *Myrcia sylvatica*; (26) Galha Lenticular em *Myrcia sylvatica*. **Fotos:** Renata Silva, 2020-2022.



Figura 27-38: Morfotipos de galhas presentes em plantas hospedeiras no Parque Estadual Mata do Pau-Ferro em Areia, Paraíba. (27) Galha Globoide em *Psidium guianense*; (28, 29, 30) Galha Globoide em *Guapira nitida*; (31) Galha Lenticular em *Piper amalago*; (32) Enrolamento da margem em *Palicourea bracteocardia*; (33) Galha Globoide em *Chiococca alba*; (34) Galha Globoide em *Zanthoxylum rhoifolium*; (35) Enrolamento em *Casearia sylvestris*; (36) Galha Lenticular em *Cardiospermum corindum*; (37) Galha Clavada em *Cardiospermum corindum*; (38) Galha Globoide em *Cardiospermum corindum*. **Fotos:** Renata Silva, 2020-2022.

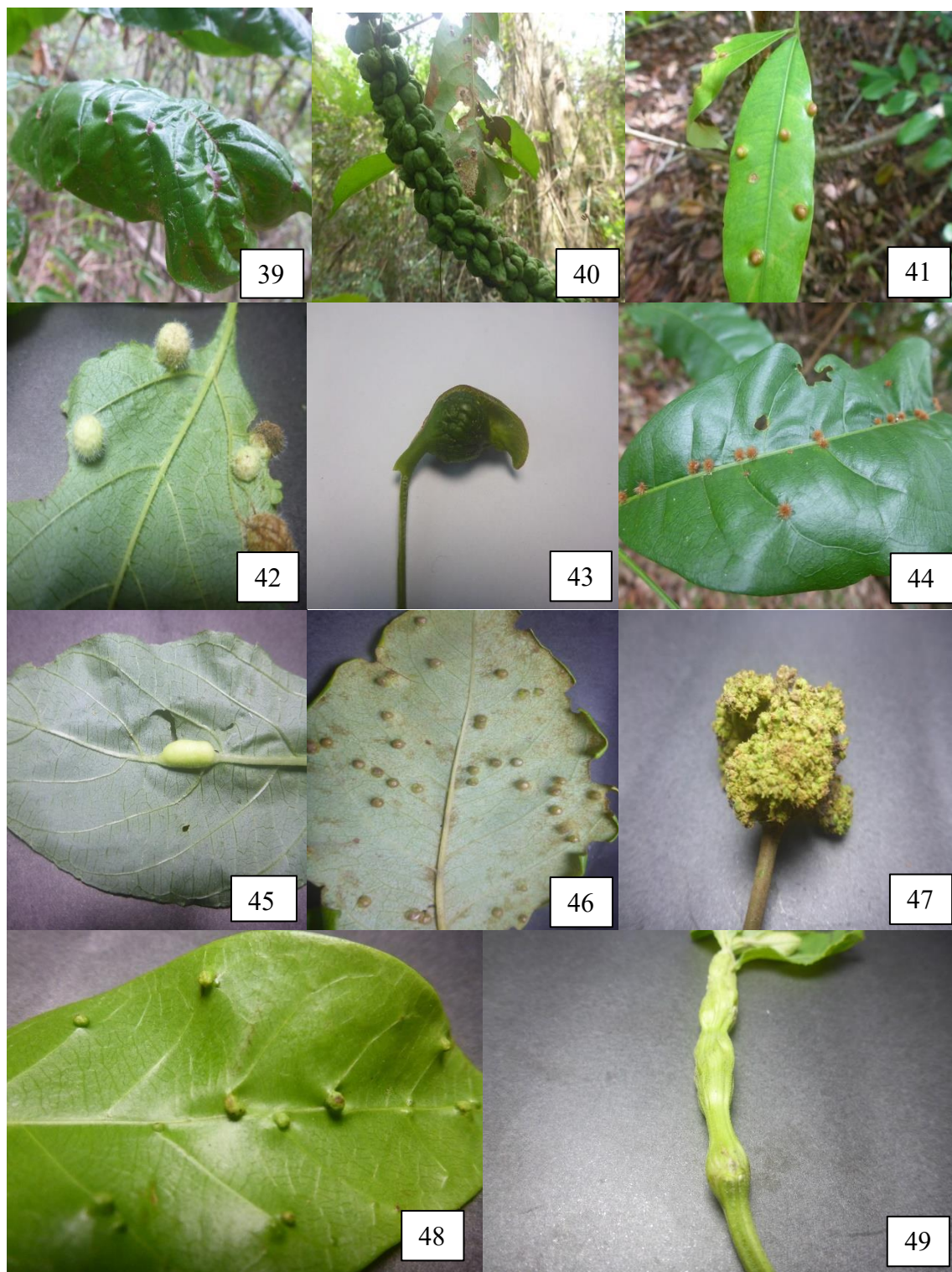


Figura 39-49: Morfotipos de galhas presentes em plantas hospedeiras no Parque Estadual Mata do Pau-Ferro em Areia, Paraíba. (39) Enrolamento em *Cupania vernalis*; (40) Galha Globoide em *Paullinia micrantha*; (41) Galha Globoide em *Simarouba amara*; (42,43) Galha Globoide em *Lantana camara*; (44) Galha Globoide; (45) Galha Fusiforme; (46) Galha Globoide; (47) Galha Amorfa; (48) Galha Globoide; (49) Galha Fusiforme. **Fotos:** Renata Silva, 2020-2022.

3.2 Caracterização das galhas e suas respectivas plantas hospedeiras provenientes da Área de Relevante Interesse Ecológico da Mata do Goiamunduba

Foram levantados na Mata de Goiamunduba 53 morfotipos de galhas, presentes em 22 espécies de plantas hospedeiras pertencentes a 22 gêneros e 17 famílias botânicas (Tabela 2). Duas das plantas coletadas não puderam ser identificadas, visto que as amostras foram provenientes de indivíduos em estado vegetativo. As famílias de plantas que apresentaram a maior riqueza de galhas foram: Myrtaceae, Lecythidaceae e Melastomataceae. Destacam-se Myrtaceae com (16,66%) dos morfotipos de galhas, e Lecythidaceae com (14,81%). Nossos resultados corroboram outros inventários realizados no Brasil que também identificaram Myrtaceae (Oliveira e Maia, 2005; Bregonci et al., 2010; Maia e Souza, 2013), Lecythidaceae (Carvalho-Fernandes et al., 2009; Santos et al., 2012b) e Melastomataceae (Maia, 2011; Malves e Friero-Costa, 2012; Toma e Mendonça Jr., 2013), como famílias de planta hospedeiras apresentando o maior número de morfotipos de galhas de insetos. *Myrcia sylvatica* (Myrtaceae), apresentando 6 morfotipos, e *Lecythis pisonis*, com cinco morfotipos, foram as espécies com maior riqueza de galhas.

As plantas identificadas são todas nativas, e cinco delas são endêmicas do Brasil: *Licania tomentosa*, *Lecythis pisonis*, *Campomanesia dichotoma*, *Guapira nitida* e *Paullinia micrantha* (Flora e Funga do Brasil, 2023). Como a relação inseto galhador e planta hospedeira é espécie-específica, consideram-se, de acordo com Carneiro et al. (2009b), os respectivos insetos galhadores também são considerados endêmicos.

Novos registros de hospedeiros são reportados para o Brasil: *Anaxagorea dolichocarpa*, *Philodendron acutatum*, *Cordia superba*, *Davilla nitida*, *Myrsine guianensis*, *Campomanesia dichotoma* e *Palicourea bracteocardia*. Além disso, foram identificados novos morfotipos de galhas em plantas hospedeiras: enrolamento da margem foliar em *Handroanthus serratifolius*, fusiforme em *Protium heptaphyllum* e em *Eschweilera ovata*, cônica em *Lecythis pisonis*, enrolamento foliar em *Clidemia capitellata*, amorfa em *Myrcia sylvatica*, globoide em *Guapira nitida*, cônica em *Casearia sylvestris* e fusiforme em *Paullinia micrantha*.

Quanto aos órgãos de ocorrências das galhas, a maioria ocorreu nas folhas (74,07%), de modo similar aos resultados de Costa et al. (2014) e Nogueira et al. (2016), e no caule (25,93%), conforme Tabela 2. De acordo com Mani (1964), 70% das galhas

da América do Sul ocorrem em folhas, provavelmente por estas representarem um recurso abundante e frequentemente renovável, com células meristemáticas indiferenciadas, essenciais ao crescimento das galhas (Isaias et al. 2014).

Foram encontradas galhas globoides, lenticulares, fusiformes, cônicas, amorfas, em forma de chifre, enrolamentos e dobramentos (Tabela 2). Galhas globoides representaram 52,83% (n= 28) do total, fusiformes 13,21% (n= 7), enrolamentos 9,43% (n= 5), cônicas 7,55% (n= 4), dobramentos e lenticulares 5,66% (n= 3) cada, amorfa 3,77% (n= 2) e chifre 1,89% (n= 1). Conforme Isaias et. al. (2014), a ocorrência de galhas globoides geralmente em folhas deve-se a ontogênese do órgão hospedeiro, resultando de um processo de desenvolvimento igualmente distribuído em todas as direções.

As galhas complexas corresponderam a 79,25% (n= 42) do total e as simples a 20,75% (n= 11). Os espessamentos fusiformes e esferoides do caule, da nervura e do pecíolo, as galhas circulares parenquimáticas e os enrolamentos da borda foliar foram considerados como galhas simples, enquanto que os demais morfotipos foram considerados complexos.

Seis cores de galhas foram observadas: verde, marrom, vermelho, amarelo, roxo e laranja (Tabela 2). A cor verde foi a predominante com 62,26% (n= 33), seguida da marrom com 18,87% (n= 10). A variação nas cores pode ser causada por diferenças na maturação da galha, idade do órgão da planta com galhas, exposição ao sol, oxidação, dentre outros (Maia et al., 2014). A predominância das cores verde e marrom foi constatada em outros inventários realizados no Brasil (Maia et al., 2016; Ribeiro et al., 2019). A maioria dos morfotipos apresentou a mesma coloração do órgão vegetal (folha ou caule), porém houve algumas exceções: galhas foliares em *Miconia minutiflora* com cor amarela (Figura 28); em *Myrcia sylvatica* roxa tanto nas folhas quanto no caule (Figura 35 e 36); marrom em *Guapira nitida* (Figura 41); marrom em *Palicourea bracteocardia* (Figura 45); vermelha em *Simarouba amara* (Figura 51) e em *Philodendron acutatum* (Figura 2); vermelho em *Protium heptaphyllum* (Figura 10); marrom em *Inga ingoides* (Figura 16); verde em *Lecythis pisonis* (Figura 23 e 25); laranja em *Trichilia sp.* (Figura 30) e amarela em *Campomanesia dichotoma* (Figura 32).

Quanto à presença de tricomas, 84,91% (n= 45) das galhas foram glabras e 15,09% (n= 8) pilosas (Tabela 2), corroborando trabalhos anteriores (Santos et al., 2010; Santos e Ribeiro, 2015). Dos 7 morfotipos de galhas com tricomas, 6 ocorreram na face abaxial da folha. Em relação à ocorrência das galhas nas plantas hospedeiras, 59,26% apresentaram-se de forma isolada e 40,74% na forma agrupada.

Cecidomyiidae foi registrado como indutor de galhas em sete morfotipos, corroborando os resultados de outros levantamentos realizados no Brasil (Maia et al., 2005; Maia, 2014; Maia e Mascarenhas, 2022). Dos cinquenta e quatro (54) morfotipos registrados em Bananeiras, os indutores não emergiram de quarenta e sete (47) morfotipos.

Em relação à fauna associada às galhas, esta compreende parasitoides, sucessores e inquilinos, registrados em trinta e um morfotipos (57,41%). Os parasitoides foram os mais representativos, sendo registrados em vinte e três morfotipos de galhas e distribuídos entre sete famílias de Hymenoptera: Torymidae, Eulophidae, Eurytomidae, Chalcididae, Dryinidae, Aphelinidae e Formicidae. Entre essas famílias, Torymidae, Eulophidae e Eurytomidae se destacaram, sendo associadas a sete, seis e seis morfotipos de galhas, respectivamente, e relatadas como as mais frequentes em outros inventários (Maia e Azevedo, 2009). As demais famílias foram registradas em apenas um morfotipo de galha cada. Esses parasitoides são reconhecidos como os principais agentes naturais no controle de insetos galhadores, desempenhando um papel crucial na regulação de suas populações (La Salle, 1993).

Os parasitoides foram encontrados em galhas com diferentes morfologias: globoides, lenticulares, fusiformes, cônicas, enrolamento da folha, dobramento da folha e amorfa, sendo mais predominantes as galhas globoides (60,87%). Quanto às famílias de plantas hospedeiras com parasitoides, foram registradas onze famílias: Boraginaceae, Burseraceae, Fabaceae, Lecythidaceae, Melastomataceae, Meliaceae, Myrsinaceae, Myrtaceae, Nyctaginaceae, Salicaceae e Sapindaceae.

Entre essas famílias, destaca-se a Lecythidaceae, que abrigou três famílias de Hymenoptera: Torymidae, Eurytomidae e Eulophidae. Foi observada a ocorrência de multiparasitismo em diferentes tipos de galhas: Galhas foliares globoides de *Eschweilera ovata*, com duas famílias de vespas (Torymidae e Eurytomidae); galha foliar globoide em *Lecythis pisonis*, com duas famílias de vespas (Eulophidae e Eurytomidae); galha foliar cônica em *Lecythis pisonis*, com duas famílias (Eulophidae e Eurytomidae); galha foliar enrolamento em *Clidemia capitellata* (Dryinidae e Aphelinidae).

Como inquilinos, registraram-se Tanaostigmatidae em sete morfotipos de galhas. Os sucessores incluíram Psocoptera, Collembola, Thysanoptera, Lepidoptera e Hemiptera, obtidos de quatorze morfotipos de galhas.

Tabela 2: Plantas hospedeiras e morfologia externa das galhas coletadas na Área de Relevante Interesse Ecológico da Mata do Goiamunduba, Bananeiras, Paraíba, Brasil.

Planta hospedeira			Galhas							
Família	Espécie	Órgão	Face da folha	Forma	Classificação	Cor	Tricoma	Inseto indutor	Fauna associada	Figura
Annonaceae	<i>Anaxagorea dolichocarpa</i> Sandwith e Sandwith.	Folha	—	Dobramento	Simples	Verde	Ausente	Indeterminado	Indeterminado	1
Araceae	<i>Philodendron acutatum</i> Schott	Folha	Adaxial	Globoide	Complexa	Vermelho	Ausente	Indeterminado	Indeterminado	2
Bignoniaceae	<i>Handroanthus serratifolius</i> (Vahl) S. Grose	Folha	—	Enrolamento da margem	Simples	Verde	Ausente	Indeterminado	Indeterminado	3
Boraginaceae	<i>Cordia superba</i> Cham.	Folha	—	Globoide	Complexa	Verde	Ausente	Indeterminado	Hymenoptera (P)	4
Boraginaceae	<i>Cordia superba</i> Cham.	Folha	Adaxial	Globoide	Complexa	Verde	Presente	Cecidomyiidae	Indeterminado	5
Boraginaceae	<i>Cordia suberba</i> Cham.	Folha	Adaxial	Globoide	Complexa	Verde	Ausente	Indeterminado	Indeterminado	6
Boraginaceae	<i>Cordia superba</i> Cham.	Caule	—	Globoide	Complexa	Marrom	Ausente	Indeterminado	Hymenoptera	7
Burseraceae	<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	Folha	—	Enrolamento	Simples	Verde	Ausente	Cecidomyiidae	Indeterminado	8
Burseraceae	<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	Folha	Adaxial	Lenticular	Simples	Verde	Ausente	Psyllidae (Hemiptera)	Torymidae (P), Psocoptera (S)	9

Burseraceae	<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	Folha	Adaxial	Globoide	Complexa	Vermelho	Ausente	Indeterminado	Indeterminado	10
Burseraceae	<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	Caule	—	Fusiforme	Complexa	Marrom	Ausente	Indeterminado	Indeterminado	11
Chrysobalanaceae	<i>Licania tomentosa</i>	Folha	—	Globoide	Complexa	Verde	Ausente	Indeterminado	Indeterminado	12
Dilleniaceae	<i>Davilla nitida</i> (Vahl) Kubitzki	Folha	—	Dobramento	Simples	Verde	Ausente	Indeterminado	Thysanoptera (S)	13
Fabaceae	<i>Inga ingoides</i> (Rich.) Wild	Folha		Globoide	Complexa	Verde	Ausente	Indeterminado	Tanaostigmatidae (T)	14
Fabaceae	<i>Inga ingoides</i> (Rich.) Wild	Caule	—	Globoide	Complexa	Marrom	Ausente	Indeterminado	Torymidae (P), Psocoptera (S)	15
Fabaceae	<i>Inga ingoides</i> (Rich.) Wild	Folha	Abaxial	Fusiforme	Complexa	Marrom	Ausente	Indeterminado	Indeterminado	16
Fabaceae	<i>Inga ingoides</i> (Rich.) Wild	Folha	Intralaminar	Lenticular	Simples	Verde	Ausente	Indeterminado	Eulophidae (P)	17
Lecythidaceae	<i>Eschweilera ovata</i> (Cambess.) Mart. Ex Miers	Folha (pecíolo)	—	Globoide	Complexa	Verde	Ausente	Indeterminado	Tanaostigmatidae (I), Torymidae (P) e Thysanoptera	18
Lecythidaceae	<i>Eschweilera ovata</i> (Cambess.) Mart. Ex Miers	Folha (bainha)	—	Globoide	Complexa	Verde	Ausente	Indeterminado	Torymidae (P) Eurytomidae (P), Tanaostigmatidae (I) e Thysanoptera	19
Lecythidaceae	<i>Eschweilera ovata</i> (Cambess.) Mart. Ex Miers	Folha (pecíolo)	—	Fusiforme	Complexa	Verde	Ausente	Indeterminado	Chalcididae (P)	20

Lecythidaceae	<i>Lecythis pisonis</i> Cambess.	Folha	—	Globoide	Complexa	Verde	Ausente	Indeterminado	Eurytomidae (P), Tanaostigmatidae (I)	21
Lecythidaceae	<i>Lecythis pisonis</i> Cambess.	Folha	—	Globoide	Complexa	Verde	Ausente	Indeterminado	Eulophidae (P), Eurytomidae (P), Tanaostigmatidae (I)	22
Lecythidaceae	<i>Lecythis pisonis</i> Cambess.	Caule	—	Cônica	Complexa	verde	Ausente	Indeterminado	Indeterminado	23
Lecythidaceae	<i>Lecythis pisonis</i> Cambess.	Folha	—	Cônica	Complexa	verde	Ausente	Indeterminado	Eulophidae (P), Eurytomidae (P), Tanaostigmatidae (I)	24
Lecythidaceae	<i>Lecythis pisonis</i> Cambess.	Caule	—	Globoide	Complexa	verde	Ausente	Indeterminado	Eurytomidae (P), Tanaostigmatidae (I)	25
Melastomataceae	<i>Clidemia</i> <i>capitellata</i> (Bonpl.) D. Don	Folha	—	Enrolamento	Simplex	Verde	Ausente	Indeterminado	Chrysidoidea (P), Dryinidae (P) e Aphelinidae (P)	26
Melastomataceae	<i>Clidemia</i> <i>capitellata</i> (Bonpl.) D. Don	Folha	Abaxial	Globoide	Complexa	Verde	Presente	Cecidomyiidae	Indeterminado	27
Melastomataceae	<i>Miconia</i> <i>minutiflora</i> (Bonpl.) DC.	Folha	—	Lenticular	Simplex	Amarelo	Ausente	Indeterminado	Hymenoptera (P)	28
Melastomataceae	<i>Miconia</i> <i>minutiflora</i> (Bonpl.) DC.	Folha	—	Enrolamento	Simplex	Verde	Ausente	Indeterminado	Indeterminado	29
Meliaceae	<i>Trichilia sp.</i>	Folha	Abaxial	Globoide	Complexa	Laranja	Presente	Cecidomyiidae	Eulophidae (P), Thysanoptera (S)	30
Myrsinaceae	<i>Myrsine</i> <i>guianensis</i> (Aubl.) Kuntze	Folha	—	Dobramento	Simplex	Verde	Ausente	Indeterminado	Formicidae (S)	31

Myrtaceae	<i>Campomanesia dichotoma</i> (O. Berg) Mattos	Folha	Abaxial	Globoide	Complexa	Amarelo	Ausente	Indeterminado	Thysanoptera (S) e Hymenoptera (P)	32
Myrtaceae	<i>Campomanesia dichotoma</i> (O. Berg) Mattos	Folha	—	Enrolamento	Simples	Verde	Ausente	Indeterminado	Indeterminado	33
Myrtaceae	<i>Myrcia sylvatica</i> G. Mey.) DC.	Folha	Adaxial	Globoide	Complexa	Vermelho	Ausente	Indeterminado	Hymenoptera (P)	34
Myrtaceae	<i>Myrcia sylvatica</i> G. Mey.) DC.	Caule	—	Amorfa	Complexa	Roxo	Ausente	Cecidomyiidae	Thysanoptera (S)	35
Myrtaceae	<i>Myrcia sylvatica</i> G. Mey.) DC.	Folha	—	Amorfa	Complexa	Roxo	Ausente	Cecidomyiidae	Torymidae (P), Eurytomidae (P)	36
Myrtaceae	<i>Myrcia sylvatica</i> G. Mey.) DC.	Caule	—	Globoide	Complexa	Marrom	Ausente	Indeterminado	Indeterminado	37
Myrtaceae	<i>Myrcia sylvatica</i> G. Mey.) DC.	Caule	—	Cônica	Complexa	Verde	Ausente	Indeterminado	Indeterminado	38
Myrtaceae	<i>Myrcia sylvatica</i> G. Mey.) DC.	Caule	—	Chifre	Complexa	Verde	Ausente	Indeterminado	Indeterminado	39
Myrtaceae	<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	Folha	—	Globoide	Complexa	Verde	Ausente	Indeterminado	Torymidae (P), Eulophidae (P)	40
Nyctaginaceae	<i>Guapira nitida</i> (Mart. ex J.A Schmidt) Lundell	Folha	Abaxial	Globoide	Complexa	Marrom	Presente	Indeterminado	Eulophidae (P)	41
Nyctaginaceae	<i>Guapira nitida</i> (Mart. ex J.A Schmidt) Lundell	Folha	Abaxial	Globoide	Complexa	Verde	Ausente	Indeterminado	Lepidoptera (S)	42
Nyctaginaceae	<i>Guapira nitida</i> (Mart. ex J.A Schmidt) Lundell	Folha	Abaxial	Globoide	Complexa	Verde	Presente	Cecidomyiidae	Indeterminado	43

Nyctaginaceae	<i>Guapira nitida</i> (Mart. ex J.A Schmidt) Lundell	Caule	—	Globoide	Complexa	Verde	Ausente	Indeterminado	Thysanoptera (S), Torymidae (P), Hemiptera (S)	44
Rubiaceae	<i>Palicourea bracteocardia</i> (DC.) Delprete & J.H.Kirkbr.	Folha	Abaxial	Globoide	Complexa	Marrom	Presente	Indeterminado	Indeterminado	45
Salicaceae	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	Folha	Abaxial	Fusiforme	Complexa	Verde	Ausente	Indeterminado	Indeterminado	46
Salicaceae	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	Caule	—	Fusiforme	Complexa	Marrom	Ausente	Indeterminado	Indeterminado	47
Salicaceae	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	Caule	—	Cônica	Complexa	Marrom	Ausente	Indeterminado	Hymenoptera (P)	48
Sapindaceae	<i>Paullinia micrantha</i> Cambess.	Caule	—	Globoide	Complexa	Verde	Ausente	Indeterminado	Thysanoptera (S)	49
Sapindaceae	<i>Paullinia micrantha</i> Cambess.	Caule	—	Fusiforme	Complexa	Marrom	Ausente	Indeterminado	Hymenoptera (P)	50
Simaroubaceae	<i>Simarouba amara</i> Aubl.	Folha	Adaxial	Globoide	Complexa	Vermelho	Ausente	Indeterminado	Collembola (S)	51
S/I	S/I	Folha	Abaxial	Fusiforme	Complexa	Verde	Ausente	Indeterminado	Indeterminado	52
S/I	S/I	Folha	Abaxial	Globoide	Complexa	Laranja	Presente	Indeterminado	Indeterminado	53

Legenda: Inquilino (I); Parasitoide (P); Sucessor (S).

*S/I: sem identificação.

Fonte: Elaborada pela autora, 2024.



Figura 1-12: Morfotipos de galhas presentes em plantas hospedeiras na Área de Relevante Interesse Ecológico da Mata do Goiamunduba, em Bananeiras, Paraíba, Brasil. (1) Dobramento em *Anaxagorea dolichocarpa*; (2) Galha Globoide em *Philodendron acutatum*; (3) Enrolamento em *Handroanthus serratiolius*; (4,5,6) Galha Globoide em *Cordia superba*; (7) Galha Globoide em *Cordia superba*; (8) Enrolamento em *Protium heptaphyllum*; (9) Galha Lenticular em *Protium heptaphyllum*; (10) Galha Globoide em *Protium heptaphyllum*; (11) Galha Fusiforme em *Protium heptaphyllum*; (12) Galha Globoide em *Licania tomentosa*. **Fotos:** Renata Silva, 2020-2022.

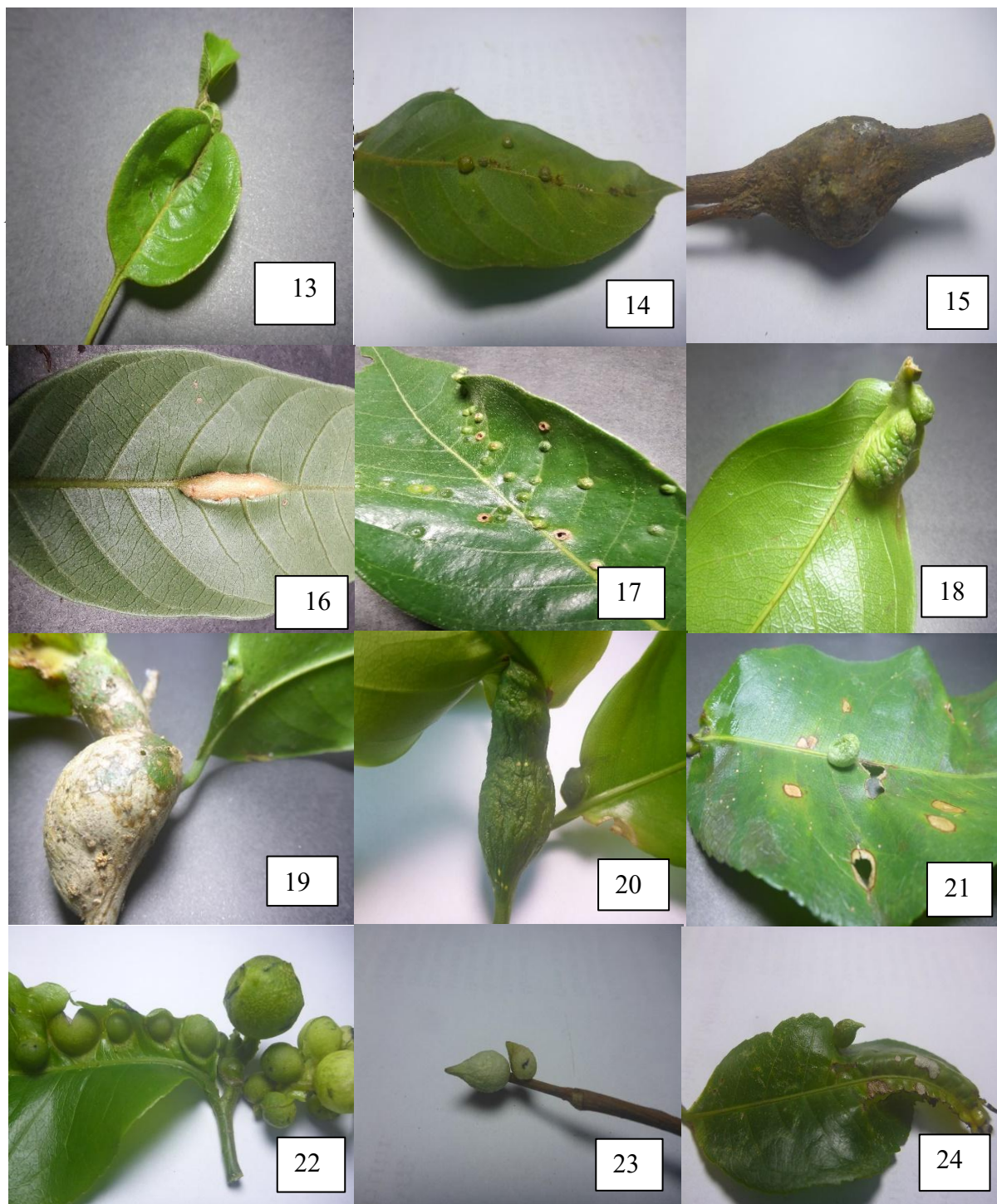


Figura 13-24: Morfotipos de galhas presentes em plantas hospedeiras na Área de Relevante Interesse Ecológico da Mata do Goiamunduba em Bananeiras, Paraíba, Brasil. (13) Dobramento em *Davila nitida*; (14,15) Galha Globoide em *Inga ingoides*; (16) Galha Fusiforme em *Inga ingoides*; (17) Galha Lenticular em *Inga ingoides*; (18,19) Galha Globoide em *Eschweilera ovata*; (20) Galha Fusiforme em *Eschweilera ovata*; (21,22) Galha Globoide em *Lecythis pisonis*; (23) Galha Cônica em *Lecythis pisonis*; (24) Galha Cônica em *Lecythis pisonis*. **Fotos:** Renata Silva, 2020-2022.

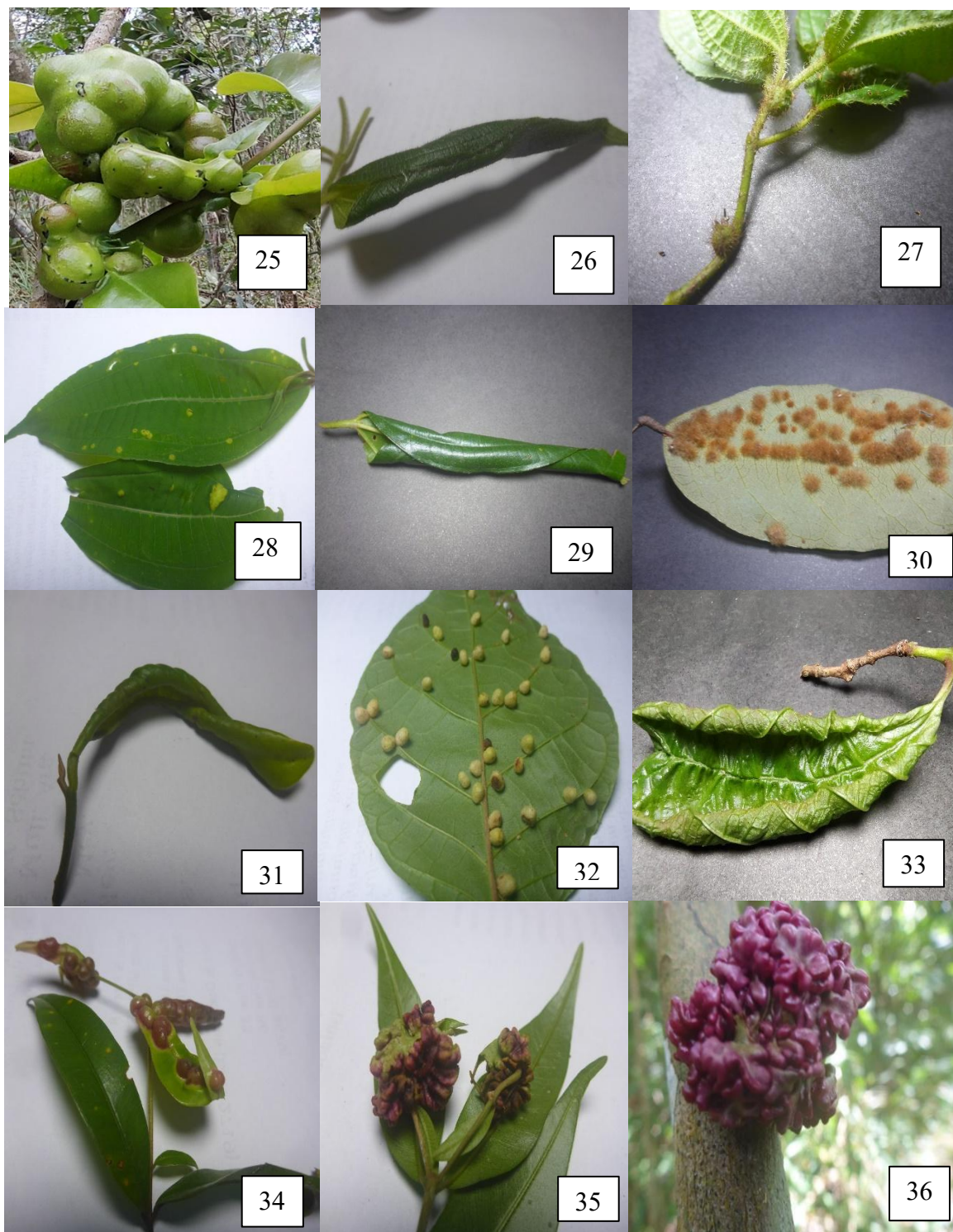


Figura 25-36: Morfotipos de galhas presentes em plantas hospedeiras na Área de Relevante Interesse Ecológico da Mata do Goiamunduba, em Bananeiras, Paraíba, Brasil. (25) Galha Globoide em *Lecthis pisonis*; (26) Enrolamento em *Clidemia capitellata*; (27) Galha Globoide em *Clidemia capitellata*; (28) Galha Lenticular em *Miconia minutiflora*; (29) Enrolamento em *Miconia minutiflora*; (30) Galha Globoide em *Trichilia sp.*; (31) Dobramento em *Myrsine guianensis*; (32) Galha Globoide em *Campomanesia dichotoma*; (33) Enrolamento em *Campomanesia dichotoma*; (34) Galha Globoide em *Myrcia sylvatica*; (35) Galha Amorfa em *Myrcia sylvatica*; (36) Galha Amorfa em *Myrcia sylvatica*. **Fotos:** Renata Silva, 2020-2022.



Figura 37-48: Morfotipos de galhas presentes em plantas hospedeiras na Área de Relevante Interesse Ecológico da Mata do Goiამunduba, em Bananeiras, Paraíba, Brasil. (37) Galha Globoide em *Myrcia sylvatica*; (38) Galha Cônica em *Myrcia sylvatica*; (39) Galha Chifre em *Myrcia sylvatica*; (40) Galha Globoide em *Myrcia splendens*; (41,42,43,44) Galha Globoide em *Guapira nitida*; (45) Galha Globoide em *Palicourea bracteocardia*; (46,47) Galha Fusiforme em *Casearia sylvestris*; (48) Galha Cônica em *Casearia sylvestris*. **Fotos:** Renata Silva, 2020-2022.

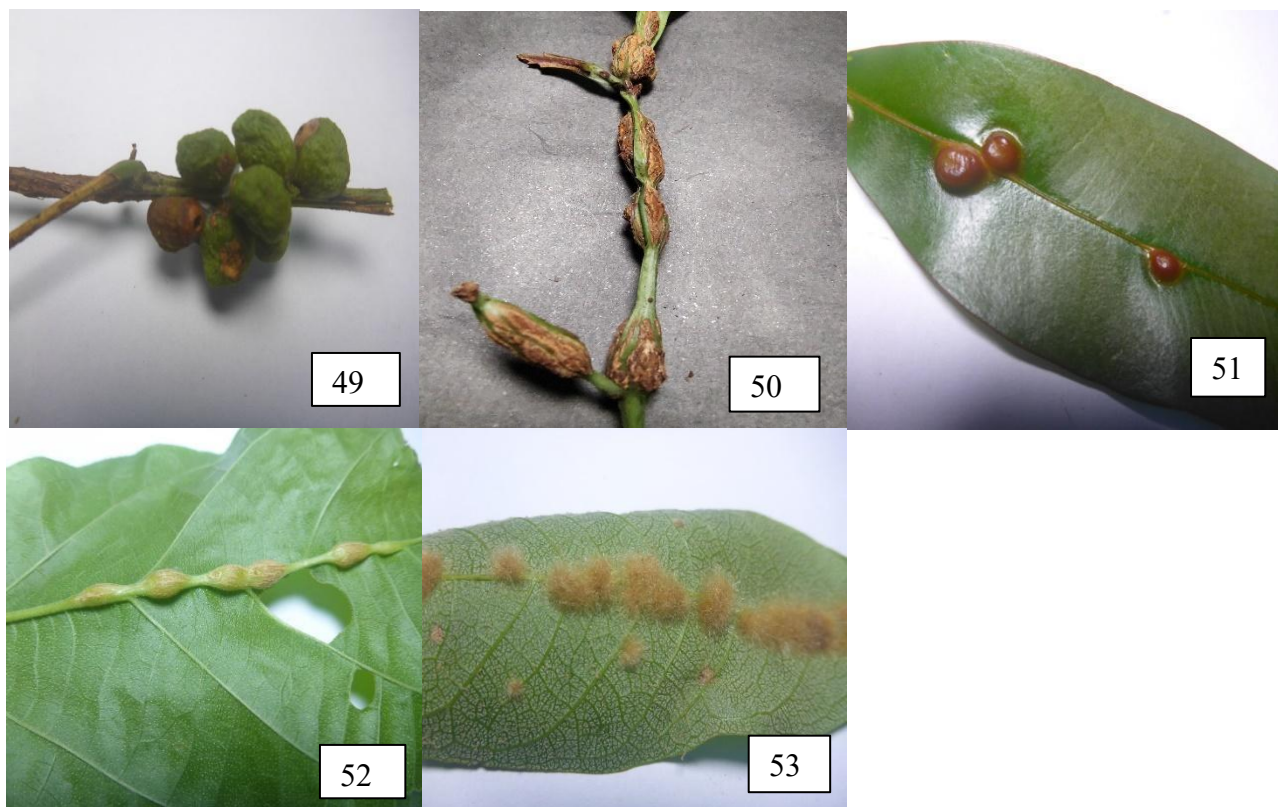


Figura 49-53: Morfotipos de galhas presentes em plantas hospedeiras na Área de Relevante Interesse Ecológico da Mata do Goiamunduba, em Bananeiras, Paraíba, Brasil. (49) Galha Globoide em *Paullinia micrantha*; (50) Galha Fusiforme em *Paullinia micrantha*; (51) Galha Globoide em *Simarouba amara*; (52) Galha Fusiforme; (53) Galha Globoide. **Fotos:** Renata Silva, 2020-2022.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os estudos realizados nas duas áreas de Brejos de Altitude representam os primeiros inventários de galhas e suas plantas hospedeiras, sendo todos os registros novos para o estado da Paraíba. Ambos os inventários catalogaram a diversidade de morfotipos de galhas, suas plantas hospedeiras, os insetos indutores e a fauna associada, incluindo parasitoides e sucessores.

Em ambas as localidades, a maioria das galhas foi encontrada nas folhas, apresentando forma globoide e na cor verde. A família Myrtaceae destacou-se pela alta riqueza de galhas, evidenciando sua relevância como hospedeira para insetos galhadores. Além disso, a família Cecidomyiidae foi identificada como o principal grupo de insetos indutores de galhas. Quanto à fauna associada, a diversidade de famílias de parasitoides foi significativamente maior na Área de Relevante Interesse Ecológico (ARIE) da Mata do Goiamunduba, onde foram identificadas sete famílias, em contraste com apenas uma no Parque Estadual Mata do Pau-

Ferro. Em ambos os locais, os parasitoides foram encontrados em galhas de diferentes formatos, com destaque para as globoides, que apresentaram maior incidência de parasitoides.

Adicionalmente, os estudos revelaram uma fauna associada diversificada, sendo os parasitoides pertencentes a diferentes famílias de Hymenoptera os mais representativos.

Em síntese, os dois inventários fornecem informações valiosas sobre a diversidade de galhas em áreas de Brejos de Altitude na Paraíba, ressaltando a importância da conservação desses ecossistemas e a necessidade de mais pesquisas sobre a interação entre insetos galhadores e suas plantas hospedeiras.

REFERÊNCIAS

ALCÂNTARA, J. A.; SOUZA, E. B.; BRAGA, P. E. T. Ocorrência e caracterização de galhas em duas áreas do noroeste do Ceará, Brasil. *Natureza on line* 15 (1): 033-040, 2017.

ANDRADE-LIMA, D. Present day forest refuges in Northeastern Brazil. In: PRANCE G. T. (Ed.). *Biological Diversification in the Tropics*. Columbia University Press, New York. p. 245-254, 1982.

ANSALONI, L. S., SALMAZO, J. R., URSO-GUIMARÃES, M.V. Entomogen galls in a Seasonal Semideciduous Forest area in Sorocaba, Southeast of São Paulo State, Brazil. **Biota Neotropica**,18(4): 2018.

ARAÚJO, S. M. S. Tempo, espaço e biogeografia. In: RODRIGUES, A. F.; SILVA, E. & AGUIAR, J.O. *Natureza e cultura nos domínios de Clio: história, meio ambiente e questões étnicas*. EDUFPG: p.155-176, 2012.

ARAÚJO, W.S.; SCARELI-SANTOS, C.; GUILHERME, F.A.G.; CUEVASREYES, P. Comparing galling insect richness among Neotropical savannas: effects of plant richness, vegetation structure and super-host presence. **Biodiversity and Conservation** 22(3):1083–1094, 2013.

ASCENDINO, S.; MAIA, V. C. Insects galls of Pantanal áreas in the State of Mato Grosso do Sul, Brazil: carcterization and occurrence. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, 90 (2): 1543-1564, 2018.

BERGAMINI, B.A.R.; BERGAMINI, L.L.; SANTOS, B.B.; ARAÚJO, W.S. Occurrence and characterization of insect galls in the Floresta Nacional de Silvânia, Brazil. **Papéis Avulsos de Zoologia** 57(32):413–431, 2017.

- BREGONCI, J. D. M.; POLYCARPO, P. V.; MAIA, V. C. Galhas de insetos do Parque Estadual Paulo César Vinha (Guarapari, ES, Brasil). **Biota Neotrop** 10: 265-274, 2010.
- BRITO, G. P.; COSTA, E. C.; CARVALHO-FERNANDES, S. P.; SANTOS-SILVA, J. Riqueza de galhas de insetos em áreas de Caatinga com diferentes graus de antropização do estado da Bahia, Brasil. *Iheringia*, 108: 1-9, 2018.
- CARNEIRO, M. A. A.; BORGES, R. A. X.; ARAÚJO, A. P. A.; FERNANDES, G. W. Insetos indutores de galhas da porção sul da Cadeia do Espinhaço, MG. *Revista Brasileira de Entomologia*, 53: 570-592, 2009a.
- CARVALHO-FERNANDES, S. P.; ALMEIDA-CORTEZ, J. S.; FERREIRA, A. L. N. Riqueza de galhas entomógenas em áreas antropizadas e preservadas de Caatinga. **Revista Árvore**, 2: 269-277, 2012.
- CARVALHO, L.L.G., SANTOS, R.N.S. & BARBOSA, J.S. Ocorrência de galhas entomógenas em plantas do Parque Florestal dos Pioneiros, em Maringá, Paraná, Brasil. **Revista Uningá** 23(1):21–23, 2015.
- COSTA, E. C.; CARVALHO-FERNANDES, S. P.; SANTOS-SILVA, J. Galhas de insetos em uma área de transição caatinga-cerrado. *Sitientibus Ser Ciênc Biol* 14: 1-9., 2014.
- EDWARD, P. J. & WRATTEN, S. D. Ecology of insect-plant interactions. Southampton: The Camelot Press. 60 p., 1998.
- FELT, E. P. Plant Galls and Gall Makers. Ithaca, New York, 1940. 364 p.
- FERNANDES, S. P. C.; CASTELO-BRANCO, B. P.; ALBUQUERQUE, F. A.; BRITO-RAMOS, A. B.; FERREIRA, A. L. N.; BRAGA, D. V. V.; ALMEIDA-CORTEZ, J. S. Galhas entomógenas em um fragmento urbano de Mata Atlântica no centro de endemismo de Pernambuco. **Rev Bras Bioc** 7: 240-244, 2009.
- FERNANDES, G. W.; PRICE, P. W. Biogeographical gradients in galling species richness: tests of hypotheses. *Oecologia*, 76: 161-167, 1988.
- FERNANDES, G.W., ARAÚJO, R.C., ARAÚJO, S.C., LOMBARDI, J.A., PAULA, A.S., LOYOLA-JR, R.; CORNELISSEN, T.G. Insect galls from savanna and rocky fields of the Jequitinhonha valley, Minas Gerais, Brazil. **Naturalia** 22:221–224, 1997.
- Flora do Brasil. 2020 (em construção). Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB105425>>. Acesso em: 02/12/2020.
- FREITAS, P. L. Riqueza de Morfotipos de Galhas do Parque Estadual Pico do Jabre, Maturéia, Paraíba, Brasil. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal de Campina Grande, 2015.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (1990). Divisão regional do Brasil em mesorregiões e microrregiões geográficas» (PDF). Biblioteca IBGE. Vol.1. https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv2269_1.pdf , consultado em 6 de Março de 2025.

ISAIAS, R. M. S.; CARNEIRO, R. G. S.; OLIVEIRA, D. C.; SANTOS, J.C. Illustrated and annotated checklist of Brazilian gall morphotypes. **Neotropical Entomology** 42: 230–239, 2013.

ISAIAS, R. M. S.; OLIVEIRA, D. C.; CARNEIRO, R. G. S.; KRAUS, J. E. Developmental Anatomy of Galls in the Neotropics: Arthropods Stimuli Versus Host Plant Constraints, pp. 15-34. In: FERNANDES, G. W.; SANTOS, J. C. Eds. *Neotropical Insect Galls*. Springer-Verlag, London, 2014.

JULIÃO, G. R.; AMARAL, M. E. C.; FERNANDES, G. W. Galhas de insetos e suas plantas hospedeiras no Pantanal Sul Mato-grossense. **Naturalia**, 27: 47-74, 2002.

JULIÃO, G.R., VENTICINQUE, E.M., FERNANDES, G.W. Richness and abundance of gall-forming insects in the Mamirauá Várzea, a flooded Amazonian forest. **Revista Uakari** 1(1):39–42, 2015.

LA SALLE, J. *Aprostocetus* (*Ootetrastichus*) *theioneurus* (Masi): a hyperparasitoid of the cereal stem-borer *Chilo partellus* in Africa (Hymenoptera: Eulophidae; Lepidoptera: Pyralidae). *Zool. Med. Leiden* 67:445-451, 1993.

LUZ, G. R, FERNANDES, G. W, SILVA, J. O, NEVES, F. S.; FAGUNDES, M. Insect galls in xeric and mesic habitats in a Cerrado-Caatinga transition in northern Minas Gerais, Brazil. *Neotrop Biol Conserv* 7: 171-187, 2012.

MAIA, V.C. The gall midges (Diptera, Cecidomyiidae) from three restingas of Rio de Janeiro State, Brazil. *Rev Bras Zool* 18(2):583–629, 2001.

MAIA , V. C.; AZEVEDO, M. A. P. Micro-himenópteros associados com galhas de Cecidomyiidae (Diptera) em Restingas do Estado do Rio de Janeiro (Brasil). *Biota Neotrop.* 9: 151-164, 2009.

MAIA, V. C. Characterization of insect galls, gall makers, and associated fauna of Platô Bacaba (Porto de Trombetas, Pará, Brazil). **Biota Neotrop** 11: 37-53, 2011.

MAIA, V. C. Insect galls of São Tomé das Letras (MG, Brazil). **Biota Neotropica**. 13: 164–189, 2013.

MAIA, V. C.; CARDOSO, L. J. T.; BRAGA, J. M. A. Insect galls from Atlantic Forest areas of Santa Teresa, Espírito Santo, Brazil: characterization and occurrence. *Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão*, 33: 47–129, 2014.

MAIA, V.C. Characterization of insect galls, galls makers, and associated fauna of Platô Bacaba (Porto de Trombetas, Pará, Brazil). *Biota Neotropica* 11(4):1–17, 2012.

MAIA, V. C.; MASCARENHAS, B. Insect galls from the Serra Negra do Funil Natural Heritage Private Reserve, Rio Preto, MG (Southeastern Brazil). *An Acad Bras Cienc* (2022), 94(4).

MAIA, V.C.; CARDOSO, L.J.T.; BRAGA, J.M.A. Insect galls from Atlantic Forest areas of Santa Teresa, Espírito Santo, Brazil: characterization and occurrence. *Boletim do MBML* 33:47–129, 2014.

MAIA, V.C.; CARVALHO-FERNANDES, S.P. Insect galls of a protected remnant of the Atlantic Forest tableland from Rio de Janeiro State (Brazil). **Revista Brasileira de Entomologia** 60(1):40–56, 2016.

MAIA, V.C.; FERNANDES, G.W. Insect galls from Serra de São José (Tiradentes, MG, Brazil). **Brazilian Journal of Biology** 64(3a):423–445, 2004.

MAIA, V.C.; MAGENTA, M.A.; MARTINS, S.E. Ocorrência e caracterização de galhas de insetos em áreas de restinga de Bertiooga (São Paulo, Brasil). **Biota Neotropica** 8(1):167–197, 2008.

MALVES, K.; FRIEIRO-COSTA, F.A. List of plants with galls induced by insects from the UNILAVRAS/Boqueirão Biological Reserve, Ingaí, State of Minas Gerais, Brazil. **Checklist** 8(3):426–431, 2012.

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

MARINHO, R. A.; MAIA, V. C.; BARBOSA, M. R. V. Entomogenous galls and their associated fauna in deciduous dry forest and woodland vegetation remnants (Caatinga) in the Northern Depressão Sertaneja, Brazil. *Biota Neotropica*, 23(1): 2023.

MAYO, S. J.; FEVEREIRO, V. P. B. Mata do Pau-Ferro: a pilot study of the brejo floresta. **Royal Botanic Gardens**, Kew, London. 1981.

MÖHN, E. Gallmücken (Diptera, Itonididae) aus El Salvador. 4. Zur Phylogenie der Asphondyliidi der neotropischen und holarktischen region. *Senck. Biol.* 42(3):131–330, 1961.

NOGUEIR, R. M.; COSTA, E. C.; CARVALHO-FERNANDES, S. P.; SILVA, J. S. Insect galls from Serra Geral, Caetité, BA, Brazil. **Biota Neotropica** 16(1): 2016.

OLIVEIRA, J. D e MAIA, V. C. Ocorrência e caracterização de galhas de insetos na restinga de Grumari (Rio de Janeiro, RJ, Brasil). *Arq Mus Nac* 63: 669–675, 2005.

PRICE, P.W.; WARING, G. L.; FERNANDES, G. W. Hypotheses on the adaptive nature of galls. **Proceedings of the Entomological Society of Washington**, Washington, DC, v. 88, p. 361–363, 1986.

RIBEIRO, A. N.; ANDRADE BALBI, M. I. P.; URSO-GUIMARÃES, M. V. Characterization of insect galls from a vegetation area in Altinópolis, São Paulo State, Brazil. **Pap. Avulsos Zool.**, v. 59, 2019.

RODRIGUES, A. R.; MAIA, V. C.; COURI, M. S. Insect galls of restinga areas of Ilha da Marambaia, Rio de Janeiro, Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, 58: 173–197, 2014.

SAITO, V.S.; URSO-GUIMARÃES, M.V. Characterization of galls, insect galls and associated fauna of Ecological Station of Jataí (Luiz Antônio, SP). **Biota Neotropica** 12:99–107, 2012.

SANTOS, B. B.; FERREIRA, H. D.; ARAÚJO, W. S. Ocorrência e caracterização de galhas entomógenas em uma área de floresta estacional semidecídua em Goiânia, Goiás, Brasil. **Acta Botânica Brasilica**, São Paulo, v. 1, n. 24, p. 243-249, 2010.

SANTOS, J.C.; ALMEIDA-CORTEZ, J.S.; FERNANDES, G.W. Gall-inducing insects from Atlantic forest of Pernambuco, Northeastern Brazil. **Biota Neotropica**, 12(3): 2012b.

SANTOS, J.C.; ALMEIDA-CORTEZ, J.S.; FERNANDES, G.W. Richness of gall-inducing insects in the tropical dry forest (caatinga) of Pernambuco. **Revista Brasileira de Entomologia** 55(1):45–54, 2011.

SANTOS, J. C.; ALMEIDA-CORTEZ, J. S.; FERNANDES, G.W. Diversity of gall-inducing insects in the high altitude wetland forest in Pernambuco, Northeastern Brazil. *Braz. J. Biol.*, v.71, nº1, p. 47-56, 2011.

SANTOS, P. O.; RIBEIRO, J. E. L. S. Ocorrência e caracterização de galhas em fragmento de Floresta Estacional Semidecidual em Telêmaco Borba, Paraná, Brasil. *Semina: Ciências Biológicas e da Saúde*, Londrina, v. 36, n. 2, p. 15-24, 2015.

SCARELI-SANTOS, C.; URSO-GUIMARÃES, M.V.; VARANDA, E.M. Galhas, Galhadores e Insetos Associados. In: Pivelo V, Varanda EM (eds) *O cerrado Pé-de-Gigante: ecologia e conservação: Parque Estadual de Vassununga*. Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, São Paulo, pp 223–246, 2005.

SILVA, L. O.; MAIA, V. C. Insect galls of restinga da Marambaia (Barra de Guaratiba, Rio de Janeiro, RJ). *Braz J Biol* 76(3): 787-795. *Acta bot. bras.* 3(2): 253-272, 2016.

SUDEMA – Superintendência de Administração do Meio Ambiente. Unidades de Conservação. Disponível em: <<http://www.sudema.pb.gov.br>> Acesso em 23 de julho de 2012.

TABARELLI, M.; SANTOS, A. M. M. Uma Breve Descrição Sobre a História Natural dos Brejos Nordestino, In: PORTO, K.C.; CABRAL, J.J.P.; TABARELLI, M. *Brejos de altitude em Pernambuco e Paraíba: História Natural, Ecologia e Conservação*. Brasília; Ministério de Meio Ambiente, p. 17-24, 2004.

TOMA, T. S. P.; MENDONÇA JUNIOR, M. S. Gall-inducing insects of an Araucaria Forest in southern Brazil. **Rev Bras Entomol** 57: 225-233, 2013.

URSO-GUIMARÃES, M. V.; CASTELLO, A. C. D.; KATAOKA, E. Y.; KOCH, I. Characterization of entomogen galls from Mato Grosso do Sul, Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, 61: 25–42, 2017.

URSO-GUIMARÃES, M.V., SCARELI-SANTOS, C., BONIFÁCIO-SILVA, A.C. Occurrence and characterization of entomogen galls in plants from natural vegetation areas in Delfinópolis, MG, Brazil. **Brazilian Journal of Biology** 63(4):705–715, 2003.

VASCONCELOS-SOBRINHO, J. Os brejos de altitude e as matas serranas. In: VASCONCELOS-SOBRINHO, J. (ed.). *As regiões naturais do Nordeste, o meio e a civilização*. Recife: CONDEPE, p.79-86, 1971.

WEIS, A. E.; WALTON, R.; CREGO, C. L. Reactive plant tissue sites and the population biology of gall makers. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v.33, p. 467-486, 1988.

CAPÍTULO II

O EFEITO DA SAZONALIDADE NA RIQUEZA E ABUNDÂNCIA DOS INSETOS GALHADORES EM UMA REMANESCENTE DE FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL SUBMONTANA NA PARAÍBA

RENATA LIMA MACHADO DA SILVA

Pós-Graduação em Ciências Biológicas (Zoologia), Universidade Federal da Paraíba

1. INTRODUÇÃO

Insetos indutores de galhas são uma guilda alimentar de herbívoros que, para completar o seu ciclo de vida, obrigatoriamente desenvolvem uma modificação patológica no tecido da planta hospedeira (galha), em decorrência da hipertrofia e/ou hiperplasia do tecido vegetal, que surge da interação entre ambos (WEIS et al., 1988). No interior das galhas, os indutores obtêm alimento, abrigo e proteção contra o ataque de inimigos naturais (Price et al., 1986). Eles são muito abundantes e encontrados nas ordens Diptera, Coleoptera, Hemiptera, Hymenoptera, Lepidoptera e Thysanoptera (Fernandes e Carneiro, 2009).

Durante muito tempo, considerou-se que os insetos que se desenvolviam dentro de tecidos vegetais eram indiferentes às mudanças ambientais externas (Fernandes et al., 1995). Sendo assim, variações sazonais na distribuição desses insetos não faziam muito sentido, considerando-se que no interior dos tecidos vegetais as alterações ambientais não prejudicariam os insetos. Mas, por outro lado, a relação que os insetos galhadores mantêm com suas plantas hospedeiras acaba tornando-os dependentes dos padrões sazonais que afetam as plantas (Araújo e Santos, 2009).

A maioria dos trabalhos sobre padrões de diversidade temporal enfoca a sazonalidade de herbívoros de vida livre, sendo essas informações incipientes para os insetos galhadores. Dessa forma, insetos galhadores devem ser melhor estudados neste aspecto, analisando-se, sobretudo, o grau de relação desses com a flutuação sazonal das condições climáticas e recursos (Araújo, 2013). Alguns poucos trabalhos, contudo, trataram dessa questão relacionada com os galhadores (Maia e Tavares, 2000; Dalbem e Mendonça, 2006, Araújo e Santos, 2008; 2009; Costa e Araújo, 2019; Santos-Silva et al., 2022).

De um modo geral, insetos galhadores parecem ter sua distribuição afetada pelas condições nutricionais e fisiológicas das plantas hospedeiras, que por sua vez, variam com a sazonalidade (Araújo e Santos, 2008). Dalbem e Mendonça (2006) analisaram a diversidade de artrópodes galhadores e suas plantas hospedeiras em uma floresta subtropical úmida localizada no Morro Santana, em Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil. Os autores encontraram uma maior abundância e riqueza de galhadores no inverno, o que contrariou a expectativa de que o surgimento da maioria dos insetos galhadores seria sincronizado com o período de crescimento ativo das plantas hospedeiras

na primavera e no verão. Os pesquisadores justificaram esse padrão por diversos fatores: a experiência da equipe de amostragem pode ter aumentado ao longo do estudo, influenciando a detecção de mais espécies e indivíduos no inverno; os morfotipos já conhecidos da equipe, provenientes de outras áreas, apresentaram picos de abundância no início do estudo, na primavera e verão; e os insetos galhadores, protegidos dentro das galhas, podem se beneficiar de permanecer nelas durante o inverno, conforme previsto pela hipótese do microambiente. Os autores concluíram que a sazonalidade dos galhadores é provavelmente mais complexa em áreas tropicais e subtropicais sem estações secas ou chuvosas bem definidas, como é o caso do sul do Brasil.

Costa e Araújo (2019) avaliaram os efeitos da antropização do habitat, estrutura e sazonalidade da vegetação em insetos galhadores em áreas de floresta estacional decídua no Parque da Sapucaia, em Montes Claros, e concluíram que o número total de morfotipos de galhas registradas durante cada amostragem não apresentou diferenças entre as estações seca e chuvosa, porém a riqueza média de galhas por parcela foi maior na estação chuvosa. Com isso, concluíram que fatores naturais como estrutura da vegetação e sazonalidade, foram mais importantes para a distribuição de espécies indutoras de galhas do que fatores antrópicos, como o nível de antropização.

Diante desse contexto, o objetivo do presente estudo foi investigar qual a influência da sazonalidade na riqueza e abundância dos insetos galhadores em uma remanescente de floresta estacional semidecidual submontana, área de Brejo de Altitude da Paraíba, visando responder as seguintes questões: 1) Existe diferença na riqueza e abundância de plantas com galhas nas diferentes estações; 2) Existe diferenças na riqueza de morfotipos de galhas nas diferentes estações.

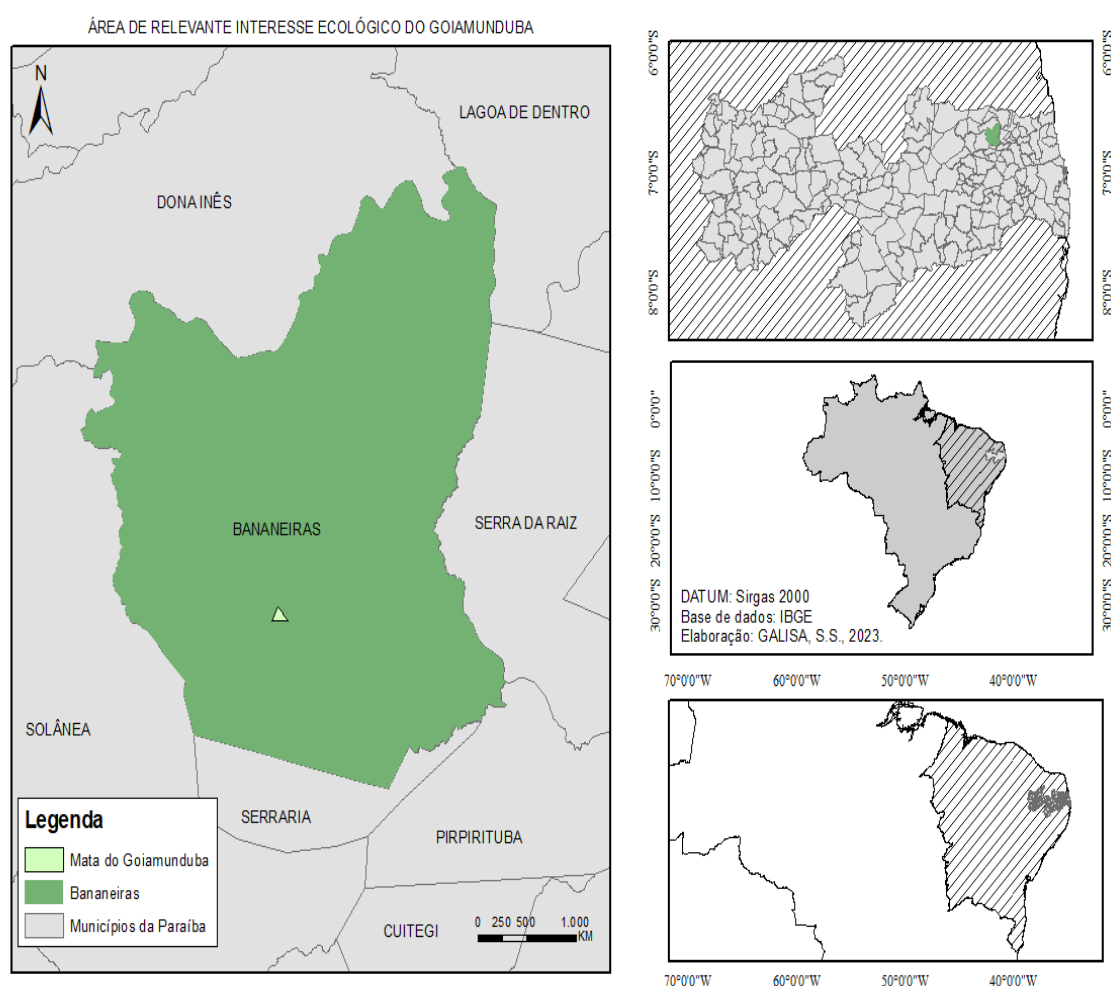
2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

As coletas foram realizadas na Área de Relevante Interesse Ecológico (ARIE) da Mata do Goiamunduba, situada no município de Bananeiras, Paraíba (6°45'03.78"S e 35°38'00.06" O de G.), Figura 1. A Mata do Goiamunduba apresenta cerca 67,5 ha de um remanescente de vegetação nativa com fitofisionomia de Floresta Estacional Semidecidual Submontana (IBGE, 2012), localizado numa região com temperatura anual em torno de 22°C (SUDEMA, 2004; 2012), e altitude entre 500 e 600m (Prefeitura Municipal de Bananeiras, 2007).

Considerando a ARIE Mata do Goiamunduba como área de coleta, localizada na mesorregião do Agreste Paraibano, apresentando características climáticas distintas devido à sua condição de Brejo de Altitude. O clima da região é classificado como As' (Köppen), caracterizado como tropical com verão seco, apresentando os seguintes parâmetros: temperatura média anual de 22°C, precipitação média anual de 1200 mm, umidade relativa de aproximadamente ~80% (INMET, 2013, 2018), período chuvoso de março a agosto e período seco de setembro a fevereiro (Aesa, 2020).

Figura 1: Localização da ARIE da Mata do Goiamunduba (polígono em verde claro), no município de Bananeiras, Estado de Paraíba.



Fonte: Mapa elaborado por Steffany Sales Galisa, 2023.

2.2 Desenho experimental

Para o levantamento de campo foram instalados 10 transectos de 2x50 m, com espaçamento mínimo entre eles de 50m. Nestes foram consideradas todas as plantas arbóreas e/ou arbustivas com no mínimo 2,5 cm de diâmetro, medida na altura de 1m e cujas copas estivessem no intervalo entre 1 e 3 m de altura. Todas as plantas presentes nos transectos, que atenderam ao critério de inclusão, foram coletadas para identificação e tiveram suas respectivas alturas e diâmetros medidos.

2.3 Amostragem de galhas e plantas hospedeiras

Para definição dos períodos correspondentes à estação seca e à estação chuvosa da UC, considerou-se a precipitação total mensal no período de 2005 a 2020, conforme os dados fornecidos pela Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESA). Dessa forma, nos meses de maio e outubro de 2021 e 2022, correspondentes, respectivamente, à estação chuvosa e à estação seca, todas as plantas dos transectos que atendiam ao critério de inclusão foram vistoriadas à procura de galhas. Aquelas com galhas foram coletadas, prensadas em campo e identificadas no Laboratório de Taxonomia de Angiospermas, com a colaboração da curadoria Maria Regina de Vasconcellos Barbosa da Universidade Federal da Paraíba. O material coletado está depositado no herbário JPB.

No laboratório, o material coletado com galhas foi colocado em frascos plásticos contendo algodão umedecido no fundo. As tampas dos frascos tinham pequenos furos, sendo colocada uma camada de tecido voal entre o pote e a tampa para impedir o escape dos insetos. Esses frascos foram inspecionados todos os dias para registrar a emergência dos insetos adultos. Uma parte das galhas foi dissecada para obtenção de estágios imaturos, armazenados em eppendorf contendo álcool 70%, devidamente etiquetados. As galhas foram mantidas nos frascos até a deterioração e a senescência das folhas.

As galhas foram classificadas de acordo com suas formas, seguindo a terminologia proposta por Isaias et al. (2013) e associadas às respectivas plantas hospedeiras.

2.4 Análise Estatística

Para avaliar as variações na riqueza e abundância de plantas com galhas e na riqueza de morfotipos de galhas, realizamos uma Análise de Variância (ANOVA) de um fator utilizando o software R versão 4.3.1 (Zar, 1996). As fontes de variação consideradas foram transectos, estações (seca e chuvosa) e anos de coleta (2021 e 2022). As análises foram conduzidas com um nível de significância de 5% ($\alpha = 0,05$).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Fatores ecológicos locais e a sazonalidade

Este é o primeiro estudo de galhas induzidas por insetos realizado na Mata do Goiamunduba em Bananeiras, Paraíba. Os resultados mostraram que tanto a riqueza quanto a abundância de espécies de plantas com galhas não apresentaram diferenças significativas entre os transectos, estações e anos (Riqueza: $F = 1,153$; $P > 0,306$; Abundância: $F = 1,176$; $P > 0,286$), conforme Tabela 1. A riqueza de morfotipos de galhas também não apresentou diferenças significativas (Riqueza: $F = 1,103$; $P > F = 0,353$), Tabela 1.

Tabela 1: Resultados das análises de variância (Anova) para riqueza de plantas com galhas, abundância de plantas com galhas e abundância de morfotipos de galhas.

Variável dependente	Fonte de variação	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Riqueza de espécies de plantas galhadas	Transecto	9	4.72	0.52444	0.5666	0.8067
	Estação	1	0.18	0.18	1.0588	0.4117
	Estação: ano	2	0.34	0.17	0.2118	0.8093
	Transecto:estação	9	15.22	1.69111	1.8271	0.1321
	Transecto:estação :ano	18	16.66	0.92556	1.1533	0.3067
	Residual	160	128.4	0.8025		
		Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
	Transecto	9	6.58	0.73111	0.4838	0.86676
	Estação	1	0.18	0.18	0.18	0.71265
	Estação: ano	2	2	1	0.7782	0.46096

Abundância de plantas galhadas	Transecto: estação	9	28.02	3.11333	2.0603	0.09169
	Transecto: estação:ano	18	27.2	1.51111	1.176	0.28688
	Residual	160	205.6	1.285		
		Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
	Transecto	9	1.978	0.21975	0.4771	0.87132
	Estação	1	0.039	0.03892	0.1119	0.76986
	Estação: ano	2	0.696	0.34794	0.8332	0.43654
Riqueza de morfotipos de galhas	Transecto: estação	9	9.227	1.02517	2.2257	0.07099
	Transecto: estação: ano	18	8.291	0.4606	1.103	0.35388
	Residual	160	66.816	0.4176		

Fonte: Elaborada pela autora, 2024.

Embora Bananeiras apresente uma sazonalidade definida, com um período seco de 5 a 6 meses, a ausência de diferenças significativas na riqueza e abundância de galhas entre as estações pode ser explicada pela moderada variação climática característica dos brejos de altitude. Esses são considerados “ilhas de floresta úmida”, com ocorrência de chuvas orográficas que garantem níveis de precipitação média anual acima de 1.200 mm/ano (Andrade-Lima 1960, 1961), mantendo condições mais estáveis ao longo do ano.

Apesar da precipitação média anual de 1.200 mm ser concentrada entre março e agosto, nossos resultados apontam que esta variação pluviométrica não foi suficiente para causar mudanças significativas na riqueza e abundância de plantas com galhas, como também na abundância de morfotipos de galhas (Tabela 1), contrastando com os achados de Santos-Silva et. al. (2022) em áreas de Caatinga de Cerrado, onde a sazonalidade influenciou a riqueza e abundância das plantas hospedeiras e também para o número de morfotipos de galhas durante a estação chuvosa.

A ausência de variação sazonal significativa pode ser atribuída ao efeito tampão da Floresta Estacional Semidecidual Submontana, que, mesmo perdendo parte de suas folhas na estação seca, mantém uma cobertura vegetal considerável, podendo proporcionar microhabitats mais estáveis para os insetos galhadores, como sugerido por Fernandes et. al. (2005) em estudos em outras florestas semidecíduas.

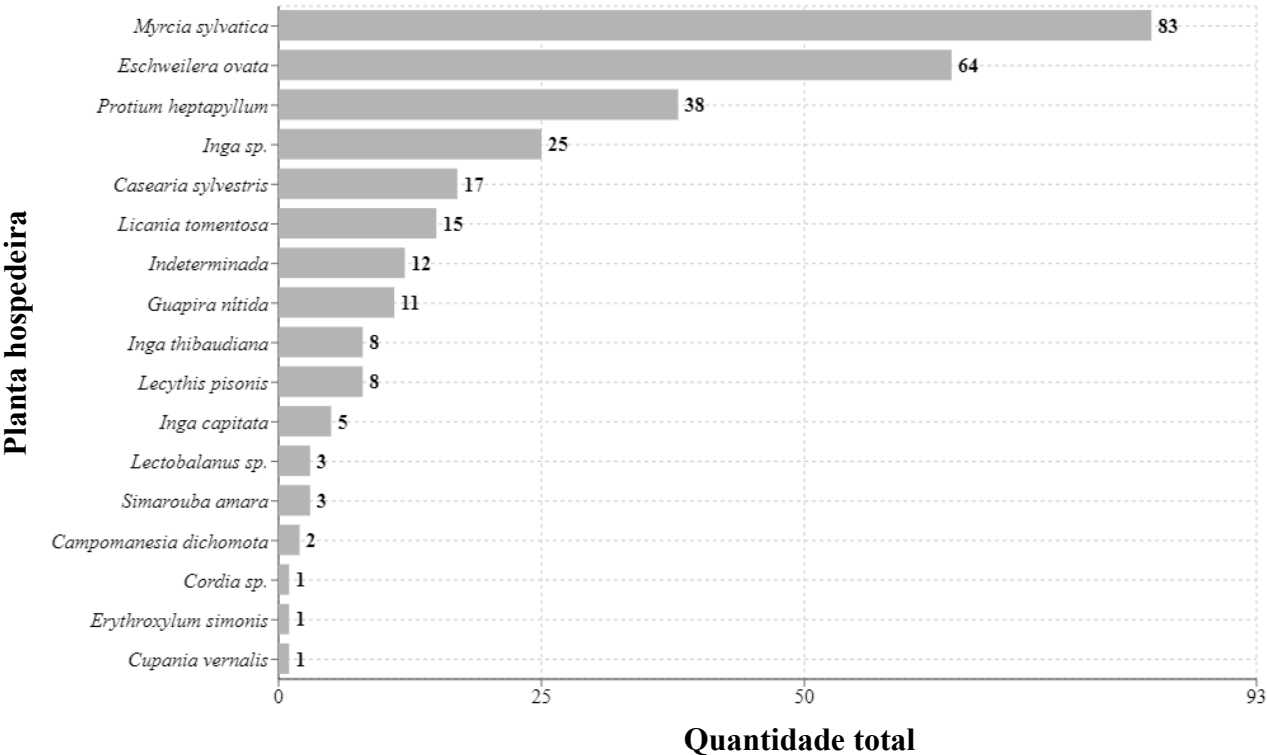
Adaptações dos insetos galhadores em relação a temperatura média anual relativamente constante (cerca de 22°C) e a alta umidade relativa (aproximadamente 80%) ao longo do ano em Bananeiras podem favorecer adaptações nos insetos galhadores que reduzem sua sensibilidade às variações sazonais, corroborando com as observações de Mendonça Jr. (2001) sobre a importância de fatores abióticos estáveis na distribuição de insetos galhadores.

Fazendo um paralelo com outros brejos de altitude, os resultados se alinham com os achados de Santos et. al. (2011) em outros brejos de altitude de Pernambuco, onde também não foram observadas diferenças significativas na comunidade de insetos galhadores entre estações, apontando para um padrão possivelmente característico dessas ilhas de umidade no Nordeste brasileiro.

3.2 Efeitos da Sazonalidade na Riqueza e Abundância de Plantas Hospedeiras

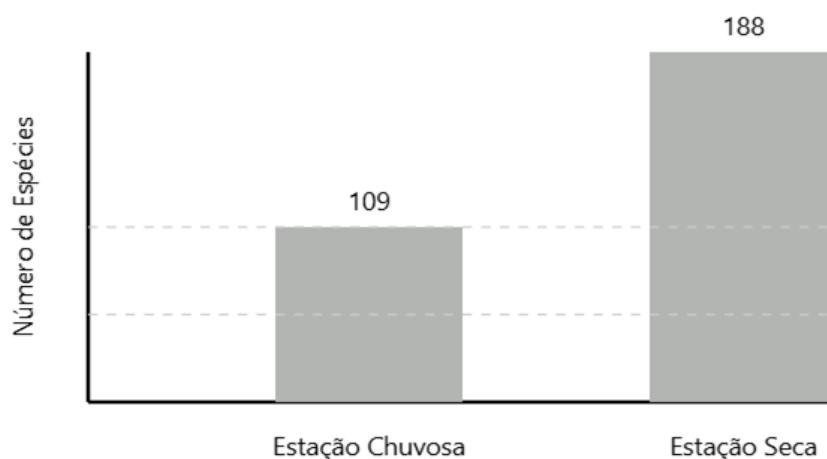
Durante o período de coleta, considerando as estações seca e chuvosa nos anos de 2021 e 2022, foram registradas 16 espécies de plantas hospedeiras, distribuídas em 14 gêneros e pertencentes a 11 famílias botânicas (Figura 2, Tabela 2). Nesse estudo, os dados mostram uma abundância total de 109 plantas hospedeiras com galhas na estação chuvosa, enquanto na estação seca esse número foi de 188, evidenciando uma maior ocorrência de plantas hospedeiras com galhas no período de seca (Figura 3, Tabela 2).

Figura 2: Espécies de plantas com galhas coletadas na estação chuvosa e seca



Fonte: Elaborada pela autora, 2024.

Figura 3: Total de plantas hospedeiras por estação.



Fonte: Elaborada pela autora, 2024.

Entre as plantas hospedeiras que se destacaram na estação seca, *Myrcia sylvatica* foi a mais abundante, com 57 indivíduos com galhas, *Eschweilera ovata* registrou 49 e *Protium heptaphyllum* apresentou 28 indivíduos com galhas (Tabela 2).

Tabela 2: Abundância de plantas hospedeiras na estação seca e chuvosa em 2021 e 2022 na Mata do Goiamunduba em Bananeiras, Paraíba.

		Chuvosa/2021	Seca/2021	Chuvosa/2022	Seca/2022
Família	Planta hospedeira	A	A	A	A
Aquifoliaceae	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	2	1	7	7
Boraginaceae	<i>Cordia</i> sp.	1	0	0	0
Burseraceae	<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	4	11	6	17
Chrysobalanaceae	<i>Licania tomentosa</i>	4	1	4	6
	<i>Lectobalanus</i> sp.	0	3	0	0
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum simonis</i> Plowman	1	0	0	0
Fabaceae	<i>Inga</i> sp.	7	8	9	1
	<i>Inga thibaudiana</i> DC.	1	6	1	0
	<i>Inga capitata</i> Desv.	4	1	0	0
Lecythidaceae	<i>Eschweilera ovata</i> (Cambess.) Mart. Ex Miers	8	15	7	34
	<i>Lecythis pisonis</i> Cambess.	1	3	0	4
Myrtaceae	<i>Myrcia sylvatica</i> G. Mey.) DC.	11	18	15	39
	<i>Campomanesia dichomota</i> (O. Berg) Mattos	0	0	2	0
Nyctaginaceae	<i>Guapira nítida</i> Mart. ex J.A Schmidt) Lundell	2	4	3	2
Sapindaceae	<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	0	0	1	0
Simaroubaceae	<i>Simarouba amara</i> Aubl.	3	0	0	0
Indeterminada	Sem identificação	3	1	2	6
Total		52	72	57	116

Fonte: Elaborada pela autora, 2024. **Legenda:** A (abundância).

Os dados indicam uma maior abundância de plantas hospedeiras com galhas na estação seca, divergindo do padrão que foi encontrado em outros estudos de que a estação chuvosa é mais favorável para a indução de galhas (Araújo e Santos, 2009; Costa e Araújo, 2019). A estação seca pode oferecer condições favoráveis para o desenvolvimento de insetos galhadores por diversos fatores, tais como: o estresse hídrico e defesas das plantas hospedeiras, sincronismo com a fenologia da planta hospedeira, influência da composição da vegetação e proteção contra inimigos naturais.

A escassez de água durante a estação seca pode levar a alterações fisiológicas nas plantas, tornando-as mais suscetíveis ao ataque de insetos galhadores. O estresse hídrico e de nutrientes provoca alterações nos balanços hormonais e fisiológicos das plantas hospedeiras (Nepomuceno et al., 2001), comprometendo os mecanismos de defesa das plantas contra a herbivoria (Fernandes et al., 1995) e tornando-as mais suscetíveis ao ataque dos insetos galhadores (Christie e Hochuli, 2005). Além disso, durante o período de condições ambientais extremas, os insetos estariam protegidos dentro das galhas (Fernandes et al., 1995). Araújo e Santos (2008) estudaram a distribuição sazonal de insetos galhadores em fitofisionomias xéricas e méxicas de Cerrado da Serra dos Pirineus em Goiás e encontraram uma riqueza maior de morfotipos de galhas durante o período de seca, para ambos os ambientes.

O sincronismo entre os insetos galhadores e fenologia das plantas hospedeiras está documentada na literatura (Yukawa, 2000; Yukawa e Akimoto, 2006). As plantas apresentam padrões fenológicos (relações entre eventos biológicos como brotamento de folhas e reprodução, e fatores ambientais, como umidade e temperatura) fortemente ligados à sazonalidade (Rondon, 2009). De maneira geral, a queda de folhas parece estar associada com fatores climáticos, como a pluviosidade (Antunes & Ribeiro, 1999). Para a maioria das espécies arbóreas dos biomas com seca e chuva bem definidas (como o Cerrado, por exemplo) o crescimento é periódico e sazonal e embora predomine o hábito sempre verde, o hábito decíduo ou semidecíduo é constante, com a renovação das folhas ocorrendo no final da estação seca (Rondon, 2009). Com o surgimento de novas folhas limitada a determinados períodos do ano, os insetos herbívoros dependem de certo grau de sincronismo com suas plantas hospedeiras para se desenvolverem (Araújo, 2013). Uma possível explicação para a predominância de plantas hospedeiras com galhas na Mata do Goiamunduba na estação seca, por exemplo, *Myrcia sylvatica* (Myrtaceae), *Eschweilera ovata* (Lecythidaceae) e *Protium heptaphyllum* (Burseraceae), produzem tecidos jovens

preferidos para oviposição e indução de galhas principalmente na seca e que os insetos galhadores adaptados a essa fenologia se beneficiariam. Um trabalho realizado por Angelo (2008), o qual estudou sobre o ciclo de vida do galhador *Dasineira gigantea*, um díptero da família Cecidomyiidae em *Psidium cattleianum* Sabine (Myrtaceae), em uma área de Mata Atlântica. Essa espécie de galhador apresenta um ciclo bivoltino, predominantemente nos meses de agosto/outubro e fevereiro/abril. Nesse estudo, o autor concluiu que a formação da galha dependeu da sincronização entre a emergência dos insetos e disponibilidade de tecidos meristemáticos da planta hospedeira.

Em relação a influência da composição da vegetação, espécies mais comuns, com uma ampla distribuição geográfica, apresentam uma maior probabilidade de serem colonizadas por insetos (Southwood, 1961). A troca de hospedeiro constitui um processo importante para novas colonizações (Singer, 1971; Chew, 1975) e parece acontecer mais frequentemente entre espécies de plantas aparentadas ou com similaridades químicas e fenológicas (Owen e Whiteway, 1980). Existe a possibilidade que as espécies de plantas hospedeiras registradas com maior número de galhas na estação seca, como *Protium heptaphyllum*, *Eschweilera ovata* e *Myrcia sylvatica* (Tabela 2) sejam particularmente suscetíveis a ataques dos insetos galhadores nesse período, seja por características fenológicas (pico de crescimento ou maior disponibilidade de tecidos jovens para oviposição dos insetos galhadores justamente no período seco) ou de defesa.

A estrutura da galha proporciona um microambiente mais estável e protegido para o desenvolvimento dos insetos, minimizando os efeitos da alta radiação solar, baixa umidade e variações de temperatura (Fernandes et al., 1995; Araújo, 2013), características da estação seca. A galha serve também como um refúgio contra inimigos naturais (parasitoides), que podem ter sua atividade reduzida durante a seca (Araújo et al. 2006; Araújo et al. 2007). Um padrão diferente de distribuição sazonal de herbívoros do Cerrado foi assinalado para lagartas de Lepidoptera (Marquis et al., 2002). Moraes e colaboradores (1999) encontraram abundância relativa de lagartas do Cerrado mais acentuada nos meses secos, com pico de abundância no mês de junho. Eles justificaram isso à fuga do ataque de parasitoides. No geral, a taxa de ataque e a abundância de insetos parasitoides são maiores na estação chuvosa (Marquis et al., 2001).

3.3 Efeitos da Sazonalidade na Riqueza e Abundância dos Morfotipos de Galhas

Tabela 3: Riqueza e abundância de morfotipos de galhas na estação chuvosa e seca.

Família/ Espécie	Forma da galha	Chuvosa/2021		Seca/2021		Chuvosa/2022		Seca/2022	
		A	R	A	R	A	R	A	R
Aquifoliaceae <i>Casearia sylvestris</i> Sw.	Cônica	2	1	1	1	7	1	7	1
Boraginaceae <i>Cordia</i> sp.	Globoide	1	1	0	0	0	0	0	0
Burseraceae <i>Protium heptapyllum</i> (Aubl.) Marchand	Fusiforme	1	1	3	1	1	1	4	1
	Globoide	2	1	3	1	3	1	7	1
	Lenticular	1	1	5	1	2	1	6	1
Chrysobalanaceae <i>Licania tomentosa</i>	Enrolamento	3	1	1	1	2	1	3	1
	Globoide	1	1	0	1	0	0	0	0
	Lenticular	0	0	0	0	2	1	3	1
Chrysobalanaceae <i>Leptobalanus</i> sp.	Globoide	0	0	3	1	0	0	0	0
Erythroxylaceae <i>Erythroxylum simonis</i> Plowman	Globoide	1	1	0	0	0	0	0	0
Fabaceae <i>Inga</i> sp.	Fusiforme	0	0	1	1	0	0	0	0
	Globoide	7	1	6	1	9	1	1	1
	Lenticular	0	0	1	1	0	0	0	0
Fabaceae <i>Inga thibaudiana</i> DC.	Fusiforme	0	0	2	1	0	0	0	0
	Globoide	1	1	4	1	1	1	0	0
Fabaceae <i>Inga capitata</i> Desv.	Fusiforme	4	1	1	1	0	0	0	0
Lecythidaceae <i>Eschweilera ovata</i> (Cambess.) Mart. Ex Miers	Globoide	7	1	14	1	5	1	19	1
	Lenticular	1	1	1	1	2	1	15	1
Lecythidaceae <i>Lecythis pisonis</i> Cambess.	Cônica	1	1	1	1	0	0	1	1
	Globoide	0	0	2	1	0	0	3	1
Myrtaceae <i>Myrcia sylvatica</i> G. Mey.) DC.	Amorfa	2	1	7	1	7	1	21	1
	Cônica	1	1	0	0	0	0	4	1
	Globoide	8	1	11	1	8	1	14	1
Myrtaceae <i>Campomanesia dichomota</i> (O. Berg) Mattos	Enrolamento	0	0	0	0	2	1	0	0
Nyctaginaceae <i>Guapira nitida</i> (Mart. ex J.A Schmidt) Lundell	Globoide	2	1	4	1	3	1	2	1
Sapindaceae <i>Cupania vernalis</i> Cambess.	Dobramento	0	0	0	0	1	1	0	0

	Globoide	3	1	0	0	0	0	0	0
Simaroubaceae <i>Simarouba amara</i> Aubl.									
Indeterminada <i>Ind.</i>	Amorfa	0	0	0	0	0	0	1	1
	Cônica	0	0	0	0	0	0	1	1
	Fusiforme	0	0	0	0	0	0	1	1
	Globoide	3	1	1	1	2	1	3	1

Fonte: Elaborada pela autora, 2024. **Legenda:** A (abundância); R (riqueza).

Foram registrados 31 diferentes morfotipos de galhas, distribuídos em 11 famílias de plantas hospedeiras, abrangendo 13 espécies distintas e mais três identificadas a nível de gênero (Tabela 3). A família Fabaceae, gênero *Inga*; Lecythidaceae, gênero *Eschweilera* e *Lecthis*; Myrtaceae, gênero *Myrcia* e *Campomanesia*; destacaram-se pela maior riqueza de morfotipos, com seis e quatro tipos, respectivamente. Fabaceae é uma das famílias mais diversas de angiospermas no Brasil, conhecidas como super-hospedeiras de galhas e o gênero com maior riqueza de galhas é *Inga*, com 72 morfotipos diferentes no Brasil (Santos-Silva e Araújo, 2020), corroborando os dados desse estudo.

Os dados obtidos indicam uma abundância total de 109 galhas na estação chuvosa, enquanto na estação seca esse número foi significativamente maior, atingindo 188, o que evidencia uma predominância de galhas na estação seca, conforme a Tabela 3. Durante as estações seca e chuvosa, foram registradas as seguintes formas de galhas: amorfa, chifre, cônica, dobramento, enrolamento da folha, fusiforme, globoide e lenticular (Figura 4). Na estação chuvosa, houve o predomínio da forma globoide (com 61,47%), seguida pela cônica (com 10,09%) e por todas as outras formas, cujo percentuais foram menores que 10%: amorfa (8,26%), lenticular (7,33%), enrolamento da folha (6,42%), fusiforme (5,50%) e dobramento da folha (0,92). Na estação seca, a forma globoide predominou com 51,60%, seguida pelas demais formas com percentuais muito inferiores: lenticular (16,49%), amorfa (15,43%), fusiforme (6,38%) e enrolamento da folha (2,12%).

No que diz respeito à abundância das formas por estação e plantas hospedeiras, algumas espécies botânicas se destacaram no período seco. *Eschweilera ovata* com 33 galhas globoides e 16 lenticulares; *Myrcia sylvatica* com 28 galhas amorfas e 25

globoides; e *Protium heptaphyllum* com 11 galhas lenticulares e 10 globoides, conforme estão detalhados na Tabela 3.

Figura 4: Formas de galhas registradas por estação.



Fonte: Elaborada pela autora, 2024.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A sazonalidade não teve um efeito significativo na riqueza e abundância de plantas com galhas e na riqueza de morfotipos de galhas na Mata do Goiamunduba. Apesar da região apresentar uma distinção entre estação seca e chuvosa, as condições climáticas relativamente estáveis dos brejos de altitude, com alta umidade e temperaturas médias anuais constantes, podem ter contribuído para a ausência de variação significativa.

Houve uma maior abundância de plantas hospedeiras com galhas na estação seca. A seca pode ter favorecido a indução de galhas devido a fatores como o estresse hídrico nas plantas hospedeiras, tornando-as mais suscetíveis ao ataque de insetos galhadores. Além disso, a sincronia entre o ciclo de vida dos insetos galhadores e a fenologia das plantas hospedeiras, que produzem tecidos jovens preferidos para oviposição na seca,

pode ter contribuído para esse padrão. A composição da vegetação, com espécies mais suscetíveis a galhas na seca, e a proteção contra inimigos naturais proporcionada pelas galhas durante esse período também podem ter influenciado os resultados.

A família Fabaceae, especialmente o gênero *Inga*, se destacou pela maior riqueza de morfotipos de galhas, corroborando com sua classificação como super-hospedeira de galhas no Brasil. A riqueza de morfotipos de galhas encontradas na Mata do Goiamunduba demonstra a diversidade de insetos galhadores nesse ambiente.

A forma globoide foi predominante tanto na estação chuvosa quanto na seca. Na estação seca, a forma lenticular também se destacou em abundância. *Eschweilera ovata*, *Myrcia sylvatica* e *Protium heptaphyllum* foram as espécies hospedeiras que apresentaram maior número de galhas durante a estação seca, com destaque para as formas globoide, lenticular e amorfa.

Por fim, este estudo representa a primeira pesquisa sobre insetos galhadores na Mata do Goiamunduba e contribui para o entendimento da dinâmica desses herbívoros em florestas estacionais semidecíduais submontanas, especialmente em brejos de altitude.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE-LIMA, D. Estudos fitogeográficos de Pernambuco. Arquivo do Instituto de Pesquisa Agrônômica. Vol. 5. Secretaria da Agricultura, Indústria e Comércio, Pernambuco, Brasil, pp. 305-341, 1960.
- ANDRADE-LIMA, D. Tipos de floresta de Pernambuco. Anais da Associação dos Geógrafos Brasileiros, São Paulo, V. 2, pp. 69-85, 1961.
- ANGELO, A. C. Ciclo de vida de *Dasineura gigantea* Angelo e Maia, 1999 (Diptera: Cecidomyiidae). Floresta 38: 23-32, 2008.
- ANTUNES, N. B.; RIBEIRO, J. F. Aspectos fenológicos de seis espécies vegetais em Matas de Galeria do Distrito Federal. Pesquisa Agropecuária Brasileira 34: 1517-1527, 1999.
- ARAÚJO, A. P. A.; PAULA, J. D.; CARNEIRO, M. A. A.; SCHOEREDER, J. H. Effects of host plant architecture on colonization by galling insects. **Austral Ecology** 31: 343–348, 2006.
- ARAÚJO, W. S. A importância de fatores temporais para a distribuição de insetos herbívoros em sistemas Neotropicais. **Revista de Biologia**, 10(1): 1–7, 2013.

ARAÚJO, W. S.; GOMES-KLEIN, V. L.; SANTOS, B.B. Galhas entomógenas associadas à vegetação do Parque Estadual da Serra dos Pirineus, Pirenópolis, Goiás, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências** 5: 45–47, 2007.

ARAÚJO, W.S, SANTOS, B. B. Efeitos da sazonalidade e do tamanho da planta hospedeira na abundância de galhas de Cecidomyiidae (Diptera) em *Piper arboreum* (Piperaceae). **Revista Brasileira de Entomologia** 53: 300-303, 2009.

ARAÚJO, W.S, SANTOS, B. B. Efeitos do habitat e da sazonalidade na distribuição de insetos galhadores na Serra dos Pirineus, Goiás. **Revista de Biologia Neotropical** 5: 33-39, 2008.

CHEW, F. S. Coevolution of pierid butterflies and their cruciferous food-plants. I. The relative quality of available resources. **Oecologia**, 20:117-129, 1975.

CHRISTIE, F. J.; HOCHULI, D. F. Elevated levels of herbivory in urban landscapes: are declines in tree health more than an edge effect? *Ecol. Soc.* 10: 1-10, 2005.

COSTA, K. C. S.; ARAÚJO, W. S. Distribution of gall-inducing arthropods in areas of deciduous seasonal forest of Parque da Sapucaia (Montes Claros, MG, Brazil): effects of anthropization, vegetation structure and seasonality. **Pap. Avulsos Zool.**, v. 59, 2019.

DALBEM, R.V.; MENDONÇA, M. S. Diversity of Galling Arthropods and Host Plants in a Subtropical Forest of Porto Alegre, Southern Brazil. **Neotropical Entomology** 35: 616-624, 2006.

FERNANDES, G. W, PAULA, A. S, LOYOLA, R. Distribuição diferencial de insetos galhadores entre habitats e seu possível uso como bioindicadores. *Vida Silvestre Neotropical* 4: 133- 139, 1995.

FERNANDES, G. W.; GONÇALVES-ALVIM, S. J.; CARNEIRO, M. A. A. Habitat-driven effects on the diversity of gall-inducing insects in the Brazilian cerrado. In: RAMAN, A.; SCHAEFER, C. W.; WITHERS, T. M. (Ed.). *Biology, ecology, and evolution of gall-inducing arthropods*. New Hampshire: Science, v. 2, p. 693-708, 2005.

ISAIAS, R. M. S.; CARNEIRO, R. G. S.; OLIVEIRA, D. C.; SANTOS, J.C. Illustrated and annotated checklist of Brazilian gall morphotypes. **Neotropical Entomology** 42: 230–239, 2013.

MAIA, V. C.; TAVARES, M. T. *Cordiamyia globosa* Maia (Diptera, Cecidomyiidae), flutuação populacional e parasitóides (Hymenoptera) associados. **Revista Brasileira de Zoologia** 17: 589-593, 2000.

MARQUIS, R. J.; DINIZ, I. R.; MORAIS, H. C. Patterns and correlates of interspecific variation in foliar insect herbivory and pathogen attack in Brazilian cerrado. **Journal of Tropical Ecology** 17: 127-148, 2001.

MARQUIS, R.J.; MORAIS, H.C.; DINIZ, I.R. Interactions among Cerrado plants and their herbivores: unique or typical? The cerrados of Brazil: Ecology and natural history of a neotropical savanna. Irvington: **Columbia University Press**, 306-328, 2002.

- MENDONÇA, M.S. Galling insects diversity patterns: the resource synchronization hypothesis. *Oikos* 95: 171-176, 2001.
- MORAIS, H. C.; DINIZ, I. R.; SILVA, D. M. S. Caterpillar seasonality in a central Brazilian cerrado. *Revista de Biologia Tropical* 47: 1025-1033, 1999.
- NEPOMUCENO AL, N NEUMAIER, JRB FARIAS, OYA T. Tolerância à seca em plantas. *Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento* 23: 12-18, 2001.
- OWEN, D.F. e WHITEWAY, W.R. *Buddleia davidii* in Britain: history and development of an associated fauna. **Biological Conservation**, 17:149-155, 1980.
- PRICE, P.W.; WARING, G. L.; FERNANDES, G. W. Hypotheses on the adaptive nature of galls. *Proceedings of the Entomological Society of Washington*, Washington, DC, v. 88, p. 361-363, 1986.
- RONDON, J. 2009. Padrões fenológicos em populações de espécies arbóreas do Cerrado. Disponível em: [http://www. ib.unicamp.br](http://www.ib.unicamp.br). Acesso em: 22 de outubro de 2024.
- SANTOS, J. C.; ALMEIDA-CORTEZ, J. S.; FERNANDES, G.W. Diversity of gall-inducing insects in the high altitude wetland forest in Pernambuco, Northeastern Brazil. *Braz. J. Biol.*, v.71, nº1, p. 47-56, 2011.
- SANTOS-SILVA, J.; ARAÚJO, T. J. Are Fabaceae the principal super-hosts of galls in Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 92(2): 2020.
- SANTOS-SILVA, J. S.; SANTOS, G. A. B.; SANTOS, G. C. Soils and seasonality influence the richness of gall-inducing insects and their host plants in a tropical dry forest. **Journal of Arid Environments**, v. 196, January 2022.
- SINGER, M.C. Evolution of food-plant preference in the butterfly *Euphydryas editha*. *Evolution*, 25:383-389, 1971.
- SOUTHWOOD, T.R.E. The number of insect associated with various trees. *Journal of Animal Ecology*, 30:1-8, 1961.
- WEIS, A. E.; WALTON, R.; CREGO, C. L. Reactive plant tissue sites and the population biology of gall makers. *Annual Review of Entomology*, Palo Alto, v.33, p. 467-486, 1988.
- YUKAWA, J.; AKIMOTO, K. Influence of synchronization between adult emergence and host plant phenology on the population density of *Pseudasphondylia neolitsea* (Diptera: Cecidomyiidae) inducing leaf galls on *Neolitsea sericea* (Lauraceae). *Population Ecology* 48: 13–21, 2006.
- YUKAWA, J. Synchronization of gallers with host plant phenology. *Population Ecology* 42: 105–113, 2000.
- ZAR, J. H. *Biostatistical analysis*. 4. ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 1996.

