



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO E MEIO
AMBIENTE

GABRIELA XAVIER FRANCO FEITOSA

**PADRÕES DA RIQUEZA DE ESPÉCIES DE INSETOS GALHADORES EM ÁREAS
FLORESTAIS E JARDINS ORNAMENTAIS DA SERRA DE BATURITÉ-CEARÁ:
REFLEXÕES PARA PENSAR A PROTEÇÃO À BIODIVERSIDADE EM UMA ÁREA
PROTEGIDA SOB PRESSÃO**

FORTALEZA
2025

GABRIELA XAVIER FRANCO FEITOSA

PADRÕES DA RIQUEZA DE ESPÉCIES DE INSETOS GALHADORES EM ÁREAS
FLORESTAIS E JARDINS ORNAMENTAIS DA SERRA DE BATURITÉ-CEARÁ:
REFLEXÕES PARA PENSAR A PROTEÇÃO À BIODIVERSIDADE EM UMA ÁREA
PROTEGIDA SOB PRESSÃO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Área de concentração: Ecologia de Paisagem.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Freire Moro

Coorientadora: Profa. Dra. Sheila Patrícia Carvalho Fernandes

FORTALEZA

2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

F1p FEITOSA, GABRIELA XAVIER FRANCO.

PADRÕES DA RIQUEZA DE ESPÉCIES DE INSETOS GALHADORES EM ÁREAS FLORESTAIS E JARDINS ORNAMENTAIS DA SERRA DE BATURITÉ-CEARÁ: REFLEXÕES PARA PENSAR A PROTEÇÃO À BIODIVERSIDADE EM UMA ÁREA PROTEGIDA SOB PRESSÃO / GABRIELA XAVIER FRANCO FEITOSA FEITOSA. – 2025.

70 f. : il. color.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Fortaleza, 2025.

Orientação: Prof. Dr. Prof. Dr. Marcelo Freire Moro.

Coorientação: Prof. Dr. Profa. Dra. Sheila Patrícia Carvalho Fernandes.

1. Brejos de Altitude; Domínio da Caatinga; Galhas; Interação inseto-planta.. I. Título.

CDD 333.7

GABRIELA XAVIER FRANCO FEITOSA

PADRÕES DA RIQUEZA DE ESPÉCIES DE INSETOS GALHADORES EM ÁREAS
FLORESTAIS E JARDINS ORNAMENTAIS DA SERRA DE BATURITÉ-CEARÁ:
REFLEXÕES PARA PENSAR A PROTEÇÃO À BIODIVERSIDADE EM UMA ÁREA
PROTEGIDA SOB PRESSÃO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Área de concentração: Ecologia de Paisagem.

Aprovada em: 06 / 08 / 2025.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Marcelo Freire Moro (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Profa. Dra. Sheila Patrícia Carvalho Fernandes (Coorientadora)
Museu de História Natural do Ceará Prof. Dias da Rocha- UECE

Profa. Dra. Juliana Santos Silva (Examinadora)
Universidade Estadual da Bahia (UNEB)

Profa. Dra. Jarcilene Silva de Almeida (Examinadora)
Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)

À Deus.

Ao meu esposo **Madson**, minha mãe **Silvia** e
minha irmã **Tainá**.

AGRADECIMENTOS

À **Deus**, o verdadeiro princípio em minha vida, ao meu querido e amado esposo **Madson**, que mesmo não sendo do mundo acadêmico sempre se esforçou ao máximo para me auxiliar, e minha amada família, ambos que foram os meus pilares durante este percurso desafiador.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001, pelo apoio financeiro no decorrer de todos os meses de pesquisa.

Ao Prof. Dr. **Marcelo Moro**, pela orientação e auxílio durante toda a pesquisa. À Profa. Dra. **Sheila Patrícia** que auxiliou nas orientações em campo durante todos os meses, e as orientações no desenvolvimento da dissertação.

Aos colegas **Luis Campili**, **Zé Carneiro** e **Emanuel**, que foram importantes nos campos ajudando a coletar e a processar todo o material no laboratório durante vários dias, agradeço por encararem as aventuras de um campo em dias frios e escorregadios.

Aos meus melhores amigos **Isa Maria**, **Demesson**, **Wallisson**, **Josafá**, **Bárbara** e **Lucas** por estarem comigo celebrando os momentos bons, como também nos apoiando nos momentos difíceis de uma vida de jovens pesquisadores e mestrandos.

Ao MHNCE-UECE que foi minha casa durante longos meses de trabalho, e que disponibilizou o laboratório e equipamentos para o desenvolvimento desta pesquisa, além da estadia em Pacoti para os dias de campo e triagem de material.

RESUMO

A criação de Unidades de Conservação (UCs) é uma das estratégias mais utilizadas para a proteção dos ecossistemas. Mas em alguns casos, elas podem não ser efetivas para cumprir o objetivo de proteção da biodiversidade, pois as pressões antrópicas reduzem a biodiversidade mesmo dentro dos limites das áreas protegidas. As metas de conservação só serão realmente alcançadas se as UCs conseguirem resguardar a biodiversidade, garantindo assim sua perpetuidade. Os insetos são importantes indicadores ambientais por serem parte de um grupo faunístico diverso. Insetos galhadores são herbívoros altamente especializados que induzem a formação de galhas em tecidos vegetais, mantendo relações estreitas e específicas com suas plantas hospedeiras. Essa alta especificidade torna-os bioindicadores sensíveis da integridade ambiental e da presença de vegetação nativa. Alterações na cobertura vegetal, como a substituição de espécies nativas por plantas exóticas em jardins ornamentais. Essa pesquisa visou avaliar quanto da biodiversidade nativa de insetos galhadores consegue se manter em jardins ornamentais de uma das florestas de mais alta relevância para conservação no Ceará: a floresta da Serra de Baturité. A pesquisa se desenvolveu através dos campos de coleta entre os meses de abril a julho de 2024, nos municípios de Guaramiranga e Pacoti, no qual foram determinados 48 pontos de coletas distribuídos no Hotel Vale das Nuvens, Chalé Nosso Sítio, Campus da UECE e Revis Periquito Cara-suja. As coletas foram realizadas com duração de 40 minutos por cada ponto de observação, abrangendo três tipos de ambientes: Jardins ornamentais, Áreas Secundárias e Conservadas. Comparamos a riqueza e incidência de galhas entre esses três ambientes, verificando as diferenças de quantidade de galhas e riqueza de galhas entre os jardins e florestas conservadas e secundárias. Para isso, o teste ANOVA foi aplicado para analisar se houve diferença na riqueza e ocorrência de galhas entre os ambientes, utilizando o software R. Foram encontrados 79 morfotipos de galhas em 19 espécies de plantas pertencentes a 15 famílias botânicas. Também foram registradas seis morfologias distintas de galhas: Globóide, Fusiforme, Cônica, Cilíndrica, Lenticular e Margem Enrolada. Essas estruturas ocorreram em folhas, caules, gemas e nervuras, com coloração variando entre verde, marrom, rosa e amarela. A riqueza de galhas concentrou-se principalmente em florestas secundárias do Campus da UECE e do Hotel Vale das Nuvens, bem como nas áreas conservadas do Hotel Vale das Nuvens e do Revis. A ocorrência totalizou 1.099 galhas coletadas, com destaque para as famílias Piperaceae (N=201) e Melastomataceae (N=75) como as mais abundantes. Já os jardins ornamentais tiveram uma quantidade significativamente menor de incidência e de riqueza de galhas, revelando as

limitações dos jardins ornamentais. Esses dados indicam que áreas antropizadas, desde que mantenham vegetação nativa, podem ainda sustentar uma rica diversidade de insetos galhadores, mas que jardins cultivados sem a flora nativa abrigam menos espécies do que seria possível se o paisagismo incorpora mais da biodiversidade local.

Palavras-chave: Brejos de Altitude; Domínio da Caatinga; Galhas; Interação inseto-planta.

ABSTRACT

The creation of Conservation Units (CUs) is one of the most widely used strategies for ecosystem protection. However, in some cases, they may not be effective in achieving the objective of protecting biodiversity, as anthropogenic pressures reduce biodiversity even within the boundaries of protected areas. Conservation goals will only be truly achieved if CUs successfully safeguard biodiversity, thus ensuring its perpetuation. Insects are important environmental indicators because they are part of a diverse faunal group. Gall-forming insects are highly specialized herbivores that induce gall formation in plant tissues, maintaining close and specific relationships with their host plants. This high specificity makes them sensitive bioindicators of environmental integrity and the presence of native vegetation. Changes in vegetation cover, such as the replacement of native species with exotic plants in ornamental gardens. This research aimed to assess how much of the native biodiversity of galling insects can be maintained in ornamental gardens in one of the most important forests for conservation in Ceará: the Serra de Baturité forest. The research was conducted through field collections between April and July 2024, in the municipalities of Guaramiranga and Pacoti. Forty-eight collection points were established at the Hotel Vale das Nuvens, Chalé Nosso Sítio, UECE Campus, and Revis Periquito Cara-suja. Collections lasted 40 minutes at each observation point and covered three types of environments: ornamental gardens, secondary areas, and preserved areas. We compared the richness and incidence of galls among these three environments, verifying differences in gall quantity and richness between the gardens and preserved and secondary forests. To this end, the ANOVA test was applied to analyze whether there were differences in gall richness and occurrence between environments, using the R software. Seventy-nine gall morphotypes were found on 19 plant species belonging to 15 botanical families. Six distinct gall morphologies were also recorded: globoid, fusiform, conical, cylindrical, lenticular, and rolled margin. These structures occurred on leaves, stems, buds, and veins, with colors ranging from green, brown, pink, and yellow. Gall richness was mainly concentrated in secondary forests on the UECE Campus and the Vale das Nuvens Hotel, as well as in the preserved areas of the Vale das Nuvens Hotel and Revis. A total of 1,099 galls were collected, with the families Piperaceae (N=201) and Melastomataceae (N=75) standing out as the most abundant. Ornamental gardens, on the other hand, had a significantly lower incidence and richness of galls, revealing the limitations of ornamental gardens. These data indicate that anthropized areas, as long as they maintain native vegetation, can still support a rich diversity of galling insects, but that gardens cultivated

without native flora harbor fewer species than would be possible if the landscaping incorporated more of the local biodiversity.

Keywords: High-Altitude Marshes; Caatinga Domain; Galls; Insect-Plant Interaction.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa da área de estudo da pesquisa na APA da Serra de Baturité.	26
Figura 2 - Distribuição dos pontos de coleta nos municípios de Pacoti e Guaramiranga na APA da Serra de Baturité. A) Ambiente antropizado, conservado e jardim demarcados nas áreas florestais do Hotel Chalé Nosso Sítio. B) Ambiente antropizado, conservado e jardim demarcado nas áreas florestais do Hotel Vale das Nuvens C) Ambiente secundário, conservado e jardim demarcado nas áreas florestais do Campus Experimental de Educação Ambiental (UECE). D) Ambiente antropizado, conservado e jardim demarcado nas áreas florestais do Refúgio de Vida Silvestre Periquito Cara-Suja. Ambientes Secundários (A), Conservadas (C) e Jardim (J).	29
Figura 3 – Grade de imagens (3-14) de cada ponto de coleta do Hotel Vale das Nuvens no município de Guaramiranga, dentro da APA da Serra de Baturité. (3-6) pontos do jardim ornamental; (7-10) pontos dos ambientes antropizados; (11-14) pontos da floresta conservada.....	30
Figuras 4 – Grade de imagens (15-26) de cada ponto de coleta do Revis no município de Guaramiranga, dentro da APA da Serra de Baturité. (15-18) pontos do jardim ornamental; (19-22) pontos dos ambientes antropizados; (23-26) pontos da floresta conservada	30
Figura 5 – Grade de imagens (27-38) de cada ponto de coleta do Campus da UECE no município de Pacoti, dentro da APA da Serra de Baturité. (27-30) pontos do jardim ornamental; (31-34) pontos dos ambientes antropizados; (35-38) pontos da floresta conservada	31
Figuras 6 – Grade de imagens (39-46) de cada ponto de coleta do Chalé Nosso Sítio no município de Pacoti, dentro da APA da Serra de Baturité. (42-45) pontos da floresta secundária; (46-49) pontos da floresta conservada	31
Figuras 7 – Grade de imagens (47-66) de galhas de insetos coletadas. (47) Asteraceae, galha caulinar globóide; (48) <i>Thyrsodium spruceanum</i> , galha caulinar globóide; (49) <i>Protium heptaphyllum</i> , galha foliar cônica; (50) <i>Clusia sp</i> , galha caulinar globóide; (51) <i>Croton sp</i> 1, galha foliar globóide; (52) <i>Croton sp</i> 1, galha foliar lenticular; (53) Fabaceae não determinada, galha foliar globóide; (54) <i>Inga sp</i> , galha foliar globóide; (55) <i>Inga sp</i> , galha foliar globóide; (56) <i>Vismia guianensis</i> , galha caulinar globóide; (57) <i>Ocotea sp</i> , galha foliar globóide; (58) <i>Clidemia hirta</i> , galha	

foliar globóide; (59) *Miconia prasina* 1, galha foliar globóide; (60) *Miconia prasina*, galha caulinar globóide; (61-62) Melastomataceae não determinada: (61) galha caulinar globóide; (62) galha caulinar globóide; (63) *Miconia prasina*, espessamento da nervura foliar globóide; (64) *Eugenia sp.* galha foliar globóide; (65) *Myrcia silvatica*, galha caulinar cônica; (66) *Myrciaria sp.* galha foliar globóide. 35

Figuras 8 - Grade de imagens (67-86) galhas de insetos coletadas. (67) *Myrcia of mentosa*, galha caulinar cônica; (68) Myrtaceae não identificada, galha foliar globóide; (69) Myrtaceae não identificada, galha caulinar fusiforme; (70) *Piper Arboreum*, galha foliar globóide; (71) *Piper arboreum*, galha foliar lenticular; (72) Rubiaceae não identificada, espessamento nervura fusiforme; (73) *Palicourea guianensis*, galha foliar globóide; (74) *Paullinia pinnata*, galha foliar lenticular; (75) *Acnistus arborescens*, espessamento caulinar fusiforme; (76) Indeterminada *sp* 1, galha foliar margem enrolada; (77) indeterminada *sp* 2, espessamento nervura foliar fusiforme (78) Indeterminada *sp* 3, galha gemelar globóide; (79) Indeterminada *sp* 4, galha foliar fusiforme; (80) Indeterminada *sp* 5, galha foliar globóide; (81) Indeterminada *sp* 6, galha foliar cilíndrica; (82) Indeterminada *sp* 7 galha foliar globóide; (83) Indeterminada *sp* 8 galha foliar globóide; (84) Indeterminada *sp* 9 galha caulinar fusiforme; (85) Indeterminada *sp* 10 galha foliar cônica; (86) Indeterminada *sp* 11 galha foliar cônica. 36

Figuras 9 - Grade de imagens (87-106) galhas de insetos coletadas. (87) Indeterminada *sp* 12, galha foliar globóide; (88) Indeterminada *sp* 13, galha caulinar globóide; (89) Indeterminada *sp* 14, galha gemelar globóide; (90) Indeterminada *sp* 15, galha foliar cilíndrica; (91) Indeterminada *sp* 16, galha foliar globóide; (92) Indeterminada *sp* 17, espessamento nervura cilíndrica; (93) Indeterminada *sp* 18, galha foliar cilíndrica; (94) Indeterminada *sp* 19, galha foliar lenticular; (95) Indeterminada *sp* 20, galha foliar globóide; (96) Indeterminada *sp* 21, galha foliar globóide; (97) indeterminada *sp* 22, galha foliar globóide; (98) Indeterminada *sp* 23, espessamento caulinar fusiforme; (99) Indeterminada *sp* 24, galha caulinar globóide; (100) Indeterminada *sp* 25, galha foliar globóide; (101) Indeterminada *sp* 26, galha foliar cilíndrica; (102) Indeterminada *sp* 27, galha foliar cilíndrica; (103) Indeterminada *sp* 28 espessamento caulinar fusiforme; (104) Indeterminada *sp* 29 galha caulinar globóide; (105) Indeterminada *sp* 30 espessamento caulinar fusiforme; (106) Indeterminada *sp* 31 galha gemelar cilíndrica. 37

Figuras 10 - Grade de imagens (107-124) galhas de insetos coletadas. (107) Indeterminada *sp* 32, galha foliar cônica; (108) Indeterminada *sp* 33, galha foliar globóide; (109) Indeterminada *sp* 34, galha foliar globóide; (110) Indeterminada *sp* 35, galha foliar globóide; (111) Indeterminada *sp* 36, galha foliar cilíndrica; (112) Indeterminada *sp* 37, galha caulinar cônica; (113) Indeterminada *sp* 38, espessamento caulinar fusiforme; (114) Indeterminada *sp* 39, espessamento nervura globóide; ; (115)

Indeterminada *sp* 40, galha caulinar globóide; (116) Indeterminada *sp* 41, galha caulinar fusiforme; (117) indeterminada *sp* 42, galha caulinar globóide; (118) Indeterminada *sp* 43, galha caulinar cônica; (119) Indeterminada *sp* 44, espessamento caulinar fusiforme; (120) Indeterminada *sp* 45, galha caulinar cônica; (121) Indeterminada *sp* 46, galha caulinar globóide; (122) Indeterminada *sp* 47, galha foliar fusiforme; (123) Indeterminada *sp* 48 espessamento caulinar fusiforme; (124) Indeterminada *sp* 49 galha caulinar globóide 38

Figura 11 - Riqueza de espécies de galhas da amostragem realizada nos ambientes dos municípios de Guaramiranga e Pacoti, na APA da Serra de Baturité, Ceará. 40

Figura 12 - Ocorrência de galhas em função do tipo de ambiente da amostragem realizada nos municípios de Guaramiranga e Pacoti, na APA da Serra de Baturité, Ceará. 42

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	– Localização dos pontos de coleta (Jardins, ambientes antropizados e conservados) e suas respectivas coordenadas na APA da Serra de Baturité.....	28
Tabela 2	– Caracterização das galhas (quanto ao órgão de ocorrência, forma, pubescência, coloração) com os insetos indutores e fauna associada, em áreas investigadas nos Municípios de Guaramiranga e Pacoti, de abril a julho de 2024. (UECE) - Campus Experimental de Educação Ambiental e Ecologia da Universidade Estadual do Ceará em Pacoti, (CNS) - Chalé Nosso Sítio em Pacoti, (HVN) - Hotel Vale das Nuvens em Guaramiranga e (REVIS) - Refúgio da Vida Silvestre Periquito Cara-Suja em Guaramiranga. (PA) - Parasitóide, (IN) Inquilino e (SU) Sucessor.....	34
Tabela 3	– Número total de riqueza de incidência e espécies de galhas por ambientes na APA da Serra de Baturité, Ceará, Brasil.....	39
Tabela 4	– Resultado do valor de P^* (*Teste de Tukey) em comparação entre os ambientes.....	41
Tabela 5	– Número total de indivíduos coletados em diferentes ambientes (Antropizada, Conservada e Jardim Ornamental) distribuídos nos quatro locais amostrados. A (Antropizada), C (Conservada) e J (Jardim).....	42

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
2	REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1	A importância da biodiversidade.....	16
2.2	Unidades de conservação.....	17
2.3	Do domínio biogeográfico da caatinga e os enclaves de mata úmidas dos brejos de altitude.....	18
2.4	Insetos galhadores, galhas e suas plantas hospedeiras.....	19
3	OBJETIVOS.....	22
3.1	Objetivo Geral.....	22
3.2	Objetivos Específicos.....	22
4	METODOLOGIA.....	23
4.1	Área de Estudo.....	23
4.2	Procedimentos em campo e laboratório.....	24
4.3	Análise de dados.....	30
5	RESULTADOS.....	31
5.1	Riqueza das galhas.....	31
5.2	Ocorrência das galhas.....	45
6	DISCUSSÃO.....	45
6.1	Ocorrência e riqueza de galhas nos diferentes ambientes amostrados.....	50
	REFERÊNCIAS.....	55

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos as discussões sobre emergência ambiental global têm ganhado destaque na sociedade devido às crises na saúde, na biodiversidade e crises climáticas (Artaxo, 2020). A crise da perda da biodiversidade tem se intensificado globalmente nas últimas décadas, sendo considerada uma das principais ameaças à estabilidade ecológica e ao bem-estar humano. De acordo com o IPBES (2019), cerca de um milhão de espécies estão ameaçadas de extinção, principalmente em razão da ação humana, como mudanças no uso do solo e do mar, na exploração direta de organismos, nas mudanças climáticas, poluição e espécies exóticas invasoras.

Diante dos dados preocupantes acerca do desmatamento e da crescente aceleração das atividades humanas, que causam grande poluição em diferentes ecossistemas, é notório que a humanidade tem gerado impactos catastróficos contra a conservação da biodiversidade, caminhando assim de forma acelerada para um eventual colapso das próprias sociedades humanas (Soares et al., Bologna, 2020; 2019; Santos, 2021). As consequências da crise da biodiversidade tem ocasionado interrupções nos serviços ecossistêmicos, assim como também impactos que refletem diversas camadas da sociedade, afetando aspectos econômicos, sociais, culturais e de saúde (Trivellato; Santos, 2019).

Uma das estratégias principais para a conservação da biodiversidade tem sido a criação de áreas protegidas, que são espaços territoriais com proteção especial que visam a proteção aos ecossistemas e espécies nativas (Dinnerstein et al. 2017; Teixeira et al. 2021; Vaz-da-Silva & Moro, 2024). Sobre a crise da biodiversidade podemos ressaltar que a proteção de espaços naturais através de planejamento ambiental são fundamentais para assegurar a conservação dos serviços ecossistêmicos, físicos ou culturais (Thomas, 2017; Kormann, 2024).

As áreas protegidas para conservação, no modelo atual, foram inicialmente inspiradas na criação do Parque Nacional de Yellowstone, em 1872. No Brasil, essas áreas são agrupadas sob o rótulo de Unidades de Conservação (UCs) e foram estabelecidas no Brasil ao longo do século 20 e 21, com o Parque Nacional de Itatiaia sendo a primeira Unidade de Conservação do Brasil ainda existente (embora em 1910 tenha sido criada a Floresta Nacional do Acre, que não vingou). Atualmente, as Unidades de Conservação (UCs) estão presentes em todos os domínios biogeográficos do Brasil, bem como na região costeira e ambientes marinhos (Brazil, 2015; Vaz da Silva & Moro, 2024). A lei do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC - Lei 9.985/2000) estabeleceu UCs de diferentes categorias, cada

uma com diferentes graus de proteção aos ecossistemas e objetivos de manejo distintos, na busca pela conservação e desenvolvimento sustentável (BRASIL, 2000). As áreas protegidas fazem parte de uma estratégia de desenvolvimento sustentável, modelo da Convenção sobre Diversidade Biológica e da Agenda 2030, por meio das ODS (Objetivos do Desenvolvimento Sustentável), cujo objetivo central é a relação entre proteger, recuperar e proporcionar o uso sustentável dos ecossistemas, pastorear as florestas de forma sustentável e deter a perda da biodiversidade (UNESCO, 2017).

Nesse contexto, as Unidades de Conservação desempenham papel estratégico na proteção de ecossistemas únicos, como os encontrados no semiárido nordestino. O estado do Ceará, por sua vez, possui toda sua extensão incluída no bioma Caatinga (sensu IBGE, 2019), ou Domínio Biogeográfico da Caatinga (Moro et al. 2024). Apesar disso, há no Ceará a ocorrência de diversos tipos de vegetação, incluindo a caatinga das áreas cristalinas, caatinga do sedimentar e também os encaves de florestas úmidas em meio à Caatinga, os chamados brejos nordestinos de altitude, com biota associadas à Mata Atlântica (Moro et al. 2015; 2016). Os brejos nordestinos de altitude são enclaves de matas úmidas normalmente encontrados em relevos com altitudes acima de 600m onde as chuvas orográficas mantêm florestas perenifólias cercadas por vegetação decídua de caatinga nas terras baixas do redor (Borges-Nojosa et al., 2018; Moro et al. 2015; 2016). Os brejos de altitude cearenses têm vínculos biogeográficos tanto com a Mata Atlântica quanto com a Amazônia, além de influência faunística e florística da Caatinga que os circunda (Moro et al. 2015; 2024). O Ceará possui uma pequena proporção de seu território abrangido por Unidades de Conservação (UCs), com a finalidade de proteger áreas naturais e conservar a diversidade biológica atribuída a determinados locais naturais (SEMA, 2018; Gomes et al. 2022). No Sistema Nacional de Unidades de Conservação do Brasil (SNUC), as UCs são divididas em dois grandes grupos (SNUC, 2000). Um dos grupos é o das UCs de uso sustentável, que são áreas que visam associar o uso direto dos recursos naturais com a conservação da natureza, visando uma perspectiva de desenvolvimento sustentável. O segundo grupo, é o das UCs de proteção integral, que tem o propósito de preservar a natureza, utilizando-se indiretamente dos recursos naturais.

Dentre as UCs do Ceará, uma se destaca por abranger um enclave de floresta úmida considerado pelo MMA - Ministério do Meio Ambiente (2018) como uma área prioritária para a conservação do Bioma Caatinga. É a Área de Proteção Ambiental (APA) da Serra de Baturité, que está localizada na serra de Baturité, a 100 km da capital Fortaleza. Abrangendo uma área de 32.690 hectares, a APA é delimitada pela altitude acima de

600m da serra e abrange partes dos municípios de Aratuba, Baturité, Capistrano, Guaramiranga, Mulungu, Pacoti, Caridade e Redenção, tendo como objetivo proteger a biodiversidade e os recursos hídricos da região. A Serra de Baturité é conhecida por suas florestas úmidas e abriga várias espécies da Mata Atlântica e da Amazônia (Sema, 2018; Moro et al 2015).

Entretanto, a APA sofre diversas pressões humanas, como desmatamento para expansão de áreas urbanas, agricultura, construção de casas de veraneio, além das supressões de vegetação para instalação de infraestrutura nos municípios da APA, a exemplo de linhas de transmissão de energia e abertura de novas estradas. Um impacto considerável também é feito pela instalação de condomínios de veraneio e hotéis e pousadas, que reduzem a cobertura vegetal e instalam jardins ornamentais majoritariamente com plantas exóticas cultivadas, reduzindo a área recoberta pelas plantas nativas.

Geralmente comunidades vegetais com maior riqueza de plantas são considerados como aquelas que apresentam maior riqueza de espécies de insetos galhadores (Fleck; Fonseca, 2007), pois maior riqueza de espécies de plantas implica na maior disponibilidade de hospedeiras para os insetos herbívoros (Fleck; Fonseca, 2007). E geralmente comunidades vegetais que ocorrem em ambientes com um alto nível de estresse ambiental (estresse hídrico, térmico, nutricional) também são consideradas como aquelas que apresentam maior riqueza de insetos galhadores (Fleck; Fonseca, 2007), pois as plantas desses ambientes apresentam alterações morfológicas anatômicas e fisiológicas que favorecem o estabelecimento de insetos galhadores (Fernandes; Price, 1988; Fleck; Fonseca, 2007).

Uma importante guilda de herbívoros que podem ser afetadas por perturbações antrópicas em áreas naturais são os insetos galhadores (Prestes, 2019). Os insetos galhadores são herbívoros altamente especializados que induzem uma diversidade de modificações em plantas hospedeiras através do crescimento nos tecidos vegetais (aumento no número ou tamanho de células vegetais) para alimentação, microclima favorável e proteção (Stone; Schönrogge, 2003; Toma, 2012).

A presença ou ausência dessas galhas associadas às suas espécies vegetais hospedeiras podem ser consideradas como um indicador ambiental, principalmente em locais que possuem um mosaico de habitats com diferentes níveis de estresse hídrico, térmico e de distúrbios antrópicos que alteraram a riqueza e abundância de plantas (Prestes, 2019).

Problematização: Unidades de Conservação são pensadas e criadas com a finalidade de proteger a biodiversidade de uma determinada área ambientalmente relevante. Dependendo do uso e ocupação dessas áreas, elas podem permitir a presença de atividades

humanas em consonância com os objetivos conservacionistas. Apesar disso, nem sempre as Unidades de Conservação atingem seus objetivos de garantir a conservação da biodiversidade. A problemática deste estudo está em avaliar a efetividade de diferentes ambientes inseridos em Unidades de Conservação da APA da Serra de Baturité para a manutenção da biodiversidade, usando insetos galhadores como bioindicadores de perda de biodiversidade frente aos impactos antrópicos.

Hipótese(s): Em ambientes da APA da Serra de Baturité, a redução da cobertura vegetal nativa em jardins ornamentais resulta em menor riqueza e ocorrência de insetos galhadores em comparação a áreas conservadas e a ambientes secundários que mantêm vegetação nativa.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A importância da biodiversidade

A palavra <biodiversidade= representa de forma ampla a <diversidade biológica= do planeta. Esta expressão ganhou destaque em 1987 por meio do livro organizado pelo biólogo Edward O. Wilson (1929–2021) cuja obra intitulada 89Biodiversity99, reúne variados artigos compostos por 60 especialistas no assunto que apresentaram ao público não acadêmico diversos temas ligados à importância da diversidade biológica do planeta para a humanidade (Joly, 2019).

A biodiversidade, conforme definida pela CDB, refere-se à variedade presente entre seres, populações e grupos taxonômicos de organismos biológicos. Essa diversidade emerge das interações cotidianas desses indivíduos nos ecossistemas, conduzindo a adaptações a uma ampla gama de climas e relevos e, consequentemente, dando origem a novas espécies (De Sá, 2019)

O Brasil é considerado o país com maior riqueza de espécies de plantas e animais do planeta, destacando-se tanto pela sua rica variedade biológica quanto pela abundância de espécies endêmicas, que são aquelas encontradas em locais específicos da natureza (Metzger et al., 2019; Forzza 2010; Brazil Flora Group 2015). Além de representar um vasto potencial de recursos naturais e biogenéticos, essa biodiversidade desempenha um papel fundamental como sustento para as comunidades locais, que têm acesso a esses recursos (Campos et al., 2012; De Sá, 2019)

De acordo com Junges (2010), a biodiversidade é fundamental na regulação natural dos ecossistemas, e, de forma mais abrangente, na biosfera global. A redução da diversidade tem impactos significativos nas capacidades de adaptação dos organismos às perturbações ambientais. Assim, a biodiversidade desempenha um papel ecológico crucial nos processos de regulação dos ciclos biogeoquímicos, sendo essencial para a sobrevivência da humanidade.

O empenho realizado para conservar a biodiversidade é fundamental, visto que a presença das diferentes espécies e a sustentação dos ecossistemas em que habitam proporcionam vantagens tangíveis e intangíveis para a humanidade, conhecidas como serviços ecossistêmicos, sendo eles distribuídos em regulação, provisão, cultural e suporte (Avaliação Ecossistêmica do Milênio, 2005).

Os serviços de regulação se manifestam através dos ganhos provenientes da

estabilidade dos processos ecossistêmicos. Por exemplo, atividades como a polinização e o controle biológico natural de pragas, aliados à regulação climática e à regularidade do padrão de chuvas, proporcionam aos agricultores condições favoráveis para o cultivo e colheita de 19 alimentos (Costa, 2020). Já os serviços de provisão referem-se aos produtos obtidos diretamente dos ecossistemas e utilizados pelo ser humano, tais como água, madeira, fibras, frutos, peixes e toxinas (Pedreira, 2023).

Os serviços culturais correspondem aos ganhos não materiais provenientes da biodiversidade, destinados a propósitos educativos, recreativos, turísticos e/ou religiosos. Exemplos incluem o ecoturismo em Unidades de Conservação, a presença de animais em zoológicos para fins educacionais e a participação em rituais religiosos de tribos indígenas (Costa, 2020). Por fim, os serviços de suporte, que são essenciais para sustentar a vida e são necessários para a produção e manutenção dos demais serviços ecossistêmicos, incluindo a produtividade primária e a ciclagem de nutrientes, por exemplo, provisão de habitat, abrigo e reprodução de fauna silvestre, corredor ecológico, entre outros (Pedreira, 2023; Costa, 2020).

2.2 Unidades de conservação

As Unidades de Conservação (Ucs) foram instauradas no Brasil por meio da Lei Federal nº 9.985, de 18 de julho de 2000, destinada a preservar ambientes naturais de grande importância ecológica (Brasil, 2000). De acordo com o art. 2º, as Ucs são <instituídas legalmente pelo Poder Público, com metas de conservação e fronteiras claramente estabelecidas, geridas por um regime administrativo especial que inclui medidas de proteção adequadas= (Brasil, 2000; Arruda, 2020). Essas áreas, além de assegurar a conservação da biodiversidade da fauna e flora, exercem papel fundamental na manutenção dos serviços ecossistêmicos, como a regulação do clima, a ciclagem de nutrientes e o abastecimento de água, contribuindo para a qualidade de vida das populações humanas (Arruda, 2020).

As Ucs estão integradas ao Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), que as divide em dois grupos principais: Unidades de Proteção Integral e Unidades de Uso Sustentável (Brasil, 2000). As Unidades de Proteção Integral têm como objetivo preservar a natureza, admitindo apenas o uso indireto dos recursos naturais (art. 7º, § 1º da Lei do SNUC) e incluem Estações Ecológicas (ESEC), Reservas Biológicas, Parques Nacionais, Monumentos Naturais (MONA) e Refúgios de Vida Silvestre (REVIS) (FONSECA et al., 2010). Já as Unidades de Uso Sustentável buscam compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentável de parcela dos recursos naturais (art. 7º, § 2º da Lei do SNUC),

abrangendo Áreas de Proteção Ambiental (APA), Áreas de Relevante Interesse Ecológico (ARIE), Florestas Nacionais (FLONA), Reservas Extrativistas (RESEX), Reservas de Fauna, Reservas de Desenvolvimento Sustentável (RDS) e Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPN) (Brasil, 2000).

A categoria APA apresenta o menor grau de proteção legal, sendo caracterizada por grandes extensões territoriais com presença de ocupação humana e atributos naturais, estéticos ou culturais relevantes para a qualidade de vida. Seu objetivo principal é proteger a biodiversidade, ordenar a ocupação humana e garantir o uso sustentável dos recursos naturais (Do Vale Lima, 2023). No entanto, as APAs enfrentam fragilidades como ausência de plano de manejo, falta de fiscalização, carência de recursos financeiros e descaracterização da área por pressão urbana e agrícola (Lima et al., 2025).

O Estado do Ceará instituiu o Sistema Estadual de Unidades de Conservação (SEUC) por meio da Lei Estadual nº 14.950, de 27 de junho de 2011, que regulamenta o cadastro estadual de Ucs, permite a classificação das áreas previamente criadas nas categorias do SNUC e define critérios para a criação de novas Ucs (SEMACE, 2011). Entre elas, destaca-se a Área de Proteção Ambiental da Serra de Baturité, reconhecida pelo Ministério do Meio Ambiente (2018) como área prioritária para a conservação do Bioma Caatinga, abrigando um enclave de floresta úmida com alta biodiversidade e importância para a manutenção dos recursos hídricos regionais.

Apesar de sua relevância, as Ucs brasileiras enfrentam problemas recorrentes de gestão, como usos do solo incompatíveis com seus objetivos, ausência de demarcação física e regularização fundiária, bem como degradação ambiental (Pádua, 2011). Apenas 11% das Ucs do país são classificadas como altamente eficazes (OLACEFS, 2015). Entre os principais entraves estão a presença de espécies exóticas invasoras, o desmatamento e a falta de integração entre diferentes esferas de gestão (Geldmann et al., 2015).

Para aumentar a efetividade dessas áreas, recomenda-se o fortalecimento da governança, o incentivo ao turismo sustentável, a promoção de cooperativas de produtos sociobiodiversos e a integração de espécies nativas nos projetos de paisagismo (Araújo, 2007; Butchart et al., 2010; Dinerstein et al., 2017).

Além disso, a criação e manutenção de redes estruturadas de conservação facilitam a comunicação entre diferentes níveis de gestão e contribuem para a preservação da biodiversidade (Ring, 2008; Martin et al., 2016; Orlikowski et al., 2016; Shade, 2013).

2.3 Do domínio biogeográfico da caatinga e os enclaves de matas úmidas dos brejos nordestinos de altitude

O bioma Caatinga é exclusivo do Brasil, ocupando cerca de 11% do território nacional e abrangendo principalmente a região Nordeste e parte do norte de Minas Gerais. É caracterizado por clima semiárido, baixa pluviosidade anual, elevada evapotranspiração e vegetação adaptada à escassez hídrica, composta principalmente por espécies xerófitas (ANDRADE-LIMA, 1981; LEAL et al., 2003; MMA, 2018). Apesar de sua aparência homogênea, a Caatinga apresenta elevada diversidade de paisagens e espécies endêmicas, sendo considerada uma das áreas mais singulares e ameaçadas do país (SILVA et al., 2003; GARIGLIO et al., 2010).

Inseridos nesse domínio, os brejos de altitude correspondem a enclaves de vegetação úmida encontrados em áreas serranas do Nordeste, localizadas acima de 600 metros de altitude. Esses ambientes apresentam clima mais ameno e pluviosidade superior à média regional, sustentando vegetação densa, com espécies típicas da Mata Atlântica e, em alguns casos, da Amazônia (ANDRADE-LIMA, 1966; FERRAZ et al., 1998; TABARELLI & SANTOS, 2004). Essa singularidade é atribuída ao efeito orográfico, que favorece a condensação de umidade e mantém condições microclimáticas distintas do entorno semiárido (OLIVEIRA et al., 2015; BARBOSA, 2017).

Os brejos de altitude funcionam como refúgios ecológicos e bancos genéticos, abrigando espécies vegetais e animais que não ocorrem nas áreas vizinhas de Caatinga (TABARELLI & SANTOS, 2004; PRADO, 2003). A elevada heterogeneidade ambiental contribui para a ocorrência de processos ecológicos únicos, como interações especializadas entre plantas e insetos herbívoros, incluindo os insetos galhadores, que dependem da disponibilidade de hospedeiros nativos (JULIÃO et al., 2014).

A Serra de Baturité, no Ceará, é um dos mais expressivos brejos de altitude do Nordeste, inserida no contexto da Área de Proteção Ambiental (APA) da Serra de Baturité. A região apresenta mosaico de vegetação composto por remanescentes de Floresta Ombrófila Densa, Floresta Estacional Semidecidual e áreas de Caatinga (MMA, 2018; FUNCEME, 2020). Essa diversidade vegetal sustenta uma rica fauna, incluindo espécies ameaçadas de extinção e elevada ocorrência de interações planta-inseto.

Apesar de sua importância ecológica e do reconhecimento como área prioritária para conservação, a Serra de Baturité sofre pressões antrópicas significativas, como desmatamento, expansão agrícola, turismo desordenado e introdução de espécies exóticas

(CEARÁ, 2015). Tais alterações ameaçam a integridade da vegetação nativa e podem comprometer comunidades especializadas, como a dos insetos galhadores, que são altamente dependentes das características e composição florística do ambiente (JULIÃO *et al.*, 2014; MAIA, 2001).

A biota da Serra de Baturité revela uma expressiva diversidade de espécies vegetais e animais, evidenciando sua importância como refúgio ecológico em meio ao semiárido nordestino. A vegetação é composta predominantemente por formações de floresta ombrófila densa, com presença de espécies características da Mata Atlântica (Lima-Verde *et al.*, 2002). A fauna, por sua vez, inclui aves raras e ameaçadas de extinção, reforçando o papel da serra como um importante corredor ecológico (Pacheco *et al.*, 2006; MMA, 2014). Estudos florísticos e faunísticos apontam que os brejos de altitude, como o de Baturité, representam áreas prioritárias para a conservação da Mata Atlântica no Nordeste (Tabarelli *et al.*, 2000; Silva *et al.*, 2004). Além da relevância ecológica, a região tem papel fundamental na dinâmica socioambiental, oferecendo recursos naturais essenciais às comunidades locais e destacando-se como potencial para ações de educação ambiental, turismo ecológico e desenvolvimento sustentável.

2.4 Insetos galhadores, galhas e suas plantas hospedeiras

Os insetos herbívoros, também conhecidos como fitófagos, são aqueles que se alimentam de partes vivas de plantas. Eles representam a maioria das espécies de insetos existentes (Gullan; Cranston, 2005). Considerando a ampla variedade de espécies, várias classificações podem ser empregadas para distinguir as diferentes formas de interação e distribuição entre insetos e suas plantas hospedeiras (Price, 1997). Os insetos podem ser agrupados em categorias funcionais, com base no tipo e na maneira como utilizam um recurso específico, categorias estas que são denominadas de guildas (Root, 1967). Os insetos herbívoros são categorizados em cinco guildas: mastigadores, sugadores, minadores, broqueadores e galhadores (Price, 1997). Os insetos indutores de galhas em específico, como parte essencial do seu ciclo de vida, penetram nos tecidos vegetais e desencadeiam alterações patológicas nos tecidos das plantas hospedeiras, induzindo à formação de galhas. Essas alterações ocorrem devido à hipertrofia e ou hiperplasia do tecido vegetal, resultante da interação entre o inseto e a planta hospedeira (Weis *et al.*, 1988).

Determinadas plantas têm a capacidade de abrigar uma ampla diversidade de espécies de insetos que causam galhas (Formiga *et al.*, 2015). Essas galhas podem ter sua

indução em vários órgãos vegetais, podendo apresentar grande diversidade de formas, cores, ornamentações e padrões, (Isaias et al., 2013; Melo-Junior et al., 2018). A grande variedade de formas de galhas pode ser vista como uma expressão da ampla diversidade de organismos, devido à sua interação (Carneiro et al., 2009).

Estudos focados na indução de galhas demonstram que o inseto possui uma influência na característica morfológica das cecídias (Cook e Gullan, 2008; Fernandes 2010). Neste meio, ainda existe uma diversificação da fauna de inimigos naturais, podendo ser parasitóides, predadores e inquilinos, ambos não induzem galhas mas se utilizam de tais estruturas que foram formadas por outras espécies (Mani, 1964; Price, 2005).

Os insetos galhadores estão distribuídos em seis ordens: Coleoptera, Diptera, Hemiptera, Hymenoptera, Lepidoptera e Thysanoptera (Price, 2005). Destas, espécies galhadoras podem ser encontradas em abundância em algumas famílias de Diptera, como Cecidomyiidae, Tephritidae e Agromyzidae (Gullan & Cranston, 2014).

Os insetos galhadores possuem sua diversidade influenciada por alguns fatores condicionais às suas plantas hospedeiras, aos seus inimigos naturais, ao clima e aos distúrbios antrópicos (Flor et al., 2018). Eles são considerados excelentes bioindicadores da qualidade ambiental e podem ser observados facilmente na natureza (Prestes, 2019). Além disso, as galhas presentes nos vegetais indicam as condições ambientais nos mosaicos de habitats determinados por estresse hídrico ou térmico, e até as ações antrópicas (Fernandes, 1987; Prestes 2019).

Apesar dos estudos botânicos desenvolvidos na região demonstrarem elevado grau de endemismo dos táxons vegetais, os estudos desenvolvidos acerca das interações inseto-planta nessa região, como o caso das galhas, é pouco abordado na literatura (Carvalho-Fernandes, 2012; Araújo, 2018). No que diz respeito ao Domínio da Caatinga, um levantamento bibliográfico sobre insetos galhadores no Brasil revelou que, embora essa região ainda seja pouco explorada cientificamente, ela apresenta um grande potencial para futuras pesquisas nessa área (Araújo *et al.*, 2019).

Dentre os trabalhos realizados na região Nordeste, os mais conhecidos e citados foram desenvolvidos no estado de Pernambuco por Santos et al. (2011), nos estados de Alagoas, Bahia e Sergipe o estudo foi realizado por Carvalho-Fernandes et al. (2012), e o estudo de Brito et al. (2018) em Ibiassucê (Bahia), ambos investigando e trabalhando com a riqueza de insetos galhadores em áreas antropizadas e preservadas (De Melo, 2022). Santos-Silva et al. (2022), em uma pesquisa conduzida em quatro áreas da Caatinga, destacaram a relevância do tipo de substrato e da sazonalidade para a riqueza desses insetos. Estudos como

os de Dalbem e Mendonça (2006) e Araújo e Santos (2008; 2009) identificaram a ação da sazonalidade na quantidade e distribuição de insetos galhadores.

Além dos estudos já consolidados sobre insetos galhadores na região Nordeste, algumas pesquisas ampliaram significativamente o conhecimento sobre a diversidade e distribuição dessas interações. Em Pernambuco, destaca-se o trabalho de Santos, Almeida-Cortez e Fernandes (2012), desenvolvido em fragmentos da Mata Atlântica e nos brejos de altitude, onde foram registrados 136 morfotipos de galhas associados a 79 espécies vegetais, com predominância da família Cecidomyiidae. Na Bahia, Vieira et al. (2018) identificaram 48 morfotipos em áreas de campo rupestre e cerrado em Caetité, trabalho aprofundado posteriormente com o *Guia de Galhas de Insetos de Caetité* (Santos-Silva et al., 2020), que ilustra e descreve 59 tipos de galhas, consolidando-se como referência regional.

O estudo acerca da diversidade de galhadores e dos seus indutores tem-se utilizado de novas abordagens metodológicas, como o trabalho de Mendonça et al., (2020) utilizando ferramentas moleculares que permitem a identificação precisa de espécies morfológicamente semelhantes. Além disso, técnicas como a microscopia eletrônica de varrida tem mostrado detalhes anatômicos das galhas e suas estruturas internas favorecendo a compreensão dos mecanismos morfogenéticos (Carneiro et al., 2019). Em estudos ecológicos, o uso de sistemas de informações geográficas (SIG) tem tornado possível a análise da distribuição das galhas em paisagens fragmentadas ou em diferentes níveis de degradação ambiental (Nunes et al., 2021).

Em ambientes restaurados ou degradados, a presença e diversidade de galhas podem indicar o grau de recuperação da vegetação nativa, já que os galhadores tendem a ocorrer com maior riqueza em áreas com vegetação estruturalmente complexa e plantas hospedeiras específicas (Araújo et al., 2022). Dessa forma, as galhas funcionam como indicadores sensíveis da integridade ecológica dos habitats. Além de indicadoras, as galhas são, em si mesmas, parte importante da biodiversidade de insetos, um grupo biológico muito importante do ponto de vista biológico, mas negligenciado em políticas públicas de conservação biológica.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

O presente trabalho tem como objetivo geral avaliar como diferentes graus de intervenção humana na vegetação levam a alterações na riqueza de galhas em uma área prioritária para conservação, permitindo inferir os impactos dessas alterações na biodiversidade de modo geral.

3.2 Objetivos Específicos

- Realizar um levantamento de galhas na APA Serra de Baturité, assim como também sua ocorrência, e documentar a biodiversidade desse grupo de insetos indutor, a fauna associada e suas plantas hospedeiras;
- Comparar a riqueza e ocorrência de galhas em ambientes conservados, secundários e ambientes fortemente alterados (jardins ornamentais).

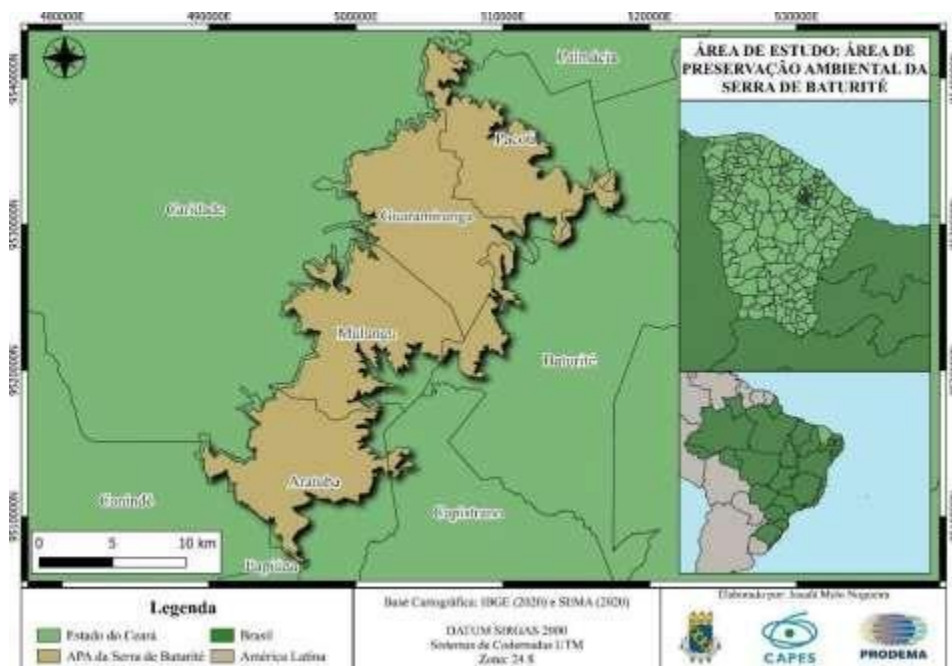
4 METODOLOGIA

4.1 Área de Estudo

A serra de Baturité fica localizada no estado do Ceará, a 100km de Fortaleza, a capital estadual. É uma área prioritária para conservação da Caatinga (MMA 2018), e abriga um importante enclave de Brejo Nordestino de Altitude (BNA), com vegetação perenifolia e muitas espécies provenientes da Mata Atlântica e da Amazônia nas partes mais úmidas da serra, ao passo que a vegetação decídua de caatinga circunda o enclave de BNA (Bétard et al 2007; Moro et al. 2015; 2024; Silvera et al. 2020). A Área de Proteção Ambiental da Serra de Baturité (Figura 1), popularmente conhecida como APA de Baturité, primeira APA do estado do Ceará, abrange oito municípios, sendo eles Aratuba, Baturité, Capistrano, Guaramiranga, Mulungu, Pacoti, Palmácia e Redenção, que totaliza 32.690 hectares (Ceará, 2014).

As áreas foram selecionadas por ser uma área protegida de acordo com a Secretaria do Meio Ambiente e Mudança do Clima do Ceará (SEMA) e por apresentarem diferentes estados de conservação entre áreas particulares, área de proteção integral (Revis) e área pública da APA (UECE).

Figura 1: Mapa da área de estudo da pesquisa, na APA da Serra de Baturité, estado do Ceará, Brasil.



Fonte: Nogueira (2025)

4.2 Procedimentos em campo e laboratório

As coletas de galhas foram realizadas em quatro áreas situadas na APA da Serra de Baturité, sendo elas distribuídas em dois municípios: Guaramiranga e Pacoti (Tabela 1). Em cada uma das quatro áreas fizemos amostragem em três ambientes: floresta conservada; floresta secundária antropizada (áreas de borda); e jardins ornamentais, sendo quatro pontos de coleta em cada ambiente de cada uma das quatro áreas. Os pontos foram definidos como área com um raio de distância de no mínimo 400 metros ao redor do local de amostragem. Foram investigadas as áreas florestais particulares do Hotel Vale das Nuvens e a floresta conservada do Refúgio de Vida Silvestre (REVIS) Periquito Cara-Suja (Área de Proteção Integral), ambos situados no município de Guaramiranga. Já no município de Pacoti, as áreas florestais conservadas estudadas foram as áreas particulares do Hotel Chalé Nosso Sítio e o Campus Experimental de Educação Ambiental e Ecologia da Universidade Estadual do Ceará (Área Pública).

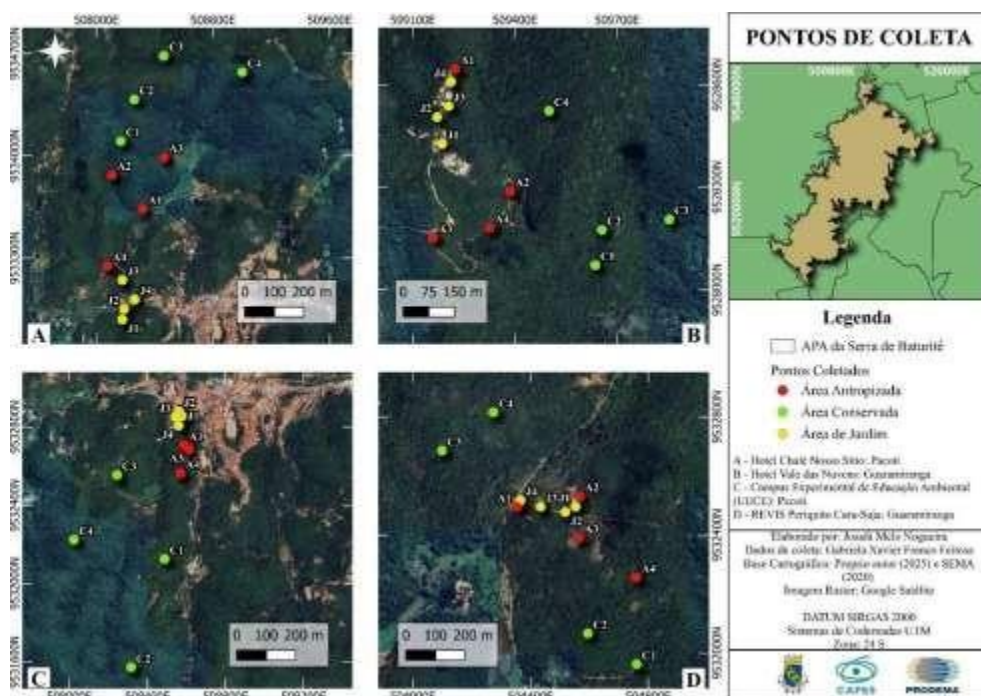
As coletas foram realizadas mensalmente durante 4 meses, de abril até julho de 2024. Em cada ponto houve busca ativa das galhas durante 40 minutos, coletando todas as galhas que eram encontradas que estivessem ao alcance do coletor. Os pontos foram, portanto, distribuídos da seguinte forma, para cada uma das quatro áreas de levantamento delimitadas (ver Tabela 1): quatro pontos em áreas de florestas conservadas (C1, C2, C3, C4) sendo elas em floresta de mata fechada; quatro pontos em trechos de florestas secundárias antropizadas (A1, A2, A3, A4), que se caracterizam por serem ambientes de borda onde tem o maior número de circulação de pessoas fazendo trilhas, onde encontra-se também plantações e obras; quatro pontos em jardins ornamentais (J1, J2, J3, J4) onde geralmente utilizam-se de plantas exóticas para a ornamentação do ambiente. Em cada área, tivemos esses três ambientes, cada um com quatro pontos de coleta de dados, totalizando 48 pontos de coleta, sendo 12 pontos por cada local delimitado na pesquisa.

Tabela 1: Localização dos pontos de coleta (Jardins, ambientes antropizados e conservados) e suas respectivas coordenadas na APA da Serra de Baturité.

Área	Município	Ambiente	Ponto	Latitude	Longitude
Campus da UECE	Pacoti	Jardim Ornamental	J1	-4.2262593	-38.422699
	Pacoti	Jardim Ornamental	J2	-4.226185	-38.922789
	Pacoti	Jardim ornamental	J3	-4.226336	-38.922885
	Pacoti	Jardim Ornamental	J4	-4.226825	-38.922727
	Pacoti	Antropizado	A1	-4.227649	-38.922627
	Pacoti	Antropizada	A2	-4.226685	-38.922995
	Pacoti	Antropizada	A3	-4.227888	-38.922535
	Pacoti	Antropizada	A4	-4.229029	-38.922727
	Pacoti	Conservado	C1	-4.23289	-38.923506
	Pacoti	Conservada	C2	-4.237985	-38.925000
	Pacoti	Conservada	C3	-4.231946	-38.927645
	Pacoti	Conservada	C4	-4.231946	-38.927645
Chalé Nosso Sítio	Pacoti	Jardim Ornamental	J5	-4.226093	-38.926276
	Pacoti	Jardim Ornamental	J6	-4.225454	-38.926276
	Pacoti	Jardim ornamental	J7	-4.223779	-38.926331
	Pacoti	Jardim Ornamental	J8	-4.224944	-38.925537
	Pacoti	Antropizada	A5	-4.219273	-38.925055
	Pacoti	Antropizada	A6	-4.247522	-38.927017
	Pacoti	Antropizada	A7	-4.216122	-38.923776
	Pacoti	Antropizada	A8	-4.222726	-38.926915
	Pacoti	Conservada	C5	-4.215111	-38.926363
	Pacoti	Conservada	C6	-4.212416	-38.925537
	Pacoti	Conservada	C7	-4.209746	-38.923765
	Pacoti	Conservada	C8	-4.210747	-38.918798
Hotel Vale das Nuvens	Guaramiranga	Jardim Ornamental	J9	-4.266180	-38.917217
	Guaramiranga	Jardim Ornamental	J10	-4.265421	-38.917094
	Guaramiranga	Jardim ornamental	J11	-4.265681	-38.917297

Figura 2 - Distribuição dos pontos de coleta nos municípios de Pacoti e Guaramiranga na APA da Serra de Baturité.

- A) Ambiente antropizado, conservado e jardim demarcados nas áreas florestais do Hotel Chale Nosso Sítio.
 B) Ambiente antropizado, conservado e jardim demarcado nas áreas florestais do Hotel Vale das Nuvens
 C) Ambiente antropizado, conservado e jardim demarcado nas áreas florestais do Campus Experimental de Educação Ambiental (UECE).
 D) Ambiente antropizado, conservado e jardim demarcado nas áreas florestais do Refúgio de Vida Silvestre Periquito Cara-Suja. Ambientes Secundários (A), Conservadas (C) e Jardim (J)



Fonte: Nogueira (2025)

Figura 3-14 - Imagens de cada ponto de coleta do Hotel Vale das Nuvens no município de Guaramiranga, dentro da APA da Serra de Baturité. (3-6) pontos do jardim ornamental; (7-10) pontos dos ambientes antropizados; (11- 14) pontos da floresta conservada.



Imagem da autora

Figuras 15-26 - Imagens de cada ponto de coleta do Revis no município de Guaramiranga, dentro da APA da Serra de Baturité. (15-18) pontos do jardim ornamental; (19-22) pontos dos ambientes antropizados; (23-26) pontos da floresta conservada.



Imagem da autora

Figura 27-38 - Imagens de cada ponto de coleta do Campus da UECE no município de Pacoti, dentro da APA da Serra de Baturité. (27-30) pontos do jardim ornamental; (31-34) pontos dos ambientes antropizados; (35-48) pontos da floresta conservada.



Imagem da autora

Figuras 39-46 - Imagens de cada ponto de coleta do Chalé Nosso Sítio no município de Pacoti, dentro da APA da Serra de Baturité. (42-45) pontos da floresta secundária; (46-49) pontos da floresta conservada.



Imagem da autora

As coletas foram feitas em cada ponto de observação de forma manual, com o auxílio de uma tesoura de poda no decorrer do percurso da trilha, através da metodologia da caminhada. Em cada ponto, as plantas eram vistoriadas até 2 metros de altura à procura das galhas por 40 minutos, com uma equipe de pessoas, no qual era dividido uma pessoa por ponto. Sempre que uma galha era achada, era coletada e registrada, prosseguindo com a busca por mais galhas até que os 40 minutos fossem encerrados. Depois, seguíamos para o próximo ponto.

Foram coletadas partes das plantas que continham a presença das galhas. Essas amostras foram coletadas, etiquetadas com a informação do ponto, local e data de coleta foram armazenadas em sacos plásticos transparentes para serem encaminhadas ao laboratório para serem classificadas seguindo a classificação morfológica proposta por Isaias et al. (2013).

Após as coletas realizadas em campo as amostras foram direcionadas para o laboratório do MHNCE-UECE³ no qual foram separadas e triadas. As amostras foram fotografadas e posteriormente divididas em dois grupos: uma parte para criação dos insetos e outra parte para a produção de exsicatas. A criação de galhas consiste no armazenamento da amostra em potes plásticos transparentes, sendo vistoriados diariamente para saber se o inseto indutor da galha ou fauna associada eclodiram. Após a eclosão do inseto, o mesmo era colocado em eppendorfs com álcool 96% para posteriormente serem montados em lâminas e identificados de acordo com a literatura taxonômica, o mesmo procedimento feito também para a fauna associada a essas galhas.

Após esta etapa de vistoria, um outro processo realizado foi a abertura de galhas para ver o tipo da câmara da galha e visualizar se haveria a presença de larvas, pupas ou insetos indutores. Todos os insetos e larvas obtidos foram conservados em álcool 96%, e foram preparados de acordo com a metodologia indicada para cada grupo, para identificação no menor nível taxonômico possível. Todo o material coletado está depositado na Coleção de Entomologia do MHNCE.

Foram produzidas exsicatas das amostras das plantas hospedeiras seguindo a norma de procedimento de montagem de acordo com Neto (2013), foram levadas para a estufa para secar, e logo após este processo as amostras foram realocadas para o Laboratório de Biogeografia e Estudos da Vegetação - (UFC)⁴ em Fortaleza para serem identificadas.

4.3 Análise de dados

Os dados obtidos do número de morfotipos de galhas por local foram analisados em duas etapas, para verificar o efeito dos ambientes na riqueza e ocorrência de galhas, ambas utilizando o pacote STATS do programa do R.

Com isso, foi comparada a riqueza de galhas entre os ambientes de floresta conservada, floresta antropizada e jardins ornamentais. Foram calculados os dados das amostras, e, para cada amostra, foi somada a riqueza (riqueza média) para um tamanho de amostra igual ao menor tamanho de amostra em seu conjunto de dados, gerando assim um gráfico estatístico.

Os gráficos serviram para a determinação de quais locais tinham maior ou menor incidência de galhas e riqueza de espécies. Também foi verificado se a incidência e a riqueza de galhas diferia significativamente entre as florestas conservadas, antropizadas e os jardins utilizando o teste de ANOVA. Para isso, avaliamos a normalidade dos dados usando o teste de Shapiro-Wilk, individualmente para cada tipo de ambiente: áreas conservadas, áreas secundárias e jardins. Quando os dados foram normais, foi realizada uma ANOVA para comparar a riqueza de espécies entre os três tipos de ambientes. Para a incidência de galhas, os dados não eram normais e foi utilizado o teste de Kruskal-Wallis, como alternativa não paramétrica. A incidência e riqueza de galhas entre os ambientes foi plotada em boxplots para avaliar visualmente as diferenças entre os grupos.

³ Museu de História Natural do Ceará Prof. Dias da Rocha (MHNCE-UECE) em Pacoti-CE.

⁴Laboratório de Biogeografia e Estudos da Vegetação (BIOVEG) - Instituto de Ciências do Mar (LABOMAR/UFC)

5 RESULTADOS

5.1 Riqueza das galhas

A riqueza de galhas encontrada nesse estudo totalizou 79 morfotipos associadas a 19 espécies de plantas, pertencentes a 15 famílias botânicas (Asteraceae, Anacardiaceae, Burseraceae, Clusiaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Hypericaceae, Lauraceae, Melastomataceae, Myrtaceae, Piperaceae, Rubiaceae, Sapindaceae, Solanaceae e Verbenaceae) (ver tabela 2 e figuras 47-124).

Nas espécies vegetais com galhas coletadas foram encontrados seis tipos morfológicos de galhas variadas, sendo elas: globóide (N=42) (53,2%), fusiforme (N=14) (17,7%), cônica (N=9) (11,4%), cilíndrica (N=8) (10,1%), lenticular (N=4) (5,1%) e a margem enrolada (N=2) (2,5%). Essas estruturas ocorreram principalmente em folhas (N=41) e caules (N=29), mas também foram registradas em gemas e nervuras, com coloração variando entre verde (N=48) (59,43%), marrom (N=28) (36,70%), rosada (N=1) (1,26%) e amarela (N=2) (2,53%). Quanto à pubescência, foram observadas tanto galhas pilosas (N=24) (30,38%) quanto as glabras (N=55) (69,62%).

Tabela 2: Caracterização das galhas (quanto ao órgão de ocorrência, forma, pubescência, coloração) com os insetos indutores e fauna associada, em áreas investigadas nos Municípios de Guaramiranga e Pacoti, de abril a julho de 2024. (UECE) - Campus Experimental de Educação Ambiental e Ecologia da Universidade Estadual do Ceará em Pacoti, (CNS) - Chalé Nosso Sítio em Pacoti, (HVN) - Hotel Vale das Nuvens em Guaramiranga e (REVIS) - Refúgio da Vida Silvestre Periquito Cara-Suja em Guaramiranga. (PA) - Parasitóide, (IN) Inquilino e (SU) Sucessor.

Família	Espécie	Órgão	Forma	Cor	Pubescência	Indutor	Fauna Associada	Local	Figuras
Asteraceae		caule	globóide	verde	pilosa	Cecidomyiida e (Diptera)		UECE	47
Anacardiaceae	<i>Thyrsodium spruceanum</i> Benth.,	caule	globóide	verde	glabra			UECE	48
Burseraceae	<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand,	folha	cônica	marrom	glabra	Cecidomyiida e (Diptera)	Hymenoptera (PA)	UECE, CNS, HVN, REVIS	49
Clusiaceae	<i>Clusia sp.</i> <i>Clusia L.</i>	caule	globóide	verde	glabra			HVN	50
Euphorbiaceae	<i>Croton sp 1</i> <i>Croton L.</i>	nervura	lenticular	verde	pilosa		Psocoptera (IN)	HVN	51
	<i>Croton sp 1</i> <i>Croton L.</i>	folha	globóide	verde	pilosa			HVN	52
Fabaceae		folha	globóide	verde	glabra		Hymenoptera (PA)	HVN	53
Fabaceae	<i>Inga sp</i>	folha	globóide	marrom	pilosa	Cecidomyiida e (Diptera)		HVN, REVIS, UECE	54

	<i>Inga sp</i>	folha	globóide	marrom	pilosa	Cecidomyiidae (Diptera)	REVIS, HVN, UECE	55
Hypericaceae	<i>Vismia guianensis</i> (Aubl.) Choisy,	caule	globóide	marrom	glabra		REVIS, HVN	56
Lauraceae	<i>Ocotea sp</i>	folha	globóide	verde	pilosa	Cecidomyiidae (Diptera)	UECE	57
Melastomataceae	<i>Clidemia hirta</i> (Aubl.) Choisy,	folha	globóide	verde	glabra		HVN	58
	<i>Miconia sp</i> 1 Ruiz & Pavón,	folha	globóide	verde	pilosa		UECE, CNS, REVIS	59
	<i>Miconia sp</i> 1 Ruiz & Pavón,	caule	globóide	verde	glabra		UECE	60
		caule	globóide	verde	glabra		CNS, HVN, REVIS	61
		caule	globóide	verde	glabra	Formicidae (Hymenoptera) (SU)	CNS, HVN, REVIS	62
		nervur a	globóide	verde	glabra	Formicidae (Hymenoptera) (SU)	CNS, HVN, REVIS	63

Myrtaceae	<i>Eugenia sp</i> L.,	folha	globóide	marrom	glabra			REVIS	64
	<i>Myrcia silvatica</i> (G.Mey.) DC.,	caule	cônica	marrom	glabra			UECE	65
	<i>Myrciaria sp</i> O.Berg,	folha	globóide	verde	glabra			UECE	66
	<i>Myrcia of mentosa</i> G.Mey.,	caule	cônica	verde	glabra	Cecidomyiida e (Diptera)		UECE	67
		folha	globóide	rosada	glabra			CNS, UECE, REVIS	68
		caule	fusiforme	marrom	pilosa			HVN, UECE	69
Piperaceae	<i>Piper arboreum</i> L.,	folha	globóide	verde	glabra	Cecidomyiida e (Diptera)	Hymenoptera (PA), Psocoptera (IN), Coleoptera (IN), Acari (SU)	UECE, HVN, REVIS CNS	70
	<i>Piper arboreum</i> L.,	folha	lenticular	verde	glabra	Cecidomyiida e (Diptera)	Sciaridae (Diptera) (IN), Coccinellidae (Coleoptera) (IN)	UECE, HVN, REVIS CNS	71
Rubiaceae		nervura	fusiforme	verde	glabra		Hymenoptera (PA)	UECE, REVIS	72
	<i>Palicourea guianensis</i> Aubl.,	folha	globóide	marrom	pilosa			CNS	73

Sapindaceae	<i>Paullinia pinnata</i> L.,	folha	lenticular	marrom	glabra			REVIS	74
Solanaceae	<i>Acnistus arborescens</i> Cav.,	caule	fusiforme	verde	glabra			REVIS	75
Verbenaceae	<i>Lantana camara</i> L.,	folha	globóide	verde	pilosa	<i>Schismatodiplosis lantanae</i> Rübsaame, 1907 (Diptera, Cecidomyiidae)	Hymenoptera (PA)	HVN, REVIS	76
Indeterminada sp 1		folha	margem enrolada	verde	glabra			CNS	77
Indeterminada sp 2		nervura	fusiforme	verde	glabra		Hymenoptera (PA)	CNS	78
Indeterminada sp 3		gema	globóide	verde	pilosa	Cecidomyiidae (Diptera)	Hymenoptera (PA)	CNS, UECE	79
Indeterminada sp 4		folha	fusiforme	verde	glabra			CNS	80
Indeterminada sp 5		folha	globóide	marrom	glabra			UECE	81
Indeterminada sp 6		folha	cilíndrica	verde	glabra			UECE, REVIS, CNS	82
Indeterminada sp 7		folha	globóide	verde	glabra			UECE, REVIS, CNS	83
Indeterminada sp 8		caule	fusiforme	marrom	glabra			UECE	84

Indeterminada sp 9	folha	globóide	marrom	pilosa			HVN, UECE, CNS	85
Indeterminada sp 10	folha	cônica	verde	glabra			HVN	86
Indeterminada sp 11	folha	globóide	verde	glabra			HVN, UECE, CNS	87
Indeterminada sp 12	caule	globóide	marrom	pilosa			HVN	88
Indeterminada sp 13	gema	globóide	verde	glabra		Hymenoptera (PA)	HVN	89
Indeterminada sp 14	folha	cilíndrica	verde	glabra			HVN, REVIS	90
Indeterminada sp 15	folha	globóide	marrom	glabra			HVN	91
Indeterminada sp 16	nervura	cilíndrica	verde	glabra			HVN, REVIS	92
Indeterminada sp 17	folha	cilíndrica	verde	glabra	Cecidomyiidae (Diptera)	Hymenoptera (PA)	HVN	93
Indeterminada sp 18	folha	lenticular	verde	glabra			HVN, UECE, CNS	94
Indeterminada sp 19	folha	globóide	marrom	pilosa			HVN, UECE, CNS	95
Indeterminada sp 20	folha	globóide	verde	glabra			HVN	96
Indeterminada sp 21	folha	globóide	marrom	glabra			REVIS	97
Indeterminada sp 22	caule	fusiforme	marrom	pilosa			REVIS	98
Indeterminada sp 23	caule	globóide	verde	glabra			REVIS	99

Indeterminada sp 24	folha	globóide	amarelo	glabra	Hemiptera (IN), Acari (SU)	REVIS, HVN	100
Indeterminada sp 25	folha	cilíndrica	marrom	glabra		UECE	101
Indeterminada sp 26	folha	cilíndrica	marrom	glabra		UECE	102
Indeterminada sp 27	caule	fusiforme	marrom	pilosa		UECE	103
Indeterminada sp 28	caule	globóide	verde	glabra		UECE	104
Indeterminada sp 29	caule	fusiforme	marrom	pilosa	Coleoptera (IN)	UECE	105
Indeterminada sp 30	gema	cilíndrica	verde	glabra		CNS, HVN	106
Indeterminada sp 31	folha	cônica	verde	glabra		UECE, REVIS	107
Indeterminada sp 32	folha	globóide	amarelo	glabra		HVN, REVIS	108
Indeterminada sp 33	folha	globóide	marrom	glabra		HVN	109
					Cecidomyiidae (Diptera)		
Indeterminada sp 34	folha	globóide	marrom	pilosa		HVN	110
Indeterminada sp 35	folha	cilíndrica	verde	glabra		HVN, UECE	111
Indeterminada sp 36	caule	cônica	marrom	pilosa		REVIS	112
Indeterminada sp 37	caule	fusiforme	verde	glabra		REVIS	113
Indeterminada sp 38	nervura	globóide	verde	glabra		REVIS	114
Indeterminada sp 39	caule	globóide	verde	glabra	Collembola (IN)	REVIS	115
Indeterminada sp 40	caule	fusiforme	marrom	pilosa		REVIS	116

Indeterminada sp 41	caule	globóide	verde	glabra		CNS	117
Indeterminada sp 42	caule	cônica	verde	pilosa		REVIS	118
	folha	marg em enrol ada	verde	glabra	Formicidae (Hymenoptera) (SU)	UECE	119
Indeterminada sp 43	caule	fusiforme	marrom	glabra		CNS	120
Indeterminada sp 44	caule	cônica	verde	glabra		CNS, UECE	121
Indeterminada sp 45	caule	globóide	marrom	pilosa		CNS	122
Indeterminada sp 46	folha	fusiforme	verde	pilosa	Psocoptera (IN)	HVN	123
Indeterminada sp 47	caule	fusiforme	marrom	pilosa	Cecidomyiidae (Diptera)	HVN	124

Figuras 47-66 - Galhas de insetos coletadas. (47) Asteraceae, galha caulinar globóide; (48) *Thyrsodium spruceanum*, galha caulinar globóide; (49) *Protium heptaphyllum*, galha foliar cônica; (50) *Clusia* sp, galha caulinar globóide; (51) *Croton* sp 1, galha foliar globóide; (52) *Croton* sp 1, galha foliar lenticular; (53) Fabaceae não determinada, galha foliar globóide; (54) *Inga* sp, galha foliar globóide; (55) *Inga* sp, galha foliar globóide; (56) *Vismia guianensis*, galha caulinar globóide; (57) *Ocotea* sp, galha foliar globóide; (58) *Clidemia hirta*, galha foliar globóide; (59) *Miconia prasina* 1, galha foliar globóide; (60) *Miconia prasina*, galha caulinar globóide; (61-62) Melastomataceae não determinada: (61) galha caulinar globóide; (62) galha caulinar globóide; (63) *Miconia prasina*, espessamento da nervura foliar globóide; (64) *Eugenia* sp. galha foliar globóide; (65) *Myrcia silvatica*, galha caulinar cônica; (66) *Myrciaria* sp, galha foliar globóide.



Figuras 67-86 - Galhas de insetos coletadas. (67) *Myrcia of mentosa*, galha caulinar cônica; (68) Myrtaceae não identificada, galha foliar globóide; (69) Myrtaceae não identificada, galha caulinar fusiforme; (70) *Piper Arboreum*, galha foliar globóide; (71) *Piper arboreum*, galha foliar lenticular; (72) Rubiaceae não identificada, espessamento nervura fusiforme; (73) *Palicourea guianensis*, galha foliar globóide; (74) *Paullinia pinnata*, galha foliar lenticular; (75) *Acnistus arborescens*, espessamento caulinar fusiforme; (76) Indeterminada *sp* 1, galha foliar margem enrolada; (77) indeterminada *sp* 2, espessamento nervura foliar fusiforme (78) Indeterminada *sp* 3, galha gemelar globóide; (79) Indeterminada *sp* 4, galha foliar fusiforme; (80) Indeterminada *sp* 5, galha foliar globóide; (81) Indeterminada *sp* 6, galha foliar cilíndrica; (82) Indeterminada *sp* 7 galha foliar globóide; (83) Indeterminada *sp* 8 galha foliar globóide; (84) Indeterminada *sp* 9 galha caulinar fusiforme; (85) Indeterminada *sp* 10 galha foliar cônica; (86) Indeterminada *sp* 11 galha foliar cônica.



Figuras 87-106 - Galhas de insetos coletadas. (87) Indeterminada *sp* 12, galha foliar globóide; (88) Indeterminada *sp* 13, galha caulinar globóide; (89) Indeterminada *sp* 14, galha gemelar globóide; (90) Indeterminada *sp* 15, galha foliar cilíndrica; (91) Indeterminada *sp* 16, galha foliar globóide; (92) Indeterminada *sp* 17, espessamento nervura cilíndrica; (93) Indeterminada *sp* 18, galha foliar cilíndrica; (94) Indeterminada *sp* 19, galha foliar lenticular; (95) Indeterminada *sp* 20, galha foliar globóide; (96) Indeterminada *sp* 21, galha foliar globóide; (97) indeterminada *sp* 22, galha foliar globóide; (98) Indeterminada *sp* 23, espessamento caulinar fusiforme; (99) Indeterminada *sp* 24, galha caulinar globóide; (100) Indeterminada *sp* 25, galha foliar globóide; (101) Indeterminada *sp* 26, galha foliar cilíndrica; (102) Indeterminada *sp* 27, galha foliar cilíndrica; (103) Indeterminada *sp* 28 espessamento caulinar fusiforme; (104) Indeterminada *sp* 29 galha caulinar globóide; (105) Indeterminada *sp* 30 espessamento caulinar fusiforme; (106) Indeterminada *sp* 31 galha gemelar cilíndrica.



Figuras 107-124- Galhas de insetos coletadas. (107) Indeterminada *sp* 32, galha foliar cônica; (108) Indeterminada *sp* 33, galha foliar globóide; (109) Indeterminada *sp* 34, galha foliar globóide; (110) Indeterminada *sp* 35, galha foliar globóide; (111) Indeterminada *sp* 36, galha foliar cilíndrica; (112) Indeterminada *sp* 37, galha caulinar cônica; (113) Indeterminada *sp* 38, espessamento caulinar fusiforme; (114) Indeterminada *sp* 39, espessamento nervura globóide; ; (115) Indeterminada *sp* 40, galha caulinar globóide; (116) Indeterminada *sp* 41, galha caulinar fusiforme; (117) indeterminada *sp* 42, galha caulinar globóide; (118) Indeterminada *sp* 43, galha caulinar cônica; (119) Indeterminada *sp* 44, espessamento caulinar fusiforme; (120) Indeterminada *sp* 45, galha caulinar cônica; (121) Indeterminada *sp* 46, galha caulinar globóide; (122) Indeterminada *sp* 47, galha foliar fusiforme; (123) Indeterminada *sp* 48 espessamento caulinar fusiforme; (124) Indeterminada *sp* 49 galha caulinar globóide.



A família Cecidomyiidae (Diptera) foi o grupo mais registrado como indutor de galhas (N=13). Para alguns morfotipos não foi possível a identificação dos indutores, devido às galhas apresentarem suas câmaras vazias, com exceção das galhas de *Schismatodiplosis*

lantanae Rübsaamen, 1907, o Cecidomyiidae indutor da galha de *Lantana camara* L., 1753 (Verbenaceae).

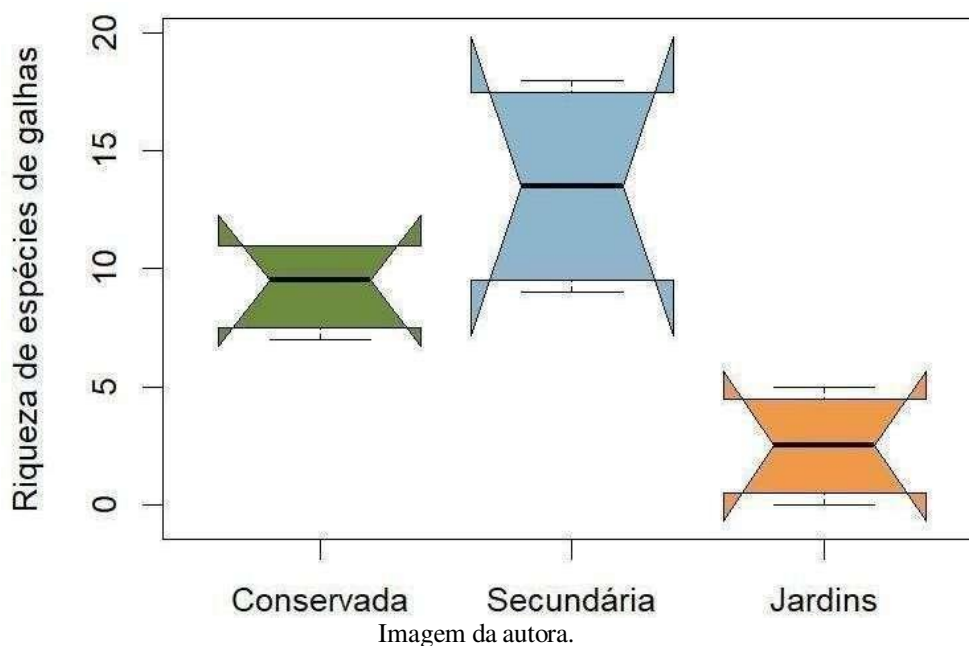
Além dos indutores de galhas, também registramos a fauna associada às galhas. No total, 5 ordens de insetos e 1 quelicerado foram registrados, a saber parasitóides, sucessores e inquilinos, tais como Hymenoptera (parasitóides), Formicidae (sucessor), e os inquilinos Psocoptera, Collembola, Coccinellidae (Coleoptera), Sciaridae (Diptera) e Acari.

Nos jardins, a riqueza apresentou uma soma baixa entre 0 e 5 morfoespécies, no qual destaca-se os jardins do Campus da UECE que não houve nenhum registro de galha durante os quatro meses, diferindo dos jardins do Vale das Nuvens e da Revis (Ver tabela 2). Já nas áreas de florestas antropizadas, os valores de incidência e riqueza apresentaram os maiores valores registrados, tendo o Hotel Vale das Nuvens com maior número de ocorrências e espécies (N=18). Esses resultados nos mostram que mesmo em áreas antropizadas o ambiente ainda apresenta uma boa diversidade. Por fim, as áreas conservadas mostram uma riqueza com valores entre 7 e 11 espécies por local. A maior riqueza foi observada no Hotel Vale das Nuvens e Revis com ambas 11 espécies (Tabela 3).

Tabela 3 - Número total de riqueza de incidência e espécies de galhas por ambientes na APA da Serra de Baturité, Ceará, Brasil.

Ambientes	Riqueza
Jardim Chalé Nosso Sítio	1
Jardim Campus da UECE	0
Jardim Hotel Vale das Nuvens	4
Jardim Revis	5
Antropizada Chalé Nosso Sítio	9
Antropizada Campus da UECE	17
Antropizada Hotel Vale das Nuvens	18
Antropizada Revis	10
Conservada Chalé Nosso Sítio	8
Conservada Campus UECE	7
Conservada Hotel Vale das Nuvens	11
Conservada Revis	11

Figura 125 - Riqueza de espécies de galhas da amostragem realizada nos ambientes dos municípios de Guaramiranga e Pacoti, na APA da Serra de Baturité, Ceará.



Pode-se observar que o gráfico acima mostra a comparação da riqueza de galhas nos três diferentes tipos de ambientes (Figura 4). Esta riqueza trata-se do número de espécies de galhas diferentes. As áreas de florestas secundárias apresentaram o maior valor de riqueza de espécies de galhas entre os ambientes. A mediana está mais elevada e os valores tiveram variação, indicando uma diferença na composição de espécies. As áreas conservadas apresentam valores intermediários da riqueza. Apesar de apresentarem menor variação do que nas áreas antropizadas, esses ambientes mantêm uma diversidade grande de galhas, podendo ser devido à presença de plantas nativas e a estabilidade ambiental que favorecem um certo equilíbrio para os insetos galhadores sem perturbações antrópicas.

Já os jardins apresentaram a menor incidência e a menor riqueza de galhas entre as amostras, com valores de incidência e riqueza significativamente menores que nas áreas de floresta conservada e antropizada. Esse resultado reflete a homogeneidade dos jardins, com menos espécies vegetais, majoritariamente plantas exóticas e poucas espécies da flora nativa presentes. Nos jardins, a maioria das galhas presentes estava alojada em plantas nativas não cultivadas, que se dispersaram sozinhas para as áreas cultivadas e estavam se desenvolvendo como plantas espontâneas como as espécies das famílias Piperaceae e Melastomataceae.

Os testes realizados de normalidade apontaram que os dados de riqueza não diferem de uma distribuição normal, permitindo o uso de uma ANOVA para comparar a riqueza entre

os ambientes. A ANOVA mostrou diferenças significativas na riqueza entre os ambientes ($p = 0,00123$). O teste post hoc de Tukey mostrou que os jardins possuem riqueza de galhas significativamente menor, tanto em relação às áreas de florestas conservadas ($p = 0,03957$) quanto às áreas de floresta antropizadas ($p = 0,002529$). Isto posto, indica um padrão claro de menor riqueza nos jardins ornamentais. Ainda assim, algumas espécies de galhas tiveram registros nos jardins, ocorrendo justamente nas plantas nativas presentes nesses jardins. As florestas antropizadas possuíram as maiores riquezas, mas estatisticamente esses valores não diferiram significativamente da riqueza das florestas conservadas ($p = 0,2078$), essa diferença se dá pelos intervalos de confiança (Tabela 4).

Tabela 4: Resultado do valor de P^* (*Teste de Tukey) em comparação entre os ambientes.

Ambientes		Valor de P^*
Conservado	Secundário	$p = 0,2078$
Conservado	Jardim	$p = 0,03957$
Secundário	Jardim	$p = 0,002529$

5.2 Ocorrência das galhas

Ao todo foram coletadas 1099 amostras de plantas com galhas durante o estudo, dentre elas as famílias que mais predominaram foram Piperaceae ($n=201$) e Melastomataceae ($n=75$). Na tabela 3 pode-se observar o valor da soma total das áreas de coleta, totalizando sua ocorrência por local e ambiente.

Tabela 5: Número total de indivíduos coletados em diferentes ambientes (Antropizada, Conservada e Jardim Ornamental) distribuídos nos quatro locais amostrados. A (Antropizada), C (Conservada) e J (Jardim).

Local	Ambiente	Pontos	Total Coletado
Campus UECE - Pacoti	Antropizada	A1, A2, A3, A4	157
Campus UECE - Pacoti	Conservada	C1, C2, C3, C4	127
Campus UECE - Pacoti	Jardim Ornamental	J1, J2, J3, J4	6
Chalé Nosso Sítio - Pacoti	Antropizada	A5, A6, A7, A8	142
Chalé Nosso Sítio - Pacoti	Conservada	C5, C6, C7, C8	124
Chalé Nosso Sítio - Pacoti	Jardim Ornamental	J5, J6, J7, J8	6
REVIS - Guaramiranga	Antropizada	A9, A10, A11, A12	83
REVIS - Guaramiranga	Conservada	C9, C10, C11, C12	137
REVIS - Guaramiranga	Jardim Ornamental	J9, J10, J11, J12	27
Hotel Vale das Nuvens - Guaramiranga	Antropizada	A13, A14, A15, A16	146
Hotel Vale das Nuvens - Guaramiranga	Conservada	C13, C14, C15, C16	122
Hotel Vale das Nuvens - Guaramiranga	Jardim Ornamental	J13, J14, J15, J16	19

O teste de Kruskal-Wallis, mostrou diferença estatisticamente significativa em relação à ocorrência nos diferentes ambientes ($p = 0,01806$). Abaixo apresentamos a contagem de galhas registradas em cada ambiente: floresta conservada, floresta antropizada e jardins ornamentais (ver figura 5).

Figura 126 - Ocorrência de galhas em função do tipo de ambiente da amostragem realizada nos municípios de Guaramiranga e Pacoti, na APA da Serra de Baturité, Ceará.

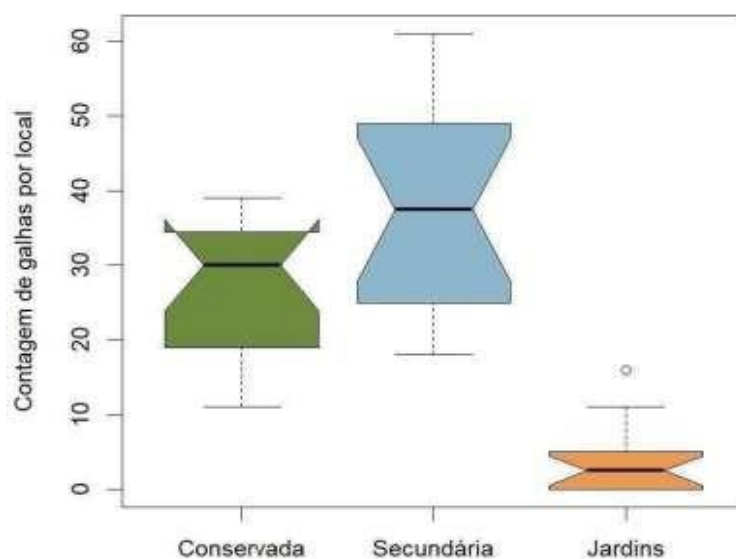


Imagem da autora.

O gráfico acima mostra através do diagrama a variação na ocorrência das galhas analisadas nos três tipos de ambiente estudado. Observa-se que na floresta antropizada houve uma apresentação com maior variação e os valores medianos maiores de ocorrência, mostrando que esse ambiente apesar de ser antropizado, ainda sim apresenta boas condições para a presença dos organismos de estudo. Essa ocorrência elevada nas áreas antropizadas pode ser associada aos seguintes fatores, tanto ao abrigo de espécies pioneiras quanto a remanescentes da vegetação nativa.

Já nas florestas conservadas, a ocorrência também teve um valor significativamente elevado, um pouco abaixo comparado com as florestas secundárias. O indicativo é de que a ocorrência é consistente no decorrer do tempo e se mantendo estável, refletindo a uma estabilidade ecológica no tipo de floresta.

Por outro lado, os jardins ornamentais tiveram valores menores em comparação com as florestas secundárias e conservadas, tendo uma mediana reduzida e baixa variação entre as coletas, o que indica que, de maneira geral, a presença de galhas nesse ambiente é limitada. Essa baixa ocorrência se dá pela predominância do uso de plantas exóticas e consequente limitação de plantas nativas, uso intensivo de podas, que podem reduzir a disponibilidade de insetos galhadores.

A presença desse outlier no gráfico dos jardins ornamentais, seria o ponto fora da curva, sugere que algum jardim apresentou uma condição favorável à ocorrência de galhas. Isso foi observado no jardim ornamental do Hotel Vale das Nuvens, com a ocorrência de 19 coletas (ver tabela 2), um valor alto, se comparado aos demais jardins. Essa ocorrência estava relacionada à presença de plantas nativas hospedeiras que crescem espontaneamente no jardim, se dispersando para a área cultivada a partir das florestas ao redor. Entretanto, o valor isolado desse outlier, não causa alteração no padrão da baixa ocorrência de galhas nos jardins ornamentais, mostrando que de modo geral eles são ambientes menos favoráveis ao desenvolvimento e interações ecológicas que contribuem para a formação das galhas, justamente pela falta das plantas hospedeiras nativas.

Desta forma, o gráfico certifica que a ocorrência das galhas está diretamente ligada ao grau de conservação, composição vegetacional e complexidade dos ambientes, sendo favorecida em áreas com maior diversidade e estrutura vegetal nativa.

6 DISCUSSÃO

Destacamos a riqueza de galhas e sua ocorrência, identificando 15 famílias botânicas com presença de galhas, destacando Melastomataceae, Myrtaceae e Piperaceae com a maior número de galhas encontradas. Estas famílias vegetais são de grande importância na composição florística das matas úmidas dos brejos de altitude, representando uma área de disjunção de florestas úmidas com conexão entre Mata Atlântica e Amazônia em meio à Caatinga (Silvera *et al.*, 2020).

O trabalho sobre a flora de Baturité por Silvera *et al.*, (2020) destaca a riqueza de espécies que as famílias vegetais apresentam, sendo elas Myrtaceae com 43 spp e Melastomataceae com 14 spp, corroborando assim para contribuição deste trabalho ao destacar as plantas hospedeiras de galhas. Por outro lado, o trabalho realizado por Santos, Almeida-Cortez, Fernandes (2011) sobre galhas na Mata Atlântica de Pernambuco, identificaram 28 famílias botânicas com ocorrências de galhas, pertencendo, principalmente, a Nyctaginaceae, Fabaceae, Meliaceae, Sapindaceae e Myrtaceae. Nossos resultados também obtiveram Fabaceae e Sapindaceae, mas em menor número comparado às famílias supracitadas. Em contrapartida, no Brasil, Fabaceae é uma das famílias mais ricas em espécies hospedeiras de insetos galhadores (Santos-Silva; Araujo, 2020; Urso-Guimarães; Araújo; Santos, 2024).

Os resultados deste trabalho apontam que os órgãos mais afetados foram as folhas, seguidas do caule. Esse é um padrão geral encontrado já que a folha é normalmente o órgão mais disponível, este resultado pode ser comparado com demais estudos realizados por Carvalho-Fernandes *et al.*, (2012), Santos *et al.*, (2011); Fernandes *et al.*, (2009). A coloração das galhas também foi estudada por outros autores, em sua maior predominância temos a coloração verde com a presente abundância de pigmentos fotossintetizantes, mas também pode ser encontradas outros tipos de colorações, como vermelhas, marrom ou amarelo (Inbar *et al.*, 2010; Dias *et al.*, 2013; Santana *et al.*, 2014).

Sobre a fauna indutora dessas galhas, os Cecidomyiidae (Diptera) foram os principais responsáveis por induzirem as galhas em nossa área de estudos, um padrão também encontrado em outras áreas (Fernandes *et al.*, 1996; Santana *et al.*, 2014). A identificação em nível de espécies dos indutores de galhas é mais difícil, devido à dificuldade de criação do material em laboratório, por haver poucos trabalhos voltados para a taxonomia do grupo no Ceará, como por exemplo o de Alcântara *et al.* (2016), e também pelo conhecimento

taxonômico incipiente dos galhadores, o único Cecidomyiidae identificado a nível de espécie foi *Schismatodiplosis lantanae*, o Cecidomyiidae indutor da galha de *Lantana camara* (Verbenaceae). Já em relação à fauna associada a essas galhas foram encontradas em grande maioria a presença de Hymenopteras parasitóides, ou seja, inimigos naturais da família Cecidomyiidae (Gagné, 1994; Menezes, 2023).

De acordo com Santos *et al.*, (2011) os trabalhos com insetos galhadores em área florestal de Mata Atlântica estão concentrados nas regiões do Sul e Sudeste, diferentemente da região Nordeste, principalmente em locais de brejos de altitude. Alcântara *et al.*, (2016) afirma que no Ceará os trabalhos sobre as galhas são de baixa ocorrência, e pouco se sabe sobre a riqueza presente no estado, pois os estudos que têm são voltados para o foco agrônomo.

Nossos resultados obtiveram uma riqueza de 79 morfotipos de galhas, similarmente, aos resultados de Santos *et al.*, (2011) com 80 morfotipos coletados em brejos de altitude em Pernambuco. Ambos trabalharam com a riqueza, e isso se aplica às questões a serem avaliadas entre as diferenças metodológicas, e as áreas desses brejos de altitudes que tendem a sofrer consequências com perda de habitat, agricultura, entre outros fatores das ações antrópicas (Santos *et al.*, 2011; Tabarelli *et al.*, 2004). Além disso, de forma mais ampla, na Mata Atlântica, diferentes números de morfotipos de galhas foram coletadas, a saber 136 morfotipos em Pernambuco (Santos; Almeida-Cortez; Fernandes 2012), 273 espécies galhadoras no sudeste brasileiro (Fernandes *et al.*, 2001) e 32 morfoespécies em um remanescente urbano em Pernambuco (Fernandes *et al.*, 2009).

Já os resultados deste trabalho nos brejos de altitude da APA da Serra de Baturité podem ser comparados com o trabalho desenvolvido por Alcântara *et al.*, (2016), sendo este o único registro de trabalho no Ceará na floresta de Mata Atlântica em brejo de altitude. Este trabalho resultou em uma riqueza de 79 morfotipos de galhas me 19 espécies e 16 famílias, e uma ocorrência de 1099 amostras em três categorias de ambiente, diferentemente dos resultados obtidos por Alcântara *et al.*, (2016) que obteve uma riqueza em 48 morfotipos de galhas associados em 19 espécies e 16 famílias em duas áreas, sendo elas de Caatinga em Sobral e Mata Atlântica em Ibiapina.

Os estudos mostram que os ambientes com vegetação de Mata Atlântica, por possuírem maior estrutura vegetal e melhor estado de conservação, apresentam maior riqueza e diversidade de galhas. Alcântara *et al.*, (2016) apresentou 39 morfotipos na área florestal em Ibiapina, isso mostra que tanto o presente trabalho realizado na Serra de Baturité, como o de

Alcantara *et al.*, (2016) que o tipo florestal abriga uma maior riqueza comparado a área de Caatinga. E esse tipo de riqueza em Mata Atlântica pode ser observado através dos trabalhos de Fernandes *et al.* (2009), Silva *et al.* (2011) e Santos *et al.* (2012) em Pernambuco.

6.1 Ocorrência e riqueza de galhas nos diferentes ambientes amostrados

As áreas antropizadas obtiveram o maior valor de riqueza em relação aos demais ambientes, e isso se dá devido à dinâmica de vegetação e estrutura dos ambientes (Fernandes *et al.*, 2010). As florestas secundárias são uma área de vegetação em regeneração que sofreu ou sofre com algumas ações de interferência humana (como desmatamento, ou uso agrícola), mas estão em processo de regeneração natural. Essas florestas secundárias possuíam uma mistura entre as espécies de plantas pioneiras, plantas nativas antigas remanescentes e plantas de menor porte, algumas arbustivas com alta incidência de galhas como Vochysiaceae, Fabaceae e Malpighiaceae (Araújo *et al.*, 2014).

Embora a diferença de riqueza entre as áreas secundárias e conservadas não tenha sido estatisticamente significativa, houve uma tendência das áreas secundárias de terem maior riqueza nominal. Isso poderia ser explicado por duas hipóteses não mutuamente excludentes: o fato de que parte da riqueza (talvez uma parte elevada) de galhas esteja no dossel da floresta conservada, e portanto fora do alcance de nossa amostragem; ou talvez pela hipótese do distúrbio intermediário. Por um lado, pode-se aventar a hipótese do distúrbio intermediário (HDI), pois de acordo com Moi *et al.* (2020) uma perturbação intermediária no ambiente pode resultar em uma riqueza maior de galhas, mostrando a diversidade em ambientes com moderada perturbação. Isso também destaca a importância das áreas de florestas que regeneram para a fauna. Mesmo florestas secundárias são importantes para a manutenção da biodiversidade.

Em nossos achados, os ambientes antropizados com maior riqueza de galhas coletadas estavam sob efeito de borda. Os trabalhos de Julião *et al.* (2004) e Araújo *et al.* (2011) também obtiveram maior riqueza de insetos galhadores em áreas sob efeito de borda, contudo não havia evidências significativas estatisticamente para tal afirmação. À vista disso, Araújo e Filho (2012) encontraram uma maior riqueza de espécies galhadoras em ambientes fragmentados mais próximas à borda, em comparação a habitats não perturbados e no interior da floresta amazônica. É importante frisar que tais estudos foram realizados em diferentes biomas com características próprias, porém, podem corroborar com outras pesquisas demonstrando a relação positiva da riqueza de insetos galhadores em habitats sob estresse.

Além disso, alinha-se a tendência que insetos galhadores ocorrem mais nesses ambientes (Fernandes; Price, 1988; Fernandes; Price, 1992 ; Gonçalves-Alvim; Fernandes, 2001).

Em contrapartida, as áreas conservadas apresentaram o valor de riqueza intermediária, pois o ambiente é mais estável e menos perturbado, com florestas densas e com menos variações na estrutura da vegetação (Maia *et al.*, 2022). Áreas conservadas possuem regeneração mais consistente, sendo que dosséis levam décadas de recuperação após perturbações ambientais (Baliva *et al.*, 2024). À vista disso, o fechamento do dossel em camadas superiores de árvores controlam amplamente a radiação do sub-bosque (Hagemeier; Leuschner, 2019). Insetos formadores de galhas, aparentemente demonstram possuir maior interesse por habitats do dossel superior, devido à vegetação esclerófila em florestas tropicais e subtropicais. A densidade e a sobrevivência de galhadores são significativamente maiores nos dosséis em detrimento ao sub-bosque (Ribeiro *et al.*, 2007; Ribeiro *et al.*, 2014). Os dados da literatura, portanto, indicam que na área de floresta conservada boa parte da riqueza de insetos galhadores provavelmente estavam na copa das árvores, portanto fora da nossa amostragem.

Contudo, o processo de coleta em dosséis são desafiadores devido à necessidade de diferentes fatores como o uso de equipamentos especializados (Schowalter *et al.*, 2021), estrutura física das árvores, mudanças ambientais e alteração longitudinal de insetos galhadores (Medianero *et al.*, 2010) e variações microclimáticas em dosséis (Kampichler *et al.*, 2002). Desta forma, como os insetos galhadores são geralmente muito específicos quanto às suas plantas hospedeiras, a menor diversidade de plantas pode limitar a quantidade de espécies de galhas nesses locais (Fernandes *et al.*, 1988). Além disso, a presença equilibrada de predadores e parasitas naturais em áreas preservadas pode controlar as populações de galhadores, influenciando também na sua diversidade (Fernandes *et al.*, 1988; Costa-Rezende *et al.*, 2021). Por outro lado, embora a maior riqueza nominal tenha ficado nas florestas degradadas, a diferença entre a ocorrência e riqueza de galhas entre elas e as florestas conservadas não foi significativamente diferente, ao passo que as diferenças foram significativamente diferentes entre as florestas e os jardins ornamentais.

A riqueza entre os ambientes possuem diferenças como apresentada nos resultados, os jardins apresentam uma riqueza baixíssima em comparação com os demais ambientes, isso pode ser justificado devido ao cultivo preferencial por plantas ornamentais exóticas no paisagismo cearense, substituindo as espécies vegetais nativas (Schlaepfer *et al.*, 2011; Moro *et al.* 2014; 2015; Rufino *et al.* 2019). As espécies exóticas introduzidas como plantas cultivadas nos jardins ornamentais não contribuíram para a manutenção da

biodiversidade de insetos galhadores e sua fauna associada, ao passo que as plantas nativas que, dispersando-se a partir da vegetação do entorno, ocuparam de modo espontâneo esses jardins, elevaram a quantidade e riqueza de galhas nos jardins.

As UCs são os principais meios de gestão ambiental para conter a perda da biodiversidade. No entanto, a eficácia dessas áreas em proteger a biodiversidade depende de alguns fatores, tais como a categoria de manejo, o grau de implementação do plano de manejo, as pressões antrópicas e recursos técnicos e financeiros (Geldmann *et al.*, 2015; Olacefs, 2015). Alguns estudos apontaram que as UCs têm impactos positivos na conservação da biodiversidade (Carranza *et al.*, 2014; Gray *et al.*, 2016). Porém, essa proteção tende a variar conforme o contexto do local, principalmente em nas APAs que permitem múltiplos usos humanos (Lima *et al.*, 2025; Do Vale Lima, 2023).

Por outro lado as UCs de uso sustentável, apesar de representarem a maior parte do território protegido no Brasil e de longe a maior área protegida no Ceará (Gomes *et al.* 2022), enfrentam desafios estruturais que comprometem sua eficácia. No caso específicos da APA da Serra de Baturité, apesar de ser reconhecida por área prioritária a conservação da biodiversidade da Caatinga (MMA, 2018), pode-se encontrar fortemente a presença de empreendimentos imobiliários, complexos turísticos e expansão urbana, além de áreas agrícolas. Esses fatores tendem a comprometer a efetividade da UC em proteger a biodiversidade nativa. Os resultados obtidos na pesquisa utilizando os galhadores como bioindicador, mostram que ambientes alterados, como jardins, apresentam menor riqueza de galhas refletindo uma redução na diversidade vegetal hospedeira, ao passo que a pouca diversidade de galhas presentes derivam de plantas nativas que crescem espontaneamente nos jardins. Essas plantas nativas deveriam ser, ativamente, incorporadas nos projetos de paisagismo local, a fim de ampliar a presença de fauna nativa em áreas urbanizadas e em jardins.

Os dados também mostram que áreas de floresta antropizada em regeneração podem conservar uma diversidade considerável de espécies de insetos, o que potencializa a ideia de que a conservação não se limita a áreas totalmente intactas, mas pode ser ampliada por meio de manejo e restauração ecológica (Chape *et al.*, 2005; Fernandes *et al.*, 2023).

As UCs de proteção integral geralmente oferecem a maior proteção à biodiversidade devido às restrições às atividades humanas diretas. Esse parece ser o caso da REVIS Periquito-Cara-Suja, que foi uma das áreas de amostragem deste estudo. O levantamento mostrou que nessa área a riqueza de insetos galhadores foi mais elevada em ambientes mais preservados que em outras áreas. Isso mostra que ambientes mais preservados

mantêm a vegetação nativa, com menor grau de fragmentação e estresse antrópico, o que favorece a presença de vegetais hospedeiras de insetos galhadores (Prestes, 2019). Parte dessa biodiversidade de galhas muito provavelmente está concentrada no dossel da floresta, e portanto fora do alcance de nossa amostragem.

As áreas particulares vegetadas também têm papel fundamental para a proteção da biodiversidade. Áreas como o Hotel Vale das Nuvens, o Chalé Nosso Sítio, entre outras propriedades privadas, podem funcionar como corredores ecológicos ou refúgios para espécies locais, principalmente quando se é bem conservado e contém controle ao uso do solo. Também podem ser convertidas em RPPNs, contribuindo para a cobertura de áreas protegidas privadas (Moura et al. 2024). Por outro lado, caso não haja cuidado para proteger a cobertura vegetal, a área tende a ficar vulnerável à degradação ambiental e ao uso inadequado. A maior riqueza observada no ambiente florestal antropizado do Hotel Vale das Nuvens neste estudo pode estar relacionada à presença de vegetação secundária com espécies pioneiras e hospedeiras, criando um ambiente favorável aos galhadores (Fleck & Fonseca 2007; Vieira et al. 2018), e destacando a importância de ações privadas de conservação para proteger a vegetação da Serra de Baturité, já que a APA é formada majoritariamente por áreas privadas.

Diante disso, a eficiência das UCs dependem de uma gestão integrada, com participação social, fiscalização mais rígida e políticas públicas eficientes ao planejamento territorial e ambiental (De Oliveira, 2019; Martin *et al.*, 2016). É necessário, portanto, não apenas criar UCs, mas assegurar que seus objetivos sejam de fato cumpridos.

Os insetos galhadores são conhecidos como excelentes bioindicadores ambientais em ecossistemas sujeitos a gradientes de perturbação. Os galhadores apresentam alta especificidade com suas plantas hospedeiras e por dependerem diretamente da vegetação local, esses insetos respondem rapidamente a alterações no ambiente, como a fragmentação de habitat, introdução de espécies exóticas e mudanças microclimáticas (Isaias *et al.*, 2013). Estudos apontam que ambientes com maior riqueza de espécies vegetais tendem apresentar maior diversidade de galhas, a heterogeneidade da vegetação cria mais nichos e recursos para esses insetos (Fleck & Fonseca 2007; Santos-Silva *et al.*, 2022).

Além disso, ambientes impactados por estresses abióticos ou distúrbios antrópicos moderados, tendem a favorecer o surgimento de galhas em plantas resistentes, como forma de adaptação (Fernandes *et al.*, 2010). Neste estudo, a distribuição e riqueza dos insetos galhadores refletem o grau de conservação dos ambientes amostrados, enquanto os jardins ornamentais apresentaram baixa riqueza, ambientes antropizados com vegetação secundária e

ambientes conservados apresentaram uma diversidade significativamente maior. Isso corrobora a ideia de que os galhadores são ferramentas eficazes para monitoramento ambiental, especificamente em regiões onde a diversidade vegetal é um indicativo direto da saúde ecológica do ambiente (Araújo *et al.*, 2019; Santos *et al.*, 2011). Portanto, o uso de galhadores como bioindicadores não apenas complementa avaliações de biodiversidade, mas também fornece subsídios relevantes para ações de conservação e manejo em UCs e áreas em transição ecológica.

REFERÊNCIAS

- AB9SABER, A.N. Nordeste sertanejo: a região semiárida mais povoada do mundo. **Revista Estudos Avançados**, São Paulo, v.13, n.36, p. 7-59, 1999.
- AB'SÁBER, A. N. O Domínio Morfoclimático Semi-Árido das Caatingas Brasileiras. **Geomorfologia**, Nº 43. IG – USP. São Paulo, 1974.
- ALBUQUERQUE U.P., Araújo E.L., Castro C.C. & Alves R.R.N. (2017) **Chapter 11 - People and Natural Resources in the Caatinga** (p. 303–334). Silva J.M.C., Leal I.R. & Tabarelli M. (ed). **Caatinga: The Largest Tropical Dry Forest Region in South America**. Switzerland: Springer. 482 p. DOI: 10.1007/978-3-319-68339-3.
- ALCÂNTARA, J., A.; DE SOUZA, E., B.; BRAGA, P., E., T. **Ocorrência e caracterização de galhas em duas áreas do noroeste do Ceará, Brasil**. *Natureza online*, [s.l.]v. 15, n. 1, p. 33- 40, 2016.
- ANDRADE-LIMA, D. Present-day forest refuges in northeastern Brazil. In: PRANCE, G. T. (ed.). **Biological diversification in the tropics**. New York: Columbia University Press, 1982. p. 245–251.
- ANTONGIOVANNI, M., Venticinque, E. M., & Fonseca, C. R. (2018). Fragmentation patterns of the Caatinga drylands. **Landscape Ecology**, 33(8), 1353–1367.
- AMAZON LINK. **Biopirataria na Amazônia**. Disponível em: https://www.amazonlink.org/biopirataria/biopirataria_faq.htm Acesso em: 17 nov. 2024.
- ANTONGIOVANNI, M., Venticinque, E. M., & Fonseca, C. R. (2018). Fragmentation patterns of the Caatinga drylands. **Landscape Ecology**, 33(8), 1353–1367. <https://doi.org/10.1007/s10980-018-0672-69>.
- ARAÚJO, Walter Santos; CUEVAS-REYES, Pablo; GUILHERME, Frederico Augusto Guimarães. Local and regional determinants of galling-insect richness in Neotropical savanna. **Journal of Tropical Ecology**, v. 30, n. 3, p. 269-272, 2014.
- ARAÚJO, Walter Santos; DO ESPÍRITO-SANTO FILHO, Kleber. Edge effect benefits galling insects in the Brazilian Amazon. **Biodiversity and Conservation**, v. 21, p. 2991-2997, 2012.
- ARAÚJO WS, Julião GR, Ribeiro BA, Silva IPA, Santos BB (2011) Diversity of galling insects in *Styrax pohlII* (Styracaceae): edge effects and use as bioindicators. **Rev Biol Trop** 59:1589–1597.
- ARAUJO, W. S.; SANTOS, B. B.; SANTOS-SILVA, J. Galhas de insetos como ferramentas de monitoramento ecológico em ambientes restaurados da Caatinga. **Ecologia e Nutrição Florestal**, v. 10, n. 2, p. 44–53, 2022.
- ARRUDA, Gerardo Clésio Maia; FEDEL, Ivone Rosana. Unidades de conservação ambiental no Estado do Ceará: implantação e sustentabilidade. **Veredas do Direito**, v. 17,

n. 37, p. 213-239, 2020.

ARTAXO, Paulo. As três emergências que nossa sociedade enfrenta: saúde, biodiversidade e mudanças climáticas. **Estudos avançados**, v. 34, p. 53-66, 2020.

BASTOS, F. de H.; CORDEIRO, A. M. N.; SILVA, E. V. da. Aspectos geoambientais e contribuições para estratégias de planejamento ambiental da Serra de Baturité/CE. **Revista da ANPEGE**, [s.l.], v. 13, n. 21, p. 163–198, 2017. DOI: 10.5418/RA2017.1321.0007. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/anpege/article/view/6947>. Acesso em: 12 mar. 2024.

BATURITÉ, E. P. S. O.; RANGE, MOUNTAIN; ENVIRONNEMENTALE, CASDP. Aspectos geoambientais e contribuições para estratégias de planejamento ambiental da Serra de Baturité/CE. **Revista da Associação Nacional de Pós-graduação e Pesquisa em Geografia (Anpege)**, v. 13, n. 21, p. 163-198, 2017.

BALIVA, Michele et al. The return of tall forests: Reconstructing the canopy resilience of an extensively harvested primary forest in Mediterranean mountains. **Science of The Total Environment**, v. 953, p. 175806, 2024.

BÉTARD, F.; PEULVAST, J.-P.; CLAUDINO-SALES, V. Caracterização morfopedológica de uma serra úmida no semiárido do Nordeste brasileiro: o caso do Maciço de Baturité-CE. In: Flora of Baturité, Ceará: a wet island in the Brazilian semiarid, 2007 (apud SILVERA et al., 2020).

BRASIL. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o **Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências**. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 19 jul. 2000.

BOLOGNA, M., & AQUINO, G. (2020). Deforestation and world population sustainability: a quantitative analysis. **Scientific Reports**, 10(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-020-63657-6>.

Brazil Flora Group. (2015). Growing knowledge: an overview of Seed Plant diversity in Brazil. **Rodriguésia**, 66(4), 1085–1113. <https://doi.org/10.1590/2175-7860201566411>.

Brazil, & Ministry of the Environment. (2015). Fifth National Report to the Convention on Biological Diversity: Brazil. **Ministry of the Environment**.

BFG – The Brazil Flora Group (2018) Brazilian Flora 2020: Innovation and collaboration to meet Target 1 of the Global Strategy for Plant Conservation (GSPC). **Rodriguésia**, 69(4): 1513– 1527.

BRASIL. Lei Nº13.123, de 20 de Maio de 2015. **Dispõe sobre bens, direitos e obrigações relativos**. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/l13123.htm Acesso em: 17 jan. 2024.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Estratégia e Plano de Ação Nacionais para a Biodiversidade** – **EPANB**. 2017. 264p. Disponível em:

<http://www.mma.gov.br/biodiversidade/conven%C3%A7%C3%A3o-da-diversidade-biol%C3%B3gica/estrat%C3%A9gia-e-plano-de-a%C3%A7%C3%A3o-nacionais-para-a-biodiversidade-epanb>. Acesso em: 8 jan. 2024.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Impactos sobre a Biodiversidade**. 2014. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/biodiversidade/biodiversidade-global/impactos.html>. Acesso em: 20 dez. 2023.

BRITO, T. B.; SANTOS-SILVA, J.; ARAÚJO, W. S. Diversidade de galhas de insetos em áreas de Caatinga preservada e degradada na Bahia, Brasil. **Biota Neotropica**, v. 18, n. 3, e20180536, 2018.

BRUSCA, R.C.; BRUSCA, G.J. **Invertebrados**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 2007.

CARNEIRO, M. A. A., BRANCO, C. S. A., BRAGA, C.E.D., ALMADA, E.D., COSTA, M.B.M, MAIA, V.C. & FERNANDES, G.W. 2009. Are gall midge species (Diptera, Cecidomyiidae) host-plant specialists? **Revista Brasileira de Entomologia**, 53(3):365-378.

CARNEIRO, R. G. S.; ISAIAS, R. M. S.; MOREIRA, G. R. P. Gall morphogenesis in *Aspidosperma spruceanum* Müll. Arg. (Apocynaceae): a case of convergent evolution detected by histochemistry and scanning electron microscopy. **Protoplasma**, v. 256, p. 159–168, 2019.

CARRANZA, T. et al. Effectiveness of protected areas in maintaining plant production. **Biological Conservation**, v. 177, p. 57–64, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2014.06.012>.

CARVALHO-FERNANDES, Sheila Patricia; ALMEIDA-CORTEZ, Jarcilene Silva de; FERREIRA, Andre Luiz Nunes. Riqueza de galhas entomógenas em áreas antropizadas e preservadas de Caatinga. **Revista Árvore**, v. 36, p. 269-277, 2012.

CHAPE, S. et al. Measuring the extent and effectiveness of protected areas as an indicator for meeting global biodiversity targets. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, v. 360, n. 1454, p. 443–455, 2005. <https://doi.org/10.1098/rstb.2004.1592>

COIMBRA-FILHO, A. F.; CÂMARA, I. G. **Os limites originais do Bioma Mata Atlântica na Região Nordeste do Brasil**. Rio de Janeiro: Fundação Brasileira para a Conservação da Natureza, 1996.

CONTI, J. B. A questão climática do Nordeste brasileiro e os processos de desertificação. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 01, n. 01, p. 07-14, 2005.

COOK, L.G.; GULLAN, P.J. 2008. Insect, not plant, determines gall morphology in the *Apiomorpha pharetrata* species-group (Hemiptera: Coccoidea). **Australian Journal of Entomology**, 47:51-57.

CORDANI, Umberto G.; MARCOVITCH, Jacques; SALATI, Eneas. Avaliação das ações brasileiras após a Rio-92. **Estudos Avançados**, v. 11, p. 399-408, 1997.

COSTA, Renan; DE MELLO, Rodrigo. Um Panorama Sobre a Biologia da Conservação e as Ameaças à Biodiversidade Brasileira. **SAPIENS-Revista de divulgação Científica**, v. 2, n. 2, p. 50-69, 2020.

COSTA, L. R. F., Maia, R. P., Barreto, L. L., & Sales, V. C. C. (2020). Geomorfologia do Nordeste setentrional brasileiro: uma proposta de classificação. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, 21(1). <https://doi.org/10.20502/rbg.v21i1.1447>

COSTA-REZENDE, Uiara et al. Gall traits and galling insect survival in a multi-enemy context. **Revista de Biología Tropical**, v. 69, n. 1, p. 291-301, 2021.

CRUTZEN, P. J.; STOERMER, E. F. **The <Anthropocene=**. **Global Change Newsletter**. I G B P Newsletter, n. 41, p. 17- 18, mai. 2000.

CUNHA, AHS. A biopirataria no Brasil: aspectos relevantes da Lei n. 13.123/2015 e o dever de proteção do Estado à biodiversidade. **Biodiversidade, recursos hídricos e Direito Ambiental**. Caxias do Sul: EducS, p. 27-47, 2020.

DE 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, p. 97-119, 2019.

DE SOUSA-LOPES, Bruno; DA SILVA, Nayane Alves. Entomologia na escola: o que os estudantes pensam sobre os insetos e como utilizá-los como recurso didático? **Revista Eletrônica de Educação**, v. 14, p. e3300078-e3300078, 2020.

DE SOUZA, Amanda Pereira et al. Exploração e utilização do potencial madeireiro da Caatinga no município de Aurora—estado do Ceará. **Pesquisa e Ensino em Ciências Exatas e da Natureza**, v. 2, n. 2, p. 158-168, 2018.

DE SOUZA, Moisés Santos et al. Serviços Ecológicos de insetos e outros artrópodes em sistemas agroflorestais. **EDUCAmazônia**, v. 20, n. 1, p. 22-35, 2018.

DE OLIVEIRA, R. R. Unidades de Conservação no Brasil: desafios e possibilidades para a efetividade da conservação da biodiversidade. **Revista Geopolítica**, v. 10, n. 1, p. 62–83, 2019. <https://doi.org/10.33871/2237-1419.2019.10.01.62-83>.

DEMPEWOLF, M. Dipteran leaf miners. In: RAMAN, A.; SCHAEFER, C. W.; WITHERS, T. M. (Ed.). *Biology, ecology, and evolution of gall-inducing arthropods*. **New Hampshire: Science**, 2005. v. 1, p. 407-429.

DINERSTEIN, E., Olson, D., Joshi, A., Vynne, C., Burgess, N. D., Wikramanayake, E., Hahn, N., Palminteri, S., Hedao, P., Noss, R., Hansen, M., Locke, H., Ellis, E. C., Jones, B., Barber, C. V., Hayes, R., Kormos, C., Martin, V., Crist, E., ... Saleem, M. (2017). An ecoregion-based approach to protecting half the terrestrial Realm. **BioScience**, 67(6), 534–545. <https://doi.org/10.1093/biosci/biy014>.

DIAS, Graciela Gonçalves et al. Why do the galls induced by *Calophya duvauae* Scott on *Schinus polygamus* (Cav.) Cabrera (Anacardiaceae) change colors?. **Biochemical**

Systematics and Ecology, v. 48, p. 111-122, 2013.

DO VALE LIMA, Ricardo Elias; DA SILVA BRAZ, Vívian. Environmental protection áreas (epa) in brazil: importance and management challenges. **CIPEEX**, v. 4, n. 2, 2023.

DOS REIS, Ana Paula Lima et al. Levantamento florístico das espécies nativas da caatinga do estado do Ceará. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 4, n. 3, p. 3060-3078, 2021.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (2007). Preservação e uso da Caatinga: Embrapa Semiárido. Brasília, DF: **Embrapa Informação Tecnológica**. 39 p.

FELIX, Márcio et al. **Insetos: uma aventura pela biodiversidade**. – Rio de Janeiro: Otten Composições Gráficas : Fundação Oswaldo Cruz, 2010. 375 p.

FERNANDES, G.W., JULIÃO G.R., ARAÚJO, R.C., ARAÚJO, S.C., LOMBARDI, J.A., NEGREIROS, D. & CARNEIRO, M.A.A. 2001. Distribution and morphology of insect galls of the Rio Doce Valley, Brazil. **Naturalia** 26(3):211-244.

FERNANDES, S.P.C., CASTELO-BRANCO, B.P., ALBUQUERQUE, F.A., FERREIRA, A.L.N., BRITO-RAMOS, A.B., BRAGA, D.V.V. & ALMEIDA-CORTEZ, J. 2009. Galhas entomógenas em um fragmento urbano de Mata Atlântica no centro de endemismo de Pernambuco. **Rev. Bras. Bioci.** 7(3):240-244.

FERNANDES, GW & Martins, RP 1985. As Galhas: tumores de plantas. **Ciência Hoje** , 4:59-64.

FERNANDES, G. W.; PRICE, P. W. Biogeographical gradients in galling species richness: tests of hypotheses. **Oecologia**, v.76, n.1, p.161-167., 1988.

FERNANDES GW, Price PW (1992). The adaptive significance of insect gall distribution: survivorship of species in xeric and mesic habitats. **Oecologia** 90:14–20.

FERNANDES, Sheila Patrícia Carvalho. **Insetos galhadores associados à família Burseraceae da reserva florestal Ducke**. Manaus, Amazonas, Brasil. 2010.

FERNANDES, G. Wilson; ALMADA, Emmanuel D.; CARNEIRO, Marco Antonio A. Gall-inducing insect species richness as indicators of forest age and health. **Environmental Entomology**, v. 39, n. 4, p. 1134-1140, 2010.

FERNANDES, G. W. et al. Biodiversity and ecosystem services in the Anthropocene: challenges and opportunities for conservation. **Science Advances**, v. 9, n. 10, p. eade2646, 2023. <https://doi.org/10.1126/sciadv.ade2646>.

FLECK, T.; FONSECA, C. R. Influência da vegetação sobre insetos galhadores no sul do Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 51, n. 4, p. 495–503, 2007. <https://doi.org/10.1590/S0085-56262007000400017>.

FIGUEIREDO, M. A. (1997). A cobertura vegetal do Ceará (Unidades Fitoecológicas). In IPLANCE (Ed.), Atlas do Ceará. Governo do Estado do Ceará; IPLANCE/FONSECA,

Mônica; LAMAS, Ivana; KASECKER, Thais. O papel das unidades de conservação. **Scientific American Brasil**, v. 39, p. 18-23, 2010.

FORMIGA, A. T., Silveira, F. A. O., Fernandes, G. W., & Isaias, R. M. S. (2015). Phenotypic plasticity and similarity among gall morphotypes on a superhost, *Baccharis reticularia* (Asteraceae). **Plant Biology**, 17(2), 512–521.

FREITAS, R. C. A.; MATIAS, L. Q. Situação amostral e riqueza de espécies das Angiospermas do estado do Ceará, Brasil. **Acta Bot. Bras.**, Feira de Santana. vol. 24, n. 04, p. 964-972, Dez. 2010.

FREITAS, Rosana de Carvalho Martinelli; NÉLSIS, Camila Magalhães; NUNES, Letícia Soares. A crítica marxista ao desenvolvimento (in) sustentável. **Revista Katálisis**, v. 15, p. 41-51, 2012.

GALLO, Domingos et al. **Entomologia agrícola**. v. 10. Piracicaba: Fealq, 2002.

GAGNÉ, Raymond J. **The gall midges of the Neotropical region**. Cornell University Press, 1994.

GRAY, C. L. et al. Local biodiversity is higher inside than outside terrestrial protected areas worldwide. **Nature Communications**, v. 7, p. 12306, 2016. <https://doi.org/10.1038/ncomms12306>.

GELDMANN, J. et al. Mapping changes in human pressure globally on land and within protected areas. **Conservation Biology**, v. 28, n. 6, p. 1604–1616, 2015. <https://doi.org/10.1111/cobi.12466>.

GEORGESCU-ROEGEN, N. O decrescimento: entropia, ecologia e economia. Lisboa: **Instituto Piaget**, 2013.

GOMES, F. B. et al. Áreas protegidas e conservação da biodiversidade no semiárido brasileiro: uma análise multiescalar. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 15, n. 4, p. 1470–1490, 2022.

GONÇALVES, Maria Vanaina Souza et al. **Antropoceno: reflexos de um processo de separação entre ser humano e natureza**. Guaju, v. 9, p. 89-99, 2023.

GONÇALVES-ALVIM S, Fernandes GW (2001). Biodiversity of galling insects: historical, community and habitat effects in four Neotropical savannas. **Biodivers Conserv** 10:79–98

GULLAN, P. J.; CRANSTON, P. S. 2014. **The insects: an outline of entomology, with illustrations by Karna H. McInnes**. Wiley-Blackwell, Fifth edition, USA, 587 p.

GULLAN, P. J.; CRANSTON, P. S. **Insetos: fundamentos da entomologia**. 5º ed. Rio de Janeiro: Roca, v. 912, 2017.

GULLAN, P. J.; CRANSTON, P. S. **The insects: an outline of entomology**. 3rd ed. Oxford: Blackwell, 2005. 505 p.

HAGEMEIER, M.; Leuschner, C. **Leaf and crown optical properties of five early-, mid- and late-successional temperate tree species and their relation to the sapling's light demand.** *Forests* 2019, 10, 925.

IBAR, M.; Izhaki, I.; Koplovich A.; Lupo, I.; Silanikove, N.; Glasser, T.; Gerchman, Y.; Perevolotsky, A. & Lev-Yadun, S. (2010). **Por que muitas galhas têm cores chamativas? Uma nova hipótese. Interações entre Artrópodes e Plantas** , 4 (1):1-6.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Biomass e sistema costeiro-marinho do Brasil: compatibilidade entre a vegetação e o mapa de biomass.** Rio de Janeiro: IBGE, 2019.

IPBES. **Global assessment report of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services.** UN-IPBES, 2019. <https://ipbes.net/> .» <https://ipbes.net> ISAIAS, R. M. S., CARNEIRO, R. G. S., OLIVEIRA, D. C., & SANTOS, J. C. 2013.

JOLY, Carlos A. et al. **Apresentando o diagnóstico brasileiro de biodiversidade e serviços ecossistêmicos.** 2019.

JULIÃO GR, Amaral MEC, Fernandes GW, Oliveira EG (2004) Edge effect and species- area relationships in the gall-forming insect fauna of natural forest patches in the Brazilian Pantanal. **Biodivers Conserv** 13:2055–2066.

JUNGES, José Roque. (Bio) **Ética Ambiental.** Rio Grande do Sul: Unisinos. 2010.

JÚNIOR, João Carlos Ferreira Melo et al. Diversidade de galhadores nas restingas do ecossistema Babitonga, Santa Catarina, Brasil. **Revista CEPSUL-Biodiversidade e Conservação Marinha**, v. 7, p. eb2018003-eb2018003, 2018.

KAMPICHLER, CHRISTIAN; TESCHNER, MARKUS. The spatial distribution of leaf galls of *Mikiola fagi* (Diptera: Cecidomyiidae) and *Neuroterus quercusbaccarum* (Hymenoptera: Cynipidae) in the canopy of a Central European mixed forest. **European Journal of Entomology**, v. 99, n. 1, p. 79-84, 2002.

KORMANN, T. C. Trajetória de criação de áreas protegidas no brasil e na argentina: interlocuções e desafios. **Geographia**, v. 26, n. 56, 21 fev. 2024.

LIMA R.C.C., Cavalcante A.M.B. & Marin A.M.P. (2011) **Desertificação e mudanças climáticas no semiárido brasileiro.** Campina Grande: INSA-PB. 211 p.

LIMA, Ricardo Elias do Vale; BRAZ, Vivian; SOUZA, João Maurício Fernandes. Areas of Environmental Protection: an Instrument of Planning and Management in Conservation and Sustainable Development. **Revista de Gestão Social e Ambiental**, São Paulo (SP), v. 19, n. 5, p. e012390, 2025. DOI: 10.24857/rgsa.v19n5-110.

LIMA-VERDE, L. W.; SAMPAIO, E. V. S. B.; RODAL, M. J. N. Levantamento da flora arbórea de três serras no semi-árido nordestino: brejos de altitude de Triunfo (PE), Baturité (CE) e Ubajara (CE). Recife: **Sociedade Nordestina de Ecologia**, 2002.

MAIA, Valéria C.; MASCARENHAS, Bernardo. Insect galls from the Serra Negra do Funil Natural Heritage Private Reserve, Rio Preto, MG (Southeastern Brazil). **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 94, n. 4, p. e20200900, 2022.

MANI, M. S. 1964. Ecology of plant galls. Dr. W. Junk . **The Hague, Netherlands** .434 pp.

MARQUES, A.; MARTINS, I. S.; KASTNER, T.; PLUTZAR, C.; THEURL, M. C.; EISENMENGER, N.; HUIJBREGTS, M. A. J.; WOOD, R.; STADLER, K.; BRUCKNER, M.; CANELAS, J.; HILBERS, J. P.; TUKKER, A.; ERB, K.; PEREIRA, H. M. Increasing Impacts of land use on biodiversity and carbon sequestration driven by population and economic growth. **Nature Ecology and Evolution**. 2019.

MARQUES, F. A., Nascimento, A. F., Araújo Filho, J. C., & Silva, A. B. (2014). **Solos do Nordeste**. EMBRAPA [Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária]. <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1003864/solos-do-nordeste>

MARTIN, A.; COOLSAET, B.; CORBERA, E.; DAWSON, N.M.; FRASER, J.A.; LEHMANN, I.; RODRIGUEZ, I. Justice and conservation: the need to incorporate recognition. **Biological Conservation**, v.197, p.254-261, 2016.

MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Áreas prioritárias para conservação da biodiversidade brasileira: atualizações e novas estratégias**. Brasília: MMA, 2014.

MEDIANERO, Enrique; PANIAGUA, Miguel; CASTAÑO-MENESES, Gabriela. Comparación temporal de la riqueza y composición de insectos inductores de agallas en el dosel de un bosque tropical. **Revista mexicana de biodiversidad**, v. 81, n. 2, p. 465-472, 2010.

MENEZES, O. T. et al. Diversity and distribution of Cactaceae in Ceará state, northeastern Brazil. **Bradleya**, vol. 2011, nº 29, p. 13-42, December 2011.

MENEZES, Jeferson Brito de; LIMA, Valdeir Pereira; CALADO, Daniéla Cristina. **Insect galls from the Serra da Bandeira (Barreiras, Western Bahia, Brazil)**. Biota Neotropica, v. 23, n. 4, p. e20231527, 2023.

METZGER, J. P., BUSTAMANTE, M. M. C., FERREIRA, J., FERNANDES, G. W., LIBRÁNEMPID, F., PILLAR, V. D., ... OVERBECK, G. E.. Why Brazil needs its Legal Reserves. Perspectives in **Ecology and Conservation**. 17 (3), 91-103, 2019.

MENDONÇA, M. S.; SANTOS, R. P.; GARCIA, M. L. DNA barcoding of Neotropical gall midges (Diptera: Cecidomyiidae): insights into cryptic diversity and host specificity. **Zootaxa**, v. 4810, n. 2, p. 201–218, 2020.

MOURA, M. D., Silvino, A. S., & Moro, M. F. (2024). Reservas Particulares do Patrimônio Natural da Caatinga: distribuição, motivações de criação e desafios de gestão das RPPNs. **Revista Brasileira de Geografia Física**, 17(4), 2864– 2879. <https://orcid.org/0000-0003-4527-346X>.

MORO, Marcelo Freire et al. Vegetação, unidades fitoecológicas e diversidade paisagística do

estado do Ceará. *Rodriguésia*, v. 66, n. 3, p. 717-743, 2015.

NUNES, J. M. F. et al. Spatial analysis of insect gall distribution in Brazilian dry forests using GIS tools. ***Biotropica***, v. 53, n. 5, p. 1054–1063, 2021.

MORO, Marcelo Freire et al. Biogeographical districts of the Caatinga dominion: a proposal based on geomorphology and endemism. ***The Botanical Review***, v. 90, n. 4, p. 376-429, 2024.

MOI, Dieison André et al. Intermediate disturbance hypothesis in ecology: a literature review. In: *Annales Zoologici Fennici*. **Finnish Zoological and Botanical Publishing Board**, 2020. p. 67-78.

MOORE, Jason W. **Antropoceno ou capitaloceno. Natureza, história e a crise do capitalismo, organizado**. São Paulo: Elefante, 2022.

MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Áreas prioritárias para conservação da biodiversidade: atualização 2018**. Brasília: MMA, 2018.

MYERS N., Mittermeier R.A., Mittermeier C.G., Fonseca G.A.B. & Kent J. (2000) Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403: 853–859.

OLACEFS – Organização Latino-Americana e do Caribe de Entidades Fiscalizadoras Superiores. **Avaliação da eficácia da gestão de Unidades de Conservação na América Latina**. Relatório técnico, 2015.

PACHECO, J. F.; WHITNEY, B. M.; SCHUNCK, F. et al. Birds of Serra de Baturité, Ceará, northeastern Brazil: a review. ***Revista Brasileira de Ornitologia***, v. 14, n. 2, p. 133– 144, 2006.

PEDREIRA, B. da C. C. G. **A relação entre as interferências antrópicas e os serviços ecossistêmicos**. In: **PENA, I. A. de B. et al. Um olhar agroecológico e quilombola para a conservação ambiental**. Rio de Janeiro: AS-PTA Agricultura Familiar e Agroecologia, 2023. p. 155-173.

PERES, Monica Brick; VERCILLO, Ugo Eichler; DE SOUZA DIAS, Braúlio Ferreira. Avaliação do Estado de Conservação da Fauna Brasileira e a Lista de Espécies Ameaçadas: o que significa, qual sua importância, como fazer?. ***Biodiversidade Brasileira***, v. 1, n. 1, 2011.

PONTES RIBEIRO, Sérvio; BASSET, Yves. Gall-forming and free-feeding herbivory along vertical gradients in a lowland tropical rainforest: the importance of leaf sclerophylly. ***Ecography***, v. 30, n. 5, p. 663-672, 2007.

PÔRTO, K. C., Cabral, J. J. P., & Tabarelli, M. (2004). **Brejos de altitude em Pernambuco e Paraíba: história natural, ecologia e conservação**. Ministério do Meio Ambiente.

PRESTES, R. M.; VINCENCI, K. L. Bioindicadores como avaliação de impacto ambiental- Bioindicators as environmental impact assessment. ***Brazilian Journal of Animal and Environmental Research***, v. 2, n. 4, p. 1473-1493, 2019.

PRICE, P. W. 2005. Adaptative radiation of gall-inducing insects. **Basic and Applied Ecology**, 6: 413-421.

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

RAFAEL, José Albertino. Insetos do Brasil: diversidade e taxonomia. **Anais da II Reunião Anual da Sociedade de Entomologia da Paraíba.**, Volume 1, pg. 38-38, 2006.

RIBEIRO, Sérgio Pontes; BASSET, Yves; KITCHING, Roger. Density of insect galls in the forest understorey and canopy: Neotropical, Gondwana or global patterns?. **Neotropical insect galls**, p. 129-141, 2014.

ROCHA, C. F. D., Bergallo, H. G., Sluys, M. van, & Alves, M. A. S. (2006). **Biologia da conservação: essências**. Rima.

RODAL, M. J. N.; SAMPAIO, E.V.S.B. A vegetação do bioma caatinga. In: SAMPAIO, E.V.S.B.; GIULIETTI, A.M.; VIRGÍNIO, J.; GAMARRA-ROJAS, C.F.L. (Ed.). **Vegetação e flora da Caatinga**. Recife; PNE/CNIP, 2002. p.11-14.

RODRIGUES, Suzi Carolina Moraes et al. Os recursos naturais no processo de desenvolvimento econômico capitalista. **Semioses**, v. 13, n. 4, p. 50-68, 2019.

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

SAMPAIO, E.V.S.B. (2010) Caracterização do bioma Caatinga: características e potencialidades (p. 27–42). In: Gariglio M.A., Sampaio E.V.S.B., Cestaro L.A. & Kageyama P.Y. (Orgs). **Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da Caatinga**. Brasília: **Serviço Florestal Brasileiro**. 368 p.

SÁNCHEZ, N.V.; VARGAS-CASTRO, L.E.; SÁNCHEZ, A.; AMADOR, M. Riqueza y abundancia de mariposas diurnas, escarabajos coprófagos y plantas en cultivos orgánicos y convencionales de tres regiones de Costa Rica. **Research Journal of the Costa Rica Distance Education University**, v. 5 p. 1659-4266. 2013.

SANTANA, André Portugal; ISAIAS, Rosy Mary dos Santos. Gallling insects are bioindicators of environmental quality in a Conservation Unit. **Acta Botanica Brasilica**, v. 28, p. 594-608, 2014.

SANTOS, Jean Carlos; ALMEIDA-CORTEZ, Jarcilene Silva de; FERNANDES, Geraldo Wilson. Gall-inducing insects from Atlantic forest of Pernambuco, Northeastern Brazil. **Biota Neotropica**, v. 12, p. 196-212, 2012.

SANTOS, F. D. Os desafios ambientais criados pela grande aceleração do pós-guerra. **Nação e Defesa**, n. 122, 4ª série, p. 61-78, 2009.

SANTOS, Miguel; SILVA, Rubim Almeida; ANTUNES, Sarah C., Artrópodes. **Rev. Ciência Elem.**, V6(2):042. 2018.

SANTOS, Lázaro Araújo. A Crise na Biodiversidade e suas Reverberações na Saúde

Humana: um Panorama Teórico. *UNICIÊNCIAS*, v. 25, n. 2, p. 130-136, 2021.

SANTOS-SILVA, J.; COSTA, E. C. L.; ARAÚJO, W. S. **Guia de Galhas de Insetos de Caetité – Bahia, Brasil**. Vitória da Conquista: Edições UESB, 2020. 144 p.

SANTOS-SILVA, J.; ARAUJO, Tainar J. **Are Fabaceae the principal super-hosts of galls in Brazil?**. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 92, p. e20181115, 2020.

SANTOS-SILVA, J.; SANTOS, B. B.; SANTOS, M. F. Influência do tipo de solo e da sazonalidade sobre insetos galhadores na Caatinga do Nordeste brasileiro. **Revista Nordestina de Biologia**, v. 30, n. 1, p. 22–35, 2022.

SEROTINI, André; VITOI, Rafaella Torres. Reflexões sobre a biopirataria no Brasil. **Revista Eletrônica da Faculdade de Direito de Franca**, v. 17, n. 1, 2022.

SILVEIRA, A. P., LOILA, M. I. B., GOMES, V. dos S., LIMA-VERDE, L. W., OLIVEIRA, T. S., SILVA, E. F., OTUTUMI, A. T., RIBEIRO, K. A., XAVIER, F. A. da S., BRUNO, M. M. A., OUZA, S. S. G., & ARAÚJO, F. S. (2020). Flora of Baturité, Ceará: a Wet Island in the Brazilian Semiarid. **Floresta e Ambiente**, 27(4).
<https://doi.org/10.1590/2179-8087.032018>.

SILVA, J. M. C.; TABARELLI, M.; FONSECA, M. T. The future of the Brazilian Atlantic Forest. **Conservation Biology**, v. 18, n. 3, p. 895–902, 2004.

SHADIE, P. Regional Protected Area Collaboration across Asia. I Asia Parks Congress. Sendai. **Anais**. Japan, 2013.

SOARES, T.O. et al. Impactos ambientais causados pelo desmatamento: uma revisão sistemática da literatura. **Rev. Saúde Meio Amb.**, v.9, n.2, p.66-73, 2019.

SOUZA, M.J.N.; OLIVEIRA, V.P.V. **Os enclaves úmidos e sub-úmidos do semi-árido do Nordeste brasileiro**. Mercator, Fortaleza, ano 5, n. 9, p. 85-102, 2006.

SCHOWALTER, Timothy; CHAO, Jung-Tai. **Canopy insect sampling. Measuring arthropod biodiversity: A handbook of sampling methods**, p. 467-493, 2021.

SCHLAEPFER, Martin A.; SAX, Dov F.; OLDEN, Julian D. The potential conservation value of non-native species. **Conservation biology**, v. 25, n. 3, p. 428-437, 2011.

STONE, G. N.; SCHÖNROGGE, K. The adaptive significance of insect gall morphology. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 18, n. 10, p. 512–522, out. 2003. DOI: 10.1016/S0169-5347(03)00247-7.

STORK, Nigel E. How many species of insects and other terrestrial arthropods are there on Earth?. **Annual review of entomology**, v. 63, p. 31-45, 2018.

TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C.; GASCON, C. Forest fragmentation, synergisms and the impoverishment of neotropical forests. **Biodiversity & Conservation**, v. 9, n. 10, p. 379–1387, 2000.

TESTA, Patrícia A.; DE ROSA, Krishna.; FAVERO, Leandro. Biodiversidade: principais ameaças e alertas. **RETEC-Revista de Tecnologias**, v. 13, n. 1, 2020.

TOMA, T. S. P.; MAIA, V. C. Representatividade do gênero *Clinodiplosis* Kieffer (Diptera, Cecidomyiidae) no Brasil. **Papéis Avulsos de Zoologia**, São Paulo, v. 52, p. 223– 231, 2012.

THOMAS, B. L. Unidades de Conservação da Natureza: conceituando e entendendo seus grupos e categorias de manejo. FOLETO, E. F.; NASCIMENTO, D. B. do. (Org.). **Áreas Protegidas: discussões e desafios a partir da região central do Rio Grande do Sul**. Santa Maria: Editora UFSM, v. 1, p. 39-61. 2017.

THE GUARDIAN. **Stop biodiversity loss or we could face our own extinction, warns UN**. Disponível em: <https://www.theguardian.com/environment/2018/nov/03/stop-biodiversity-loss-or-we-could-face-our-own-extinction-warns-un>. Acesso em: 18 dez. 2023.

TRIVELLATO, G.M.L.; SANTOS, M.A. O papel dos seres humanos na manutenção dos ecossistemas. **Rev. Relicário**, v.6, n.11, p.104-116, 2019. doi: 10.46731/RELICARIO-v6n11-2019-121

VALDVINO, M.; RODRIGUES, F.; COELHO, P. Alterações climáticas e zoonoses: influência das alterações climáticas na propagação de doenças infecciosas. **Higeia**, v.5, n.1, p.41-52, 2021.

UNESCO. **Relatório Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável 2017**. Paris: Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura, 2017.

URSO-GUIMARÃES, MV; DE ARAÚJO, Walter S.; SANTOS, Jean C. Gall-inducing insect inventories in Brazil: update, perspectives, and challenges. **The Pan-Pacific Entomologist**, v. 100, n. 4, p. 309-332, 2024.

VASCONCELOS SOBRINHO, J. **As regiões naturais de Pernambuco, o meio e a civilização**. Recife: Instituto de Pesquisas Agronômicas. 1949. 220 p.

VAZ DA SILVA, I. H. C., & MORO, M. F. (2024). **Progresso do Brasil na implementação de áreas costeiras e marinhas protegidas com foco na Meta 11 de Aichi**. Mercator, 23(2024), 1–22. <https://doi.org/10.4215/rm2024.e23030>.

VIEIRA, L. **O rumo atual e a perda da biodiversidade no Brasil**. 2014. Disponível em: <https://oeco.org.br/analises/28642-o-rumo-atual-e-a-perda-da-biodiversidade-no-brasil/>. Acesso em: 18 dez. 2023.

VIEIRA, L. C.; SANTOS-SILVA, J.; ARAÚJO, W. S. Insect galls from campo rupestre and cerrado vegetation of the Chapada Diamantina, Bahia, Brazil. **Papéis Avulsos de Zoologia**, v. 58, p. e20185830, 2018.

VITOUSEK, P. M., MOONEY, H. A., L, J., & M, J. M. (1997). Human Domination of Earth's Ecosystems. **Science**, 277(494), 494–499. <https://doi.org/10.1126/science.277.5325.494>

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.

ZALASIEWICZ J. et al. The New World of the Anthropocene. **Environ. Sci. Technol.** v. 44, n. 07, p. 2228-2231. 2010.

ZARA, A. L. S.; AMÂNICO, S. D., FERNANDES-OLIVEIRA, E. S.; CARVALHO, R. G.; COELHO, G. E. Estratégias de controle do *Aedes aegypti*: uma revisão. **Epidemiologia e**

S
e
r
v
i
ç
o
s

d
e

S
a
ú
d
e
,

2
5
,

3
9
1
-
4
0
4
.

2
0
1