

ARTIGO CIENTÍFICO

Borboletas do Parque do Museu de Biologia Professor Mello Leitão e a Ciência Cidadã: riqueza de espécies e bioindicação do tipo de habitat

Laura Braga^{1*} , Natalia Pirani Ghilardi-Lopes^{1,2} 

¹ Instituto Nacional da Mata Atlântica (INMA), Av. José Ruschi, 4, Santa Teresa, ES, Brasil, 29650-000

² Universidade Federal do ABC (UFA-BC), Centro de Ciências Naturais e Humanas, Campus São Bernardo do Campo, Sala 287 - bloco Delta, Alameda da Universidade, s/n, São Bernardo do Campo, SP, Brasil, 09606-045

*Autor para correspondência:

E-mail: lblepidoptera@gmail.com

Recebido: 28/08/2023

Aceito: 10/07/2024

Resumo

A Ciência Cidadã tem ampliado o conhecimento sobre a ocorrência da biodiversidade, incluindo de espécies de borboletas no Brasil e no restante do mundo. A partir do compartilhamento de registros fotográficos de cidadãos cientistas, já foi possível registrar espécies raras de borboletas, incluir novas localidades de ocorrência de certas espécies, auxiliar na reavaliação do *status* de conservação de espécies ameaçadas e, ainda, ampliar as listas de espécies para determinadas localidades. Neste cenário, o presente trabalho objetivou inventariar a fauna de borboletas do Parque do Museu e avaliar o tipo de habitat predominante da área. Para isso, foram consideradas 416 observações realizadas por 63 cidadãos cientistas, as quais foram compartilhadas na plataforma iNaturalist e na rede social Instagram. As observações foram representativas de 108 espécies e subespécies, sendo Nymphalidae a família mais representativa, correspondendo a 79,5% das observações e 57,5% das espécies. Dentre as subfamílias de Nymphalidae, destaca-se Danainae: tribo Ithomiini, composta por borboletas que compõem os anéis miméticos, grupo indicador de habitat florestal, correspondendo a 32,5% das observações e 17% da riqueza de espécies. Os resultados representam 15% da riqueza de espécies listadas no município de Santa Teresa (ES). Mesmo com possíveis vieses de registro que são esperados para dados de ciência cidadã (p.ex. superestimação de espécies mais chamativas ou maiores em tamanho), há indício de que o Parque do Museu apresenta predominantemente o habitat florestal com boa qualidade para estas espécies.

Palavras-chave: Bioindicadores, ciência participativa, engajamento, Lepidoptera, mídia social

Butterflies at the “Museu de Biologia Professor Mello Leitão” and Citizen Science: species richness and bioindication of habitat type

Abstract

Citizen Science has expanded our knowledge with regard to the occurrence of biodiversity around the world, including Brazil. This is also true for butterfly species, which are among the most attractive insects worldwide to photograph.

In fact, citizen scientists have recorded rare butterfly species, identified new locations for certain species, contributed to the reassessment of the conservation status of threatened species, and expanded species lists for many sites. The aims of our study were to compile an inventory of the butterfly fauna of the Museum Park (located in Santa Teresa Municipality, Espírito Santo State, Brazil) and to evaluate the predominant habitat type at the site. We collated 416 observations made by 63 citizen scientists on iNaturalist and on Instagram. The observations depicted 108 species and subspecies. Nymphalidae was the best represented family, with 79.5% of the observations and 57.5% of the species richness. Among the subfamilies of Nymphalidae, Danainae were the most common and particularly members of the Ithomiini tribe with 32.5% of the observations and 17% of the species richness. Ithomiini butterflies form mimetic rings and this group indicates forest habitat. Our results represented 15% of the species richness listed for the municipality. Even with recording biases that are expected for citizen science data, i.e. the overestimation of more striking and larger species, most of the Museum Park contains good quality forest habitat for these species.

Keywords: Bioindicators, engagement, Lepidoptera, participatory science, social media

INTRODUÇÃO

Definimos a ciência cidadã (CC) como a participação pública nos processos de geração de conhecimento científico (Bonney *et al.* 2009). Projetos de ciência cidadã sobre biodiversidade envolvendo o público no monitoramento, identificação e registros da fauna e flora, podem proporcionar educação científica e ambiental com foco na biodiversidade (Peter *et al.*, 2019). O registro de **ocorrência de espécies** por cidadãos voluntários (cidadãos cientistas) amplia a abrangência espacial dos projetos de pesquisa (Theobald *et al.*, 2015) e contribui com dados sobre uma das variáveis essenciais para o monitoramento da biodiversidade global (Chandler *et al.*, 2017; Pocock *et al.*, 2018). O incentivo ao engajamento do público no monitoramento da biodiversidade por meio de iniciativas de ciência cidadã aproxima diferentes setores da sociedade às pesquisas que são desenvolvidas em áreas naturais, conforme apontado por estudos realizados em parques e sob a perspectiva da CC (Halliwell 2019; Rosemartin *et al.* 2021).

Borboletas são organismos que se destacam entre observadores da natureza, uma vez que são bastante apreciadas pelo público em geral pelas suas

cores e formas (Almeida e Freitas, 2012). Atualmente, a observação e fotografia de borboletas compreende a “quinta geração” na produção de conhecimento em Lepidopterologia (Zamoner 2019), sendo as demais gerações: a ilustração científica, a coleção entomológica, o manejo e a sistemática molecular. Projetos de CC que visam ampliar o conhecimento sobre a distribuição espacial e temporal de borboletas estão bem consolidados em diversos países e continentes (Howard e Davis 2015; Prudic *et al.* 2017; Seltsmann *et al.* 2017; Fox 2020; Zamoner 2021), especialmente considerando o uso da abordagem em programas de monitoramento participativo de espécies migratórias (Howard e Davis 2015; Oberhauser 2018). Para se ter uma ideia, na plataforma internacional GBIF (*Global Biodiversity Information Facility*), a qual abriga dados de biodiversidade do mundo inteiro para uso em pesquisas científicas, 85% dos dados de Lepidoptera são fornecidos por atividades relacionadas à Ciência Cidadã (GBIF, 2024). A grande maioria dos dados provém de espécies localizadas na Europa e América do Norte (Chandler *et al.* 2017), uma vez que na América do Sul, e particularmente no Brasil, ainda existem poucos projetos de CC voltados especificamente às borboletas. Apesar dessa lacuna, o número de cidadãos cientistas

colaboradores em projetos existentes é crescente ao longo dos anos, tanto entre iniciativas voltadas para as borboletas (Zamoner 2021), como para outros grupos biológicos (Forti e Szabo 2023).

A CC tem contribuído com primeiros registros fotográficos de espécies de borboletas raras (ver Mesaglio *et al.* 2021), fornecendo novas localidades de ocorrência para certos táxons (ver Rosa *et al.* 2017; Sanderson *et al.*, 2021), ampliando listas de espécies para determinadas localidades (ver Mota *et al.* 2023) e, ainda, auxiliando na reavaliação do *status* de conservação de espécies ameaçadas (Rosa *et al.* 2023). No Brasil, há duas importantes iniciativas de CC com borboletas: as Listas Ecológicas de Espécies de Borboletas (LEEB), iniciativa do Museu Aberto de Biodiversidade do Instituto de Ciência e Tecnologia em Biodiversidade (ICTBIO), em Curitiba (PR) e o projeto “Borboletas Capixabas”, do Instituto Nacional da Mata Atlântica (INMA), no município de Santa Teresa (ES) (SIBBr, 2024).

A partir de registros de imagens, vídeos e/ou sons em ambientes naturais, os cidadãos cientistas podem aprender sobre ecologia, gerar dados sobre a biodiversidade e, ainda, desenvolver o interesse pela conservação ambiental (Ghilardi-Lopes *et al.* 2022). Levando-se em conta que as borboletas têm sido consideradas boas indicadoras do tipo de habitat (Santos *et al.* 2015) e muitas espécies são exclusivas de habitats florestais (Brito *et al.* 2014), o levantamento das espécies de borboletas que habitam áreas naturais pode auxiliar no entendimento sobre o tipo de habitat predominante nessas áreas. Esta estreita relação faz com que mudanças sutis em um determinado local sejam facilmente percebidas a partir da análise da composição de espécies, já que cada espécie é adaptada a determinadas condições ambientais particulares (Freitas *et al.* 2006; Sweaney *et al.* 2014).

As borboletas constituem um grupo monofilético, que inclui as famílias Hesperíidae, Lycaenidae, Riodinidae, Nymphalidae, Pieridae, Papilionidae (Freitas e Marini-Filho 2011) e Hedylidae — esta última recentemente considerada como família de Papilionoidea (Heikkilä *et al.* 2012). Na Mata Atlântica, estima-se que ocorram mais de 2.100 espécies de borboletas (Brown e Freitas 2000b). Neste contexto, através do projeto Borboletas Capixabas, o presente trabalho apresenta a lista de espécies de borboletas registradas por cidadãos cientistas no Parque do Museu de Biologia Professor Mello Leitão (Parque do Museu), uma área verde situada em meio à área urbana do município de Santa Teresa (ES), avalia os grupos

taxonômicos de borboletas mais bem representados, como um indicador do tipo de habitat predominante no Parque, e também avalia se o Parque do Museu proporciona recursos para a sobrevivência destas borboletas.

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de Estudo

O Museu de Biologia Prof. Mello Leitão (MBML) foi fundado em 26 de junho de 1949 por Augusto Ruschi na Chácara Annita, propriedade localizada no antigo bairro Vila Anita, situado no distrito sede de Santa Teresa, Espírito Santo (ES). A propriedade, com terreno de aproximadamente 70.000 m², abrange uma encosta com duas vertentes e um vale, e foi doada por sua mãe Maria Roatti Ruschi, em 1947. Nesta época, a chácara era constituída de árvores frutíferas, jardins e eucaliptos (Gonçalves 2019). Em 2014, o Parque do Museu passou a ser designado como Parque Zoobotânico do MBML sob a gestão do Instituto Nacional da Mata Atlântica (INMA), e abriga remanescentes de vegetação nativa (Mata Atlântica) em diferentes estágios de regeneração, árvores frutíferas e algumas espécies de plantas exóticas. Cerca de 75% da vegetação foi reconstituída por iniciativa do Augusto Ruschi (IBRAM s.d.) e muitos dos plantios de árvores nativas da Mata Atlântica foram realizados por visitantes ilustres em momentos solenes durante as visitas ao Museu (Ruschi 1976) (Figura 1). Atualmente, o Parque do Museu recebe em torno de 80.000 visitantes por ano com entrada gratuita, sendo acessível à comunidade de Santa Teresa, turistas e estudantes (Capucho 2020). O INMA oportuniza experiências transformadoras e educativas através da disseminação das pesquisas científicas para o público visitante do MBML, compreendendo uma das missões da instituição.

O projeto de ciência cidadã “Borboletas Capixabas”

O projeto Borboletas Capixabas foi criado em dezembro de 2022 e tem como objetivo promover o engajamento do público na geração de conhecimento sobre a composição e distribuição geográfica das espécies de borboletas que ocorrem no Estado do Espírito Santo. O projeto é do tipo contributivo, ou seja, os cidadãos cientistas colaboram enviando registros



FIGURA 1: Parque Zoobotânico do Museu de Biologia Professor Mello Leitão. A e B) Fotografias realizadas no início da década de 1950 - arquivos de Augusto Ruschi. C) Fotografia aérea do Parque do Museu obtida em 2016 por Leonardo Merçon/ Instituto Últimos Refúgios. D) Fotografia do Parque do Museu obtida em 2023 pela autora Laura Braga. Fotografias A-C pertencem ao arquivo de fotos do INMA.

para a cientista responsável pelo projeto, a qual faz as identificações das espécies, sistematiza e analisa os dados para publicações científicas (Shirk *et al.* 2012).

Os cidadãos cientistas colaboram com o projeto por meio do envio de registros para a plataforma de ciência cidadã iNaturalist (fotografias digitais - <https://www.inaturalist.org/projects/borboletas-capixabas-monitoramento-participativo>) e para a rede social Instagram (fotografias e vídeos digitais - @borboletascapixabas). A utilização do iNaturalist se deve ao fato desta plataforma de ciência cidadã ser bem consolidada, possuir georeferenciamento dos dados, possibilidade de interação com os cidadãos cientistas e envio dos registros com nível de pesquisa para o Global Biodiversity Information Facility (GBIF). Já o uso do Instagram pelo projeto se deve à grande popularidade desta rede social no Brasil, possibilitando atingir um grande número de pessoas de diferentes perfis através de uma gama de estratégias de engajamento.

Como estratégia de recrutamento, é realizada

a divulgação do projeto por meio de cartazes fixados no Parque do Museu e em outros pontos da cidade de Santa Teresa, os quais contêm instruções para o compartilhamento de registros via iNaturalist e Instagram, e também o número de contato do WhatsApp do projeto. Também são produzidos periodicamente posts de divulgação do projeto e de divulgação científica (aspectos da biologia e ecologia de Lepidoptera e conservação da natureza) na rede social Instagram. Além da divulgação do projeto em escolas, em eventos de divulgação científica no Parque do Museu, palestras e abordagens diretas feitas pela coordenadora do projeto.

Quanto à acessibilidade dos dados, os registros submetidos no iNaturalist são abertos e qualquer pessoa pode realizar o download dos mesmos. Já os registros recebidos no perfil do Instagram são organizados da seguinte forma: aqueles compartilhados via “Story” (compartilhamento de fotos e vídeos que ficam disponíveis por 24 horas, ou seja, postagem temporária) são arquivados em pastas nos “Destaques”

no perfil do projeto, permanecendo com acesso aberto para consulta, enquanto os registros postados no “Feed” (compartilhamento de fotos e vídeos que ficam expostos na grade do perfil dos colaboradores sem prazo para expirar) são salvos nos arquivos do perfil do projeto e permanecem disponíveis apenas para a coordenadora do projeto, e também permanecem disponíveis no perfil dos cidadãos cientistas autores do registro.

O feedback para os cidadãos cientistas acontece da seguinte forma: para todos os registros recebidos via Instagram é realizada uma interação direta com o cidadão cientista, através de mensagem de agradecimento pelo registro, identificação taxonômica e repostagem no “Story” do projeto e comentários na publicação de “Feed”.

As identificações taxonômicas dos registros no iNaturalist são realizadas pelos usuários com perfil de “identificadores” e revisadas pela coordenadora do projeto. Já no Instagram, as identificações são realizadas pela coordenadora do projeto e as confirmações das identificações contam com a colaboração do prof. Dr. André V. L. Freitas (Laboratório de Borboletas - LABBOR/Unicamp), Dr. Lucas Kaminski e Felipe Andrade.

Dados de Ciência Cidadã

Para o inventário das borboletas do Parque do Museu foram utilizados os registros de imagens compartilhadas no iNaturalist (denominadas de observações nesta plataforma) e no Instagram, as quais possuíam localização na área de abrangência do Parque do Museu.

Na plataforma iNaturalist, foram filtradas as observações para o município de Santa Teresa, com localização no Instituto Nacional da Mata Atlântica ou Museu de Biologia Prof. Mello Leitão e, para cada observação, a identificação taxonômica foi revisada, inclusive as observações em “grau de pesquisa” (observações em que existe um consenso sobre a identificação da espécie dentro da comunidade iNaturalist) e aquelas “que necessitam identificação” (observações que atendem os critérios técnicos específicos - data, coordenadas, organismo em vida livre, mas que ainda não atingiram consenso em relação à identificação taxonômica). Para identificação taxonômica foram utilizadas referências da literatura especializadas no grupo taxonômico em estudo (Brown 1992; Tyler *et al.* 1994; Brown e Freitas 2000a; Palo Jr. 2017a,b,c; Warren *et al.* 2017; Bizarro e

Martin 2020; Rosa e Freitas 2020). Não houveram observações “casuais” (observações que não atendem aos critérios técnicos específicos). Para cada observação, foi checado se a localização correspondia à área de abrangência do Parque do Museu, a partir da consulta ao mapa de localização disponível nas informações de cada observação. Foram utilizadas as observações referentes ao período desde 2008 considerando a data da observação (anterior à criação do projeto “Borboletas Capixabas”) até junho de 2023. Já para as observações do Instagram foram consideradas apenas aquelas que tinham o Instituto Nacional da Mata Atlântica ou Museu de Biologia Prof. Mello Leitão como localização informada pelo cidadão cientista. Todas as identificações foram revisadas para o presente trabalho. Foram utilizadas as observações referentes ao período desde a criação do perfil, em dezembro de 2022, até 15 de julho de 2023. Finalmente, três registros que haviam sido enviados diretamente pelos cidadãos cientistas através do WhatsApp do projeto também foram considerados neste trabalho.

Todos os registros compartilhados nas diferentes plataformas tiveram seus dados planilhados: identificação da espécie, família da espécie, localidade, coordenada, data e observador (nome do usuário), fonte de compartilhamento (Instagram via story e feed, iNaturalist e Whatsapp). As observações duplicadas em duas ou mais plataformas foram deduplicadas e foram consideradas como apenas um registro nas análises.

Análises

O número de observações e o número de cidadãos cientistas que contribuíram em cada uma das plataformas (iNaturalist, Instagram e Whatsapp) foi contabilizado. A quantidade de pessoas envolvidas foi considerada como medida do recrutamento de cidadãos cientistas no projeto. O número de observações compartilhadas pelo total de cidadãos cientistas participantes do projeto Borboletas Capixabas ao longo do tempo foi considerado como medida de engajamento (medida também utilizada por Jäckel *et al.* 2023).

A representatividade de cada família de borboletas registrada foi calculada a partir do número de observações e do número de espécies. Como uma observação não necessariamente corresponde a um único indivíduo e como mais de uma observação pode representar o mesmo indivíduo, enfatizamos que o número de observações não corresponde exatamente à abundância (número de indivíduos por espécie na

comunidade). Entretanto, esse indicador demonstra o quão comuns e residentes determinadas espécies são, e relaciona-se com a facilidade das espécies em serem observadas e, principalmente, fotografadas pelo cidadão cientista observador. Desta forma, a partir dos registros feitos pelos cidadãos cientistas, não é possível inferir alguns parâmetros da estrutura da comunidade considerada, como abundância e diversidade, sendo apenas possível inferir a riqueza e a composição de espécies.

Foram consideradas a ocorrência e proporção das espécies que apresentam os seguintes critérios de bioindicadores para a definição do(s) tipo(s) de habitat predominantes na área de estudo: 1) taxonomia relativamente bem resolvida, 2) conhecimento a respeito da história natural, 3) associação estreita a recursos ou outras espécies - espécies estreitamente relacionadas a outras são mais informativas (representam outro grupo taxonômico ou recurso), 4) “sedentarismo” relativo - espécies que não se dispersam muito e são mais residentes, 5) facilidade na identificação, e, principalmente, 6) fidelidade de habitat - espécies que fornecem informação específica sobre o habitat (Freitas *et al.* 2006). Estas informações foram verificadas na literatura para cada espécie.

Os registros de comportamentos como reprodução e forrageamento foram considerados como indicadores de que o habitat está fornecendo recursos para manter as populações de borboletas residentes do Parque do Museu e que elas estão se reproduzindo e se desenvolvendo.

RESULTADOS

Foram compartilhados 416 registros de imagens de borboletas (observações) do Parque do Museu, obtidos por 63 cidadãos cientistas. Dentre os cidadãos cientistas, dez colaboraram tanto no iNaturalist quanto no Instagram, 21 apenas através do iNaturalist, 30 apenas através do Instagram e dois pelo WhatsApp. Do total de registros, 203 foram disponibilizados no iNaturalist, 206 no Instagram, quatro tanto no iNaturalist quanto no Instagram e três no WhatsApp. O projeto na rede social Instagram recrutou 55% dos cidadãos cientistas participantes.

O compartilhamento de observações das borboletas do Parque do Museu na plataforma iNaturalist iniciou-se em 2019 e foi crescente principalmente a partir do ano de 2021. No entanto, muitas das datas de realização das observações são anteriores à data de compartilhamento, sendo que a observação mais

antiga foi realizada em 2008. Após a implementação e divulgação do projeto Borboletas Capixabas no Instagram, o número de observações compartilhadas foi em torno de três vezes maior nesta rede social em comparação ao iNaturalist no período de sete meses do projeto (Figura 2).

Um total de 108 espécies e subespécies foram registradas no Parque do Museu, destas, três corresponderam a espécies que compõem complexos de espécies crípticas (Tabela 1). Em 33 registros fotográficos não foi possível a identificação em nível de espécie, as quais foram identificadas apenas em gênero e/ou subfamília (23 morfoespécies). A família mais representativa foi Nymphalidae, equivalente a 79,5% das observações e 57,5% das espécies registradas, seguida de Hesperidae (9,5% das obs. e 19% das spp.), Riodinidae (4% das obs. e 11% das spp.), Pieridae (3,5% das obs. e 5,5% das spp.), Lycaenidae (3% das obs. e 6% das spp.), e Papilionidae (0,5% das obs. e 1% das spp.) (Figura 3).

Do total de espécies, 52% são espécies indicadoras de habitat florestal, representando 72% das observações. As espécies mais registradas foram *Caligo brasiliensis* (Felder, 1862) (24 observações), *Pagyrus euryanassa* (Felder e Felder, 1860) (23 obs.), *Hypothyris ninonia daeta* (Boisduval, 1836) (23 obs.), *Ortilia ithra* (Kirby, 1871) (22 observações) e *Mechanitis lysimnia lysimnia* (Fabricius, 1793) (17 obs.), todas indicadoras de habitat florestal, com exceção de *O. ithra*, espécie observada em áreas mais abertas como bordas de florestas.

Dentre as espécies indicadoras de habitat florestal, destacam-se as borboletas da tribo Ithomiini (Família Nymphalidae, subfamília Danainae) (Wahlberg *et al.* 2009) (Figura 4), composta por borboletas que compõem o anel mimético tigrado (padrão de coloração das asas laranja-amarelo-preto-branco) e asas-de-vidro (borboletas com asas transparentes). Estas borboletas foram registradas no sub-bosque próximo às alamedas do circuito de visitação do Parque do Museu, correspondendo a 32,5% do total de observações (n=121) e 17% da riqueza de espécies (n=18) (Tabela 1). Durante os meses mais frios e secos (junho e julho), estas borboletas, especialmente as borboletas tigradas, concentraram-se sobre as folhagens de *Curculigo capitulata* (Lour.) Kuntze (Hypoxidaceae), espécie exótica cultivada no sub-bosque próximo à Casa do Ruschi (Administração do INMA) (Figura 5). Registros fotográficos e filmagens desses agrupamentos foram feitos por três cidadãos cientistas e compartilhados via Instagram.

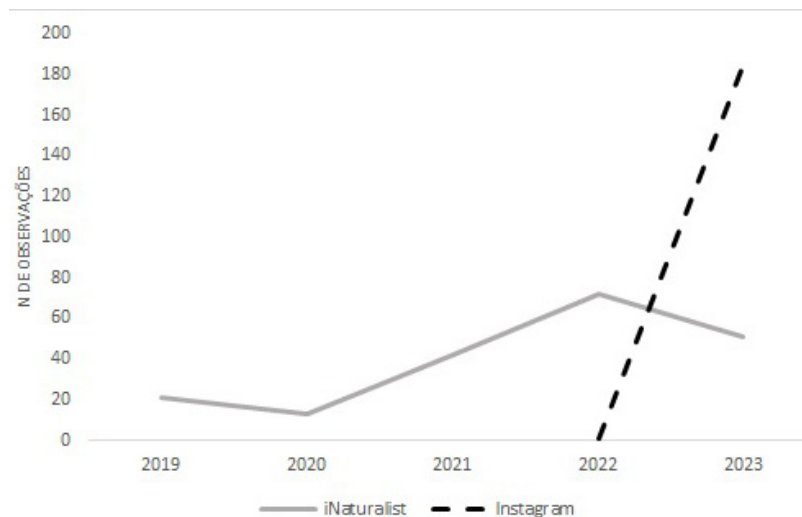


FIGURA 2: Número de observações de borboletas no Parque do Museu de Biologia Mello Leitão com relação ao ano de compartilhamento. A linha contínua representa as observações contidas na plataforma iNaturalist, e a linha tracejada representa as observações obtidas através do perfil do projeto “Borboletas Capixabas” no Instagram.

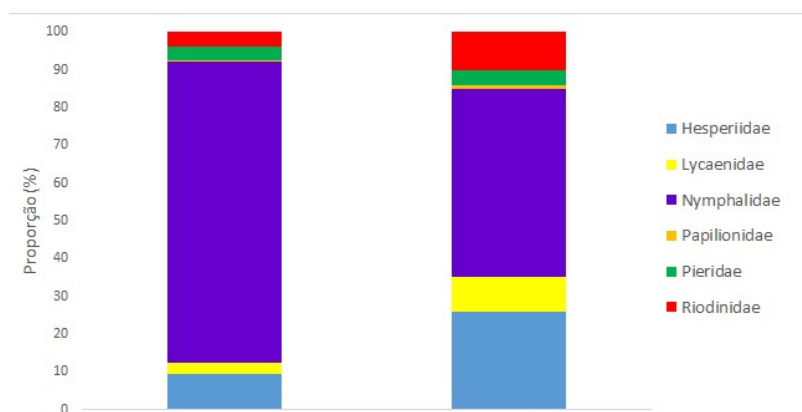


FIGURA 3: Proporção (%) do número de observações e número de espécies de borboletas por família registradas por cidadãos cientistas no Parque do Museu de Biologia Professor Mello Leitão.

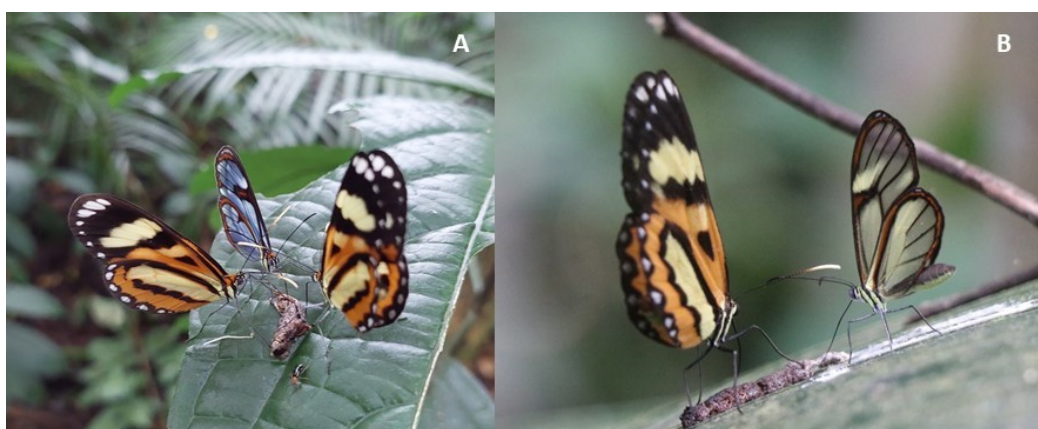


FIGURA 4: Borboletas da tribo Ithomiini alimentando de fezes de pássaros: borboletas tigradas *Hypothyris ninonia daeta* (A) e *Pagyris euryanassa* (B); e borboletas asas-de-vidro *Ithomia* sp. (A) e *Episcada striposis* (B). Registros feitos pelos cidadãos cientistas (A) Valquimar Assis e (B) Gabrielly Benaducci. Fotografias reproduzidas com permissão dos autores.



FIGURA 5: Agrupamento de Ithomiini, anel mimético de borboletas tigradas, no sub-bosque próximo à Casa do Ruschi registrado em julho de 2023 pela cidadã cientista Joyce Amaral. Fotografia reproduzida com permissão da autora.

Os comportamentos relacionados à reprodução e forrageamento corresponderam a 12,5% das observações: comportamento de corte das espécies *Heliconius sara apseudes* (Hübner, [1813]), *Mechanitis polymnia casabranca* (Linnaeus, 1758) e *O. ithra* através de vídeos; acasalamento das espécies *C. b. brasiliensis*, *O. ithra*, *M. l. lysimnia*, *M. p. casabranca* e *P. euryanassa*; e oviposição das espécies *Colobura dirce* (Linnaeus, 1758) em *Cecropia* sp. (Embaúba) (Cecropiaceae) e *Eresia lansdorfi* (Godart, 1819) em *Pilea microphylla* (L.) Liebm. (Urticaceae), ambas registradas por vídeo; comportamento de forrageamento das espécies de Nymphalidae: Danainae e Hesperidae: Hesperidae alimentando-se em fezes de pássaros sobre as folhagens; espécies das subfamílias de borboletas frugívoras Nymphalidae: Biblidinae, Nymphalinae e Satyrinae, e espécies de Ithomiini alimentando-se em bananas dispostas nos comedouros do Parque do Museu; algumas espécies de Nymphalidae: Biblidinae e Nymphalinae se alimentando de sais minerais no solo; e duas espécies de Nymphalidae: Satyrinae, *Caligo beltrao* (Illiger, 1801) e *Opoptera aorsa* (Godart, [1824]), se alimentando de exsudato vegetal em tronco de árvore; *H. s. apseudes* e *Anartia amathea roeselia* (Eschscholtz, 1821) alimentando-se em flores de *Lantana camara*, *Hypanartia bella* em orquidaceae, *Oleria* sp. Hübner, 1816 em *Heliconia psittacorum*. Uma observação interessante foi o registro do dormitório da espécie *Heliconius erato phyllis* (Linnaeus, 1764) (Figura 6).

DISCUSSÃO

Observou-se que os participantes do projeto Borboletas Capixabas, em sua maioria, contribuíram com registros em apenas uma das plataformas do projeto. O uso de mais de uma plataforma tem o potencial de ampliar a quantidade de participantes em projetos de ciência cidadã, uma vez que os cidadãos cientistas podem apresentar preferências por utilizar uma ou outra plataforma. Em uma pesquisa voltada para o uso de redes sociais por projetos de ciência cidadã, verificou-se que mais de 40% dos 300 projetos analisados utilizavam mais de uma rede social (Oliveira *et al.* 2021).

O número de observações (n=206) submetidas via Instagram desde o início do Borboletas Capixabas (em dezembro de 2022), equiparando-se ao número de observações de todo o período de 2019 a 2023 do iNaturalist (considerando apenas os registros para o

MBML), reforça o resultado obtido por outros estudos, os quais indicam que as mídias sociais como Twitter, Facebook e Instagram vem beneficiando a compilação de dados a partir da interação com o público (Mazumdar *et al.* 2018). Essas mídias têm ajudado os coordenadores de projetos de ciência cidadã a recrutar e se comunicar com o público participante (Mazumdar *et al.* 2018). As mídias sociais têm o potencial de estimular a proatividade, participação e interesse pela pesquisa científica (Pavelle *et al.* 2020), e representam uma importante interface entre os cientistas e o público para a comunicação científica (Koohy e Koohy 2014). Especula-se aqui que o perfil do Instagram do projeto (@borboletascapixabas) gerou mais engajamento dos participantes, possivelmente, como resultado da interação diária da coordenadora do projeto com os cidadãos cientistas tão logo compartilhavam suas observações. Esta interação ocorria pelo retorno da coordenadora através da repostagem das observações nos “Stories” no prazo de 24 horas. O Instagram é uma mídia social bastante popular e utilizada diariamente por muitos brasileiros (OOSGA 2023) e, por isso, possibilita atingir um público diverso de maneira eficiente. O rápido *feedback* é um dos aspectos que contribui para o engajamento e a qualidade de dados em projetos de ciência cidadã (Zhou *et al.* 2020). Além disso, pelo fato de o Instagram ser uma mídia social para compartilhamento de fotografias e vídeos, são comuns as postagens de fotografias da natureza, como de espécimes da fauna, as quais vêm contribuindo para o conhecimento científico sobre as espécies (por exemplo Manunza *et al.* 2020 e Leitão *et al.* 2022). Neste caso, esta rede social pode ser utilizada como fonte passiva de dados para a ciência, ou seja, dados que são produzidos de maneira não intencional ou ativa por parte dos usuários, como já acontece para outras redes sociais como o Flickr e o Twitter (ver Edwards *et al.* 2021). O potencial do Instagram para a ciência, inclusive, inspirou o desenvolvimento de aplicativos de projetos de CC (ver Gupta *et al.* 2022).

Em relação ao número de espécies registradas pelos cidadãos cientistas (n=108), não é possível inferir qual a representatividade deste número em relação ao total de espécies existente na localidade, pois diferentes localidades da Mata Atlântica divergem em número de espécies de borboletas registradas em inventários intensivos utilizando diversas técnicas de amostragem (de 218 a 914 espécies) (Brown e Freitas, 2000b). Em estudo realizado por Prudic e colaboradores (2018), a riqueza de espécies de borboletas em área urbana foi maior em inventário envolvendo ciência cidadã



FIGURA 6: Dormitório de *Heliconius erato phyllis* registrado no Parque do Museu de Biologia Professor Mello Leitão pela cidadã cientista Gabrielly Benaducci. Fotografia reproduzida com permissão da autora.

a partir de monitoramento sistematizado, em que há treinamento e delineamento amostral em relação aos registros, em comparação à ciência cidadã passiva, aquela que somente utiliza os dados de plataformas de CC, como o iNaturalist. De qualquer maneira, a riqueza de espécies de borboletas registradas no Parque do Museu correspondeu a 15% da riqueza de espécies listadas em Brown e Freitas (2000a) para o município de Santa Teresa. Desta maneira, podemos considerar que o número de espécies de borboletas registradas no Parque do Museu pelos cidadãos cientistas foi relevante, já que compreenderam contribuições espontâneas e sem o uso de métodos de monitoramento sistematizado. Além disso, devemos ressaltar que os registros feitos pelos cidadãos cientistas se restringiram às áreas do circuito de visitação do Parque. Certamente, o número de espécies de borboletas que ocorrem no Parque do Museu é superior ao apresentado no presente trabalho.

No presente trabalho, a representatividade das famílias de borboletas por número de observações e número de espécies não foi condizente com a estrutura da comunidade de borboletas observada em outros estudos científicos realizados na Mata Atlântica. Geralmente, cerca de 25 a 29% da riqueza total da comunidade de borboletas é representada pela família Nymphalidae, enquanto a subfamília Ithomiinae (atual tribo Ithomiini) representa entre 2 a 6% da riqueza total (Brown e Freitas 2000b). No presente trabalho, Nymphalidae correspondeu a 57,5% e Ithomiini a 17%. Desta forma, os dados apresentados no presente trabalho se limitam ao registro de presença de espécies e composição de comunidades, como a maioria dos programas de Ciência Cidadã (Chandler *et al.* 2017; Feldman *et al.* 2021), e não podem ser utilizados como um retrato da estrutura da comunidade de borboletas da localidade amostrada pelos cidadãos cientistas. Devemos ressaltar que há uma maior dificuldade em se observar e, principalmente, fotografar espécies pequenas, raras ou que se esquivam facilmente ou que possuem voo ágil. Espécies comuns e “sedentárias” (aquelas que procuram alimento e parceiros localmente, ou seja, não se deslocam muito), assim como aquelas maiores e coloridas são mais propensas a serem mais registradas pelos cidadãos cientistas (Ward 2014; Boakes *et al.* 2016). Assim, os nossos resultados retratam a fauna de borboletas residente e facilmente observada na vegetação próxima às alamedas do circuito de visitação do Parque do Museu. A instalação de comedouros e oferta de bananas em diversos pontos ao longo das alamedas do parque, para alimentação das

aves e primatas, atrai também as borboletas frugívoras e facilita a observação e o registro destas borboletas pelos visitantes, contribuindo para um maior número de observações deste grupo, já que borboletas frugívoras são atraídas por isca de frutas fermentadas (Santos *et al.* 2015).

Nossos resultados mostram que mais da metade das espécies registradas no Parque do Museu são típicas de habitats florestais. Borboletas Ithomiini habitam sub-bosques sombreados e são totalmente restritas ao habitat de florestas tropicais (Brown 1992; Beccaloni e Gaston 1995; Bizzaro e Martin 2020). São espécies que possuem voo lento, comportamento “sedentário”, podem ser observadas praticamente o ano todo e durante a estação seca tendem a se agrupar com espécies de padrões similares (Beccaloni e Gaston 1995; Bizarro e Martin 2020). Compreendem um excelente grupo indicador de habitat florestal (Brown e Freitas 2000a), e se adequam aos critérios para definição de indicadores biológicos: taxonomia relativamente bem resolvida; conhecimento a respeito da história natural; associação estreita a outras espécies (por exemplo, 80% das espécies relacionadas às plantas hospedeiras da família Solanaceae - Beccaloni *et al.* 2008; Bizarro e Martin 2020); “sedentarismo” relativo e, principalmente, a fidelidade de habitat (Freitas *et al.* 2006). Desta forma, a presença e representatividade das borboletas Ithomiini nas observações feitas pelos cidadãos cientistas, um terço de todas as observações e metade da riqueza de espécies de Ithomiini listada para o município (Brown e Freitas 2000a), indica que o Parque do Museu possui predominância de habitat florestal. Fotografias da década de 1950 revelam que naquela época o Parque do Museu não possuía a cobertura florestal que possui hoje em dia (veja Figura 1), assim, aparentemente, esta cobertura de dossel foi restaurada ao longo do tempo e hoje proporciona ambiente adequado para as borboletas típicas de habitat florestal.

A possibilidade de compartilhamento de vídeos pelo Instagram ampliou o acesso às observações de comportamento pelo projeto Borboletas Capixabas, como o comportamento de corte. No iNaturalist, por enquanto, não há opção de compartilhamento de vídeos, apesar de imagens compartilhadas nessa plataforma também já terem sido úteis para estudos sobre aspectos de comportamento e interações ecológicas de espécies de borboletas (por exemplo, Saldivar *et al.* 2022). As observações dos comportamentos de reprodução e forrageamento das borboletas do Parque do Museu pelos cidadãos cientistas foram importante para sabermos que o habitat está mantendo as populações,

com disponibilidade de recursos alimentares, plantas hospedeiras e fatores microclimáticos adequados para a reprodução e desenvolvimento das espécies de borboletas na área de estudo.

Observações do comportamento das borboletas no parque do Museu podem direcionar futuros delineamentos para o monitoramento participativo de algumas espécies. Como por exemplo, a partir do registro do dormitório comunal de *Heliconius erato phyllis* no Parque do Museu, podemos localizar e monitorar o dormitório dessa espécie ao longo do tempo. Os dormitórios comunais em *H. e. phyllis* são fenômenos comportamentais comuns. Essas agregações são formadas ao anoitecer, mas ainda não são totalmente compreendidas (Endringer *et al.* 2004). Uma outra observação que requer atenção é o registro em vídeo do comportamento de oviposição da borboleta *Eresia lansdorfi* em *Pilea microphylla*. *E. lansdorfi* costuma ovipositar sobre plantas da família Acanthaceae (Biezanko *et al.* 1974) e se tem o relato de oviposição em *Ruellia brevifolia* (Cergioni 2011). Desta forma, esta observação pode estar retratando um engano por parte da fêmea ao ovipositar, erro comum em espécies polífagas (Nylín *et al.* 2000; Janz 2003), ou um primeiro registro de oviposição de *E. lansdorfi* em Urticaceae. Neste sentido, a documentação por cidadãos cientistas de interações que raramente são observadas por pesquisadores podem ser especialmente valiosas para o conhecimento sobre as espécies e úteis

para embasar estratégias de conservação (Clapis-Garla *et al.* 2022).

CONCLUSÕES

O recrutamento e o engajamento dos cidadãos cientistas na rede social Instagram foi tão eficiente quanto na plataforma iNaturalist. Os dados coletados apresentam um viés para o registro de espécies mais residentes do circuito de visitação e, portanto, não podem ser considerados como representativos da estrutura da comunidade de borboletas do local de estudo abrangido pelo projeto Borboletas Capixabas. Ressalta-se que os resultados aqui apresentados compreendem a primeira lista de espécies de borboletas para o Parque do Museu a partir da ciência participativa, representativa de 15% da riqueza de espécies de borboletas já relatadas para o município de Santa Teresa. A presença de borboletas típicas de habitats florestais é um indicativo de que o Parque do Museu representa um refúgio para as espécies de borboletas no centro urbano da cidade, já que Santa Teresa era originalmente coberta por floresta ombrófila densa. Ainda, diversos comportamentos foram registrados pelos cidadãos cientistas, evidenciando o potencial da ciência participativa para o estudo de aspectos da biologia das borboletas. O presente trabalho reforça a importância da ciência participativa para o conhecimento da biodiversidade.

TABELA 1: Espécies e subespécies de borboletas (Lepidoptera: Rophalocera) registradas por fotografias e vídeos por cidadãos cientistas no Museu de Biologia Professor Mello Leitão/Instituto Nacional da Mata Atlântica, Santa Teresa, ES, entre o período de 2008 a 2023. Desconsiderados aqueles registros não identificados em espécie. # anel mimético borboletas tigradas; § anel mimético borboletas asas-de-vidro; + borboletas frugívoras. Para determinação das espécies florestais foi utilizada a referência Bizzaro e Martin (2020).

Táxon	N registros	Espécie florestal
Riodinidae	16	
Euselasiinae	1	
<i>Euselasia mys</i> lara Stichel, 1919	1	
Riodininae	15	
<i>Catocyclotis aemulius</i> (Fabricius, 1793)	2	
<i>Pheles atricolor atricolor</i> (Butler, 1871)	1	
<i>Calospila parthaon</i> (Dalman, 1871)	1	
<i>Chamaelimnas briola doryphora</i> Stichel, 1910	1	

Continua

Continuação

Táxon	N registros	Espécie florestal
<i>Chorinea heliconides</i> (Swainson, 1833)	1	
<i>Detritivora gynaea</i> (Godart, [1824])	1	X
<i>Lemonias zygia</i> Hübner, [1807]	1	
<i>Leucochimona icare matatha</i> (Hewitson, 1873)	3	
<i>Nymphidium lisimon</i> (Stoll, 1790)	3	
<i>Syrmatia nyx</i> (Hübner, [1817])	1	X
Lycaenidae	10	
Polyommatainae	1	
<i>Leptotes Cassius</i> (Cramer, [1775])	1	
Theclinae	9	
<i>Calycopis cf. talama</i> (Schaus, 1902)	1	X
<i>Kisutam syllis</i> (Godman & Salvin, [1887])	3	
<i>Michaelus ira</i> (Hewitson, 1867)	2	X
<i>Rekoa meton</i> (Cramer, [1779])	1	
<i>Ziegleria hesperitis</i> (Butler & Druce, 1872)	2	
Papilionidae	1	
Papilioninae	1	
<i>Papilio thoas brasiliensis</i> (Rothschild & Jordan, 1906)	1	
Hesperiidae	25	
Hesperiinae	15	
<i>Calpododes antoninus</i> (Latreille, [1824])	3	
<i>Cobalopsis nero</i> (Herrich-Schäffer, 1869)	1	
<i>Nyctelius nyctelius</i> (Latreille, [1824])	1	
<i>Zariaspes mys</i> (Hübner, [1808])	1	
<i>Hylephila phyleus phyleus</i> (Drury, 1773)	1	
<i>Lycas argentea</i> (Hewitson, 1866)	3	
<i>Perichares adela</i> (Hewitson, 1869)	1	
<i>Perichares aurina</i> Evans, 1955	1	
<i>Phanes almoda</i> (Hewitson, 1866)	1	
<i>Quinta cannae</i> (Herrich-Schäffer, 1869)	1	
<i>Vinius letis</i> (Plötz, 1883)	1	
Pyrginae	9	
<i>Celaenorrhinus cf. similis</i> Haywaerd, 1933	1	X

Continua

Continuação

Táxon	N registros	Espécie florestal
<i>Celaenorrhinus eligius punctiger</i> (Burmeister, 1878)	1	X
<i>Cycloglypha tisia</i> (Godman & Salvin, [1896])	1	
<i>Helias phalaenoides palpalis</i> (Latreille, [1824])	1	X
<i>Pythonides jovianus fabricii</i> Kirby, 1871	1	X
<i>Urbanus proteus proteu</i> (Linnaeus, 1758)	1	
<i>Xenophanes tryxus</i> (Stoll, [1780])	3	
Pyrrhopyginae	1	
<i>Myscelus amystis epigona</i> Herrich-Schäffer, 1869	1	
Pieridae	14	
Coliadinae	12	
<i>Eurema cf. elathea flavescens</i> (Chavannes, 1850)	5	
<i>Phoebis philea philea</i> (Linnaeus, 1763)	3	
<i>Phoebis sennae</i> (Linnaeus, 1758)	1	
<i>Pyrisitia nise tenella</i> (Boisduval, 1836)	3	
Pierinae	1	
<i>Itaballia demophile</i> (Linnaeus, 1763)	1	
Dismorphiinae	1	
<i>Enantia lina psamathe</i> (Fabricius, 1793)	1	X
Nymphalidae	314	
Cyrestidinae	1	
<i>Marpesia petreus</i> (Cramer, 1778)	1	
Biblidinae	26	X
+ <i>Catonephele numilia penthia</i> (Hewitson, 1852)	2	
+ <i>Catagramma pyracon</i>	1	X
+ <i>Diaethria clymena</i> (Cramer, [1775])	5	X
+ <i>Hamadryas amphinome amphinome</i> (Linnaeus, 1767)	5	
+ <i>Hamadryas arete</i> (Doubleday, 1847)	3	X
+ <i>Hamadryas feronia feronia</i> (Linnaeus, 1758)	5	
+ <i>Hamadryas laodamia laodamia</i> (Cramer, [1777])	3	
Danainae	1	
# <i>Lycorea halia discreta</i> Haensch, 1909	1	
Ithomiinae	133	
<i>Dircenna dero rhoeo</i> Felder & Felder, 1860	3	
§ <i>Episcada hemixanthe</i> (Felder & Felder, 1865)	1	

Continua

Continuação

Táxon	N registros	Espécie florestal
§ <i>cf. Episcada zajciwi canaria</i> (Brown & d'Almeida, 1970)	1	
# <i>Hypothyris euclea laphria</i> (Doubleday, 1847)	1	X
# <i>Hypothyris ninonia daeta</i> (Boisduval, 1836)	23	X
§ <i>Ithomia drymo</i> Hübner, 1816	6	
§ <i>Ithomia lichyi</i> d'Almeida, 1939	9	
§ <i>Ithomia agnosia zikani</i> d'Almeida, 1940	5	
# <i>Mechanitis lysimnia lysimnia</i> (Fabricius, 1793)	17	X
# <i>Mechanitis polymnia casabranca</i> Haensch, 1905	13	
# <i>Napeogenes rhezia yanetta</i> (Hewitson, 1867)	2	X
§ <i>Oleria aquata</i> (Weymer, 1875)	9	
§ <i>Oleria astra astrea</i> (Cramer, [1775])	4	
# <i>Pagyris euryanassa</i> (Felder & Felder, 1860)	23	
§ <i>Pseudoscada acilla acilla</i> (Hewitson, 1867)	1	
§ <i>Pteronymia euritea</i> (Cramer, [1780])	3	
§ <i>Scada karschina karschina</i> (Herbst, 1792)	7	
Heliconiinae	25	
<i>Actinote melanisans</i> Oberthür, 1917	3	X
<i>Actinote pellenea pellenea</i> Hübner, [1821]	1	
<i>Dryas iulia alcionea</i> (Cramer, [1779])	2	
<i>Heliconius erato phyllis</i> (Fabricius, 1775)	6	X
<i>Heliconius melpomene nanna</i> Stichel, 1899	2	X
<i>Heliconius sara apseudes</i> (Hübner, [1813])	11	X
Ithomiinae	133	
<i>Dircenna dero rhoeo</i> Felder & Felder, 1860	3	X
§ <i>Episcada hemixanthe</i> (Felder & Felder, 1865)	1	
§ <i>Episcada striposis</i> Haensch, 1909	5	X
§ <i>cf. Episcada zajciwi canaria</i> (Brown & d'Almeida, 1970)	1	
# <i>Hypothyris euclea laphria</i> (Doubleday, 1847)	1	X
# <i>Hypothyris ninonia daeta</i> (Boisduval, 1836)	23	X
§ <i>Ithomia drymo</i> Hübner, 1816	6	X
§ <i>Ithomia lichyi</i> d'Almeida, 1939	9	X
§ <i>Ithomia agnosia zikani</i> d'Almeida, 1940	5	X
# <i>Mechanitis lysimnia lysimnia</i> (Fabricius, 1793)	17	X
# <i>Mechanitis polymnia casabranca</i> Haensch, 1905	13	X
# <i>Napeogenes rhezia yanetta</i> (Hewitson, 1867)	2	X

Continua

Continuação

Táxon	N registros	Espécie florestal
<i>§ Oleria aquata</i> (Weymer, 1875)	9	X
<i>§ Oleria astrea astrea</i> (Cramer, [1775])	4	
<i># Pagyris euryanassa</i> (Felder & Felder, 1860)	23	
<i>§ Pseudoscada acilla acilla</i> (Hewitson, 1867)	1	X
<i>§ Pteronymia euritea</i> (Cramer, [1780])	3	X
<i>§ Scada karschina karschina</i> (Herbst, 1792)	7	X
Limenitidinae	2	
<i>Adelpha lycorias lycorias</i> (Godart, [1824])	1	X
<i>Adelpha serpa serpa</i> (Boisduval, 1836)	1	X
Nymphalinae	52	
<i>Anartia amathea roeselia</i> (Eschscholtz, 1821)	4	
<i>Anartia jatrophae jatrophae</i> (Linnaeus, 1763)	2	
+ <i>Colobura dirce</i> (Linnaeus, 1758)	10	
<i>Eresia lansdorfi</i> (Godart, 1819)	6	X
+ <i>Historis odius</i> (Fabricius, 1775)	2	
<i>Hypanartia bella</i> (Fabricius, 1793)	1	
<i>Ortilia ithra</i> (Kirby, [1900])	22	
<i>Siproeta stelenes meridionalis</i> (Fruhstorfer, 1909)	2	X
<i>Tegosa</i> sp. Higgins, 1981 (complexo claudina)	3	
Satyrinae	74	
+ <i>Archeuptychia clunea</i> (Drury, 1782)	1	X
+ <i>Brassolis sophorae</i> (Linnaeus, 1758)	1	
+ <i>Caligo beltrao</i> (Illiger, 1801)	8	X
+ <i>Caligo brasiliensis brasiliensis</i> (Felder, 1862)	24	X
+ <i>Caligo illioneus illioneus</i> (Cramer, 1775)	1	X
+ <i>Catoblepia amphirhoe</i> (Hübner, [1825])	1	X
+ <i>Cissia eous</i> (Butler, 1867)	3	
+ <i>Cissia phronius</i> (Godart, [1824])	2	
+ <i>Dynastor darius</i> (Fabricius, 1775)	5	
+ <i>Eryphanis automedon</i> (Cramer, 1775)	1	X
+ <i>Forsterinaria necys</i> (Godart, [1824])	1	
+ <i>Hermeuptychia</i> sp. Forster, 1964 (complexo <i>hermes</i>)	7	
+ <i>Morpho epistrophus catenaria</i> (Perry, 1811)	1	X
+ <i>Opoptera aorsa</i> (Godart, [1824])	2	
+ <i>Opsiphanes invirae</i> (Hübner, [1808])	1	

Continua

Continuação

Táxon	N registros	Espécie florestal
+ <i>Pareuptychia ocirrhoe interjecta</i> (d'Almeida, 1952)	10	X
+ <i>Pharneuptychia</i> sp. Forster, 1964 (complexo <i>phares</i>)	3	
+ <i>Splendeuptychia cf. pargyris</i> (Godart, [1824])	1	X
+ <i>Taygetis</i> sp. Hübner, [1819] (complexo <i>laches</i>)	1	
Total de observações	383	

AGRADECIMENTOS

Aos cidadãos cientistas colaboradores do projeto Borboletas Capixabas. Ao professor Dr. André V. L. Freitas, Dr. Lucas Kaminski e Felipi Andrade pela confirmação das identificações taxonômicas. Ao Programa de Capacitação Institucional do INMA pela bolsa de pesquisa (CNPq 301370/2023-0).

REFERÊNCIAS

Almeida, A.C., & Freitas, A.V.L. (2012). *Lepidoptera: borboletas e mariposas do Brasil*. Queen Books.

Beccaloni, G.W., & Gaston, K.J. (1995). Predicting the species richness of neotropical forest butterflies: Ithomiinae (Lepidoptera: Nymphalidae) as indicators. *Biological Conservation*, 71(1), 77–86. [https://doi.org/10.1016/0006-3207\(94\)00023-J](https://doi.org/10.1016/0006-3207(94)00023-J)

Beccaloni, G.W., Vilorio, A.L., Hall, S.K., & Robinson, G. (2008). *Catalogue of the hostplants of the Neotropical butterflies*. Monografias Tercer Milenio.

Biezanko, C.M. (1974). Plantas y otras sustancias alimenticias de las orugas de los lepidópteros uruguayos. *Revista do Centro de Ciências Rurais, Santa Maria*, 2(4), 107–148.

Bizarro, J., & Martin, A. (2020). *A Guide to the Butterflies of the Serra dos Órgãos South-eastern Brazil*. REGUA Publications.

Boakes, E.H., Gliozzo, G., Seymour, V., Harvey, M., Smith, C., Roy, D.B., & Haklay, M. (2016). Patterns of contribution to citizen science biodiversity projects increase understanding of volunteers' recording

behaviour. *Scientific Reports*, 6(1), 33051. <http://doi.org/10.1038/srep33051>

Bonney, R.; Cooper, C.B.; Dickinson, J.; Kelling, S.; Phillips, T.; Rosenberg, K.V., & Shirk, J. (2009). Citizen Science: A developing tool for expanding science knowledge and scientific literacy. *BioScience*, 59(11), 977–984. <https://doi.org/10.1525/bio.2009.59.11.9>

Brito, M.M., Ribeiro, D.B., Raniero, M., Hasui, E., Ramos, F.N., & Arab, A. (2014). Functional composition and phenology of fruit-feeding butterflies in a fragmented landscape: variation of seasonality between habitat specialists. *Journal of Insect Conservation*, 18, 547–560. <https://doi.org/10.1007/s10841-014-9650-8>

Brown Jr., K.S. (1992). Borboletas da Serra do Japi: diversidade, habitats, recursos alimentares e variação temporal. In L.P.C. Morellato (Ed.), *História natural da Serra do Japi: ecologia e preservação de uma área florestal no sudeste do Brasil*. Unicamp.

Brown Jr., K.S., & Freitas, A.V. (2000a). Diversidade de Lepidoptera em Santa Teresa, Espírito Santo. *Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão*, 11, 71–118.

Brown Jr., K.S., & Freitas, A.V.L. (2000b). Atlantic forest butterflies: indicators for landscape conservation 1. *Biotropica*, 32(4b), 934–956. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2000.tb00631.x>

Capucho, L.C. (2020). Os visitantes do Parque do Museu de Biologia Prof. Mello Leitão: uma análise do perfil de grupos agendados entre 2014 e 2019. INMA, Relatório projeto RIMA. (<https://www.gov.br/inma/pt-br/assuntos/pesquisa-1/rede-de-compartilhamento-de-dados-e-divulgacao-da-mata-atlantica-no-estado-do-esp2013-rima>). Acesso em 15/06/2023.

- Cergioni, J.A. (2011). *Relato de lagartas de Eresia lansdorfi em Ruellia brevifolia - ESALQ*. (<https://borboletasbr.blogspot.com/2011/08/eresia-lansdorfi.html>). Acesso em 20/07/2023.
- Chandler, M., See, L., Copas, K., Bonde, A.M., López, B.C., Danielsen, F., Legind, J.K., Masinde, S., Miller-Rushing, A.J., Newman, G., Rosemartin, A., & Turak, E. (2017). Contribution of citizen science towards international biodiversity monitoring. *Biological Conservation*, 213, 280–294. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2016.09.004>
- Clapis-Garla, R., Veras, L.B., & Garrone-Neto, D. (2022). Mating behavior of the lemon shark, *Negaprion brevirostris* (Carcharhiniformes: Carcharhinidae), as revealed by citizen science in the Equatorial Atlantic Ocean. *Revista de Biología Tropical*, 70(1), 702–712. <http://dx.doi.org/10.15517/rev.biol.trop.2022.49675>
- Endringer, F.B., Silva, P.R., & Lutz, L.V. (2004). Hipóteses evolutivas sobre a origem e manutenção dos dormitórios comunaes de *Heliconius erato* (Lepidoptera, Nymphalidae). *Natureza online*, 2(1), 1–9.
- Edwards, T., Jones, C.B., Perkins, S.E., & Corcoran, P. (2021). Passive citizen science: The role of social media in wildlife observations. *Plos One*, 16(8), e0255416. <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0255416>
- Feldman, M.J., Imbeau, L., Marchand, P., Mazerolle, M.J., Darveau, M., & Fenton, N.J. (2021). Trends and gaps in the use of citizen science derived data as input for species distribution models: A quantitative review. *Plos One*, 16(3), e0234587. <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0234587>
- Forti, L.R., & Szabo, J.K. (2023). The iNaturalist platform as a source of data to study amphibians in Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 95(1), e20220828. <https://doi.org/10.1590/0001-3765202320220828>
- Fox, R. (2020). *Citizen science and Lepidoptera biodiversity change in Great Britain*. [Tese de Doutorado, University of Exeter]
- Freitas, A.V.L., Leal, I.R., Uehara-Prado, M., & Ianuzzi, L. (2006). *Insetos como indicadores de conservação da paisagem*. In C.F.D. Rocha, H.G. Bergallo, M. Van Sluys, & M.A.S. Alves (Eds.), *Biologia da Conservação*. RiMa Editora.
- Freitas, A.V.L., & Marini-Filho, O.J. (2011). *Plano de ação nacional para a conservação dos Lepidópteros. Série Espécies Ameaçadas 13*. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, ICMBio,
- GBIF (2024). *Global Biodiversity Information Facility*. (<https://www.gbif.org/>). Acesso em 20/05/2024.
- Ghilardi-Lopes, N.P., Alexandrino, E.R., Guimarães, A., Lima, A.F.B., França, J.S., Lacerda, J.V.A., Zocca, C., Baptista, M.N.M., & Castro, P.F.D. (2022). O Programa de Ciência Cidadã do Instituto Nacional da Mata Atlântica (INMA). In *Anais do II Workshop da Rede Brasileira de Ciência Cidadã*. RBCC. [https://www.even3.com.br/anais/iwdrbdcc2022/487225-O-PROGRAMA-DE-CIENCIA-CIDADA-DO-INSTITUTO-NACIONAL-DA-MATA-ATLANTICA-\(INMA\)](https://www.even3.com.br/anais/iwdrbdcc2022/487225-O-PROGRAMA-DE-CIENCIA-CIDADA-DO-INSTITUTO-NACIONAL-DA-MATA-ATLANTICA-(INMA)).
- Gonçalves, A.S. (2019). *Augusto Ruschi: notas biográficas*. Comunicação Impressa.
- Gupta, S., Jablonski, J., Tsai, C.H., & Carroll, J.M. (2022). Instagram of Rivers: Facilitating distributed collaboration in hyperlocal citizen science. *Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction*, 6(CSCW1), 1–22. <https://doi.org/10.1145/3512944>
- Halliwell, P.M. (2019). *National park citizen science participation: Exploring Place Attachment and Stewardship*. [Dissertação de mestrado, Prescott College/ProQuest].
- Heikkilä, M., Kaila, L., Mutanen, M., & Pena, C. (2012). Cretaceous origin and repeated tertiary diversification of the redefined butterflies. *Proceedings of the Royal Society B*, 279(1731), 1093–1099. <https://doi.org/10.1098/rspb.2011.1430>
- Howard, E., & Davis, A.K. (2015). Investigating long-term changes in the spring migration of monarch butterflies (Lepidoptera: Nymphalidae) using 18 years of data from Journey North, a citizen science program. *Annals of the Entomological Society of America*, 108(5), 664–669. <https://doi.org/10.1093/aesa/sav061>
- IBRAM (s.d.). *Museu de Biologia Mello Leitão: o museu da mata atlântica*. Ministério da Cultura e Instituto Brasileiro de Museus.
- Jäckel, D., Mortega, K.G., Darwin, S., Brockmeyer, U., Sturm, U., Lasseck, M., Moczek, N., Lehmann,

- G.U.C., & Voigt-Heucke, S.L. (2023). Community engagement and data quality: best practices and lessons learned from a citizen science project on birdsong. *Journal of Ornithology*, 164, 233–244. <https://doi.org/10.1007/s10336-022-02018-8>
- Janz, N. (2003). The cost of polyphagy: oviposition decision time vs error rate in a butterfly. *Oikos*, 100(3), 493–496. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0706.2003.12290.x>
- Koohy, H., & Koohy, B. (2014). A lesson from the ice bucket challenge: using social networks to publicize science. *Frontiers in Genetics*, 5(430), 1–3. <https://doi.org/10.3389/fgene.2014.00430>
- Leitão, A.T.T.S, Alves, M.D.O., Santos, J.C.P., & Bezerra, B. (2022). Instagram as a data source for sea turtle surveys in shipwrecks in Brazil. *Animal Conservation*, 25(6), 736–747. <https://doi.org/10.1111/acv.12802>
- Mazumdar, S., Ceccaroni, L., Piera, J., Hölker, F., Berre, A., Arlinghaus, R., & Bowser, A. (2018). *Citizen science technologies and new opportunities for participation*. UCL Press.
- Manunza, B., Colombo, M., & Crocetta, F. (2020). Ontogeny of an arlequin: morphological and colour pattern changes from juvenile to adult in *Gnathophyllum elegans* (Risso, 1816) (Decapoda: Palaemonidae), traced through citizen science and social media data mining. *Zootaxa*, 4881(3), 597–600. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4881.3.13>
- Mesaglio, T., Soh, A., Kurniawidjaja, S., & Sexton, C. (2021). ‘First Known Photographs of Living Specimens’: the power of iNaturalist for recording rare tropical butterflies. *Journal of Insect Conservation*, 25, 905–911. <https://doi.org/10.1007/s10841-021-00350-7>
- Mota, L.L., Boddington, S.J., Brown, K.S., Callaghan, C.J., Carter, G., Carter, W., Sidnei, M. Dantas, S.M., Dolibaina, D.R., Garwood, K., Hoyer, R.C., Robbins, R.K., Soh, A., Willmott, K.R., & Freitas, A.V.L. (2023). The butterflies of Cristalino Lodge, in the Brazilian southern Amazonia: An updated species list with a significant contribution from citizen science. *Biota Neotropica*, 22(3), e20221367. <https://doi.org/10.1590/1676-0611-BN-2022-1367>
- Nylin, S., Bergström, A., & Janz, N. (2000). Butterfly host plant choice in the face of possible confusion. *Journal of Insect Behavior*, 13, 469–482. <https://doi.org/10.1023/A:1007839200323>
- Oberhauser, K. (2018). Tachinid flies and monarch butterflies: citizen scientists document parasitism patterns over broad spatial and temporal scales. *American Entomologist*, 58(1), 19–22. <https://doi.org/10.1093/ae/58.1.0019>
- Oliveira, S.S., Barros, B., Pereira, J.L., Santos, P.T., & Pereira, R. (2021) Social media use by citizen science projects: characterization and recommendations. *Frontiers in Environmental Science*, 9, 715319. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2021.715319>
- OOSGA. (2023) *Social Media in Brazil: 2023 Stats & Platform Trends*. (<https://oosga.com/social-media/bra/>). Acesso em 19/06/2024.
- Palo Jr., H. (2017a). *Borboletas do Brasil: Hesperidae*. Volume 1. Vento Verde.
- Palo Jr., H. (2017b). *Borboletas do Brasil: Nymphalidae*. Volume 2. Vento Verde.
- Palo Jr., H. (2017c). *Borboletas do Brasil: Pieridae, Papilionidae, Lycaenidae e Riodinidae*. Volume 3. Vento Verde.
- Pavelle, S., & Wilkinson, C. (2020). Into the digital wild: Utilizing Twitter, Instagram, YouTube, and Facebook for effective science and environmental communication. *Science and Environmental Communication*, 5, 575122. <https://doi.org/10.3389/fcomm.2020.575122>
- Peter, M., Diekötter, T., & Kremer, K. (2019). Participant outcomes of biodiversity citizen science projects: a systematic literature review. *Sustainability*, 11(10), 2780. <https://doi.org/10.3390/su11102780>
- Pocock, M.O., Chandler, M., Booney, R., Thornhill, I., Albin, A., August, T., Bachman, S., Brown, P.M.J., Gasparini, D., Cunha, F., Audrey Grez, A., Jackson, C., Peters, M., Rabarijaonk N.R., Roy, H.E., Zaviezo, T., & Danielsenk, F. (2018). A vision for global biodiversity monitoring with citizen science. *Advances in Ecological Research*, 59, 169–223. <https://doi.org/10.1016/bs.aecr.2018.06.003>
- Prudic, K.L., McFarland, K.P., Oliver, J.C., Hutchinson, R.A., Long, E.C., Kerr, J.T., & Larrivée, M. (2017).

eButterfly: leveraging massive online citizen science for butterfly conservation. *Insects*, 8(2), 53. <https://doi.org/10.3390/insects8020053>

Prudic, K.L., Oliver, J.C., Brown, B.V., & Long, E.C. (2018). Comparisons of citizen science data gathering approaches to evaluate urban butterfly diversity. *Insects*, 9(4), 186. <https://doi.org/10.3390/insects9040186>

Rosa, A.H.B., Campis, M.C.; Ribeiro, D.B., & Freitas, A.V.L. (2017). New record of the threatened butterfly *Drephalys mourei* (Hesperiidae) in a heavily disturbed area in Southeastern Brazil. *Journal of the Lepidopterists' Society*, 71(4), 278–280. <https://doi.org/10.18473/lepi.71i4.a1>

Rosa, A.H.B. & Freitas, A.V.L. (2020). *Guia básico das borboletas asas de vidro da Mata Atlântica*. LABBOR.

Rosa, A.H.B., Ribeiro, D.B., & Freitas, A.V.L. (2023). How data curation and new geographical records can change the conservation status of threatened Brazilian butterflies. *Journal of Insect Conservation*, 27, 403–414. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10841-023-00464-0>

Rosemartin, A., Watkins, T., & Miller-Rushing, A.J. (2021). Monitoring phenology in US national parks through citizen science: Some preliminary lessons and prospects for protected areas. *Parks Stewardship Forum*, 37(3), 552–560. <https://doi.org/10.5070/P537354739>

Ruschi, A. (1976). Plantio de árvore em Parque do Museu M.L. e visita ao mesmo por personalidades ilustres e pelo Vice-presidente da República. *Boletim do Museu de Biologia Prof. Mello Leitão, Número Especial Comemorativo do XXVII Aniversário de sua Fundação*, 41–84.

Saldivar, J.L.A., Romero, A.N., & Wilson Rankin, E.E. (2022). Community science reveals high diversity of nectaring plants visited by painted lady butterflies (Lepidoptera: Nymphalidae) in California sage scrub. *Environmental Entomology*, 51(6), 1141–1149. <https://doi.org/10.1093/ee/nvac073>

Sanderson, C., Braby, M.F., & Bond, S. (2021) Butterflies Australia: a national citizen Science database for monitoring changes in the distribution and abundance of Australian butterflies. *Austral Entomology*, 60(1), 11–127. <https://doi.org/10.1111/aen.12513>

Santos, J.P., Marini-Filho, O.J., Freitas, A.V.L., & Uehara-Prado, M. (2015). Monitoramento de borboletas: o papel de um indicador biológico na gestão de unidades de conservação. *Biodiversidade Brasileira*, 6, 87–99.

Seltnmann, K.C., Cobb, N.S., Gall, L.F., Bartlett, C.R., Basham, M.A., Betancourt, I., Bill, C., Brandt, B., Brown, R.L., Bundy, C., Caterino, M.S., Chapman, C., Cognato, A., Colby, J., Cook, S.P., Daly, K.M., Dyer, L.A., Fran, N.M., Gelhaus, J.K., Grinter, C.C., ... Zolnerowich, G. (2017). LepNet: The Lepidoptera of North America Network. *Zootaxa*, 4247(1), 73–77. <https://doi.org/10.11646/ZOOTAXA.4247.1.10>

Shirk, J.L., Ballard, H.L., Wilderman, C.C., Phillips, T., Wiggins, A., Jordan, R., McCallie, E., Minarchek, M., Lewenstein, B.V., Krasny, M.E., & Bonney, R. (2012). Public participation in scientific research: a framework for deliberate design. *Ecology and Society*, 17(2), 29. <http://dx.doi.org/10.5751/ES-04705-170229>

SiBBR (2024). *Ciência Cidadã: projetos brasileiros de ciência cidadã*. (<https://www.sibbr.gov.br/ciencia-cidada/projetos.html>). Acesso em 19/06/2024.

Sweaney, N., Lindenmayer, D.B., & Driscoll, D.A. (2014). Is the matrix important to butterflies in fragmented landscapes? *Journal of Insect Conservation*, 18, 283–294. <https://doi.org/10.1007/s10841-014-9641-9>

Theobald, E.J., Ettinger, A.K., Burgess, H.K., DeBey, L.B., Schmidt, N.R., Froehlich, H.E., Wagner, C., HilleRisLambers, J., Tewksbury, Harsch, M.A., & Parrish, J.K. (2015). Global change and local solutions: Tapping the unrealized potential of citizen science for biodiversity research. *Biological Conservation*, 181, 236–244. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2014.10.021>

Tyler, H., Brown, K.S., & Wilson, K. (1994). *Swallowtail butterflies of the Americas: a study in biological dynamics, ecological diversity, biosystematics, and conservation*. Scientific Publishers.

Wahlberg, N., Leneveu, J., Kodandaramaiah, U., Peña, C., Nylin, S., Freitas, A.V.L., & Brower, A.V. (2009). Nymphalid butterflies diversify following near demise at the Cretaceous/Tertiary boundary. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 276(1677), 4295–4302. <https://doi.org/10.1098/rspb.2009.1303>

Ward, D.F. (2014). Understanding sampling and taxonomic biases recorded by citizen scientists. *Journal of Insect Conservation*, 18, 753–756. <https://doi.org/10.1007/s10841-014-9676-y>

Warren, A.D., Davis, K.J., Stangeland, E.M., Pelham, J.P., Willmott, K.R., & Grishin, N.V. (2017). *Illustrated lists of American butterflies (North and South America)*. (<http://www.butterfliesofamerica.com>). Acesso em 30/07/2023.

Zamoner, M. (2019). *Observação de Borboletas*. Comfauna.

Zamoner, M. (2021). *Borboletas de Curitiba e do Paraná: contribuições da ciência cidadã*. Comfauna.

Zhou, X., Tang, J., Zhao, Y., & Wang, T. (2020) Effects of feedback design and dispositional goal orientations on volunteer performance in citizen science projects. *Computers in Human Behavior*, 107, 106266. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2020.106266>