

ARTIGO

Insetos na região Central Serrana do Espírito Santo, Brasil, com foco em Hymenoptera: perspectivas do uso de bancos de dados online

Pedro Reck Bartholomay^{1*} , Danilo Pacheco Cordeiro¹ , Samela Recla¹ , Francieli Loss Pugnal¹ , Ricardo Eduardo Vicente^{1,2} , Jorge Luiz Pereira Souza¹ 

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

² Instituto Nacional de Pesquisa do Pantanal (INPP), Av. Fernando Corrêa da Costa, nº 2367 - Campus da UFMT-Boa Esperança, Cuiabá, MT, Brasil, 78060-900

***Autor para correspondência:**
Pedro Reck Bartholomay
E-mail: pedroreck@gmail.com

Recebido: 07/10/2022
Accito: 09/11/2023

Resumo

A Mata Atlântica, originalmente presente em todo o Estado do Espírito Santo, é um domínio fitogeográfico de grande riqueza biológica, mas que teve sua cobertura original drasticamente reduzida, sendo o domínio brasileiro mais impactado pela ação humana. Os insetos têm participação preponderante nas cadeias alimentares e estudos de síntese da entomofauna são valiosas fontes de informação para entender a biodiversidade. Nós sintetizamos a informação da entomofauna conhecida para a Região Central Serrana do Espírito Santo (CSES) disponível em bancos de dados de acesso livre e verificamos sua abrangência confrontando os resultados com outras fontes de dados. Realizamos buscas nas plataformas do SiBBr e SpeciesLink, com recorte geográfico para os cinco municípios que compõem a região. As informações foram confrontadas com literatura e dados da plataforma de ciência cidadã iNaturalist. Observamos uma forte influência da atuação de pesquisadores da Universidade Federal do Espírito Santo, revelada na alta riqueza de espécies e registros para Hymenoptera. Dentro desta ordem, a quantidade e qualidade dos dados também foram influenciadas pelos grupos de especialidade destes pesquisadores. Quinze espécies de insetos ameaçadas de extinção têm registros confirmados na região, as quais são impactadas principalmente pela fragmentação de habitat. A plataforma iNaturalist forneceu informações complementares às listas geradas pelos demais bancos de dados, porém ainda aquém de quando comparada com o esforço amostral feito por pesquisadores. Constatamos que muitos dados ainda encontram-se pulverizados na literatura e não estão disponíveis em plataformas de acesso. Concluímos que para superar os déficits lineares e wallaceanos para Insecta nesta região, é preciso que haja investimento em digitalização de dados, inventariação, formação e fixação de recursos humanos no Espírito Santo.

Palavras-chave: Banco de dados, conservação de insetos, distribuição, Insecta, Mata Atlântica

Insects in the Central Mountainous Region of Espírito Santo, Brazil, focusing on Hymenoptera: perspectives on the use of online databases

Abstract

The Atlantic Forest, originally present throughout Espírito Santo State, is a phytogeographic domain of huge biological richness but which had its original coverage drastically reduced, being the Brazilian domain most impacted by human action. Insects play a major role in food chains, and entomofauna synthesis studies are valuable sources of information to understand biodiversity. We synthesized knowledge on the known entomofauna for the Central Mountainous Region of Espírito Santo (CSES) available in open access databases and verified its coverage by confronting the results with other data sources. We carried out searches on SiBBr and SpeciesLink platforms, with a geographic cutout for the five municipalities that make up the region. The information was confronted with the literature and data from the iNaturalist platform. We observed a strong influence of the work of researchers from the Universidade Federal do Espírito Santo, revealed in the high species richness and records for Hymenoptera. Within this order, the quantity and quality of data were also influenced by the specialty groups of these researchers. Fifteen endangered insect species are recorded in the region, impacted primarily by habitat fragmentation. The iNaturalist platform provided complementary information to the lists generated by the other databases, but it still falls short when compared to sampling efforts made by researchers. We found that many data are still scattered in the literature and not available on access platforms. We conclude that to overcome the Linnaean and Wallacean deficits for Insecta in this region, there must be an investment in data digitization, inventory, training, and retention of human resources in Espírito Santo.

Keywords: Atlantic Forest, database, distribution, insect conservation, Insecta

INTRODUÇÃO

A Mata Atlântica é um domínio fitogeográfico presente na costa do Oceano Atlântico brasileiro que se expandia até o centro do país. Sua área original era de 131.029.898 ha, cerca de 38% do território nacional. Atualmente, encontra-se extremamente reduzida a fragmentos florestais, equivalentes a 13% da área de aplicação da Lei da Mata Atlântica (11.428/2006) (Fundação SOS Mata Atlântica e Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais 2022). O Estado do Espírito Santo possui uma área de 46.074 km², originalmente recoberta em sua totalidade por formações da Mata Atlântica e, atualmente, com poucos remanescentes de vegetação nativa (IBGE 2019).

Os insetos são altamente importantes devido à sua abundância e riqueza, tendo participação preponderante nas cadeias alimentares. Estão associados à ciclagem de nutrientes, seja pela degradação de madeira ou serrapilheira, ou pela movimentação das camadas do solo, e participam ativamente da propagação de plantas, realizando polinização e dispersão de sementes (Losey e Vaughan 2006; Potts *et al.* 2016). Os insetos participam de inúmeras interações ecológicas e sua perda afeta a complexidade e abundância de outros organismos. Alguns insetos são considerados “espécies-chave”, e a perda de alguma de suas funções ecológicas essenciais pode levar ao colapso do ecossistema como um todo (Carson e Root 2000). Cupins ou térmitas, por exemplo, transformam

celulose em solos tropicais, sugerindo que eles são “espécies-chave” na estruturação desses solos. Nos ecossistemas aquáticos, a ciclagem de nutrientes é fornecida pelas larvas de insetos que decompõem e liberam os nutrientes da madeira e das folhas derivadas do ambiente terrestre circundante (Gullan e Cranston 2014).

A sociedade humana se beneficia de algumas espécies de insetos, seja consumindo alimentos diretamente ou indiretamente via algum subproduto ou material utilizado (Del Toro *et al.* 2012; Matos e Castro 2021). As abelhas melíferas, por exemplo, não apenas nos fornecem mel, mas também polinizam campos agrícolas valiosos, estimados em muitos bilhões de dólares anuais. Além disso, a qualidade dos frutos polinizados por abelhas pode exceder a daqueles polinizados pelo vento ou por autofecundação. O valor econômico total dos serviços de polinização estimado para as 100 culturas usadas diretamente para alimentação humana globalmente excede US \$200 bilhões anualmente. Além disso, serviços ecossistêmicos fornecidos por besouros e insetos predadores ou vespas parasitas, que controlam pragas, muitas vezes não são reconhecidos, especialmente pela sociedade urbana (Losey e Vaughan 2006).

Provavelmente, pouco mais de um milhão de espécies de insetos foram descritas pelos cientistas (Grimaldi e Engel 2005; Basset *et al.* 2012). Estimativas sugerem que ainda restam aproximadamente 80% de espécies ainda desconhecidas (Stork 2018). Independentemente da estimativa para o total de espécies reconhecidas, os insetos constituem pelo menos metade da diversidade global de espécies, ou até uma proporção ainda maior, se considerarmos apenas a vida terrestre, uma vez que a radiação dos insetos é um fenômeno predominantemente terrestre (Gullan e Cranston 2014). As espécies descritas estão distribuídas de forma desbalanceada entre os grupos taxonômicos mais inclusivos, chamados de ordens. As ordens que se destacam pela alta riqueza de espécies se devem principalmente a quatro ordens de insetos holometabulos, compreendendo os besouros (Coleoptera); moscas (Diptera); vespas, formigas e abelhas (Hymenoptera); borboletas e mariposas (Lepidoptera). Apesar dos insetos hemimetabulos serem menos diversos, as ordens dos grilos, gafanhotos e esperanças (Orthoptera), bem como a das cigarras e percevejos (Hemiptera) são responsáveis por dezenas de milhares de espécies de insetos descritas (Hartenstein e Chipman 2015). Embora esta distribuição desproporcional de espécies entre essas

ordens pareça estar consolidada, vale notar que a presença de pesquisadores especialistas em uma determinada ordem pode afetar potencialmente as estimativas para uma determinada região (Foott e Adler 2018).

Hymenoptera é uma das quatro maiores ordens de insetos, com cerca de 150.000 espécies descritas mundialmente segundo estimativas (Aguiar *et al.* 2013). Para o Brasil são conhecidas cerca de 10.840 espécies e subespécies (Oliveira *et al.* 2022), com estimativas apontando para um número real de 70.000 (Melo *et al.* 2012). Hymenoptera concentra ainda o maior número de espécies reconhecidamente úteis ao ser humano, com grande importância no controle biológico (La Salle 1993; Parra *et al.* 2002) e polinização de cultivos (Gauld e Bolton 1988; Roubik 1995; Kevan e Imperatriz-Fonseca 2006). Himenópteros possuem também grande impacto ecológico nos ecossistemas naturais como predadores, polinizadores, parasitóides e galhadores (Grimaldi e Engel 2005; Melo *et al.* 2012).

Um estudo sobre a fauna de Hymenoptera do Espírito Santo indicou que o Estado abriga 973 gêneros da ordem, quase 60% dos quais foram considerados à época como novos registros (Azevedo *et al.* 2015b). Esse número representa 38,6% dos estimados 2.520 gêneros de Hymenoptera na região Neotropical (Fernández e Sharkey 2006). Apesar do estudo de Azevedo *et al.* (2015b) ser o mais abrangente para a ordem no Espírito Santo, os espécimes analisados por eles foram coletados, na sua maioria, através de armadilhas de interceptação de vôo, as quais negligenciam grupos restritos ao solo e grupos ápteros. Os mesmos autores estimam que coletas com métodos diversos tendem a aumentar consideravelmente o número de gêneros registrados para o Estado.

A Mata Atlântica apresenta a segunda maior riqueza de espécies de fauna e flora do país, mesmo drasticamente reduzida em extensão (Santos 2010). A partir de levantamentos faunísticos é possível estimar a diversidade de espécies que existem na região criando subsídios para o seu manejo e conservação (Silveira *et al.* 2010). Neste sentido, estudos de levantamento de espécies são vitais para que se tenha conhecimento desta biodiversidade. Portanto, neste estudo descrevemos e analisamos a fauna de insetos conhecida para a Região Central Serrana do Estado do Espírito Santo (CSES), Brasil, com especial ênfase na ordem Hymenoptera. Focamos em Hymenoptera devido ao maior número de registros para essa ordem nas plataformas utilizadas.

MATERIAIS E MÉTODOS

Delimitação da área de estudo

A região Central Serrana do Estado do Espírito Santo (CSES) engloba cinco municípios: Itaguaçu ($19^{\circ} 48' 07''$ S; $40^{\circ} 51' 20''$ O), Itarana ($19^{\circ} 52' 26''$ S; $40^{\circ} 52' 31''$ O), Santa Leopoldina ($20^{\circ} 06' 02''$ S; $40^{\circ} 31' 47''$ O), Santa Maria de Jetibá ($20^{\circ} 02' 26''$ S; $40^{\circ} 44' 46''$ O) e Santa Teresa ($19^{\circ} 56' 08''$ S; $40^{\circ} 36' 01''$ O) (Figura 1).

Esta região é conhecida pelo relevo com grande variação altitudinal, entre 100 e 1.000 metros acima do nível do mar (Tabacow 1992), situada sobre o escudo cristalino pré-cambriano brasileiro (Xavier-da-Silva e Carvalho-Filho 1992). Na região há uma predominância de Floresta Ombrófila Densa, que é composta por árvores perenifólias, e está subordinada a períodos secos de até 60 dias (Ururahy *et al.* 1983; Jordy Filho 1987). Há também registros de Floresta Estacional Semidecidual e Floresta Estacional Decidual (Garbin *et al.* 2017; Saiter *et al.* 2020).

Coleta de dados

A princípio, nós compilamos os registros de insetos disponíveis na plataforma do Sistema de Informação sobre a Biodiversidade Brasileira (SiBBr) para caracterizar a fauna entomológica conhecida para a região CSES. Foram recuperados registros do táxon ‘Insecta’ que possuíam coordenadas geográficas, além das colunas de data de coleta, coletor(es), origem do registro e os níveis taxonômicos ordem, família, gênero e espécie. Os táxons mais representativos da ordem Hymenoptera foram apresentados e explorados de forma estratificada. Hymenoptera como um todo também foi analisada a nível de família, gênero e espécies mais comumente registradas.

A busca por registros para a região CSES no SiBBr não recuperou dados da Coleção Entomológica da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), que é, sabidamente, o maior repositório de espécimes coletados no estado. Para que essa importante fonte de dados fosse contemplada foi feita uma busca por registros de Arthropoda para o ES na plataforma Species-

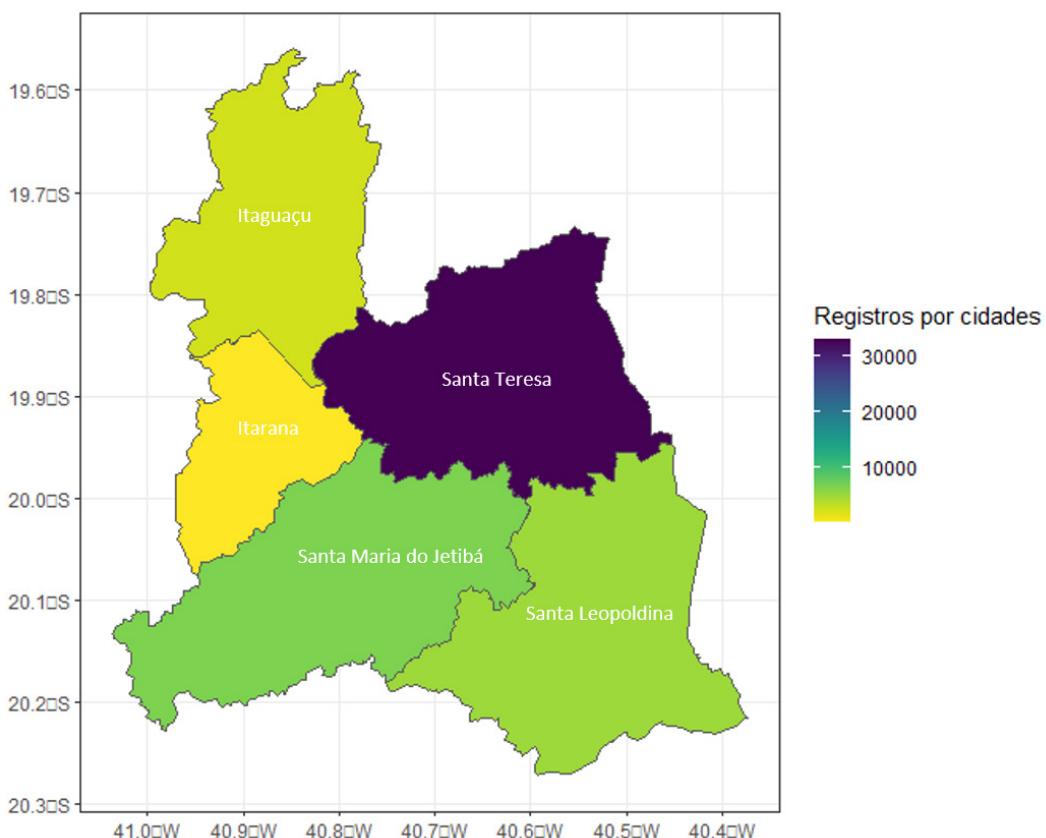


FIGURA 1: Mapa com a distribuição dos registros dos insetos nos municípios da região Central Serrana do Espírito Santo (CSES) disponíveis de acordo com as bases de dados consultadas.

Link (<https://specieslink.net/>), os quais foram filtrados para incluírem apenas aqueles presentes na coleção entomológica da UFES e coletados na região CSES.

Para acessar registros de espécies ameaçadas de extinção com ocorrência reportada para pelo menos um dos municípios da área de estudo, foi realizada uma busca na literatura (Cruz 2016; ICMBio 2018; Santos *et al.* 2018; Silva *et al.* 2022) e nas plataformas GBIF e SpeciesLink, levando em consideração a lista publicada na Portaria MMA Nº 148 de 2022.

Ainda, para complementar a lista gerada pelos dados disponíveis no SiBBr e SpeciesLink, nós buscamos resgatar registros da plataforma de ciência cidadã iNaturalist (<https://www.inaturalist.org/>), onde foi criado o projeto “Entomofauna da região Central Serrana do ES” (acessível em <https://www.inaturalist.org/projects/entomofauna-da-regiao-central-serrana-do-es>), que inclui apenas o táxon Insecta e os municípios da região CSES. Os dados foram obtidos na plataforma em duas buscas. A primeira visando apenas aqueles registros classificados como “grau de pesquisa”, os quais são identificados até nível de espécie com pelo menos dois terços das identificações concordantes. Uma segunda busca foi feita procurando por registros identificados pelo menos até nível de gênero. Registros com identificações apenas com níveis acima de gênero (Família, Ordem, etc) não foram considerados, pois em geral representam registros com baixíssima qualidade de imagem que não permitem à comunidade fornecer uma identificação mais precisa. É importante salientar que alguns registros feitos através do iNaturalist são automaticamente incorporados nos dados do GBIF, no entanto, para que sejam compartilhados com o GBIF e consequentemente com o SiBBr, é necessário que os usuários habilitem este compartilhamento. Por isso que, para complementar os dados do SiBBr, se fez necessária a busca diretamente na plataforma, para resgatar os registros que não estavam habilitados para compartilhamento com o GBIF pelos usuários.

O mapa e as figuras foram preparados no programa R, versão 4.2.1 (R Core Team 2022), usando os pacotes ggmap versão 3.0 (Kahle e Wickham 2013), ggplot2 versão 3.3.6 (Wickham 2016) e gridExtra versão 2.3 (Auguie 2017).

RESULTADOS

Bases de dados de insetos para a região Central Serrana do Espírito Santo (CSES)

Foram encontrados 47.658 registros de insetos

para a região CSES nas plataformas do SiBBr e SpeciesLink, 46.839 identificados pelo menos até nível de ordem. As ordens de insetos com maior número de registros foram Hymenoptera, Hemiptera, Coleoptera, Diptera e Lepidoptera (Tabela 1, Figura 2). Ressalta-se que o número de registros encontrados sem identificação a nível de ordem (819) é superior ao número de registros de várias ordens, como por exemplo a megadiversa Lepidoptera (331). O mesmo padrão de distribuição dos registros pode ser observado no que diz respeito ao número de registros identificados a nível de família, gênero e espécie, exceto pelo número de registros identificados a nível de gênero em Coleoptera exceder aquele encontrado para Hemiptera (Tabela 1).

Foi observado um decréscimo significativo na qualidade dos dados (nível de identificação taxonômica), que foi inversamente proporcional à quantidade de registros (Tabela 2, Figura 3). Cerca de 60% dos registros não estão identificados a nível de gênero e pouco mais de 15% se encontram identificados a nível de espécie. A maior parte dos registros foi feita para o município de Santa Teresa, que apresentou mais do que o dobro de registros dos outros quatro municípios somados (Tabela 2, Figura 3).

A coleção entomológica da UFES é responsável por pouco menos de 70% dos 47.658 registros encontrados para a região CSES neste banco de dados (Tabela 3, Figura 4). A mesma instituição, entretanto, fica à frente apenas no número de registros na ordem Hymenoptera, com a coleção de Universidade Federal do Paraná (UFPR) responsável pelo maior número de registros para as demais ordens megadiversas (Coleoptera, Hemiptera, Diptera e Lepidoptera) (Tabela 3, Figura 4). Esse elevado número associado à coleção da UFPR deve-se, provavelmente, à atuação de Claudioor Elias, notório coleitor de insetos no sul de Minas Gerais e no Espírito Santo, que era considerado o coleitor de insetos em tempo integral do Prof. Padre Jesus Santiago Moure (Marinoni *et al.* 1992; Urban & Melo, 2009; Ferreira *et al.* 2016). Jesus Santiago Moure, por sua vez, foi um dos idealizadores da coleção entomológica da UFPR e um dos principais responsáveis pelo seu grande número de exemplares (Urban e Melo 2009).

Um total de 592 espécies (Material suplementar 1) e 782 gêneros foram contabilizadas para a região CSES nas bases de dados SiBBr e SpeciesLink (Tabela 4, Figura 5). Hymenoptera, Hemiptera, Coleoptera, Diptera e Lepidoptera foram as ordens com maior número, tanto de gêneros quanto de espécies, somando cerca de 98% do total em ambos os níveis taxonômicos.

TABELA 1: Registros totais por nível taxonômico (Família, Gênero e Espécie) para cada ordem encontrada nas bases de dados consultadas para a região Central Serrana do Espírito Santo (CSES).

Ordem	Registros Totais	Registros a nível de Família	Registros a nível de Gênero	Registros a nível de Espécie
Hymenoptera	38.402	38.267	14.502	5.484
Hemiptera	3.641	3.641	1.726	931
Coleoptera	3.402	3.402	1.887	757
Diptera	986	930	714	459
Lepidoptera	331	223	195	135
Orthoptera	29	7	4	3
Mantodea	25	25	25	24
Ephemeroptera	6	5	5	5
Megaloptera	5	5	5	0
Odonata	4	4	2	1
Blattaria	2	2	1	0
Dermoptera	2	1	1	1
Neuroptera	2	2	0	0
Phthiraptera	1	0	0	0
Trichoptera	1	0	0	0

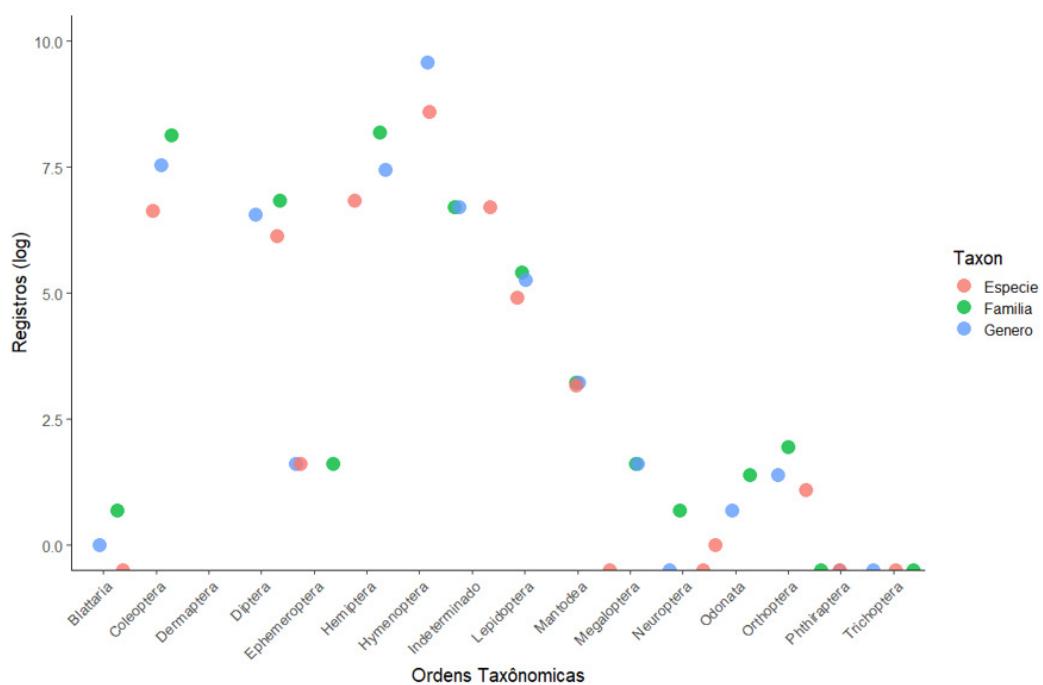


FIGURA 2: Registros totais por nível taxonômico (Família, Gênero e Espécie) para cada ordem encontrada nas bases de dados consultadas para a região Central Serrana do Espírito Santo (CSES).

TABELA 2: Número de registros totais identificados por nível taxonômico para cada município da região Central Serrana do Espírito Santo (CSES): (ST) Santa Teresa, (SMJ) Santa Maria de Jetibá, (SL) Santa Leopoldina, (ITG) Itaguaçú, (ITN) Itarana.

	Registros totais	ST	SMJ	SL	ITG	ITN
Nº de registros	47.658	33.518	6.623	4.982	2.435	100
Nº de registros a nível de ordem	46.839	32.977	6.518	4.895	2.357	92
Nº de registros a nível de família	46.500	32.641	6.518	4.892	2.357	92
Nº de registros a nível de gênero	19.067	13.858	2.876	1.573	702	58
Nº de registros a nível de espécie	7.800	6.008	1.012	509	227	45

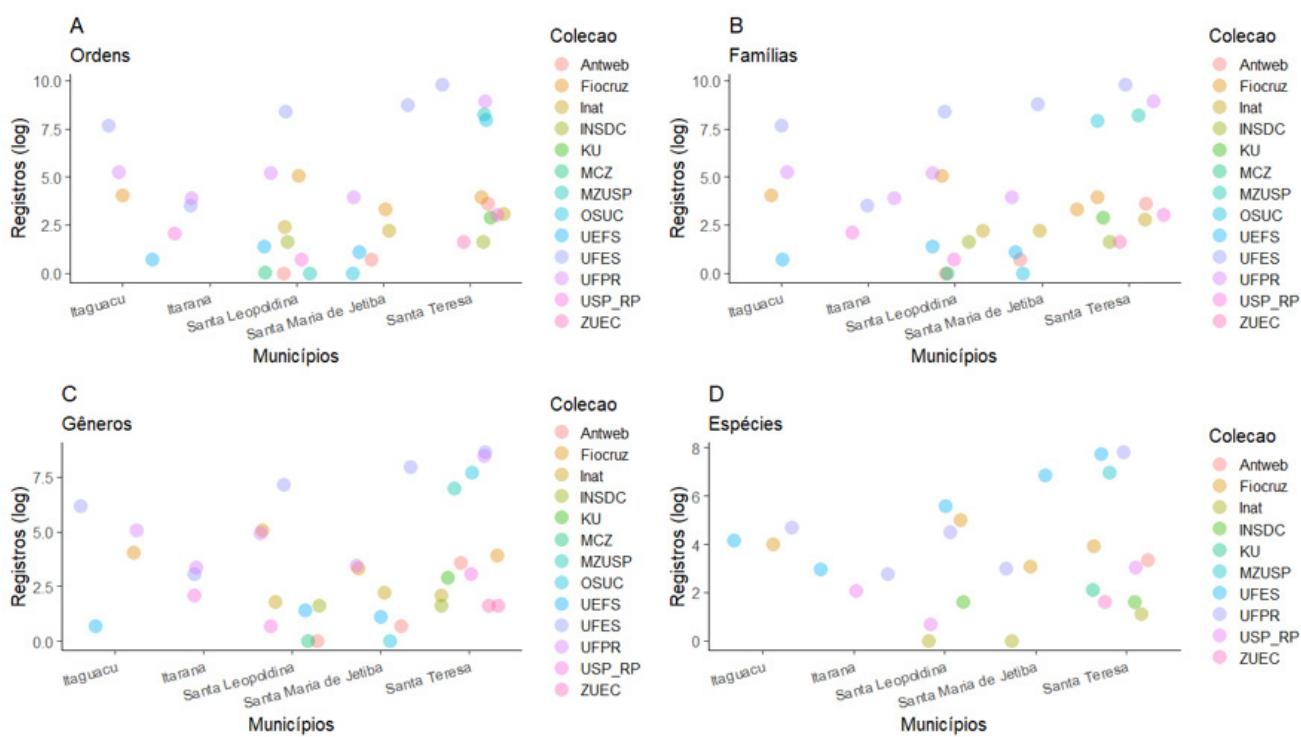


FIGURA 3: Número de registros por nível taxonômico (Ordem, Família, Gênero e Espécie) para cada município da região Central Serrana do Espírito Santo (CSES).

TABELA 3: Número de registros para a região Central Serrana do Espírito Santo (CSES) por ordem para as instituições com maior número de espécimes encontrados nas plataformas examinadas. *Antweb, ICMBio, iNaturalist, INSDC, Kansas University (KU), Museum of Comparative Zoology - Harvard University (MCZ), Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS), Universidade de São Paulo - Ribeirão Preto (USPRP), Museu de Zoologia - Universidade Estadual de Campinas (ZUEC).

Ordem	UFES	UFPR	MZSP	OSUC	FIOCRUZ	OUTRAS*
Hymenoptera	30.825	1.449	3.691	2.345	0	92
Coleoptera	610	2.230	6	552	0	4
Hemiptera	49	3.589	0	0	0	3
Diptera	50	583	55	0	291	7
Lepidoptera	0	156	139	0	0	36
Mantodea	25	0	0	0	0	0
Orthoptera	7	0	22	0	0	0
Megaloptera	4	0	0	0	0	1
Neuroptera	2	0	0	0	0	0
Odonata	2	0	0	0	0	2
Blattaria	0	0	0	0	0	2
Dermoptera	0	1	0	0	0	1
Ephemeroptera	0	0	0	0	0	6
Phthiraptera	0	0	1	0	0	0
Trichoptera	0	0	0	0	0	1
TOTAL	32.340	8.060	3.914	2.897	291	156

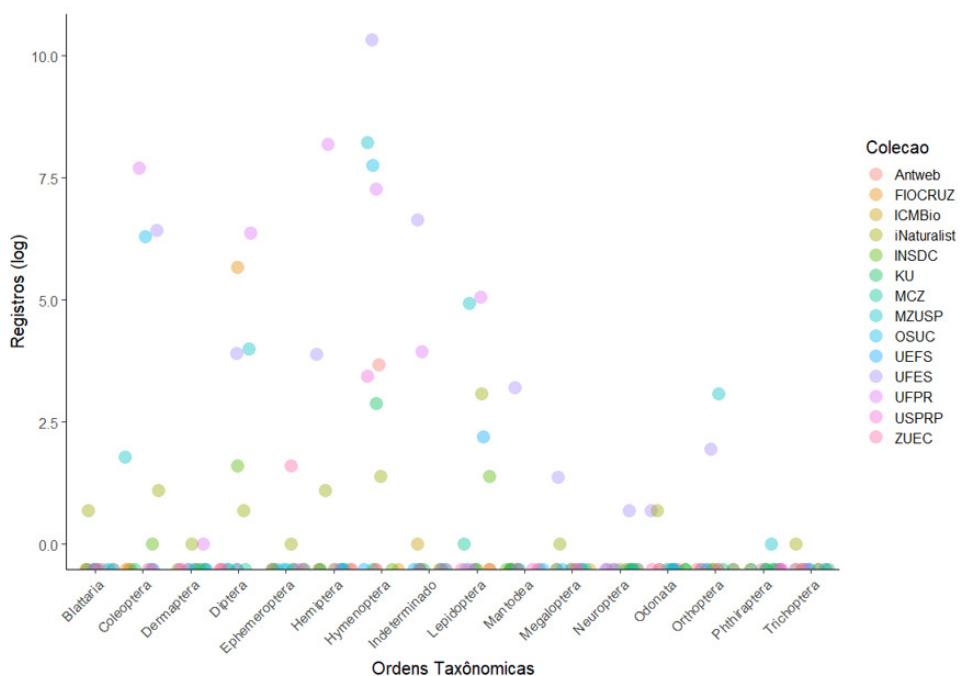


FIGURA 4: Número de registros para a região Central Serrana do Espírito Santo (CSES) por ordem para cada instituição nas plataformas examinadas.

TABELA 4: Número de gêneros e espécies por ordens registradas para a região Central Serrana do Espírito Santo (CES) nas bases de dados do SiBBr e SpeciesLink.

Ordens	Nº de gêneros	Nº de espécies
Hymenoptera	453	289
Hemiptera	124	101
Coleoptera	89	67
Diptera	67	67
Lepidoptera	34	55
Ephemeroptera	5	5
Mantodea	3	3
Megaloptera	2	-
Orthoptera	2	3
Odonata	2	1
Dermoptera	1	1

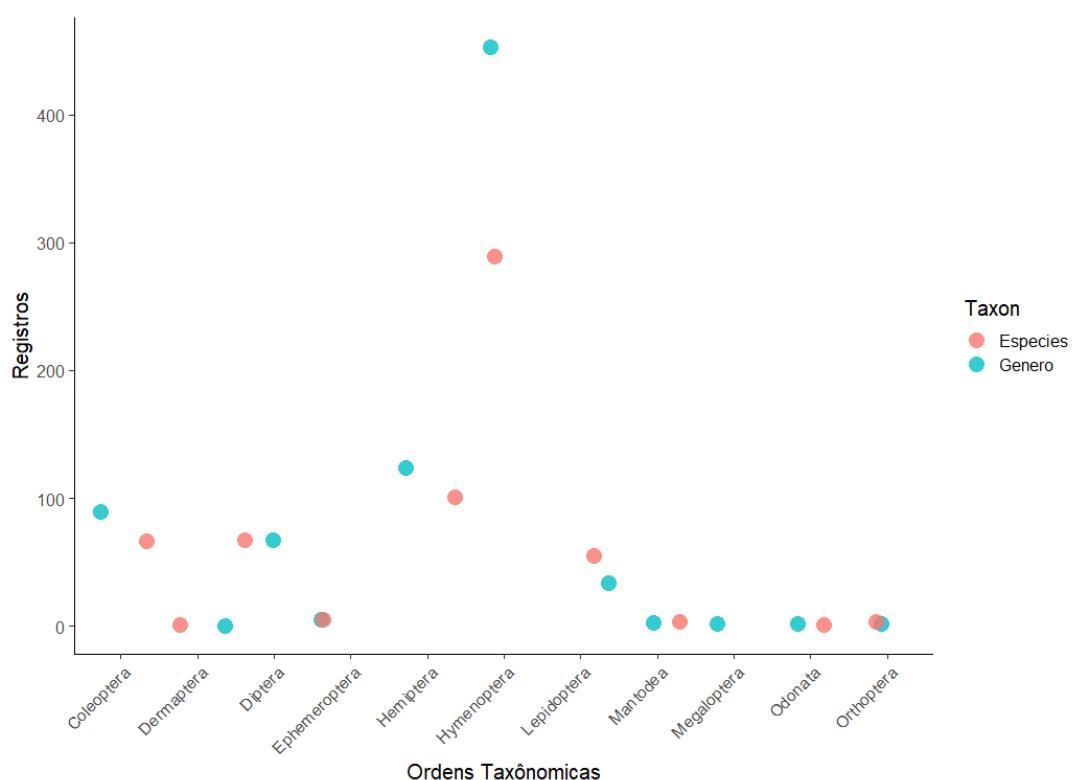


FIGURA 5: Número de gêneros e espécies por ordem registradas para a região Central Serrana do Espírito Santo nas bases de dados do SiBBr e SpeciesLink.

cos. Aproximadamente metade das espécies registradas (289 de 592) pertencem à ordem Hymenoptera, sendo a maioria Bethylidae (158).

Em Hymenoptera, as dez famílias com maior número de registros encontrados foram Ichneumonidae (5.879), Platygastriidae (5.761), Bethylidae (5.274), Diapriidae (3.235), Evaniiidae (2.708), Formicidae (2.373), Apidae (1.919), Braconidae (1.750), Ceraphronidae (1.650) e Pompilidae (1.116). Entretanto, de um total de 38.402 registros de Hymenoptera, cerca de 50% não está identificado a nível de gênero e apenas 5.484 estão identificados a nível de espécie (Tabela 6, Figura 6). Esse padrão pode ser observado para a maioria das famílias, exceto Bethylidae que apresentou mais de 70% dos registros identificados a nível de espécie.

Espécies ameaçadas de extinção

Levando em consideração a lista nacional de espécies ameaçadas do Brasil (Portaria MMA Nº 148 de 2022), das 126 espécies de insetos ameaçadas de extinção que ocorrem na área da Mata Atlântica Le-

gal brasileira, há registro confirmado de 15 destas na região CSES, sendo uma espécie de abelha, uma de formiga, 10 de borboletas e duas de donzelinhas (Tabela 5). Esse número pode crescer se for confirmada a ocorrência da espécie de borboleta *Mimoides lysithous sebastianus* (Oberthür, 1879) no município de Santa Teresa, como sugerido por Brown e Freitas (2000).

Registros provenientes da plataforma iNaturalist

Através da plataforma foram encontrados 963 registros de insetos (identificados a nível de gênero ou espécie) nos municípios da região CSES. Apenas 23 destes registros já aparecem na busca feita na plataforma do SiBBr, pois eram os únicos habilitados para compartilhamento automático com o GBIF pelos usuários da plataforma. Os números por município foram 891 para Santa Teresa, 45 para Santa Leopoldina, 26 para Santa Maria de Jetibá, e 1 para Itaguaçú. Nenhum registro em Itarana foi encontrado. No município de Santa Teresa, destaca-se o Parque do Instituto Nacional da Mata Atlântica (INMA) que contém em seus limites 367 (41%) das 891 observações para o

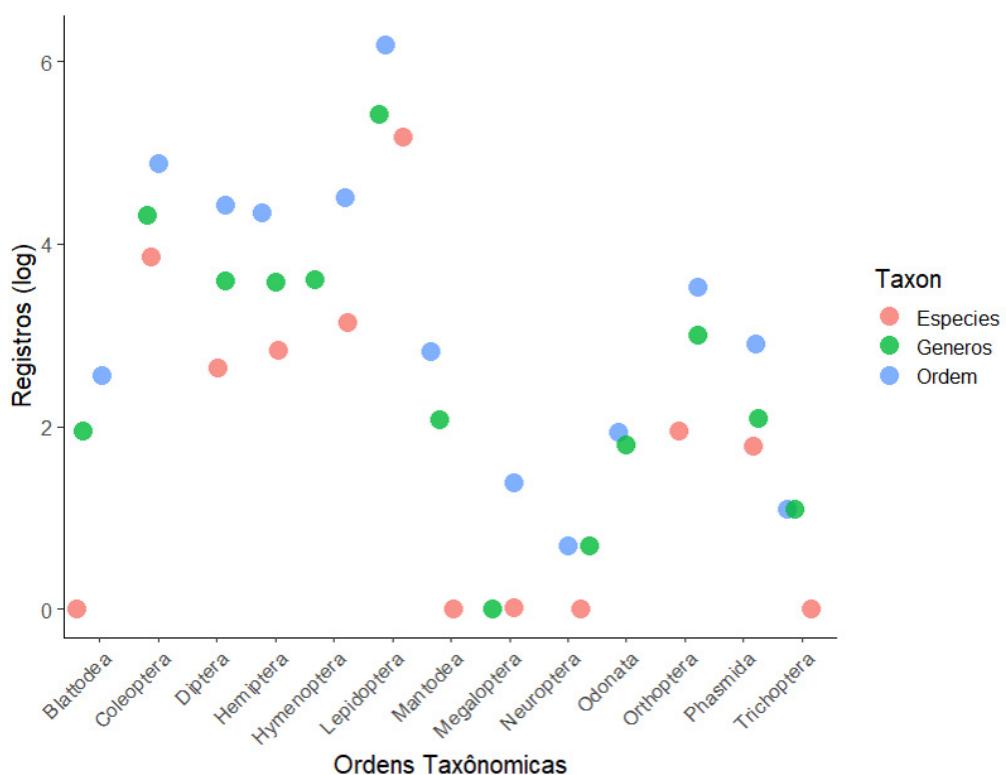


FIGURA 6: Número de gêneros e espécies por ordem registradas para a região Central Serrana do Espírito Santo (CSES) na plataforma iNaturalist.

TABELA 5: Registros de espécies ameaçadas na região Central Serrana do Espírito Santo (CSES), destacando os municípios e áreas protegidas com registros na literatura. CR = Criticamente Em Perigo, CR-PEX = Provavelmente Extinta, EBSL= Estação Biológica de Santa Lúcia, EN = Em Perigo, ind. = indeterminado, ITG = Itaguaçú, RBAR = Reserva Biológica Augusto Ruschi SL = Santa Leopoldina, ST = Santa Teresa, VU = Vulnerável.

ITG	SL	ST			Referências
		ind.	RBAR	EBSL	

HYMENOPTERA

<i>Melipona capixaba</i> Moure & Camargo, 1994 (EN)			X		ICMBio 2018
<i>Dinoponera lucida</i> (EN)	X	X	X	X	ICMBio 2018; Silva et al. 2022

LEPIDOPTERA

<i>Dasyophtalma vertebralis</i> Butler, 1869 (CR-PEX)		X			ICMBio 2018
<i>Euptychia boulleti</i> (Le Cerf, 1919) (CR)			X		ICMBio 2018; Santos et al. 2018
<i>Heliconius nattereri</i> Felder & Felder, 1865 (EN)			X	X	ICMBio 2018; INMA, 2021
<i>Mcclungia cymofallens</i> (Haensch, 1905) (CR)	X				ICMBio 2018
<i>Prepona deiphile deiphile</i> (Godart, 1824) (VU)		X	X		ICMBio 2018; Santos et al. 2018
<i>Tithorea harmonia caissara</i> (Zikán, 1941) (VU)			X		ICMBio 2018
<i>Heracides himeros himeros</i> (Hopffer, 1865) (EN)			X		ICMBio 2018
<i>Glennia pylotis</i> (Godart, 1819) (EN)		X	X		ICMBio 2018; SpeciesLink
<i>Moschoneura pinthous methymna</i> (Godart, 1819) (VU)			X	X	ICMBio 2018; INMA, 2021
<i>Perrhybris pamela flava</i> (Oberthür, 1896) (EN)	X	X			ICMBio 2018

ODONATA

<i>Aceratobasis cornicauda</i> (Calvert, 1909) (VU)		X			ICMBio 2018; Cruz 2016
<i>Leptagrion capixabae</i> Santos, 1965 (VU)	X		X		ICMBio 2018; Cruz 2016

TABELA 6: Número de gêneros e espécies por ordem registradas para a região Central Serrana do Espírito Santo (CSES) na plataforma iNaturalist.

Ordens	nº de registros	nº de gêneros	nº de espécies	nº de espécies adicionais aos dados de coleções (Material suplementar 2)	nº de espécies do banco de dados SiBBr + SpeciesLink
Lepidoptera	481	228	178	160 (+291%)	55
Coleoptera	131	74	48	42 (+63%)	67
Hymenoptera	91	37	23	17 (+6%)	289
Diptera	84	37	14	13 (+20%)	66
Hemiptera	78	36	17	12 (+12%)	101
Orthoptera	34	20	7	6 (+200%)	3
Phasmida	18	8	6	6	-
Mantodea	17	8	-	-	4
Blattodea	13	7	1	1	-
Odonata	7	6	-	-	1
Megaloptera	4	1	1	1	-
Trichoptera	3	3	1	1	-
Neuroptera	2	2	1	1	-

município, em contraste com, 82 observações para a Reserva Biológica Augusto Ruschi (RBAR) e 23 para a Estação Biológica de Santa Lúcia (EBSL).

Em contraste com os dados obtidos de base de dados de coleções como o SIBBr e o SpeciesLink, a ordem com maior número de registros foi Lepidoptera, seguida de Coleoptera, Hymenoptera, Diptera e Hemiptera, nesta ordem (Tabela 5). Levando em conta apenas os registros com nível de identificação até espécie e categorizados como ‘grau de pesquisa’ pela plataforma, houve acréscimos expressivos no número de espécies para as ordens Lepidoptera, Orthoptera, Coleoptera, Diptera, Hemiptera e Hymenoptera (Material suplementar 2).

DISCUSSÃO

Bases de dados de insetos para a região Central Serrana do Espírito Santo (CSES)

Os dados presentes nas bases examinadas demonstram que os registros disponíveis para a

região CSES pertencem, em sua maioria, às ordens Hymenoptera, Hemiptera, Coleoptera, Diptera e Lepidoptera, consecutivamente. Esse padrão pode ser parcialmente explicado em virtude de tais ordens serem mega-diversas, ou seja, terem número de espécies conhecidas maior que ou próximo a 100.000 (Gullan e Cranston 2014). Ao mesmo tempo, outros fatores influenciam uma maior disponibilidade de dados de alguns grupos de insetos no estado: presença de especialistas de um determinado táxon nas instituições de pesquisa da região ou próxima a ela; grau de resolução taxonômica dos bancos de dados; métodos de coleta empregados por pesquisadores e/ou instituições de pesquisa; e, até mesmo, facilidade para digitalização de dados pelas coleções científicas.

A predominância da coleção entomológica da UFES na quantidade e qualidade dos dados obtidos se explica por esta ser a principal coleção e instituição de pesquisa com taxonomia de insetos do ES (Silva-Neto *et al.* 2022). A UFES possui ainda um extenso histórico de coletas na região CSES, em especial na EBSL, em Santa Teresa, na qual anualmente são ministrados cursos de campo envolvendo coleta de

insetos. O maior número e resolução dos registros de Hymenoptera para essa mesma instituição deriva da presença de três dos maiores especialistas na ordem para o Brasil: Dr. Celso O. Azevedo (especialista em Bethylidae), Dr. Marcelo T. Tavares (especialista em Chalcididae) e Dr. Alexandre P. Aguiar (especialista em Ichneumonidae e Stephanidae). A influência da presença da linha de pesquisa com Bethylidae fica especialmente evidenciada pelo fato da metade das espécies de Hymenoptera registradas - ordem com o maior número de espécies para a RCSES - pertencem a essa família.

O maior número de registros e espécies para Hymenoptera também é explicado pelas linhas de pesquisa em taxonomia da UFES. Entre os anos de 2011 e 2013 o projeto “N.E.S.H - Nucleus of Excellence in Systematic of Hymenoptera: broadening agricultural and environmental frontiers of Espírito Santo” (FAPES bolsa #52263010/2011), liderado pelo Dr. Celso O. Azevedo, aumentou consideravelmente o conhecimento acerca da ordem para o estado (Azevedo *et al.* 2015b). Durante esse projeto, cerca de 140.000 espécimes de Hymenoptera do ES foram montados e identificados por 32 especialistas brasileiros e estrangeiros, resultando em uma vasta lista de gêneros registrados para o estado (Azevedo *et al.* 2015b). Grande parte desse material, entretanto, ainda não foi digitalizado nas plataformas examinadas.

A dificuldade no processamento e digitalização de bases de dados para Insecta é uma constante nos estudos sobre o grupo em virtude do grande volume de material geralmente coletado, o baixo grau de resolução taxonômica para boa parte da classe e a escassez generalizada de entomólogos taxônomos (Marques e Lamas 2006, Rafael *et al.* 2009). Tais dificuldades ficam evidentes ao se analisar a família Ichneumonidae no presente estudo. Foram encontrados 5.879 registros para a família nas bases de dados examinados, apenas 38 dos quais se encontram identificados a nível de espécie. Ichneumonidae é reconhecidamente a família mais diversa de Hymenoptera e cujos limites entre gêneros ainda são indefinidos, quiçá entre espécies (Fernández 2006; Melo *et al.* 2012; Klopstein *et al.* 2019).

O maior número de registros para Santa Teresa dentre os cinco municípios se explica pela conjunção de dois principais fatores: a atuação histórica de Augusto Ruschi como fundador do Museu de Biologia Professor Mello Leitão (hoje Instituto Nacional da Mata Atlântica) e um facilitador de inventários na região; e a presença de duas importantes reservas para

a Mata Atlântica no município, a EBSL e a RBAR. Neste contexto, uma aparente maior biodiversidade para Santa Teresa na região CSES deve ser atribuída muito mais ao viés do maior número de coletas no município e lacunas de amostragem em outras áreas do que a quaisquer outros fatores.

Espécies ameaçadas de extinção

A fragmentação de habitat, o consequente isolamento de populações e a perda da qualidade de habitat são ameaças comuns às 15 espécies de insetos da região CSES que estão na lista nacional de fauna ameaçada (ICMBio 2018). Peculiaridades da biologia de cada uma delas também podem potencializar a sensibilidade dessas espécies à fragmentação, como, por exemplo, o sistema de reprodução de *Dinoponera lucida* Emery, 1901, que gera altas taxas de endogamia nas colônias (Peixoto *et al.* 2008; 2010). A hibridização com espécies invasoras ou introduzidas de outras localidades também ameaça algumas espécies, como no caso da *Melipona capixaba* Moure & Camargo, 1994 e *Tithorea harmonia caissara* (Zikán, 1941) (Nascimento *et al.* 2000, Machado *et al.* 2008). Das 14 espécies, as únicas que estão contempladas com um Plano de Ação Nacional (PAN) são as borboletas *Dasyopthalma vertebralis* Butler, 1869, *Euptychia boulei* (Le Cerf, 1919), *Heliconius nattereri* Felder & Felder, 1865, *Mcclungia cymo fallens* (Haensch, 1905) (as duas últimas também contempladas no PA para a conservação da biodiversidade terrestre do Rio doce; Cäsar *et al.* 2021), *T. harmonia caissara*, *Heraclides himeros himeros* (Hopffer, 1865), *Moschoneura pinthous methymna* (Godart, 1819), *Perrhybris pamela flava* (Oberthür, 1896) (Freitas & Marini-Filho 2011). Muitas ordens e famílias inteiras de insetos não têm sequer o status de conservação de suas espécies avaliado na elaboração da lista nacional de espécies ameaçadas de extinção, como é o caso dos Diptera.

Associação de diferentes fontes de dados

Os números gerados pelos dados provenientes da plataforma iNaturalist mostram, mais uma vez, que o município de Santa Teresa domina também neste tipo de plataforma. Isso pode ser atribuído à presença do INMA, que atrai estudantes e profissionais das ciências naturais, além de turistas, ao seu Parque no centro da cidade de Santa Teresa, assim como a

influência do curso de Ciências Biológicas oferecido no campus de Santa Teresa do IFES e a presença de áreas protegidas como a RBAR e a EBSL, que também recebem pesquisadores e visitantes que contribuem com os registros na plataforma.

Os registros para o iNaturalist são feitos majoritariamente através de fotos e, neste caso, vários fatores influenciam na eficiência de se obter registros de qualidade para determinados grupos de insetos. Para insetos hipotetizamos três principais fatores que podem influenciar a obtenção de registros: 1) o tamanho frequentemente diminuto influencia negativamente na visualização dos indivíduos e, mesmo quando ocorre a captura de imagens, há a impossibilidade de se visualizar caracteres diagnósticos das espécies sem auxílio de lupa e/ou microscópio; 2) ambientes urbanos possuem uma maior circulação de pessoas e, consequentemente, maior chance de observação e registros de espécimes, algo observado também por Sumner et al. (2019); e 3) o grau de curiosidade, interesse ou deslumbramento que diferentes insetos podem despertar em usuários da plataforma (e.g. insetos maiores e/ou mais vistosos tendem a chamar mais atenção do público leigo).

Tais fatores podem explicar porque o grupo das borboletas e o dos besouros são os melhores representados neste tipo de ferramenta de coleta de dados, além da alta riqueza de espécies dessas duas ordens. Também nas ordens Lepidoptera e Coleoptera houve os maiores acréscimos absolutos de espécies à lista gerada a partir dos demais dados (SiBBr e Species-Link), revelando também a falta de linhas de pesquisa com estes grupos na região. É importante ressaltar que muitos desses registros requerem validação por especialistas para averiguar se as imagens são suficientes para confirmar a identidade dos insetos observados. No entanto, é sem dúvida uma possível fonte de dados para aqueles grupos cujos padrões de morfologia e cor permitem a identificação por fotografias. Outra vantagem de associar o uso dos dados deste tipo de ferramenta é o registro de espécies sinantrópicas, que muitas vezes não são coletadas e depositadas em coleções e, consequentemente, não constam nos bancos de dados provenientes das mesmas, como foi o caso de *Clogmia albipunctata* (Williston, 1893), uma espécie cosmopolita e bastante comum dentro das residências.

Sumner et al. (2019) demonstraram que a ciência cidadã pode ser uma fonte poderosa para mapear a diversidade e distribuição de insetos, complementando a lista de espécies de insetos de uma determinada região e diminuindo assim o viés de amostragem dos pesquisadores. Dessa forma, fica evidente que o uso

de diferentes fontes de dados é imprescindível para grupos tão diversos quanto insetos. Isso ficou claro também na complementação que os dados do Species-Link promoveram em relação aos dados disponíveis no SiBBr.

Dados de literatura que não necessariamente estão disponíveis em bancos de dados online também são imprescindíveis se o objetivo for ter uma listagem completa do conhecimento da entomofauna de uma região. Brown e Freitas (2000), por exemplo, listaram 533 espécies amostradas, considerando 5 famílias (Nymphalidae, Pieridae, Papilionidae, Saturniidae e Sphingidae), e estimaram cerca de 900 espécies de borboletas para a região de Santa Teresa. Storari et al. (2019) registraram 77 espécies de Odonata em um levantamento em Santa Teresa. Esses números estão acima do número de espécies que foi recuperado nos bancos de dados analisados no presente estudo, mesmo se incluirmos os registros da plataforma de ciência cidadã. Além disso, há inúmeros artigos de descrição e registros de espécies que não estão nos bancos de dados pesquisados (e.g. Bravo 2006; Gil-Santana et al. 2009; Santos & Curler 2014; Camico et al. 2019; Vilarinho et al. 2021), possivelmente pela falta de digitalização e compartilhamento destes dados pelas coleções depositárias dos espécimes. Isto demonstra o quanto ainda é preciso investir em recursos humanos e tecnologia para digitalizar e disponibilizar as informações de coleções, assim como de literatura, para bases de dados que objetivam reunir e sintetizar o conhecimento da biodiversidade.

CONCLUSÕES

Embora a região sudeste do país concentre mais da metade dos sistemas de zoologia atuantes, a grande maioria deles está localizada nos estados de São Paulo e Rio de Janeiro (Marques e Lamas 2006). No Espírito Santo há um número pequeno de pesquisadores sistemas em zoologia, e uma única coleção de relevância nacional, fato este que contribui para uma relativamente baixa produção científica e consequentemente baixa citação (Marques e Lamas 2006). Certamente o número pequeno de especialistas reduz drasticamente o número de grupos taxonômicos estudados, o que contribuiu para vieses como estes detectados nos bancos de dados analisados no presente estudo.

As informações sobre Hymenoptera encontradas no SiBBr refletem tendências comumente obser-

vadas para estudos sobre insetos no Brasil. A maioria dos registros se concentra em poucas coleções e está geralmente associada a projetos específicos e/ou especialistas atuando intensamente com determinados grupos. Em geral são raros os projetos que se propõem a estudar de forma mais completa a entomofauna de uma região, já que devido a diversidade e abundância dos insetos, isso requer a colaboração com vários especialistas e o uso de mão de obra para preparar os espécimes para estudo. Além disso, devido às dificuldades taxonômicas advindas da alta diversidade dos insetos, poucos dos dados disponíveis se encontram identificados a nível de espécie. No entanto, esse é um desafio que os tomadores de decisão e os cientistas precisam enfrentar para que possamos conhecer de fato nossa diversidade de insetos e usufruir das valiosas informações que esse conhecimento pode trazer, como melhoria de modelos, identificação de tendências e impactos ambientais, entre outros.

Este estudo não objetivou fornecer uma lista completa dos insetos da região CSES, mas demonstrar as potencialidades e lacunas encontradas no uso de bancos de dados abertos disponíveis. Fica evidente a fragilidade dos dados do SiBBr e SpeciesLink para um grupo diverso como Insecta nesta região. Registros na região CSES de espécies muito comuns, ou com algum grau de ameaça, ou ainda facilmente encontradas em museus e/ou literatura, não constam nestas plataformas. Insetos são usualmente difíceis de serem adicionados em bases de dados por duas principais razões: 1) a grande quantidade de material a ser processado; e 2) a defasagem taxonômica para a maioria (se não para todos) os grupos em virtude da carência generalizada de entomólogos taxonomistas, aliada às dificuldades inerentes a estudos taxonômicos com grupos extremamente biodiversos como Insecta. Esforços devem ser feitos no sentido de reunir e validar as informações já disponíveis em bancos de dados de acesso aberto, assim como gerar dados inéditos, pois é evidente que os déficits lineanos e wallaceanos para Insecta estão ainda muito longe de serem superados para a região Central Serrana do Espírito Santo.

REFERÊNCIAS

- Aguiar, A.P., et al. (2013). Order Hymenoptera. In Z.-Q. Zhang (Ed.), *Animal Biodiversity: An Outline of Higher-level Classification and Survey of Taxonomic Richness (Addenda 2013)*. Zootaxa, 3703, 1–82. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.3703.1.3>
- Auguie, B. (2017). *_gridExtra: Miscellaneous Functions for “Grid” Graphics_*. R package version 2.3, <https://CRAN.R-project.org/package=gridExtra>.
- Azevedo, F.R., et al. (2015a). Inventário da entomofauna de ecossistemas da área de proteção ambiental do Araripe com bandejas d’água amarelas. *Holos*, 31(3), 121–134. <http://doi.org/10.15628/holos.2015.2249>.
- Azevedo, C.O., et al. (2015b). Checklist of the genera of Hymenoptera (Insecta) from Espírito Santo state, Brazil. *Boletim do Museu de Biologia Professor Melo Leitão (N. Sér.)*, 37(3): 313–343.
- Basset, Y., et al. (2012). Arthropod Diversity in a Tropical Forest. *Science*, 338, 1481–1484.
- Bravo, F. (2006). The taxonomy of Neotropical Brunettiina (Diptera, Psychodidae, Psychodinae, Mormiini), with descriptions of ten new species from Brazil and comments on the generic classification of the subtribe. *Zootaxa*, 1134, 1–28.
- Brown, K.S., & Freitas, A.V. (2000). Diversidade de Lepidoptera em Santa Teresa, Espírito Santo. *Boletim do Museu de Biologia Professor Melo Leitão (N. Sér.)*, 11/12, 71–118.
- Camico, J.L., Cordeiro, D.P., & Chagas, C. (2019). *Maruina* Müller, 1895 (Diptera: Psychodidae): description of four new species from Brazil, with revised diagnoses for the genus and subgenera. *Zootaxa*, 4652(2), 296–316.
- Carson, W.P., & Root, R.B. (2000). Herbivory and plant species coexistence: community regulation by an outbreaking phytophagous insect. *Entomological Monographs*, 70(1), 73–99.
- Carvalho, C.J.B. Biodiversidade e Conservação. (2012). In J.A. Rafael, et al. (Eds.), *Insetos do Brasil: diversidade e taxonomia*. Ribeirão Preto: Holos Editora, p. 134–138.
- Cäsar, C., Oliveira, L.C., & Câmara, T. (2021). *Plano de ação para conservação da biodiversidade terrestre do Rio Doce*. Fundação Renova.
- Cruz, K.V. (2016). *Diversidade e Composição de Odonata (Insecta) dos Lagos do Baixo Rio e checklist para o Espírito Santo*. [Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Espírito Santo].

- Cunha, A. de M., et al. (2016). Atualização da legenda do mapa de reconhecimento de solos do Estado do Espírito Santo e implementação de interface no Geobases para uso de dados em SIG. *Geografares*, 2(22), 32–65.
- Del Toro, I., Ribbons, R.R., & Pelini, S.L. (2012). The little things that run the world revisited: a review of ant-mediated ecosystem services and disservices (Hymenoptera: Formicidae). *Myrmecological News*, 17(0), 133–46.
- Fernández, F., & Sharkey, M.J. (2006). Sistemática de los himenópteros de la Región Neotropical: Estado del conocimiento y perspectivas. In F. Fernández, & M.J. Sharkey (Eds.), *Introducción a los Hymenoptera de la Región Neotropical*. Bogotá, Sociedad Colombiana de Entomología & Universidad Nacional de Colombia, p. 7–35.
- Ferreira, V.S., Prado, L.P., & Seripierry, D. (2016). The Entomological Collection of Ricardo von Diringshofen (1900–1986) and its incorporation to the Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo. *Revista Brasileira de Zoologia*, 60, 117–122.
- Foottit, R.G., & Adler, P.H. (2018). *Insect biodiversity: science and society*, volume II. John Wiley & Sons, p.53.
- Freitas, A.V.L., & Marini-Filho, O.J. (2011). *Plano de ação nacional para a conservação dos Lepidópteros*. ICMBio, Brasília, 124 p.
- Fundação SOS Mata Atlântica e Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. (2022). *Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica período 2020-2021*. Relatório técnico, São Paulo.
- Garbin, M.L., et al. (2017). Breve histórico e classificação da vegetação capixaba. *Rodriguésia*, 68(5), 1883–1894. <https://doi.org/10.1590/2175-7860201768521>.
- Gaston, K.J. (1993). Spatial patterns in the description and richness of the Hymenoptera. In J. LaSalle & I.D. Gauld (Eds.). *Hymenoptera and Biodiversity*. Wallingford, CAB International, p. 277–293.
- Gaston, K.J., Gauld, I.D., & Hanson, P. (1996). The size and composition of the hymenopteran fauna of Costa Rica. *Journal of Biogeography*, 23, 105–113.
- Gauld, I.D., & Bolton, B. (1988). *The Hymenoptera*. Oxford University Press.
- Gil-Santana, H.R., Costa, L.A.A., & Silva, H.P. (2009). Nova espécie de *Ghinallelia* Wygodzinsky, 1966 do estado do Espírito Santo, Brasil (Hemiptera, Heteroptera, Reduviidae, Emesinae). *Arquivos do Museu Nacional*, 67(1-2), 27–34.
- Grimaldi, D., & Engel, M.S. (2005). *Evolution of the insects*. Cambridge University Press.
- Gullan, P.J., & Cranston, P.S. (2014). *The Insects: An Outline of Entomology*, 5th Edition. Wiley-Blackwell.
- Hartenstein, V., & Chipman, A.D. (2015). Hexapoda: a *Drosophila*'s view of development. p 1–91. In E.L. Jockusch, F.W. Smith, & A. Wanninger (Eds.), *Evolutionary Developmental Biology of Invertebrates 5: Ecdysozoa III: Hexapoda*.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2019). *Biomas e Sistema Costeiro Marinho do Brasil - Compatível com a escala 1:250 000*. Série Relatórios Metodológicos volume 45. Rio de Janeiro.
- ICMBio - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. (2018). *Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção*. Brasília: ICMBio.
- INMA - Instituto Nacional da Mata Atlântica. (2021). *Síntese da biodiversidade em unidades de conservação no estado do Espírito Santo*. Instituto Nacional da Mata Atlântica, Santa Teresa, 190 p.
- Kahle, D., & Wickham, H. (2013). ggmap: Spatial Visualization with ggplot2. *The R Journal*, 5(1), 144–161. <http://journal.r-project.org/archive/2013-1/kahle-wickham.pdf>
- Kevan, P.G., & Imperatriz-Fonseca, V.L. (2006). *Pollinating bees: The Conservation Link between Agriculture and Nature*. 2a. Edição. Brasília, Ministério do Meio Ambiente.
- Klopfstein, S., et al. (2019) Darwin wasps: a new name heralds renewed efforts to unravel the evolutionary history of Ichneumonidae. *Entomological Communications*, 1, ec010006.
- Losey, J.E., & Vaughan, M. (2006). The economic

value of ecological services provided by insects. *BioScience*, 56, 311–23.

Machado, A.B.M., Drummond, G.M., & Paglia, A.P. (2008). *Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção. Série Biodiversidade, vol. XIX*. MMA, Brasília, 2 vol.

Marinoni, R.C., et al. (1992) A first list of Coleoptera type-material of the Entomological Collection Pe. J.S. Moure of the “Departamento de Zoologia da Universidade Federal do Paraná”. *Revista Brasileira de Zoologia*, 9(1/2): 99–126.

Marques, A.C., & Lamas, C.J.E. (2006). Taxonomia zoológica no Brasil: Estado da arte, expectativas e sugestões de ações futuras. *Papéis Avulsos de Zoologia*, 46, 139–174.

Matos, F.M.D. & Castro, R.J.S.D. (2021). Insetos comestíveis como potenciais fontes de proteínas para obtenção de peptídeos bioativos. *Brazilian Journal of Food Technology*, 24. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.04420>

Melo, G.A.R., Aguiar, A.P., & Garcete-Barrett, B. (2012). Hymenoptera Linnaeus, 1758. In J.A. Rafael, et al. (Eds.), *Insetos do Brasil: diversidade e taxonomia*. Ribeirão Preto: Holos Editora, p. 553–612.

Nascimento, V.A., Matusita, S.H., & Kerr, W.E. (2000). Evidence of hybridization between two species of *Melipona* bees. *Genetics and Molecular Biology*, 23(1), 79–81.

Oliveira, M.L., et al. (2022). Hymenoptera in Catálogo Taxonômico da Fauna do Brasil. PNUD. (<http://fauna.jbrj.gov.br/fauna/faunadobrasil/96>). Acesso em 22/09/2022.

Parra, J.R.P., et al. (2002). *Controle Biológico no Brasil: Parasitóides e Predadores*. Editora Manole.

Peixoto, A.V., et al. (2008). Comportamento e estrutura reprodutiva da formiga *Dinoponera lucida* Emery (Hymenoptera, Formicidae). *Revista Brasileira de Entomologia*, 52(1): 88–94. <https://doi.org/10.1590/S0085-56262008000100016>.

Potts, S.G., et al. (2016). Safeguarding pollinators and their values to human well-being. *Nature*, 540(7632):220–229. doi: 10.1038/nature20588.

R Core Team (2022). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>.

Saiter, F.Z., et al. (2020). Redescobrindo a floresta decidua no Espírito Santo: o caso de São João de Petrópolis, Santa Teresa. *Rodriguésia*, 71, e02472018. <https://doi.org/10.1590/2175-7860202071137>

Santos, R.C.M. (2010). Mata Atlântica: Características, biodiversidade e a história de um dos biomas de maior prioridade para conservação e preservação de seus ecossistemas. [Dissertação de Mestrado, Centro Universitário Metodista Isabela Hendrix].

Santos, C.B., & Curler, G.R. (2014) Four new species of *Tonnoira* Enderlein (Diptera: Psychodidae: Psychodinae) from the Brazilian Atlantic forest. *Zootaxa*, 3760(3), 463–470.

Santos, J.P., et al. (2018). Atlantic butterflies: a data set of fruit-feeding butterfly communities from the Atlantic forests. *Ecology*, 99(12), 2875–2875. <https://doi.org/10.1002/ecy.2507>

Silva, R.R., et al. (2022), ATLANTIC ANTS: a data set of ants in Atlantic Forests of South America. *Ecology*, 103, e03580. <https://doi.org/10.1002/ecy.3580>

Silva-Neto, A.M., et al. (2022). Hexapoda Yearbook (Arthropoda: Mandibulata: Pancrustacea) Brazil 2020: the first annual production survey of new Brazilian species. *EntomoBrasilis*, 15, e1000. DOI: <https://doi.org/10.12741/ebrasilis.v15.e1000>.

Silveira, L.F., et al. (2010). Para que servem os inventários de fauna? *Estudos avançados*, 24(68), 173–207.

Storari, A.P., Pereira, D., & Furieri, K.S. (2019). New occurrences of dragonflies in the Atlantic Forest fragments of Santa Teresa, Espírito Santo, Brazil. *Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade*, 6(13), 481–497

Stork, N.E. (2018). How many species of insects and other terrestrial arthropods are there on Earth? *Annual Review of Entomology*, 63, 31–45.

- Sumner, S., *et al.* (2019). Mapping species distributions in 2 weeks using citizen science. *Insect Conservation and Diversity*, 12(5), 382–388.
- Tabacow, J. (1992). *Proposta de zoneamento ambiental para o município de Santa Teresa*. [Monografia de Especialização, Universidade Federal do Espírito Santo]
- Urban, D., & Melo, G.A.R. (2009). Obituary: Jesus Santiago Moure. *Revista Brasileira de Entomologia*, 54(3): 515–518.
- Vilarinho, N., *et al.* (2021). Two new species of *Arisemus* (Diptera: Psychodidae) from the Northeast Atlantic Forest, Brazil. *Entomobrasilis*, 14, e961.
- Wickham, H. (2016). *ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis*. Springer-Verlag New York.
- Xavier-da-Silva, J., & Carvalho-Filho, L.M. (1992). Esboço da sinopse da evolução geológico-geomorfológica do município de Santa Teresa-ES. Relatório Técnico. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro.

MATERIAL SUPLEMENTAR 1: Lista de espécies de insetos registradas nas plataformas SiBBr e SpeciesLink nos municípios da região Central Serrana do Espírito Santo (CSES).

Espécies	Itaguaçú	Itarana	Santa Leopoldina	Santa Maria de Jetibá	Santa Teresa
COLEOPTERA					
Anthribidae					
<i>Ptychoderes elongatus</i>					X
<i>Ptychoderes mixtus</i>					X
Buprestidae					
<i>Conognatha excellens</i>					X
<i>Psiloptera attenuata</i>				X	X
<i>Psiloptera pardalis</i>				X	
Carabidae					
<i>Catapiesis brasiliensis</i>				X	
<i>Galerita americana</i>				X	
<i>Galerita coeruleipennis</i>				X	
<i>Oxycheila tristis</i>				X	
Cerambycidae					
<i>Aegoschema adspersum</i>					X
<i>Chlorida costata</i>					X
<i>Chlorida festiva</i>					
<i>Colobothea emarginata</i>				X	
<i>Compsibidion vanum</i>	X				
<i>Eutrypanus tessellatus</i>					X
<i>Lathroeus mysticus</i>					X
<i>Lepturges amabilis</i>					X
<i>Lepturges zikani</i>					X
<i>Mephritus flavipes</i>					X
<i>Nyssodrysina lignaria</i>					X
<i>Oedopeza umbrosa</i>					X
<i>Oncideres humeralis</i>					X
<i>Retrachydes thoracicus</i>			X		
<i>Rhaphiptera nodifera</i>					X
<i>Sphallotrichus setosus</i>		X		X	X
<i>Trachyderes succinctus</i>					X
<i>Trachysomus fragifer</i>					X
Chrysomelidae					
<i>Atyphus carbonarius</i>					X
<i>Charidotella sexpunctata</i>					X
<i>Diabrotica interruptolineata</i>					X
Ciidae					
<i>Xylographus contractus</i>			X		
Coccinellidae					
<i>Coeliaria erythrogaster</i>					X

Continua

Continuação

Espécies	Itaguaçú	Itarana	Santa Leopoldina	Santa Maria de Jetibá	Santa Teresinha
<i>Eriopis connexa</i>					X
Curculionidae					
<i>Entimus imperialis</i>			X		
<i>Heilus fasciculatus</i>				X	
<i>Heilus freyreissi</i>			X		X
<i>Heilus inaequalis</i>				X	X
<i>Rhynchophorus palmarum</i>			X		
Elateridae					
<i>Atractosomus carinatus</i>				X	
<i>Dactylophysus hirtus</i>					X
Erotylidae					
<i>Aegithus walkenaeri</i>					X
<i>Iphiclus abdominalis</i>					X
<i>Iphiclus trifasciatus</i>					X
<i>Oligocorynus militaris</i>					X
<i>Oligocorynus trizonatus</i>					X
Lycidae					
<i>Macrolygistopterus quadricostatus</i>					X
Melolonthidae					
<i>Bothynus entellus</i>					X
<i>Geniates cornutus</i>			X		
<i>Lagochile bipunctata</i>			X		
<i>Paranomala undulata</i>			X		
<i>Pelidnota unicolor</i>			X		
<i>Trizogeniates montanus</i>			X		
<i>Trizogeniates planipennis</i>			X		
Passalidae					
<i>Passalus alius</i>					X
<i>Passalus coniferus</i>	X				X
<i>Passalus glaberrimus</i>					X
<i>Passalus punctiger</i>					X
<i>Passalus toriferus</i>					X
<i>Passalus zikani</i>					X
<i>Paxillus borellii</i>					X
<i>Paxillus leachii</i>					X
<i>Paxillus reyesi</i>					X
<i>Veturius assimilis</i>					X
<i>Veturius cephalotes</i>	1				X
<i>Veturius transversus</i>					X
Scarabaeidae					
<i>Dichotomius affinis</i>					X
<i>Dichotomius assifer</i>					X

Continua

Continuação

Espécies	Itaguaçú	Itarana	Santa Leopoldina	Santa Maria de Jetibá	Santa Teresa
DERMAPTERA					
Pygidicranidae					
<i>Pyragra fuscata</i>					X
DIPTERA					
Acroceridae					
<i>Philopota conica</i>				X	
<i>Philopota histrio</i>					X
Asilidae					
<i>Anarmostus iopterus</i>					X
<i>Eraxasilus luctuosus</i>		X			X
<i>Ommatius orenoquensis</i>					X
Calliphoridae					
<i>Cochliomyia macellaria</i>	X				
Culicidae					
<i>Anopheles strobdei</i>					X
Psychodidae					
<i>Bichromomyia flavigutellata</i>					X
<i>Brumptomyia nitzulescui</i>				X	
<i>Brumptomyia ortizi</i>			X		
<i>Evandromyia callipyga</i>			X		
<i>Evandromyia costalimai</i>					X
<i>Evandromyia edwardsi</i>				X	X
<i>Martinsmyia gaspariannai</i>			X		
<i>Micropygomyia capixaba</i>	X				
<i>Micropygomyia ferreirana</i>			X	X	X
<i>Migonemyia migonei</i>	X		X	X	
<i>Nyssomyia delsionatali</i>			X		
<i>Nyssomyia intermedia</i>	X		X		X
<i>Pintomyia bianchigalatiae</i>			X		
<i>Pintomyia fischeri</i>	X		X		X
<i>Pintomyia misionensis</i>	X				
<i>Pintomyia monticola</i>					X
<i>Psathyromyia barrettoi</i>			X		X
<i>Psathyromyia bigeniculata</i>			X		
<i>Psathyromyia limai</i>	X			X	
<i>Psathyromyia pascalei</i>			X		X
<i>Psychodopygus davisi</i>			X		
<i>Psychodopygus hirsutus</i>			X		
<i>Psychodopygus matosi</i>				X	X
Syrphidae					
<i>Argentinomyia neotropica</i>			X		X
<i>Copestylum chalybescens</i>					X

Continua

Continuação

Espécies	Itaguaçú	Itarana	Santa Leopoldina	Santa Maria de Jetibá	Santa Teresa
<i>Copestylum pallens</i>					X
<i>Copestylum pictum</i>					X
<i>Copestylum tympanitis</i>					X
<i>Meromacrus niger</i>					X
<i>Meromacrus pachypus</i>				X	X
<i>Microdon nero</i>					X
<i>Microdon remus</i>					X
<i>Ocyptamus sargoides</i>					X
<i>Ornidia obesa</i>					X
<i>Palpada agrorum</i>					X
<i>Palpada distinguenda</i>			X		X
<i>Palpada erratica</i>					X
<i>Palpada furcata</i>					X
<i>Palpada geniculata</i>			X		X
<i>Palpada melanaspis</i>			X		X
<i>Palpada pusilla</i>			X		X
<i>Palpada pygolampa</i>					X
<i>Palpada scutellaris</i>			X		
<i>Palpada urotaenia</i>			X		X
<i>Palpada vinetorum</i>					X
<i>Salpingogaster nigra</i>					X
<i>Sphiximorpha barbipes</i>					X
<i>Sterphus shannoni</i>					X
<i>Toxomerus politus</i>					X
Tabanidae					
<i>Acanthocera longicornis</i>					X
<i>Erioneura fuscipennis</i>					X
<i>Tabanus occidentalis</i>			X		X
<i>Tabanus triangulum</i>					X
Tachinidae					
<i>Adejeania brasiliensis</i>					X
<i>Archytas diaphanus</i>					X
<i>Archytas divisus</i>					X
<i>Belvosia weyenberghiana</i>					X
<i>Copecrypta nitens</i>					X
<i>Winthemia tricolor</i>					X
EPHEMEROPTERA					
Baetidae					
<i>Paracloeodes eurybranchus</i>					X
Leptohyphidae					
<i>Traverhyphes yuati</i>					X
Leptophlebiidae					

Continua

Continuação

Espécies	Itaguaçú	Itarana	Santa Leopoldina	Santa Maria de Jetibá	Santa Teresa
<i>Farrodes carioca</i>					X
<i>Massartella brieni</i>					X
<i>Miroculus mourei</i>					X
HEMIPTERA					
Aetalionidae					
<i>Aetalion reticulatum</i>	X			X	X
Aphrophoridae					
<i>Cephisus siccifolius</i>			X		X
Berytidae					
<i>Jalysus sobrinus</i>					X
Cercopidae					
<i>Deois flavopicta</i>					X
<i>Mahanarva posticata</i>			X		X
<i>Mahanarva rubripennis</i>					X
<i>Maxantonia quadrifasciata</i>					X
<i>Maxantonia stabilis</i>			X		
<i>Sphenoclypeana parana</i>					X
<i>Sphenorhina rubra</i>	X				X
<i>Typeschata marginata</i>					X
Cicadellidae					
<i>Frequenamia elegantiae</i>				X	
Coreidae					
<i>Hirilcus gracilis</i>					X
<i>Holhymenia histrio</i>			X		
<i>Leptoglossus gonagra</i>					X
<i>Pachylis pharaonis</i>					X
<i>Phthia picta</i>	X				
<i>Thlastocoris laetus</i>					X
<i>Vilga westwoodi</i>					X
Fulgoridae					
<i>Acmonia spilota</i>					X
<i>Florichisme venosa</i>					X
<i>Odontoptera spectabilis</i>					X
<i>Phenax variegata</i>					X
Lygaeidae					
<i>Craspeduchus xanthostaurus</i>					X
<i>Oncopeltus unifasciatellus</i>					X
<i>Oncopeltus varicolor</i>					X
Membracidae					
<i>Bocydium tintinnabuliferum</i>					X
<i>Calloconophora argentipennis</i>					X
<i>Calloconophora obtusa</i>			X		X

Continua

Continuação

Espécies	Itaguaçú	Itarana	Santa Leopoldina	Santa Maria de Jetibá	Santa Teresa
<i>Ceresa vitulus</i>					X
<i>Cymbomorpha vaginata</i>					X
<i>Enchenopa albidorsa</i>					X
<i>Enchenopa monoceros</i>					X
<i>Enchophyllum cruentatum</i>					X
<i>Enchophyllum fulica</i>					X
<i>Guayaquila xiphias</i>					X
<i>Hebetica koppi</i>					X
<i>Heteronotus reticulatus</i>					X
<i>Hypsoprorachis tuberosa</i>					X
<i>Lycoderes mitratus</i>					X
<i>Lycoderes reichardti</i>					X
<i>Metcalfiella pertusa</i>					X
<i>Metcalfiella semitecta</i>					X
<i>Notocera brachycera</i>					X
<i>Umbonia spinosa</i>					X
Miridae					
<i>Adxenetus petiolatus</i>					X
<i>Horciasinus signoreti</i>					X
<i>Neoneella zikani</i>					X
<i>Notholopus pachycerus</i>					X
<i>Phytocoris subvittatus</i>					X
<i>Poeas reuteri</i>					X
<i>Polymerus testaceipes</i>					X
<i>Prepopus costalis</i>					X
<i>Prepopus seminiger</i>					X
<i>Prepopus subsimilis</i>					X
<i>Proba pallidipes</i>				X	
<i>Sysina vittiscutis</i>					X
Pentatomidae					
<i>Antiteuchus melanoleucus</i>					X
<i>Banasa varians</i>					X
<i>Brachystethus geniculatus</i>					X
<i>Cyptocephala alvarengai</i>	X				
<i>Edessa meditabunda</i>		X			
<i>Edessa peronea</i>					X
<i>Euschistus cornutus</i>					X
<i>Euschistus heros</i>					X
<i>Loxa viridis</i>					X
<i>Macropygium reticulare</i>					X
<i>Miopygium grossa</i>					X
<i>Mormidea maculata</i>			X		X

Continua

Continuação

Espécies	Itaguaçú	Itarana	Santa Leopoldina	Santa Maria de Jetibá	Santa Teresa
<i>Mormidea notulifera</i>					X
<i>Mormidea paupercula</i>					X
<i>Mormidea ypsilon</i>					X
<i>Oebalus poecilus</i>					X
<i>Oebalus ypsilonlongriseus</i>	X				X
<i>Oplomus cruentus</i>					X
<i>Peromatus nodifer</i>					X
<i>Schaefferella incisa</i>					X
<i>Serdia maxima</i>					X
Reduviidae					
<i>Apiomerus lanipes</i>		X			X
<i>Arilus carinatus</i>					X
<i>Brontostoma discus</i>					X
<i>Brontostoma rubrovenosum</i>					X
<i>Brontostoma rubrum</i>					X
<i>Cricetopareis tucumana</i>					X
<i>Doldina carinulata</i>	X				
<i>Heza insignis</i>					X
<i>Heza scutellata</i>					X
<i>Isocondylus elongatus</i>					X
<i>Microtomus conspicillaris</i>					X
<i>Notocyrthus bactrianus</i>			X		
<i>Panstrongylus geniculatus</i>					X
<i>Pothea aenescens</i>					X
<i>Pothea dichroa</i>					X
<i>Pothea venosa</i>					X
<i>Rasahus hamatus</i>					X
<i>Repipta coccinea</i>					X
<i>Repipta flavicans</i>	X				
<i>Rhiginia lateralis</i>			X		X
<i>Zelurus lepeletierianus</i>					X
<i>Zelurus tricolor</i>					X
<i>Zelus armillatus</i>					X
HYMENOPTERA					
Apidae					
<i>Apis mellifera</i>	X		X	X	X
<i>Augochlorella ephyra</i>					X
<i>Augochlorella urania</i>	X				X
<i>Bombus brasiliensis</i>	X		X		X
<i>Bombus morio</i>	X		X		X
<i>Bombus pauloensis</i>					X
<i>Centris conspersa</i>					X

Continua

Continuação

Espécies	Itaguaçú	Itarana	Santa Leopoldina	Santa Maria de Jetibá	Santa Teresa
<i>Centris fuscata</i>					X
<i>Centris vittata</i>					X
<i>Chilicola prosopoides</i>					X
<i>Dithygater seabrai</i>				X	X
<i>Friesella schrottkyi</i>					1
<i>Lestrimelitta tropica</i>				X	
<i>Lophopedia pygmaea</i>	X				
<i>Megalopta amoena</i>	X				
<i>Megalopta sodalis</i>				X	X
<i>Melipona bicolor</i>					X
<i>Melipona mondury</i>					X
<i>Mesocheira bicolor</i>					X
<i>Oxytrigona tataira</i>					X
<i>Paratetrapedia bicolor</i>					X
<i>Partamona criptica</i>					X
<i>Partamona helleri</i>	X		X		X
<i>Partamona sooretamae</i>	X				X
<i>Rhectomia mourei</i>			X		
<i>Scaptotrigona xanthotricha</i>					X
<i>Schwarziana quadripunctata</i>					X
<i>Tetragonisca angustula</i>					X
<i>Trigona branneri</i>	X		X	X	X
<i>Trigona braueri</i>			X		X
Bethylidae					
<i>Anisepyris aerini</i>	X				
<i>Anisepyris amazonicus</i>	X				X
<i>Anisepyris analis</i>	X				
<i>Anisepyris anduzei</i>	X		X		
<i>Anisepyris angulatus</i>	X			X	X
<i>Anisepyris annaeli</i>			X		
<i>Anisepyris aratari</i>					X
<i>Anisepyris artus</i>		X			
<i>Anisepyris aulei</i>	X				
<i>Anisepyris barahiris</i>			X		
<i>Anisepyris basilargus</i>					X
<i>Anisepyris basilongus</i>				X	X
<i>Anisepyris beori</i>			X	X	X
<i>Anisepyris berenii</i>				X	
<i>Anisepyris bifidus</i>				X	X
<i>Anisepyris boromiri</i>					X
<i>Anisepyris broddai</i>	X				
<i>Anisepyris celebrimbiori</i>	X				

Continua

Continuação

Espécies	Itaguaçú	Itarana	Santa Leopoldina	Santa Maria de Jetibá	Santa Teresa
<i>Anisepyris delicatus</i>				X	X
<i>Anisepyris dentatus</i>	X				
<i>Anisepyris elegantulus</i>	X				X
<i>Anisepyris elenwei</i>					X
<i>Anisepyris emeldiri</i>					X
<i>Anisepyris eonwei</i>					X
<i>Anisepyris falathari</i>					X
<i>Anisepyris fingoni</i>	X			X	
<i>Anisepyris foveapertus</i>				X	
<i>Anisepyris galadrieli</i>				X	
<i>Anisepyris gildori</i>					X
<i>Anisepyris gilgaladi</i>			X	X	
<i>Anisepyris gloredheli</i>				X	
<i>Anisepyris guilini</i>				X	X
<i>Anisepyris gundori</i>			X	X	X
<i>Anisepyris haldiri</i>			X	X	X
<i>Anisepyris halethi</i>	X		X		X
<i>Anisepyris hunthori</i>			X		X
<i>Anisepyris ibuni</i>					X
<i>Anisepyris idrili</i>					X
<i>Anisepyris inconspicuus</i>					X
<i>Anisepyris inzilbethi</i>	X		X	X	
<i>Anisepyris iorlasi</i>				X	
<i>Anisepyris isilduri</i>					X
<i>Anisepyris khimi</i>					X
<i>Anisepyris lalaithi</i>					X
<i>Anisepyris lobatus</i>		X		X	X
<i>Anisepyris proteus</i>		X		X	X
<i>Anisepyris rotundus</i>	X			X	
<i>Anisepyris sculptilis</i>	X				X
<i>Anisepyris texanus</i>				X	
<i>Anisepyris triangularis</i>					X
<i>Anisepyris triangulatus</i>					X
<i>Anisepyris williamsi</i>				2	
<i>Anisepyris wilsoni</i>					X
<i>Apenesia angusticeps</i>					X
<i>Apenesia atlantica</i>					X
<i>Apenesia aurita</i>				X	X
<i>Apenesia clypeata</i>					X
<i>Apenesia concavata</i>				X	X
<i>Apenesia crenulata</i>				X	X
<i>Apenesia distincta</i>					X

Continua

Continuação

Espécies	Itaguaçú	Itarana	Santa Leopoldina	Santa Maria de Jetibá	Santa Teresa
<i>Apenesia elongata</i>				X	X
<i>Apenesia pallidicornis</i>					X
<i>Apenesia quadrata</i>				X	
<i>Apenesia quadrimera</i>					X
<i>Apenesia simplex</i>					X
<i>Apenesia tenebrosa</i>					X
<i>Apenesia transversa</i>				X	X
<i>Aspidepyris austrinus</i>					X
<i>Cephalonomia stephanoderis</i>					X
<i>Dissomphalus alticlypeatus</i>			X	X	X
<i>Dissomphalus amana</i>			X	X	X
<i>Dissomphalus amplus</i>					X
<i>Dissomphalus bicerutus</i>			X	X	X
<i>Dissomphalus bisserratus</i>				X	
<i>Dissomphalus botocudus</i>					X
<i>Dissomphalus cacirus</i>				X	
<i>Dissomphalus clovisi</i>				X	X
<i>Dissomphalus concavatus</i>				X	X
<i>Dissomphalus congo</i>				X	X
<i>Dissomphalus conicus</i>			X	X	X
<i>Dissomphalus connubialis</i>	X		X	X	X
<i>Dissomphalus cornutus</i>					X
<i>Dissomphalus crassus</i>			X	X	X
<i>Dissomphalus cristatus</i>					X
<i>Dissomphalus differens</i>			X	X	X
<i>Dissomphalus dumosus</i>				X	X
<i>Dissomphalus extrarramis</i>			X	X	X
<i>Dissomphalus fimbriatus</i>					X
<i>Dissomphalus fimbriatus</i>					X
<i>Dissomphalus firmus</i>					X
<i>Dissomphalus fredi</i>				X	X
<i>Dissomphalus gigantus</i>			X	X	X
<i>Dissomphalus gilvipes</i>			X	X	X
<i>Dissomphalus gordus</i>			X	X	X
<i>Dissomphalus guarani</i>					X
<i>Dissomphalus h-ramus</i>			X	X	X
<i>Dissomphalus ibirapitanga</i>				X	X
<i>Dissomphalus inclinatus</i>				X	X
<i>Dissomphalus infissus</i>			X	X	X
<i>Dissomphalus krombeini</i>				X	X
<i>Dissomphalus kuara</i>			X	X	X
<i>Dissomphalus laminaris</i>			X	X	X

Continua

Continuação

Espécies	Itaguaçú	Itarana	Santa Leopoldina	Santa Maria de Jetibá	Santa Teresá
<i>Dissomphalus manus</i>			X		
<i>Dissomphalus microstictus</i>			X	X	X
<i>Dissomphalus miriamae</i>				X	X
<i>Dissomphalus mirim</i>			X		X
<i>Dissomphalus peculiaris</i>			X	X	X
<i>Dissomphalus perturbatus</i>				X	X
<i>Dissomphalus plaumanni</i>	X		X	X	X
<i>Dissomphalus potyra</i>				X	
<i>Dissomphalus punctatus</i>			X	X	X
<i>Dissomphalus purius</i>				X	
<i>Dissomphalus pyata</i>				X	
<i>Dissomphalus rectilineus</i>	X		X	X	X
<i>Dissomphalus rosangelae</i>				X	X
<i>Dissomphalus scamatus</i>			X	X	X
<i>Dissomphalus scopatus</i>					X
<i>Dissomphalus setosus</i>					X
<i>Dissomphalus spissus</i>			X		X
<i>Dissomphalus trilobatus</i>			X	X	X
<i>Dissomphalus tupinikim</i>			X		X
<i>Dissomphalus umbilicus</i>				X	
<i>Dissomphalus undatus</i>			X	X	X
<i>Dissomphalus vallensis</i>					X
<i>Dissomphalus verrucosus</i>			X	X	X
<i>Laelius billi</i>					X
<i>Laelius gracilis</i>	X				
<i>Laelius hirticulus</i>					X
<i>Laelius lannisteri</i>	X				
<i>Laelius mellipes</i>	X				
<i>Laelius muesebecki</i>				X	
<i>Lepidosternopsis brasiliensis</i>					X
<i>Pseudisobrachium acuminatum</i>					X
<i>Pseudisobrachium amplum</i>				X	X
<i>Pseudisobrachium apenesoides</i>			X	X	X
<i>Pseudisobrachium castaneiceps</i>					X
<i>Pseudisobrachium celum</i>					X
<i>Pseudisobrachium cuspidatum</i>					X
<i>Pseudisobrachium danum</i>					X
<i>Pseudisobrachium ferum</i>			X		X
<i>Pseudisobrachium filum</i>				X	X
<i>Pseudisobrachium formosum</i>				X	X
<i>Pseudisobrachium gabrum</i>					X
<i>Pseudisobrachium genum</i>					X

Continua

Continuação

Espécies	Itaguaçú	Itarana	Santa Leopoldina	Santa Maria de Jetibá	Santa Teresa
<i>Pseudisobrachium intentum</i>			X	X	X
<i>Pseudisobrachium latum</i>				X	X
<i>Pseudisobrachium lidum</i>				X	X
<i>Pseudisobrachium magnum</i>		X		X	X
<i>Pseudisobrachium marum</i>					X
<i>Pseudisobrachium optimum</i>					X
<i>Pseudisobrachium plaumanni</i>		X		X	X
<i>Pseudisobrachium rotundum</i>				X	X
<i>Pseudisobrachium triacutum</i>		X		X	X
<i>Pseudisobrachium urum</i>					X
<i>Pseudisobrachium ventriosum</i>				X	X
<i>Pseudisobrachium zandum</i>				X	
<i>Rhabdepyris septemlineatus</i>				X	X
<i>Rhabdepyris vesculus</i>				X	X
Braconidae					
<i>Idiasta delicata</i>					X
Chalcididae					
<i>Aspirrhina bifurca</i>					X
<i>Brachymeria annulata</i>					X
<i>Brachymeria koehleri</i>					X
<i>Brachymeria mnestor</i>					X
<i>Brachymeria podagrca</i>					X
<i>Ceyxia concitator</i>					X
<i>Ceyxia gibbosa</i>					X
<i>Conura capixaba</i>			X		
<i>Conura distincta</i>				X	X
<i>Conura femorata</i>	X			X	
<i>Halsteadium petiolatum</i>					X
<i>Halticella ornaticornis</i>					X
<i>Melanosmicra acutodentata</i>				X	X
<i>Melanosmicra areta</i>					X
<i>Melanosmicra flavidollis</i>					X
<i>Melanosmicra immaculata</i>				X	
<i>Notaspidium acutum</i>				X	X
<i>Notaspidium villegasi</i>				X	
<i>Zavoya cooperi</i>					X
Chrysididae					
<i>Cleptidea xanthomelas</i>					X
<i>Exallopelta difficilis</i>					X
<i>Pleurochrysis alfkeni</i>	X			X	X
<i>Pleurochrysis leucophrys</i>					X
Diapriidae					

Continua

Continuação

Espécies	Itaguaçú	Itarana	Santa Leopoldina	Santa Maria de Jetibá	Santa Teresa
<i>Szelenyiopria distinguenda</i>					X
Dryinidae					
<i>Deinodryinus</i>			X	X	X
<i>Gonatopus mariae</i>					X
Embolemidae					
<i>Embolemus latus</i>					X
Encyrtidae					
<i>Metaphycus comes</i>				X	
Eupelmidae					
<i>Anastatus auriceps</i>	X				
<i>Brasema schizomorpha</i>	X		X	X	
<i>Eupelmus cushmani</i>	X				
<i>Lecaniobius utilis</i>					X
<i>Omeganastatus macrocercus</i>			X		
<i>Oozetetes nyctiboraphagus</i>	X			X	
<i>Phlebopenes pertyi</i>				X	
Figitidae					
<i>Ganaspis neotropica</i>			X	X	X
Formicidae					
<i>Acromyrmex aspersus</i>					X
<i>Acromyrmex subterraneus</i>					X
<i>Dinoponera lucida</i>					X
<i>Labidus coecus</i>					X
<i>Leptogenys luederwaldti</i>					X
<i>Linepithema micans</i>					X
<i>Linepithema pulex</i>					X
<i>Neivamyrmex pseudops</i>					X
<i>Neoponera schultzi</i>					X
<i>Neoponera venusta</i>					X
<i>Neoponera verenae</i>					X
<i>Pachycondyla harpax</i>					X
<i>Pachycondyla striata</i>					X
<i>Procryptocerus convergens</i>					X
<i>Procryptocerus curvistriatus</i>					X
<i>Procryptocerus gibbosus</i>					X
<i>Strumigenys subedentata</i>					X
Gasteruptiidae					
<i>Gasteruption brasiliense</i>					X
Halictidae					
<i>Neocorynura atromarginata</i>					X
<i>Neocorynura dilutipes</i>					X
<i>Neocorynura melamptera</i>					X

Continua

Continuação

Espécies	Itaguaçú	Itarana	Santa Leopoldina	Santa Maria de Jetibá	Santa Teresa
<i>Paroxystoglossa andromache</i>					X
<i>Thectochlora brachycera</i>			X		
Ichneumonidae					
<i>Acorystus albicornis</i>					X
<i>Agonocryptus varus</i>				X	
<i>Cryptanura paranensis</i>					X
<i>Cryptanura quadrimaculata</i>					X
<i>Digonocryptus archisius</i>				X	
<i>Digonocryptus crassipes</i>				X	
<i>Digonocryptus rufigaster</i>				X	
<i>Distictus aurantium</i>				X	X
<i>Lagarosoma assitum</i>				X	
<i>Lagarosoma dissitum</i>					X
<i>Nonnus niger</i>					X
<i>Oxytorus bahiensis</i>				X	
<i>Petila capixaba</i>				X	
<i>Polyphrix atlantica</i>					X
Ismaridae					
<i>Ismarus capixabae</i>					X
Megachilidae					
<i>Anthidium latum</i>		X			X
<i>Anthodioctes holmbergi</i>					X
<i>Anthodioctes mapirensis</i>					X
<i>Austrostelis santaterezae</i>					X
<i>Epanthidium maculatum</i>	X		X		X
<i>Epanthidium nectarinoides</i>					X
<i>Hypanthidiooides flavofasciata</i>			X		
<i>Hypanthidium foveolatum</i>	X		X		75
Monomachidae					
<i>Monomachus fuscator</i>					X
<i>Monomachus klugii</i>					X
<i>Tetraconus moczari</i>					X
Mutillidae					
<i>Traumatomutilla brasilia</i>					X
Mymaridae					
<i>Neomyrmar soror</i>					X
Pompilidae					
<i>Ageniella clypeata</i>					X
<i>Ageniella fallax</i>				X	
<i>Ageniella festina</i>					X
<i>Ageniella notabilis</i>			X		
<i>Ageniella pretiosa</i>	X				

Continua

Continuação

Espécies	Itaguaçú	Itarana	Santa Leopoldina	Santa Maria de Jetibá	Santa Teresá
<i>Ageniella sanguinolenta</i>				X	
<i>Auplopus comparatus</i>					X
<i>Balboana nigrina</i>			X		
<i>Epipompilus excelsus</i>			X		X
<i>Eragenia amabilis</i>					X
Pteromalidae					
<i>Spalangia chontalensis</i>	X			X	X
Vespidae					
<i>Angiopolybia pallens</i>			X		X
LEPIDOPTERA					
Erebidae					
<i>Gorgonidia cubotaensis</i>			X		
<i>Symphebia perflua</i>					X
Nymphalidae					
<i>Actinote canutia</i>					X
<i>Actinote pellenea</i>				X	
<i>Caligo brasiliensis</i>					X
Riodinidae					
<i>Chamaelimnas briola</i>					X
Saturniidae					
<i>Eacles ducalis</i>					X
<i>Leucanella memusae</i>			X		
Sphingidae					
<i>Adhemarius eurysthenes</i>					X
<i>Adhemarius gagarini</i>					X
<i>Adhemarius germanus</i>					X
<i>Aellopos ceculus</i>	X				
<i>Agrius cingulatus</i>					X
<i>Amphimoea walkeri</i>					X
<i>Amphonyx lucifer</i>					X
<i>Callionima inuus</i>					X
<i>Callionima nomius</i>					X
<i>Callionima pan</i>					X
<i>Enyo gorgon</i>					X
<i>Enyo ocypete</i>					X
<i>Erinnyis alope</i>					X
<i>Erinnyis crameri</i>					X
<i>Erinnyis obscura</i>					X
<i>Erinnyis oenotrus</i>					X
<i>Eumorpha labruscae</i>					X
<i>Eumorpha obliquus</i>					X
<i>Eumorpha satellitia</i>					X

Continua

Continuação

Espécies	Itaguaçú	Itarana	Santa Leopoldina	Santa Maria de Jetibá	Santa Teresa
<i>Eumorpha translineatus</i>					X
<i>Eupyrrhoglossum sagra</i>					X
<i>Hyles euphorbiarum</i>					X
<i>Isognathus allamandae</i>					X
<i>Isognathus menechus</i>					X
<i>Isognathus swainsonii</i>					X
<i>Manduca brasiliensis</i>					X
<i>Manduca dalica</i>					X
<i>Manduca diffissa</i>					X
<i>Manduca rustica</i>					X
<i>Neococytius cluentius</i>					X
<i>Neogene dynaeus</i>					X
<i>Nyceryx alophus</i>					X
<i>Oryba kadeni</i>					X
<i>Pachylia darceta</i>					X
<i>Pachylia ficus</i>					X
<i>Perigonia lusca</i>					X
<i>Protambulyx eurycles</i>					X
<i>Protambulyx strigilis</i>					X
<i>Pseudosphinx tetrio</i>					X
<i>Xylophanes anubus</i>					X
<i>Xylophanes ceratomioides</i>					X
<i>Xylophanes chiron</i>					X
<i>Xylophanes pluto</i>					X
<i>Xylophanes porcus</i>					X
<i>Xylophanes schausi</i>					X
<i>Xylophanes tersa</i>					X
<i>Xylophanes titana</i>					X

MANTODEA**Thespidae**

<i>Chloromiopteryx</i>					X
<i>Miobantia aptera</i>					X
<i>Miobantia fuscata</i>	X		X		X
<i>Miobantia immanis</i>					X

ODONATA**Heteragrionidae**

<i>Heteragrion aurantiacum</i>	X
--------------------------------	---

ORTHOPTERA**Tettigoniidae**

<i>Dysonia melaleuca</i>	X
<i>Dysonia ocraceithorax</i>	X
<i>Pycnopalpa bicordata</i>	X

MATERIAL SUPLEMENTAR 2: Lista de espécies adicionais de insetos com registros para a região Central serrana do Espírito Santo (CSES), de acordo com a plataforma iNaturalist. Identificações necessitam de validação por especialistas.

Espécies

BLATTODEA

Blaberidae

Pycnoscelus surinamensis

COLEOPTERA

Cerambycidae

Ambonus distinctus

Andraegoidus rufipes

Chydarteres dimidiatus

Cipriscola fasciata

Cotyclytus curvatus

Dorcacerus barbatus

Eurysthea obliqua

Gryllica picta

Mallocera glauca

Mallosoma zonatum

Mecosarthon buphagus

Steirastoma marmoratum

Susuacanga octoguttata

Temnopsis megacephala

Chrysomelidae

Diabrotica limitata

Diabrotica rufolimbata

Diabrotica speciosa

Neolema fasciata

Omaspides trichroa

Coccinellidae

Harmonia axyridis

Curculionidae

Compsus niveus

Cydianerus araneiformis

Homalinotus porosus

Metamasius hemipterus

Naupactus rivulosus

Erotylidae

Cypherothylus borgmeieri

Erotylus histrio

Megischyrus zonalis

Mycotretus minutus

Lampyridae

Cratomorphus aequalis

Continua

Continuação

Espécies**Scarabaeidae**

- Bothynus entellus*
Coelosis bicornis
Coelosis biloba
Enema pan
Gymnetis chalcipes
Hoplopyga brasiliensis
Macraspis cincta
Megasoma anubis
Pelidnota cyanipes

Tenebrionidae

- Blapida okeni*
Lagria villosa
Zophobas bifasciatus

DIPTERA**Asilidae**

- Archilestris capnopterus*

Culicidae

- Aedes albopictus*
Psorophora forceps
Toxorhynchites trichopygus

Psychodidae

- Clogmia albipunctata*
Psychoda alternata

Stratiomyidae

- Chordonota inermis*
Chrysoclorina pluricolor
Hermetia illucens
Merosargus cingulatus
Psecticus testaceus
Sargus thoracicus

Tephritidae

- Anastrepha grandis*

HEMIPTERA**Cicadellidae**

- Ferrariana trivittata*

Cicadidae

- Hyantia honesta*
Quesada gigas
Quesada sodalis
Zammara tympanum

Coreidae

- Leptoglossus fasciatus*

Continua

Continuação

Espécies*Leptoscelis elongator***Flatidae***Poekilloptera phalaenoides***Pentatomidae***Arocera spectabilis**Edessa leucogramma**Proxys albopunctulatus***Tessaratomidae***Piezosternum subulatum***HYMENOPTERA****Apidae***Melipona quadrifasciata**Melipona rufiventris**Nannotrigona testaceicornis**Trigona spinipes***Formicidae***Camponotus mus**Camponotus rufipes**Camponotus sericeiventris***Mutillidae***Hoplocrates cephalotes**Hoplomutilla spinosa**Traumatomutilla inermis***Vespidae***Apoica flavissima**Polistes versicolor**Polybia dimidiata**Polybia jurinei**Polybia occidentalis**Polybia rejecta**Protonectaria sylveirae***LEPIDOPTERA****Cossidae***Langsdorfia franckii***Crambidae***Hymenia perspectalis**Maruca vitrata**Phostria euagra**Pyrausta phoenicealis**Spilomela discordens**Syngamia florella***Erebidae***Amaxia chaon*

Continua

Continuação

Espécies*Anticarsia gemmatalis**Ascalapha odorata**Caviria regina**Cissura decora**Cosmosoma auge**Cosmosoma remota**Cresera annulata**Cresera espiritosantensis**Cyclopis caecutiens**Drepanopera falcigera**Dysgonia purpurata**Dysschema sacrificia**Elysius cingulata**Feigeria buteo**Feigeria herilia**Feigeria mycerina**Ferenta stolliana**Hemeroblemma acron**Hemeroblemma dolosa**Hemeroblemma opigena**Idalus critheis**Loxophlebia picta**Mallodeta clavata**Melipotis fasciolaris**Ophisma tropicalis**Phaloe cruenta**Phoenicoprocta vacillans**Pseudophisma aeolida**Ramphia albizona**Robinsonia dewitzi**Thysania agrippina**Trichromia albicollis**Tyrissa recurva***Euteliidae***Paectes circularis***Geometridae***Cyllopoda claudicula**Oospila trilunaria**Phrygionis platinata**Phrygionis polita***Hepialidae***Tricladia prytanes***Hesperiidae**

Continua

Continuação

Espécies*Lycas argentea**Myscelus amyntis**Phocides polybius**Pyrrhopyge charybdis**Pythonides jovianus***Lasiocampidae***Artace anula**Euglyphis egra**Euglyphis moeschleri***Limacodidae***Natada simois**Parasa herbina**Perola subpunctata**Phobetron hipparchia**Tanadema incongrua***Lycaenidae***Pseudolycaena marsyas**Rekoa meton**Ziegleria hesperitis***Megalopygidae***Megalopyge albicollis**Megalopyge lanata**Podalia orsilochus**Trosia fumosa**Trosia rufa***Mimallonidae***Gonogramma lemoulti**Mimallo amilia**Tolypida amaryllis***Noctuidae***Callopistria floridensis**Ceroctena amynta**Chytonix griseorufa**Condica imitata**Licha undilinealis**Xanthopastis timais***Notodontidae***Anurocampa mingens**Hapigia cresus**Hapigia repandens**Lyces angulosa**Notoplusia clara***Nymphalidae**

Continua

Continuação

Espécies

- Adelpha lycorias lycorias*
Anartia amathea
Anartia jatrophae
Biblis hyperia
Brassolis sophorae
Caligo beltrao
Callicore hydaspe
Catoblepia amphirhoe
Catonephele acontius
Catonephele numilia
Colobura dirce
Dircenna dero
Dryas iulia
Dynastor darius
Episcada salvinia
Eresia lansdorfi
Eryphanis reevesii
Hamadryas amphinome
Hamadryas arete
Hamadryas februa
Hamadryas feronia
Hamadryas laodamia
Heliconius erato
Heliconius ethilla
Heliconius sara
Hypothyris ninonia
Mechanitis lysimnia lysimnia
Mechanitis polymnia casabranca
Morpho epistrophus
Oleria aquata
Opoptera aorsa
Ortilia ithra
Pierella nereis
Placidina euryanassa
Pseudoscada florula genetyllis
Pteronymia euritea
Scada karschiana karschiana
Siproeta stelenes
Splendeuptychia pagyris
Vanessa braziliensis
Vanessa myrinna
- Papilionidae**
- Papilio anchisiades*

Continua

Continuação

Espécies*Protographium asius***Pieridae***Dismorphia thermesia thermesia**Pyrisitia nise***Riodinidae***Catocyclotis aemulius**Pirascca sagaris**Semomesia geminus***Saturniidae***Automerella flexuosa**Automeris illustris**Copiopteryx decrato**Copiopteryx sonthonnaxi**Dacunju jucunda**Dirphiopsis delta**Dirphiopsis multicolor**Eacles imperialis**Hylesia nanus**Hyperchiria incisa**Loxolomia serpentina**Procitheronia principalis**Rothschildia belus**Rothschildia speculifer**Syssphinx molina**Titaea tamerlan***Sphingidae***Adhemarius palmeri**Aellopos fadus**Callionima parce**Cocytius antaeus**Cocytius duponchel**Erinnyis ello**Eumorpha anchemolus**Hemeroplanes ornatus**Isognathus leachii**Isognathus rimosus**Madoryx plutonius**Nyceryx eximia**Xylophanes amadis**Xylophanes epaphus***MEGALOPTERA****Corydelidae***Corydalus australis*

Continua

Continuação

Espécies

NEUROPTERA

Myrmeleontidae

Vella fallax

ORTHOPTERA

Arididae

Pycnosarcus atavus

Vilerna rugulosa

Romaleidae

Agriacris auripennis

Tropidacris collaris

Tropidacris cristata grandis

Zoniopoda tarsata

PHASMIDA

Heteronemiidae

Pygirhynchus bispinosus

Pygirhynchus muricatus

Phasmatidae

Cladomorphus phyllinus

Prisopodidae

Prisopus ohrtmanni

Pseudophasmatidae

Pseudophasma flavicorne

Tithonophasma tithonus

TRICHOPTERA

Hydropsychidae

Macrosteum hyalinum