

Talitha Rochanne Alves Abreu da Costa

Esfingídeos (Lepidoptera: Sphingidae) da Chapada do Araripe, Ceará,  
Brasil: abundância, riqueza, acarofauna associada (Acari: Erythraeidae e  
Otopheidomenidae) e uso de recursos florais

Hawkmoths (Lepidoptera: Sphingidae) from Chapada do Araripe, Brazil:  
abundance, richness, associated acarofauna (Acari: Erythraeidae and  
Otopheidomenidae) and use of floral resources

São Paulo

2020

Talitha Rochanne Alves Abreu da Costa

Esfingídeos (Lepidoptera: Sphingidae) da Chapada do Araripe, Ceará, Brasil: abundância, riqueza, acarofauna associada (Acari: Erythraeidae e Otopheidomenidae) e uso de recursos florais

Hawkmoths (Lepidoptera: Sphingidae) from Chapada do Araripe, Brazil: abundance, richness, associated acarofauna (Acari: Erythraeidae and Otopheidomenidae) and use of floral resources

Tese apresentada ao Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, para a obtenção de Título de Doutora em Ciências Biológicas, na Área de Zoologia.

Orientador: Marcelo Duarte da Silva  
Coorientadora: Imeuda Peixoto Furtado

São Paulo

2020

## Resumo

---

Na região Nordeste do Brasil foi constatado um alto número de áreas insuficientemente conhecidas, sendo algumas consideradas de extrema importância para a conservação da biodiversidade da Caatinga, dentre elas a Chapada do Araripe. Existindo lacunas de conhecimento para vários grupos, incluindo os lepidópteros que possuem fraca representação em coleções dessa região. Os esfingídeos (Lepidoptera: Sphingidae) são mariposas com ampla distribuição, sendo reconhecidas como indicadores biológicos, polinizadores de espécies vegetais em regiões tropicais, alimentos para vários animais e hospedeiros de parasitas. A partir desse contexto, o objetivo da pesquisa foi coletar dados da fauna de esfingídeos atraídos por fonte luminosa artificial e seus ectoparasitas, analisar a composição de espécies de plantas utilizadas como recurso floral pela taxocenose de esfingídeos em um brejo de encosta, no município de Santana do Cariri, CE. Para tanto, foram realizadas coletas de mariposas pertencentes a família Sphingidae entre 17:30 e 05:30, em três dias de lua nova por mês, durante dois anos (agosto de 2016 a julho de 2018) na Área de Proteção Ambiental da Chapada do Araripe no município de Santana do Cariri, CE. Estas foram atraídas por armadilha luminosa utilizando lâmpada mista de 250 watts, capturadas manualmente e sacrificadas com injeção de amônia no metatórax. Um total de 3.690 espécimes foram amostrados pertencentes a 37 espécies e 18 gêneros. As espécies *Erinnyis ello ello*, *Xylophanes tersa* e *Hyles euphorbiarum* foram as espécies mais abundantes, compreendendo juntas 74% de todos os espécimes coletados. Nove espécies foram registradas pela primeira vez no Ceará. Os espécimes de esfingídeos passaram por prospecção de ácaros e foi observado em um total de 18 espécies de esfingídeos e 122 espécimes, com ácaros aderidos ao corpo e prevalência total de 3,3% sendo representantes de Erythraeidae e Otopheidomenidae. Durante o período de coleta a sazonalidade se mostrou importante para hospedeiros e parasitos e não houve preferência entre os sítios de infestação. Houve o primeiro registro de *Caeculisoma selmae* parasitando esfingídeos e de *Prasadiseius donahuei* para o Brasil, infestando mais de 14 espécies. Pela primeira vez um indivíduo foi observado infestado por duas espécies de otopheidomenídeos. No intuito de descobrir quais recursos são utilizados por essas mariposas, foram extraídas probóscides de todos os espécimes coletados, sendo separadas por espécie, sexo e mês. Para a análise dos polens nelas aderidos foram preparadas lâminas de pólen utilizando o método de acetólise. Houve um registro de pólen em 29 espécies, sendo identificados 91 tipos polínicos pertencentes a 36 famílias, e com novos registros para o Brasil de 11 delas e 63 tipos polínicos. O predomínio de tipos polínicos para os dois anos foi Fabaceae (20%). Os maiores registros de tipos polínicos aderidos a probóscides foram de *Erinnyis ello ello*, *Xylophanes tersa* e *Agrius cingulata* com 65, 31 e 28, respectivamente. Um total de 15% das espécies e 41% das famílias de angiospermas registradas para a região foram visitadas por esfingídeos. Para o Brasil, houve uma ampliação de 18% das famílias de plantas e 28% dos tipos polínicos utilizados pelos esfingídeos como recurso floral. Para o estado do Ceará, todos os dados são novos registros. A presente pesquisa contribuiu com conhecimento básico sobre a composição da taxocenose de esfingídeos e uso dos recursos florais, ampliando o conhecimento da distribuição para algumas espécies. Não existem precedentes de pesquisa com ácaros em esfingídeos fora de coleção para o Brasil, tornando-a pioneira.

Palavras-chave: Fenologia, *Erinnyis ello ello*, mariposas, Nordeste, novos registros, ácaros, *Prasadiseius donahuei*, Fabaceae e tipos polínicos.

## Abstract

---

In the northeastern region from Brazil was registered the growth with insufficiently known areas, been some considered extremely important for biodiversity conservation from Caatinga biome, amongst them Chapada do Araripe. The lack of knowledge for many groups, including the Lepidoptera taxon, has less representation in scientific collections in this region. The sphingids (Lepidoptera: Sphingidae) are widespread moths, been acknowledgments as biological indicators, pollinators vegetal species in tropical regions, foods for other animals, and host for ectoparasites. Thus, the research aimed to collect data of sphingids fauna attracted for artificial source light, its ectoparasites, and analyze the composition of vegetal species used as floral resources by assemblage sphingids in “brejo de encosta” in municipality Santana do Cariri, CE. Therefore, was performed collects of moths belong to family Sphingidae between 1730h until 0530h in three days of new moon per month for two years (August/2016 until July/2018) in Environment Protect Area Chapada do Araripe in municipality Santana do Cariri, CE. The moths were attracted to the luminal trap used mixed lamp 250watts, hand captured and euthanized with ammonia in metatórax. A total of 3690 specimens were sampled belong to 37 species and 18 genera. The species *Erinnyis ello ello*, *Xylophanes tersa*, and *Hyles euphorbiarum* were more abundant, comprises together 74% of all specimens collected. The nine species moth was registered for the first time in Ceará state. The specimens host were investigated for mites ectoparasites and were identified as the presence of the Erythraeidae and Otopheidomenidae family. There were observed a total of 18 species of sphingids host and 122 individuals infected with mites in its body with a prevalence of 3.3%. There were a first registered of *Caeculisoma selmae* parasitizing sphingids and *Prasadiseius donahuei* to Brazil, parasitizing more than 14 species. For the first time, an individual was observed to be infested by two species of otopheidomenids. To find out what resources are used by these moths, proboscis was extracted from all collected specimens, being separated by species, sex, and month. For the analysis of pollens attached to them, pollen slides were prepared using the acetolysis method. There was a pollen record in 29 species, 91 pollen types belonging to 36 families were identified, and with new records for Brazil of 11 of them and 63 pollen types. The predominance of pollen types for the two years was Fabaceae (20%). The largest records of pollen types adhered to proboscis were *Erinnyis ello ello*, *Xylophanes tersa* and *Agrius cingulata* with 65, 31, and 28, respectively. A total of 15% of species and 41% of angiosperm families registered for the region were visited by sphinxes. For Brazil, there was an expansion of 18% of the plant families and 28% of the pollen types used by the sphingids as a floral resource. For the state of Ceará, all data are new records. The present research contributed with basic knowledge about the composition of sphingids assemblage and the use of floral resources, expanding the knowledge of the distribution for some species. There are no precedents for research on mites in sphingids out of the collection for Brazil, making it a pioneer.

Keys-words: Phenology, *Erinnyis ello ello*, moths, Northeast, new records, mites, *Prasadiseius donahuei*, Fabaceae, pollen types.

# Introdução Geral

---

Os lepidópteros compreendem as mariposas e borboletas e são o segundo maior grupo de metazoários em número de espécies, reunindo pouco mais de 157 mil espécies distribuídas em 43 superfamílias e 133 famílias (Mitter *et al.*, 2017). Existem quase 45 mil espécies descritas na região Neotropical. Deste total, 26 mil ocorrem no Brasil (sendo que estimativas chegam a até 60 mil espécies) (Aguiar *et al.*, 2009) o qual está entre os três países mais ricos em Lepidoptera do mundo (Brown & Freitas, 1999).

Por serem mais coloridas e de hábito diurno, as borboletas sempre atraem mais atenção e são, de certa forma, mais estudadas e conhecidas do que as mariposas. Essas possuem atividades predominantemente noturnas, embora possamos encontrar com facilidade espécies com atividades diurnas ou crepusculares.

Dentre as mariposas, Bombycoidea é uma das linhagens de mariposas mais carismáticas e bem estudadas. Essa superfamília é mais diversificada na região intertropical do globo e atualmente cerca de 6.100 espécies encontram-se classificadas em 10 famílias e 520 gêneros (Kitching *et al.*, 2018). Essas mariposas são economicamente importantes, podendo ser, por exemplo, pragas da sericicultura (Clemente, 1995). São frequentemente incluídas em projetos educacionais devido ao seu grande tamanho corporal, atratividade para crianças e adultos e facilidade de criação em cativeiro.

Das dez famílias reconhecidas em Bombycoidea – Anthelidae, Apatelodidae, Bombycidae, Brahmaeidae, Carthaeidae, Endromidae, Eupterotidae, Phiditiidae, Saturniidae e Sphingidae – destacamos os esfingídeos, foco do presente estudo, porque possuem ampla distribuição (Kitching & Cadiou, 2000), com 205 gêneros e 1.602 espécies descritas, das quais cerca 400 possuem registros para a região Neotropical e 210 para o Brasil (Duarte *et al.*, 2008; Kitching *et al.*, 2018).

O ciclo de vida dos esfingídeos é típico de Lepidoptera (Darrault & Schlindwein, 2002). Os ovos são depositados nas folhas de suas plantas hospedeiras e, após a eclosão, as larvas se alimentam de três a quatro semanas, se limitando a uma ou poucas espécies de plantas. Possuem considerável importância nos ecossistemas devido ao seu hábito herbívoro e ao seu papel na conversão da biomassa (New, 2013).

As larvas são eruciformes, de tegumento glabro, enrugado ou granuloso, com cores crípticas uniformes, ou manchas oclares ou coloridas, sendo que nos últimos

instares mudam para uma cor parda escura (Varela-Freire, 2004). As larvas normalmente deixam as plantas hospedeiras em busca de um local para empupar isoladamente (Janzen, 1983), sem tecer casulo, enterrando-se no solo onde forma uma célula, ou na superfície do solo ou de folhas, formando um abrigo com folhas presas umas às outras por fios de seda, quando não um casulo frouxo feito de malhas afastadas. Pupas lisas, cilindro-cônicas, em alguns gêneros, a espirotromba fica em bainha própria, acentuadamente destacada do resto da pupa.

O tamanho do adulto varia de médio a grande, corpo robusto, fusiforme; asas anteriores estreitas; antenas relativamente curtas e rígidas, sendo o extremo distal recurvado em gancho; olhos grandes; espirotromba podendo ser longa, curta ou obsoleta; palpos labiais moderados; pernas robustas, providas de esporões tibiais e tarsos espinhoso; frênulo presente na maioria das espécies e órgão timpânico ausente (Darrault & Schlindwein, 2002).

Os esfingídeos são utilizados como indicadores biológicos em avaliações da qualidade ambiental em ecossistemas (Hilty & Merenlender, 2000) e são agentes polinizadores de inúmeras espécies vegetais em regiões tropicais, responsáveis por polinizar plantas com antese noturna, tendo importante função na composição e dinâmica das formações da vegetação (Oliveira *et al.*, 2004). Estas plantas são denominadas de esfingófilas, possuem, além de abertura crepuscular a noturna, geralmente flores tubulares ou em pincel, com cores brancas ou pálidas, emissão de odores adocicados e produção de néctar com predominância de sacarose (Amorim, 2012).

Os esfingídeos possuem características que representam um potencial importante como indicadores de saúde do ecossistema (Highland *et al.*, 2013), além de constituírem uma das principais fontes de alimento para lagartos, aves e pequenos mamíferos, bem como para outros invertebrados predadores e parasitas (Hilty & Merenlender, 2000). Há espécies de esfingídeos emblemáticas para campanhas de conservação (New, 2013), e seu conhecimento é importante para entender a complexidade da biodiversidade tropical e sua manutenção (Balvanera *et al.*, 2002; Novotny *et al.*, 2010).

Pesquisas com interações mutualísticas entre esfingídeos e plantas esfingófilas vêm crescendo, mas, segundo Ávila Jr. (2010), devido às observações noturnas serem restritas, estas são baseadas na sua maioria em taxas de sucesso reprodutivo nas espécies que apresentam atributos de esfingofilia. Para a confirmação de possíveis interações não registradas pelas dificuldades da observação noturna, medidas como a pesquisa do conteúdo polínico dos corpos dos visitantes florais vem sendo desenvolvidas para ajudar

a trazer evidências diretas de interação, tornando a associação da ecologia da polinização com técnicas de palinologia de extrema importância para esse tipo de pesquisa (Darrault & Schlindwein, 2002; Ávila Jr., 2010).

Outra relação de interação ecológica existente nos esfingídeos, assim como em vários outros animais, é o parasitismo. Destacamos, por exemplo, a interação com os ácaros ectoparasitos da família Otopheidomenidae. Essa família, considerada monofilética, está dividida em três subfamílias: Otopheidomeninae, Treatiinae e Katydiseiinae, sendo que apenas a primeira possui representantes associados com os lepidópteros (Treat, 1975; Mo, 1996). Oito espécies de ácaros dessa subfamília têm sido relatadas sobre esfingídeos para ecozonas neotropicais (Silva *et al.*, 2011). A espécie *Prasadiseius cocytes* (Prasad, 1970) tem sido citada como especializada em infestações de esfingídeos e geralmente é encontrada na superfície dorsal das asas, incluindo a área timpânica (metatórax) e primeiro segmento abdominal (Prasad, 2013a).

O interesse científico tem aumentado nos últimos anos sobre os otopheidomenídeos devido à escassez de conhecimento sobre sua biologia, levando a várias publicações recentes (Prasad, 2011a, 2011b, 2013a, 2013b, 2015; Prasad & Walker, 2011). Porém, Silva *et al.* (2011) ainda apontam estudos básicos como levantamento das espécies de ácaros parasitos em espécie de esfingídeos, padrões de infestação, prevalência e intensidade como imprescindíveis.

Dentre alguns artigos de levantamentos, pode-se destacar cujo objeto é a região Norte os de Motta & Andreazze (2001), Motta & Xavier-Filho (2005); para as regiões Sul e Sudeste, os trabalhos de Laroca & Mielke (1975), Laroca *et al.* (1989), Marinoni *et al.* (1999), Brown & Freitas (2000), Duarte *et al.* (2008), Vieira *et al.* (2015), e para o Nordeste, as contribuições de Darrault & Schlindwein (2002), Gusmão & Creão-Duarte (2004) e Duarte Jr. & Schlindwein, (2005a, b).

Nesse sentido, o Distrito Federal, Rio Grande do Sul e São Paulo são as unidades da federação com maior quantidades de inventários para Lepidoptera, o Rio de Janeiro, Santa Catarina e Alagoas possuem uma quantidade de inventários razoáveis (Santos *et al.*, 2008). Nos demais estados, as informações são escassas e as poucas listagens são limitadas e com poucos grupos amostrados de Lepidoptera (Freitas & Marini-Filho, 2011).

No estado do Ceará, até o presente momento, existem os levantamentos realizados por Rocha (1954) e Silva (1967) a partir de coletas em Fortaleza, além de dois resumos de congresso – um tratando sobre a esfingofauna do Parque Nacional de Ubajara (Lima

*et al.*, 2014) e o outro sobre a fauna de mariposas do Parque Botânico do Ceará, no município de Caucaia (Silva *et al.*, 2015). Mais recentemente, foi publicado um capítulo de livro com pesquisa desenvolvida no Parque de Ubajara, com informações atualizadas sobre sua esfingofauna (Câmara *et al.*, 2017). No entanto, existe sobre a ocorrência de otofeidomenídeos em esfingídeos no estado do Ceará.

A esfingofauna do Nordeste brasileiro ainda não foi estudada sistematicamente (Darrault & Schlindwein, 2002; Haxaire & Mielke, 2019). Segundo Brandão & Yamamoto (2004), a representação de lepidópteros da Caatinga nas coleções entomológicas é muito fraca. Essa carência ocorre mesmo existindo nesse bioma importantes áreas de estudos, como os brejos de altitude, que apresentam uma diversidade de organismos geneticamente diferenciados de outros que ocorrem no bioma Mata Atlântica e que, sabidamente, encontram-se em crescente degradação pela ação humana (Miyaki, 2009).

As paisagens das Caatingas ocupavam cerca de 70% do Nordeste e perto de 11% do território nacional, se estendendo por oito estados (PI, CE, RN, PB, PE, BA, AL e SE) e parte do norte de Minas Gerais (Castelletti *et al.*, 2004). Sua extensa área (cerca de 800.000 km<sup>2</sup>) abriga uma grande diversidade de paisagens dominadas por ambientes de baixa pluviosidade e muito sazonais (Prado, 2005). Foram identificadas no território nacional 82 áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade da Caatinga, sendo 27 dessas classificadas como áreas de extrema importância biológica, 12 como áreas de muito alta importância, 18 como áreas de alta importância e 25 áreas insuficientemente conhecidas, mas de provável importância.

O alto número de áreas insuficientemente conhecidas enfatiza a urgente necessidade de um programa especial de fomento para o inventário biológico da Caatinga (MMA, 2002), com destaque para as seguintes áreas/localidades: 1. Bacia do Rio Preguiça, 2. Complexo de Campo Maior, 3. Médio Poti, 4. Serra das Flores, 5. Planalto da Ibiapaba do Norte/Jaburuna, 6. Reserva da Serra das Almas, 7. Serra da Joaninha/Serra da Pipoca, 8. Serra de Baturité, 9. Quixadá, 10. Aiuaba, 11. Picos e 12. Chapada do Araripe.

A Chapada do Araripe é uma “ilha” de mata úmida inserida na Caatinga e na zona de transição agreste. Esse tipo de ilha costuma ser caracterizado como mais elevadas, mantidas úmidas em função de seu relevo, ocasionando chuva orográfica (Tabarelli & Santos, 2004). Em função do clima mais ameno e precipitação mais elevada, as ilhas de hábitat ou “brejos” de altitude, como são também conhecidas, atraíram inclusive as



populações humanas. Segundo Lins (1989), a maioria das principais cidades do semiárido encontra-se nas áreas de brejo.

A existência de serras que modificam o perfil pluviométrico, dando origem aos chamados brejos nordestinos e de cânions, que retém umidade e modificam o microclima, podem reservar boas surpresas, não somente do ponto de vista de presença de espécies, mas também por serem potenciais refúgios úmidos para a fauna em épocas secas. De fato, Santos *et al.* (2008) apontam a necessidade de se priorizar os estudos dessa região. É de se esperar que a fauna ali encontrada revele espécies adaptadas às flutuantes condições ambientais do semiárido nordestino. Para o estado do Ceará as unidades fitoecológicas descritas são: Caatinga arbórea, Caatinga arbustiva, Carrasco, Cerradão, Complexo Litorâneo, Mata Seca e Mata Úmida. Entretanto, nas Serras e Chapadas (brejos de altitude) desenvolvem-se formações florestais densas, como o Cerradão, o Carrasco, a Mata Úmida e a Mata Seca (Figueiredo, 1997).

No estado do Ceará são encontradas cinco áreas de brejos de altitudes: Planalto da Ibiapaba, Serra do Maranguape, Serra da Aratanha, Maciço de Baturité e Chapada do Araripe. A Área de Preservação Ambiental Chapada do Araripe, com 972.590,45 hectares (Decreto de Lei s/n de 04 de 1997), posicionada entre os estados do Piauí, Pernambuco e Ceará, é considerada como brejo de encosta, enquanto os demais citados como brejos de cimeira. Isso ocorre por causa da formação Santana, com a disposição das camadas orientadas para leste, favorecendo uma perenidade das nascentes e mata úmida na encosta ao invés de no platô (Borges-Leite *et al.*, 2006).

A APA/Araripe também abriga a Floresta Nacional do Araripe, com 38.919,47 hectares, que se encontra posicionada sobre o platô, abrangendo os municípios de Barbalha, Crato, Jardim, Missão Velha, Nova Olinda, Santana do Cariri. A floresta é composta pelos biomas Cerradão e Cerrado, além de alguns trechos de Mata Úmida que ascendem do sopé (IBGE, 2008). Dentro desse contexto, das 13 famílias de plantas selvagens e cultivadas citadas por Duarte *et al.* (2012) como utilizadas para uso de recurso floral pelos esfingídeos, sete foram citadas por Costa *et al.* (2004) como ocorrentes em um enclave de Cerrado na Chapada do Araripe, são elas: Rubiaceae, Solanaceae, Malvaceae, Orchidaceae, Bignoniaceae, Fabaceae e Apocynaceae.

Já no caso das plantas de Mata Atlântica, das 27 famílias que foram registradas como fonte de recursos florais de esfingídeos através de estudo dos tipos polínicos (Ávila *et al.*, 2010), 21 também ocorrem na Chapada do Araripe, e além das sete famílias citadas por Costa *et al.* (2004), com exceção de Orchidaceae e Bignoniaceae, acrescentamos a

essa lista: Asteraceae, Convolvulaceae, Bromeliaceae, Arecaceae, Celastraceae, Combretaceae, Cyperaceae, Erythroxylaceae, Moraceae, Melastomataceae, Piperaceae, Poaceae, Polygonaceae, Sapotaceae, Ulmaceae e Verbenaceae.

A partir desse contexto, foi escolhido o município de Santana do Cariri, como área prioritária para o presente estudo, já que a região faz parte do bioma Caatinga e possui brejo de altitude com heterogeneidade de vegetação, além de não haver pesquisas desenvolvidas com Sphingidae e sua interação com as angiospermas nessa área. A família Sphingidae foi escolhida como objeto de estudo por ser um grupo com taxonomia relativamente bem resolvida (Minet, 1994; Kitching & Cadiou, 2000), além de possuir importante papel na polinização e representar um grupo funcional.

Pelo fato de esses insetos apresentarem comportamento quase exclusivamente noturno, o que torna restrita a observação das visitas florais por parte do polinizador/visitante, optou-se por obter essas informações por meio do estudo dos tipos polínicos encontrados nos corpos dos esfingídeos amostrados (Nattero *et al.*, 2003; Marques-Souza *et al.*, 2007).

Em relação à associação parasitária, a maior parte das pesquisas foram desenvolvidas com mariposas de coleções e observado que países neotropicais podem abrigar mais ácaros da família Otopheidomenidae do que outros países (Prasad, 2013a). De acordo com Prasad (2011a), o estudo em campo torna-se atualmente indispensável para tentarmos compreender melhor as relações entre esses ácaros e os esfingídeos.

O objetivo da pesquisa foi coletar dados da fauna de esfingídeos atraídos por fonte luminosa artificial e seus otopheidomenídeos, analisar a composição de espécies de plantas utilizadas como recurso floral pela taxocenose de esfingídeos em um brejo de encosta, no município de Santana do Cariri, pertencente à Chapada do Araripe, CE.

O presente estudo foi dividido em três capítulos, nos quais foram analisados os seguintes aspectos: riqueza, composição, abundância relativa, Equitabilidade das espécies da fauna de esfingídeos e otopheidomenídeos associada às espécies de esfingídeos; padrões de riqueza e abundância registrados por intervalo de horário durante as noites de amostragem; efeitos das variáveis climáticas sobre a estrutura da taxocenose de esfingídeos e a riqueza de tipos polínicos presentes em Sphingidae sobre as características de uso do recurso floral. Foram analisados dados de dois anos de amostragens no município de Santana do Cariri, seguem os títulos dos capítulos:

**Capítulo 1.** Esfingídeos (Lepidoptera: Sphingidae) de Santana do Cariri, Ceará, Brasil: abundância, riqueza e sazonalidade; **Capítulo 2** Acarofauna (Acari: Erythraeidae e Otopheidomenidae) associada aos esfingídeos (Lepidoptera: Sphingidae) de Santana do Cariri, Ceará, Brasil; **Capítulo 3** Esfingídeos (Lepidoptera: Sphingidae) e o uso dos recursos florais de Santana do Cariri, Ceará, Brasil.

## Discussão Geral e Conclusões

---

A fauna de esfingídeos amostrada em Santana do Cariri, assim como a observada em outras pesquisas desenvolvidas no Brasil (Darrault & Schlindwein, 2002; Amorim, 2008; Oliveira, 2014; Câmara *et al.*, 2017) foram de espécies que possuem ampla distribuição na região Neotropical e possivelmente migram entre habitats adjacentes e biomas. Assim como ressaltou Martin *et al.* (2011), outro aspecto observado em Santana do Cariri e também corroborado por outros autores (Ferreira *et al.*, 1986; Marinoni *et al.*, 1999; Darrault & Schlindwein, 2002; Motta & Xavier-Filho, 2005; Amorim, 2008; Duarte *et al.*, 2008, Ávila Jr., 2009; Oliveira *et al.* 2014; Primo *et al.*, 2013; Vieira *et al.*, 2015; Câmara *et al.*, 2018 etc.) é o fato de Macroglossinae ser a subfamília mais rica, abundante e constante nas amostras.

Em relação a fenologia dos esfingídeos, percebeu-se uma sazonalidade bem marcada entre os meses referentes ao período chuvoso (dezembro a maio) e seco (junho a novembro). Entretanto, o início das elevações na abundância e riqueza dos esfingídeos ocorrem ainda no período seco, no mês de outubro, o que levou a correspondência com o primeiro pico de floração entre outubro e novembro para a região. Essa relação entre a sazonalidade da abundância de esfingídeos e fenologia de floração foi observada por Cruz-Neto *et al.* (2011).

As espécies e/ou gêneros (*Callionima*, *E. ello ello* e *Xylophanes*) que estiveram com o maior número de espécimes coletados em Santana do Cariri, também foram citados como mais abundantes em estudos para outras regiões do Brasil (Motta *et al.* 1998; Motta & Andrazze, 2001, Oliveira, 2014; Ferreira, 1986; Coelho *et al.*, 1979; Vieira *et al.*, 2015; Duarte & Schlindwein, 2008; Darrault & Schlindwein, 2002; Laroça & Mielke, 1975). O que demonstra que essas espécies têm uma ampla distribuição, abundância e plasticidade em relação à vegetação e padrões climáticos.

O total de seis espécies (16%), apresentando apenas um indivíduo e mais duas espécies com apenas 2 indivíduos, amostrados em Santana do Cariri foi um número menor do que visto em outras localidades do Brasil, por exemplo, Vieira *et al.* (2015) amostraram 14 espécies raras (36%). As atividades de voo durante as noites variaram de espécie para espécie, o que já era esperado, principalmente entre as subfamílias. Entre as localidades algumas mantiveram o mesmo padrão, enquanto outras tiveram as atividades de voos modificados. Por exemplo, na Amazônia Motta *et al.* (1998) perceberam que *E.*

*ello ello* foi constante em quase toda a noite (20h - 5h), o que também foi percebido nas amostragens em que essa espécie ocorreu em Santana do Cariri.

As prospecções de ácaros otofeidomenídeos até a presente data foram realizadas em coleções de museus, com exceção de uma expedição realizada no Peru, que teve duração de oito dias, resultando na descrição da espécie *P. incanus*, coletada em esfingídeos vivos (Prasad, 2018). Até o momento, os eritrídeos também não tinham sido objeto de estudos baseados em levantamentos de longo prazo.

Além dos parasitos da família Otopheidomenidae, os ácaros foréticos de Acaridae, Ascidae e Erythraeidae também já foram encontrados nos esfingídeos (Prasad, 1975). Em 2018, Prasad fez uma lista com todas as localidades e espécies registradas em associação com esfingídeos no mundo e *P. donahuei* não tinha registro para o Brasil. No presente trabalho foi apresentado o primeiro registro da espécie para o país, ampliando sua distribuição geográfica conhecida até então.

Erythraeidae é uma família bem distribuída mundialmente, mas os gêneros no presente estudo possuem poucos registros no Brasil. O gênero *Caeculisoma* possui apenas uma espécie, *C. nestori*, registrada para o país, a qual foi coletada em plantas. Contudo, em Santana do Cariri foi amostrado apenas um espécime, o que não permitiu a visualização de todos os caracteres necessários para confirmação da espécie. Sendo assim, esse é o primeiro registro do gênero em esfingídeo para o Brasil. O gênero *Callidosoma*, teve a espécie *C. selmae* descrita para o Brasil em 2017 por Costa *et al.* no estado de Minas Gerais. Segundo os autores, os ácaros estavam localizados em pequenos lepidópteros não identificados, que pela descrição provavelmente não seriam esfingídeos. Então, esse é um novo registro para espécie *C. selmae*, com ampliação de distribuição geográfica e hospedeiro.

Outro fato que não há relatos em artigos é a associação de mais de uma espécie de ácaro a um único esfingídeo. Prasad (2013b) mencionou que em mais de 40 anos de estudos nunca encontrou infestação de uma única mariposa por duas espécies de *Prasadiseius*. Em Santana do Cariri, entretanto, um espécime de *E. ello ello* apresentou as duas espécies encontradas de otofeidomenídeos, porém houve uma divisão nos sítios de infestação.

Os otofeidomenídeos foram mais abundantes e frequentes que os eritrídeos, sendo *P. donahuei* a que apresentou um número significativo de espécies parasitadas e teve as maiores prevalências em quase todos os meses. Esse resultado demonstra o que vem

sendo reportado por outros autores, isto é, que a família Otopheidomenidae é bem representada em principalmente nos trópicos e subtropicais (Treat, 1975; Zhang, 1995).

É certo que no município de Santana do Cariri a influência do clima semiárido e a sazonalidade bem marcada influenciou a distribuição dos hospedeiros e ectoparasitos nos períodos chuvoso e seco. É provável que *P. donahuei* e *C. selmae* sejam um pouco mais resistentes às variações climáticas, mas com picos de infestação também durante o período chuvoso. Em trabalhos desenvolvidos em partes da Europa, os ácaros *H. adleri* ocuparam os corpos de insetos durante todo o ano, mas a intensidade de infestação em *P. apterus* aumentou no final da primavera, verão e início do outono (Chmielewski, 2006; Levandowski & Szafranek, 2005; Socha, 1993).

Os vários sítios foram explorados por ambas as espécies, reforçando o que disse Prasad (2013b), de que não há preferência entre os sítios. A utilização das pernas para infestação, porém, foi inesperada por ser um local de fácil retirada dos ácaros. Todas essas interações puderam ser percebidas, por meio de vários trabalhos, nos quais os esfingídeos e os ácaros tiveram sua distribuição bem ampla pela zona Neotropical, sendo a mesma espécie de ácaro responsável pela infestação da mesma espécie em regiões distantes, por exemplo: *M. rustica* e *P. cocytes* com infestações descritas do México ao Brasil. Espécies de *P. cocytes* e *P. donahuei* infestando diversas espécies de esfingídeos com ampla distribuição. Estudos filogenéticos futuros poderão esclarecer melhor essas relações.

Os valores amostrados na região são próximos e até maiores que outros registros polínicos para o Brasil, mesmo tendo apresentado apenas 29 esfingídeos com carga polínica. Um total de 91 tipos polínicos de angiospermas foram identificados referentes a 36 famílias, sendo no primeiro ano 71 tipos e 31 famílias. A maioria dos estudos foram desenvolvidos em um ano, mas se comparamos apenas o primeiro ano de coleta com outros resultados para o Sudeste, por exemplo realizado por Ávila *et al.* (2010) na Mata Atlântica, onde foram amostradas 49 espécies de esfingídeos com 64 tipos polínicos em 27 famílias, dá para perceber uma proximidade entre os números.

Outro fator que influencia os números de proporcionalidade, importância e os usos de tipos polínicos pelos esfingídeos é a sazonalidade para a região que impacta diretamente na floração. Em um estudo desenvolvido sobre a flora da disjunção de cerrado da Chapada do Araripe, Costa *et al.* (2004) obtiveram como resultado que aproximadamente 76% das espécies pertencentes a 41 famílias florescem e frutificam no período chuvoso, com os picos de floração descritos em dois momentos um ocorrendo em outubro e outro de janeiro a abril havendo uma resposta a sazonalidade do clima

semiárido. Esse resultado correspondeu com o encontrado nessa pesquisa, pois no período entre os picos de floração para a região de maio a setembro, houveram os menores registros de tipos polínicos utilizados quando estes ocorreram, sendo justamente o período de junho a setembro de 2017 retratados sem ocorrência de nenhuma amostra de pólen.

No presente estudo Fabaceae (20%) foi considerada como a principal fonte de recurso para os esfingídeos, seguida de Rubiaceae (13%), Euphorbiaceae e Malvaceae (7%), apesar de outras famílias terem apresentado valores altos de IP e valor de importância no período dos dois anos como: Capparaceae, Connaraceae, Gesneriaceae, Myrtaceae e Rutaceae. Somente duas famílias estiveram presentes em ambos os anos com os valores mais altos, Fabaceae com o tipo polínico *Mimosa* e Rubiaceae com *Guettarda viburnoides*, porém com valores e meses diferentes.

Atualizada a lista, após quatro anos da última revisão, com os dados constatados aqui a porcentagem traz hoje para o Brasil como principais famílias utilizadas: Fabaceae (15%), Rubiaceae (11%), Apocynaceae (8%), Euphorbiaceae e Malvaceae (5%). O que demonstra uma semelhança dos dados encontrados com o resultado encontrado no Brasil e de forma pontual em trabalhos desenvolvidos em diferentes tipos de vegetação.

Os maiores valores de IP e vi, foram encontrados em *Capparis* (Capparaceae) e *Apeiba* (Malvaceae) que possuem flor actinomórfica, estando presente na primeira um “pincel de estames”. No Cerrado houve o registro da interação com esfingídeos com *Capparis* através também de análise polínica (Darrault & Schlindwein, 2002), mas *Apeiba* é o primeiro registro. O tipo polínico mais visitado pelos esfingídeos foi *Sinningia*, primeira vez citado como fonte de recurso. Em outros trabalhos *Inga vera*, *Guettarda platipoda* e *Hancornia speciosa* foram as mais visitadas (Amorim, 2008; Darrault & Schlindwein, 2002).

Aproximadamente 15% das espécies e 41% das famílias de angiospermas foram visitadas por esfingídeos na amostragem, sendo representadas por vários formatos de corola. Se ampliado para a todas as espécies que ocorrem no Nordeste, e incluindo todas os tipos polínicos aqui apresentados, até os que foram utilizados apenas uma vez, esse número representaria que os esfingídeos podem utilizar um total 6% das plantas registradas para esta região do Brasil. Seria compatível com o valor dos sistemas esfingófilos de 7% que Machado & Lopes (2004), registraram para trechos da Caatinga e remanescentes da Mata Atlântica nordestina (Kimmel *et al.*, 2010)

O número de gêneros ou espécies de angiospermas que foram utilizadas para extração de recurso floral pelos esfingídeos teve uma variação de 1 a 65, que foi bem

maior do que encontrado por outros autores de 1 a 23 (Darrault & Schlindwein, 2002) e 1 a 20 (Amorim, 2008). Isso pode ter ocorrido em função de *E. ello ello*, o esfingídeo com maior registro de tipos polínicos (65) e com a maior presença de polens que só ocorreram uma vez (16), ter tido ampla amostragem de 1.676 espécimes bem como sua ocorrência em quase todos os meses.

Corroborando com Darrault & Schlindwein (2002) que registraram *E. ello ello* durante quase todo ano, foi a mais abundante e com amostras de pólen de flores de diferentes formas, incluindo as hipocrateriformes, em forma de disco, goela e pincel. Em Amorim (2008), a espécie mais abundante e também com a maior riqueza de polens foi *P. strigilis*.

No estudo de Ávila *et al.* (2010), ele usou a justificativa que o grupo possa realmente está utilizando pólen na sua dieta semelhante à alguns lepidópteros diurnos da subfamília Heliconiinae pertencentes aos gêneros *Heliconius* e *Laparus*, em que o aparelho bucal permite coleta ativa de pólen (Krenn *et al.*, 2009) que auxiliariam no incremento de nitrogênio na dieta nectarífera (Eberhard *et al.* 2009), cujas proteínas e aminoácidos também seriam incorporados aos ovos (Penz & Krenn, 2000; Oliveira *et al.*, 2014). O que corrobora com essa ideia é o fato dos esfingídeos utilizarem no mesmo período os tipos polínicos de flores com pólen e sem oferta de pólen como recurso, por exemplo, *G. virbunoides* e *Tocoyena* sp. foram encontrados nas probóscides no mês de dezembro assim como *Senna*. Além de ser um mês do período chuvoso onde há maior disponibilidade de recursos.

Tendo em vista que outros tipos polínicos (*Cecropia* e *Solanum*) encontrados em menos esfingídeos, também não apresentam néctar como recurso floral e foram encontrados no período com maior disponibilidade de recursos. Faz-se necessário uma maior investigação sobre qual é a relação que existe entre essas angiospermas e os esfingídeos.

Ainda existe um menor conhecimento sobre a fauna de Lepidoptera na região Nordeste, com poucos levantamentos publicados, dificultando a comparação sobre a diversidade e seu estado anterior. A presente pesquisa contribuiu com conhecimento básico sobre a composição da taxocenose de esfingídeos,

Houve uma indicação de que os esfingídeos respondem à sazonalidade, a qual é bem marcada em Santana do Cariri, assim como em outras localidades do Brasil e da América Latina. Entre as variáveis ecológicas que foram analisadas, apenas a umidade relativa do ar teve uma relação significativa com a riqueza das espécies. A diversidade de



Shannon e a Equitabilidade flutuaram muito próximas do que era esperado para a região. As espécies que tiveram maior abundância não tiveram preferências por nenhum horário de amostragem.

Os dados sobre o grupo taxonômico serão disponibilizados e poderão ser utilizados como um comparativo em pesquisas futuras de conservação para a região, além de trazer uma ampliação para a Coleção de Lepidoptera do MZUSP sobre a região Nordeste. Antes dessa pesquisa, apenas um levantamento de campo de apenas oito dias tinha sido realizado com espécimes vivos de otofeidomenídeos. A ampla amostragem realizada em Santana do Cariri, CE, foi capaz de aumentar consideravelmente o registro de espécies de Sphingidae parasitadas e registrar a espécie *P. donahuei* pela primeira vez no Brasil. Pela primeira vez as pernas dos esfingídeos foram registradas com ácaros otofeidomenídeos. A espécie *C. selmae* também não havia tido registro de esfingídeos como hospedeiros. O teste realizado na presente pesquisa demonstrou que não houve preferências por sítios de infestação, fato que já havia sido sugerido por Prasad com espécimes em coleções. A importância da sazonalidade no ciclo de vida desses animais também foi demonstrada nessa pesquisa.

Após 45 anos da primeira pesquisa desenvolvida por Silberbauer-Gottsberger & Gottsberger (1975) sobre interações entre esfingídeos adultos e as plantas como recurso floral e depois de alguns estudos desenvolvidos nos últimos anos (Darrault & Schlindwein, 2002; Oliveira *et al.* 2004; Amorim, 2008; Ávila *et al.*, 2010; Moré *et al.* 2014; Camargo *et al.*, 2018), apenas 22% das espécies de esfingídeos tem algum tipo de informações disponíveis sobre essas relações. Com os resultados encontrados houve uma ampliação de informações de 3% delas.

Houve uma ampliação de 18% das famílias de plantas sendo utilizadas pelos esfingídeos e 28% dos tipos polínicos para o Brasil. Para o estado do Ceará, todos os dados são novos e vem com o intuito de iniciar as pesquisas sobre essa relação tão importante e entender futuramente o grau de contribuição que esses animais dão para a flora da região. Visto que, um número expressivo de famílias e espécies de plantas da região foram visitadas. A sazonalidade também foi percebida através da quantidade de esfingídeos coletados e tipos polínicos identificados, visto que o período de floração é bem marcada em Santana do Cariri.

O maior valor de IP e vi foram encontrados no tipo polínico *Capparis* (Capparaceae), que possui como característica “um pincel de estames”, entretanto houve um predomínio de tipos polínicos de Fabaceae, com o tipo *Senna* representando flores

sem néctar como recurso durante os dois anos em Santana do Cariri. Além disso, o tipo polínico mais visitado por esfingídeos em Santana do Cariri foi *Sinningia*, o qual ainda não havia sido reportado como recurso floral para mariposas e sim como flores utilizadas por espécies de beija-flor. Tudo isso, traz a outras perguntas ao invés de conclusões.

Na verdade, essa pesquisa corroborou com outros trabalhos desenvolvidos na região Neotropical, onde relatam que as relações entre os esfingídeos e as plantas esfingófilas são generalistas. Também foi amplo o habitat das plantas utilizadas indo de herbácea a arbóreo. Portanto, pode-se concluir que essa pesquisa ampliou através da análise do pólen das probóscides o número de recursos florais utilizados pelos esfingídeos, trouxe uma direção sobre quais famílias e gêneros onde podem ser aprofundados assuntos como polinização por espécies de esfingídeos.

## Referência bibliográficas

---

- Agostini, K.; Lopes, A. V. & Machado, I. C. 2014. Recursos florais. *In: Biologia da polinização*. Eds. Rech, A. R.; Agostini, K. Rio de Janeiro. Editora: Projeto Cultural, 1 ed. 527p.
- Aguiar, A. P.; Santos, B. F. dos; Couri, M. C.; Rafael, J. A.; Costa, C.; Ide, S.; Duarte, M; Grazia, J; Schwertner, C. F.; Freitas, A. V. L.; Azevedo, C. O. 2009. Insecta. 166-181. Capítulo 8. *In Estado da Arte e Perspectivas para a Zoologia no Brasil*. Rocha, R. M. & Borger, W. A. P (Eds.). Editora UFPR. Curitiba. 296p.
- Alarcón, R.; Davidowitz, G. & Bronstein, J. L. 2008. Nectar usage in a Southern Arizona hawkmoth community. *Ecological Entomology*, 33: 503-509.
- Alencar, S. R.; Silva, M. A. P.; Macêdo, D. G. & Oliveira, A. S. 2012. Composição Florística do estrato arbóreo de um fragmento florestal da Chapada do Araripe: subsídio para construção de um banco de germoplasma. *Caderno de Cultura e Ciência*, 11 (1): 20-24.
- Alexandersson, R. & Johnson, S. D. 2002. Pollinator-mediated selection on flower-tube length in a hawkmoth-pollinated *Gladiolus* (Iridaceae). *Proceedings Biological sciences/The Royal Society*, 269, 631-6.
- Altermatt, F., Baumeyer, A. & Ebert, D. 2009. Experimental evidence for male biased flight-to-light behaviour in two moth species. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 130: 259-265.
- Amorim, F. W. 2008. A comunidade de esfingídeos (Lepidoptera, Sphingidae) e plantas esfingófilas numa área de Cerrado no sudeste do Brasil: biogeografia e associações mutualísticas. 74. F. il. Dissertação. Uberlândia – Minas Gerais. Mestre em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais.
- Amorim F.W.; Ávila Jr., R.S.; Camargo, J.A.; Oliveira, P.E. 2009. A hawkmoth crossroads? Species richness, seasonality and biogeographical affinities of Sphingidae in a Brazilian Cerrado. *Journal of Biogeography*, 36: 662–674.
- Amorim, F. W. 2012. A flora esfingófila de uma floresta ombrófila densa montana no sudeste brasileiro e relações mutualísticas com a fauna de Sphingidae. Tese (Doutorado) da Universidade Estadual de Campinas, SP, 175 p.
- Amorim, L. D. M. de. 2014. Fabaceae Lindl. da Floresta Nacional de Assú, semiárido do Rio Grande do Norte, Brasil. Dissertação (Mestrado) da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, Mossoró, RN, 112p.
- Aona, L. Y. S.; Machado, M.; Panarin, E. R.; Castro, C. C.; Zappi, D.; Amaral, M. C. E. 2006. Pollination biology of three Brazilian species of *Micranthocereus* Backed. (Cereae, Cactoideae) endemic to the “campos rupestres”. *Bradleya* 24:39-52.
- APAC – Agência Pernambucana de Água e Clima. Climatologia da precipitação mensal (mm), 2012. Em: <http://www.apac.pe.gov.br/meteorologia/>. Acesso março de 2018.
- Ávila Jr, R. S. de. 2009. A guilda de plantas esfingófilas e a comunidade de Sphingidae em uma área de Floresta Atlântica do Sudeste do Brasil. Tese (Doutorado) da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 126 p.

- Ávila JR, R. S.; Cruz-Barros, M. A.; Corrêa, A. M. & Sazima, M. 2010. Tipos polínicos encontrados em esfingídeos (Lepidoptera, Sphingidae) em área de floresta atlântica do Sudeste do Brasil: uso da palinologia no estudo de interações ecológicas. *Revista Brasileira de Botânica (Impresso)* 33: 415-424.
- Ávila Jr., R.S. & Oliveira, R.; Pinto, C.E.; Amorin, F.W. & Schlindwein, C. 2012. Relações entre esfingídeos (Lepidoptera, Sphingidae) e flores no Brasil: panorama e perspectivas de uso de polinizadores. In: Imperatriz-Fonseca (ed.) *Polinizadores no Brasil*. São Paulo, Edusp.
- Balvanera, P.; Uriarte, M.; Almeida-Lenero, L.; Altesor, A.; Declerck, F., Gardner, T. *et al.* 2012. Ecosystem services research in Latin America: the state of the art. *Ecosystem Services*, 2, 56-70.
- Barrett, S.C.H. 2002. The evolution of plant sexual diversity. *Nature Review Genetics*, 3, 274-284.
- Bazzaz, F. A. 1975. Plant species diversity in old-field successional ecosystems in Southern Illinois. *Ecology*, 56: 485-488.
- Beck J.; Schulze, C.H.; Linsenmair, K. E. & Fiedler K. 2002. From forest to farmland: diversity of geometrid moths along two habitat gradients on Borneo. *J. Trop. Ecol.* 18: 33–51.
- Beck, J.; Kitching, I. J. & Linsenmair, K. E. 2006. Effects of habitat disturbance can be subtle yet significant: biodiversity of hawkmoth-assemblages (Lepidoptera: Sphingidae) in Southeast-Asia. *Biodiversity and Conservation*, 15: 465–486.
- Beck, M. W. 2019. ggord: Ordination Plots with ggplot2. R package version 1.1.4.
- Begon, M.; Townsend, C. R. & Harper, J. L. 2007. *Ecologia: de indivíduos a ecossistemas*. 4 ed. Porto Alegre: Artmed, 752p.
- Bernardi, L. F. O.; Wohltmann, A.; Lorenzon, I. M. & Ferreira, R. L. 2017. A novel symbiotic relationship between mites and recluse spiders (Sicariidae: Loxosceles), with a description of a new *Callidosoma* species (Trombidiformes: Erythraeidae). *Zootaxa*, 4338 (3): 459-474.
- Beron, P. 2008. *Acarorum catalogus I. Acariformes: Calyptostomatoidea (Calyptostomatidae), Erythraeoidea (Smarididae, Erythraeidae)*. Pensoft Publishers and the National Museum of Natural History, Sofia Bulgarian Academy of Sciences.
- Berryman, A. A. 1996. What causes population cycles of forest Lepidoptera? *TREE*, 11 (1): 28-32.
- Bertin, R.I. & Newman, C.M. 1993. Dichogamy in angiosperms. *The Botanical Review*, 59, 112-152.
- Boquimpani-Freitas, L.; Marra, R. V.; Sluys, M. V. & Rocha, C. F. D. 2007. Temporal niche of acoustic activity in anurans: interspecific and seasonal variation in a neotropical assemblage from south-eastern Brazil. *Amphibia-Reptilia*, 28: 269-276.
- Borgatti, S. P.; Everett, M. G.; Freeman, L. C. 2002. *Ucinet 6 for Windows: software for social network analysis*. Harvard, MA: analytic technologies.

- Borges-Leite, D. M. 2006. Diversidade de anfíbios e répteis da Serra de Baturité, Ceará. *In*: Oliveira, T.S. & Araújo, F.S. (Eds.), *Diversidade e conservação da biota na Serra de Baturité, Ceará*. Edições UFC, Fortaleza, 226–247.
- Borges-Nojosa, D. M. 1999. Zoneamento da Área de Proteção Ambiental da Chapada do Araripe – Relatório da Herpetofauna. URCA & IBAMA, Crato.
- Brandão, C. R. F. & Yamamoto, C. I. 2004. Invertebrados da Caatinga, 135 - 140. *In*: Cardoso, J. M. (Ed.). *Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação*. Brasília, 382.
- BRASIL. Decreto-Lei nº 9.226 de 02 de maio de 1946. Cria a floresta nacional de Araripe-Apodi. Rio de Janeiro, RJ, maio 1946. Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/legin/fed/decllei/1940-1949/decreto-lei-9226-2-maio-1946-417098-publicacaooriginal-1-pe.html>> Acesso em: 5 nov. 2018.
- BRASIL. Decreto s/n, de 4 de agosto de 1997. Dispõe sobre a criação da Área de Proteção Ambiental da chapada do Araripe, nos Estados do Ceará, Pernambuco e Piauí, e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/DNN/Anterior%20a%202000/1997/Dnn5587.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/DNN/Anterior%20a%202000/1997/Dnn5587.htm)> Acesso:1/10/2018
- BRASIL. Decreto s/nº, de 05 de junho de 2012. Ampliação e os objetivos da Floresta Nacional do Araripe-Apodi, no Município de Barbalha, Estado do Ceará, criada pelo Decreto-Lei nº 9.226, de 2 de maio de 1946. Brasília, DF, junho 2012. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/CCIVIL\\_03/\\_Ato2011-2014/2012/Dsn/Dsn13321.htm](http://www.planalto.gov.br/CCIVIL_03/_Ato2011-2014/2012/Dsn/Dsn13321.htm)> Acesso em: 5 nov. 2018.
- Brooks, D. R. & McLennan, D. A. 2002. *The Nature of Diversity: An Evolutionary Voyage of Discovery*. Chicago: University of Chicago Press.
- Brown, J.R., Freitas, K.S. & A.V.L. 1999. Lepidoptera, p. 227-243. *In*: C.R.F. Brandão & E.M. Cancellato (Eds). *Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil. Invertebrados terrestres*. São Paulo, FAPESP, XVI+279p.
- Brown JR., K. S. & Freitas, A.V. L. 2000a. Diversidade de Lepidoptera em Santa Teresa, Espírito Santo. *Bol. Mus. Biol.* 11 (12): 71-116.
- Brown, K. S. & Freitas, A.V. L. 2000b. Reino Animalia - Lepidoptera. Campinas, SP. 225-243.
- Buril, M.T., Santos, F.A.R. & Alves, M. 2010. Diversidade polínica das Mimosoideae (Leguminosae) ocorrentes em uma área de caatinga, Pernambuco, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 24: 5-64.
- Bush, A. O.; Lafferty, K. D.; Lotz, J. M. & Shostak, A. W. 1997. Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis et al. Revisited. *The Journal of Parasitol.*, 83(4): 575-583.
- Câmara, J. T; Mielke, O. H. M.; Mielke, C.G.C; Carneiro, E.; Dolibaina, D. R. *et al.* 2017. Lepidoptera: Hesperidae, Papilionidae, Pieridae, Nymphalidae, Lycaenidae, Riodinidae, Saturniidae e Sphingidae. *In*: Pesquisas em unidades de conservação no domínio da caatinga: subsídios à gestão/ Waldir Mantovani, Ricardo Ferreira Monteiro, Luiz dos Anjos, Mariana Otero Cariello (Orgs.) – Fortaleza: Edições UFC, 2017.
- Câmara, J. T.; Rocha, J. R. B. & Pereira, S. 2018. Sphingidae (Lepidoptera) ocorrentes no leste do Maranhão, Brasil. *EntomoBrasilis*, 11(3): 209-215.

- Camargo, A. J. A. & Cavalcanti, W. 1999. Instruções para a confecção de armadilha luminosa para captura de insetos noturnos. Comunicado técnico. Embrapa. Planaltina, 2: 1-7.
- Camargo, A. J. A. 2004. Monitoramento da diversidade de mariposas (Lepidoptera) em áreas agrícolas. In: Aguiar, L. M. S. e Camargo, A. J. A. Cerrado: ecologia e caracterização. EMBRAPA, Brasília, DF, 2004. 246
- Camargo, A. J. A.; Camargo, W. R. F. Corrêa, D. do C. V.; Vilela, M. de F. & Amorim, F. W. 2018. Mariposas polinizadoras do Cerrado (Identificação, distribuição, importância e conservação/ Família Sphingidae (Insecta-Lepidoptera). Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 125p.
- Castelletti, C. H.M.; Silva, J. M. C.; Tabarelli, M. & Santos, A. M. M. 2003. Quanto ainda resta da Caatinga? Uma estimativa preliminar. In: J.M.C. Silva, M. Tabarelli, M.T. Fonseca & L.V. Lins (orgs.). Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação. 91-100. Ministério do Meio Ambiente, Brasília.
- CEARÁ. Secretaria dos Recursos Hídricos. Plano Estadual de Recursos Hídricos: Atlas. Fortaleza, 1992, 4 (1).
- Chant, D.A. & McMurtry, J.A. 2007 - Illustrated keys and diagnoses for the genera and subgenera of the Phytoseiidae of the world (Acari: Mesostigmata) — Indira Publishing House, West Bloomfield, Michigan, USA. 1-220 pp.
- Chase, M. R.; Moller, C.; Kesseli, R & Bawa, K. S. 1996. Distant gene flow in tropical trees. Nature, 383: 398-399.
- Childers C.C. & G.C. Rock. 1981. Observations on the occurrence and feeding habits of *Balaustium putmani* (Acari: Erythraeidae) in North Carolina apple orchards. – Intern. J. Acarol., 7: 63-68.
- Chmielewski, W. 2006. Occurrence of *Hemipteroseius adleri* (Acari: Mesostigmata: Otopheidomenidae) infesting *Pyrrhocoris apterus* (Insecta: Heteroptera: Pyrrhocoridae) in Pulawy and other localities in Poland and Lithuania. Biological Lett, 43 (2): 157-161.
- Clark, J. 2014. New erythraeids (Parasitengona) from recent glacial outwash, Southern Alps, New Zealand; *Callidosoma*, *Momorangia*, *Grandjeanella*, and *Pukakia* gen. nov.; with a description of the deutonymph of *Callidosoma tiki*. International Journal of Acarology, 40(2): 174-204.
- Clemente, A. T. C. 1995. Análise de populações de Lepidoptera em comunidades florestais de Araucária angustifólia, Eucalyptus grandis e Pinus taeda. Mestrado (Dissertação) na Universidade Federal do Paraná, Paraná, PR, 75p.
- Cleveland, W. S. 1993. Visualizing Data. Hobart Press, Summit, NJ.
- Coelho, L. P.; Silveira Neto, S.; Dias, J. F. S.; Forti, L. C. & Lara, F. M. 1979. Fenologia e análise faunística da família Sphingidae (Lepidoptera) através de levantamentos com armadilha luminosa em Piracicaba SP. Anais Soe. Ent. Bras., 8 (2): 295-309.
- Coleman, B.D, Mares, M.A., Willis, M.R. & Hsieh, Y. 1982. Randomness, area and species richness. Ecology, 63: 1121–1133.

- Commo, F. & Bot, B. M. (2006). nplr: N-Parameter Logistic Regression. R package version 0.1-7. <https://CRAN.R-project.org/package=nplr>.
- Connell, J. H. 1980. Diversity and the Coevolution of Competitors or the Ghost of Competition Past. *Oikos*, 35 (2): 131-138.
- Corrêa, D. do C. V. 2017. Biodiversidade de Sphingidae (Lepidoptera) nos biomas brasileiros, padrões de atividade temporal diária e áreas prioritárias para conservação de Sphingidae e Saturniidae no Cerrado. Mestrado (Dissertação) na Universidade de Brasília, Brasília, DF, 179p.
- Costa, M. 1968. Notes on the genus *Hemipteroseius* Evans (Acari: Mesostigmata) with the description of a new species from Israel. *Journal of Natural History*, 2: 1-15.
- Costa, I. R.; Araújo, F. S. & Lima-Verde, L. W. 2004 Flora e aspectos auto-ecológicos de um enclave de cerrado na Chapada do Araripe, Nordeste do Brasil. *Acta bot. bras.*, 18 (4): 759-770.
- Costa, S. G. S.; Klompen, H.; Santos, E. B.; Favretto, M. A.; Pepato, A. R. 2017. (Two new Brazilian Parasitengona larvae: *Callidosoma* (Acari, Erythraeidae) parasite of Lepidoptera and *Durenia* (Acari, Trombellidae) parasite of Culicidae (Diptera), with keys to the species. *Systematic and Applied Acarology*, 22(1): 42-57.
- Cruz-Neto, O.; Machado, I. C.; Duarte Jr., J. A. & Lopes, A. V. 2011. Synchronous phenology of hawkmoths (Sphingidae) and *Inga* species (Fabaceae–Mimosoideae): implications for the restoration of the Atlantic forest of northeastern Brazil. *Biodivers Conserv*, 20: 751–765.
- D' Abrera, B. 1986. *Sphingidae Mundi*. Hawk moths of the world. Faringdon, Oxon, United Kingdom, E.W. Classey. 225.
- Darrault, R. O. & Schlindwein, C. 2002. Esfingídeos (Lepidoptera, Sphingidae) no Tabuleiro Paraibano, nordeste do Brasil: abundância, riqueza e relação com plantas esfingófilas. *Revista Brasileira de Zoologia* 19: 429-443.
- Deepayan, S. 2008. *Lattice: Multivariate Data Visualization with R*. Springer, New York. ISBN 978-0-387-75968-5.
- Dennis, R. L. H., Shreeve, T. G., Dyck, J. V. 2003. Towards a functional resource-based concept for habitat: a butterfly biology viewpoint. *Oikos*, 102: 417-426.
- Dickey, D. A. e Fuller, W. A. 1979. Distribution of the estimators for autoregressive time series with a unit root. *Journal of the American Statistical Association*, 74: 427-431.
- Diniz, I. R., Braga, L., Lepesqueur, C., Silva, N., Morais, H. 2013. *Lagartas do Cerrado*. Technical Books, Rio de Janeiro. 215p.
- Duarte Jr., J. A. & Schlindwein, C. 2005a. The highly seasonal hawkmoth fauna (Lepidoptera Sphingidae:) of the Caatinga of northeast Brazil: a case study in the state of Rio Grande do Norte. *Journal of the Lepidopterists' Society*, 59 (4): 212-218.
- Duarte Jr., J. A. & Schlindwein, C. 2005b. Riqueza, abundância e sazonalidade de Sphingidae (Lepidoptera) num fragmento de Mata Atlântica de Pernambuco, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 22: 662–666.

- Duarte, M; Carlin, L. F & Marconato, G. 2008. Light-attracted hawkmoths (Lepidoptera: Sphingidae) of Boracéia, municipality of Salesópolis, state of São Paulo, Brazil. *Check List*, 4 (2): 123-136.
- Duarte, M., Marconato, G., Specht, A. & Casagrande, M.M. 2012. Lepidoptera, 625-682. *In*: Rafael, J.A., Melo, G.A.R., Carvalho C.J.B., Casari, S. A., Constantino, R. (Eds.). *Insetos do Brasil: diversidade e taxonomia*. Holos Editora, Ribeirão Preto, SP. 796 p.
- Duellman, W. E. 1990. Herpetofaunas in neotropical rainforests: comparative composition, history, and resource use. *In*: Gentry, A. H. (ed.). *Four neotropical rainforest*. New Haven: Yale Univ. Press, 455-505.
- Eberhard, S. H., Nemeschkal, H. L. & Krenn, H. W. 2009. Biometrical comparison of the salivary glands between pollen-feeding and nonpollen-feeding nymphalid butterflies (Lepidoptera). *Biol. J. Linn. Soc.*, 97: 604-12.
- Ellington, C. P., Coen van den B., Willmott, A. P. & Thomas, A. L. R. 1996. Leading-edge vortices in insect flight. *Nature*, 384: 626-630.
- Ellison, A; Gotelli, N. 2012. Software EcoSim: modelos nulos para ecologia (versão gratuita). Disponível em: <<http://www.uvm.edu/~ngotelli/EcoSim/EcoSim.html>> Acesso em: 12.2.2019.
- Endress, P. K. 1994. *Diversity and evolutionary biology of tropical flowers*. Cambridge University Press., 420 p.
- Erdtman, G. 1960. The acetolized method. A revised description. *Svensk Botanisk Tidskrift*, 54: 561-564.
- Faegri & van der Pijl. 1979. *The Principles of Pollination Ecology*. London, Pergamon. Press. 3 ed.
- Fanzolin, M.; Estrela, J. L. V.; Filho, M. D. C.; Santiago, A. C. C. & Frota, F. S. 2007. Manejo Integrado do Mandarová-da-Mandioca *Erinnyis ello* (L.) (Lepidoptera: Sphingidae): Conceitos e experiências na Região do Vale do Rio Juruá, Acre. Rio Branco, AC: Embrapa.
- Feitosa, A. C.; Brandão, R. L. & Benvenuti, S. M. P. 1998 Programa de recenseamento de fontes de abastecimento por água subterrânea no estado do Ceará: diagnostico do município de Santana do Cariri. Fortaleza, CE. 15p.
- Ferreira, P. S. F. 1986. Levantamento, flutuação e análise entomofaunística em mata remanescente da zona da mata, Viçosa, Minas Gerais. *Sphingidae: Lepidoptera*. *Revista Ceres*, 33 (190): 516-527.
- Figueiredo, M. A. 1997. A cobertura vegetal do Ceará (Unidades Fitoecológicas) *In*: Ceará (Ed.). *Atlas do Ceará*. Fortaleza, IPLANCE.
- Fourny, A. C. S.; Mendonça, C. B. F. & Lopes, T. C. C.; Gonçalves-Esteves, V. 2010. Palinologia de espécies de Gesneriaceae Rich. & Juss. ocorrentes no Estado do Rio de Janeiro. *Acta Botanica Brasilica*, 24: 812-824.
- Freitas, L. & Sáizima, M. 2006. Pollination biology in a tropical high-altitude grassland in Brazil: interactions at the community level. *Annals of Missouri Botanical Garden*, 93: 465-516.



- Freitas, A. V. L. & Marini-Filho, O. J. 2011. Plano de Ação Nacional para Conservação dos Lepidópteros Ameaçados de Extinção. ICMBio, Brasília, 124p.
- Fuller, R. J.; Norton, L. R.; Feber, R. E.; Johnson, P.J., Chamberlain, D. E., Joys, A. C. *et. al.* 2005. Benefits of organic farming to biodiversity vary among taxa. *Biol. Lett.*, 1: 431–434.
- FUNCEME – Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. Zoneamento geoambiental do estado do Ceará: Parte II mesorregião do sul cearense. Fortaleza, 2006. 125p.
- FUNCEME. 2016. Ceará passa pela pior seca prolongada desde 1910. Disponível em: <<http://www.funceme.br/?p=1403>>. Acesso em: 10 fevereiro de 2018.
- FUNCEME. 2019. Área sem seca relativa no Ceará volta a crescer em fevereiro, mas situação dos açudes ainda é crítica. Disponível em: <<http://www.funceme.br/?p=3871>> Acesso em: 20 de março de 2019.
- García, M. T. A. & Hoc, P. S. 1998. Aspectos de la biología floral y el sistema reproductivo de *Passiflora mooreana* (Passifloraceae). *Darwiniana*, 35: 9-27.
- Gasparino, E. C.; Souza, C. N. & Cruz-Barros, M. A. V. 2014. Flora Polínica da Reserva do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (São Paulo, SP, Brasil) Famílias: Boraginaceae e Gesneriaceae. *Hoehnea*, 41(3): 423-430.
- Garris, H.W. & Snyder, J.A. 2010. Sex-specific attraction of moth species to ultraviolet light traps. *Southeastern Naturalist*, 9: 427-434.
- Gómez, J. M. & Zamora, R. 1999. Generalization vs. Specialization in the pollination system of *Hormathophylla spinosa* (Crucifera). *Ecology*, 80: 796-805.
- Gómez-Nucamendi, O. L.; Jones, R. W. & Morón-Ríos, A. 1999. The Sphingidae (Heterocera) of the “El Ocote” Reserve, Chipas, Mexico. *Journal of the Lepidopterist’s Society*, 53 (4): 153-158.
- Gotelli, N J; Hart, E. & Ellison, A. 2015. Null Model Analysis for Ecological Data (Package ‘EcosimR’). Disponível em: <<https://github.com/GotelliLab/EcoSimR/issues>> Acesso: 15 de fevereiro de 2019.
- Grant, V. & Grant, K. A. 1983. Hawkmoth pollination of *Mirabilis longiflora* (Nyctaginaceae). *Proc. Natl. Acad. Sci.*, 80: 1298-1299.
- Grenacre, M. J. 1993. Correspondence analysis in practice. Academic Press, London.
- Gribel, R. & Hay, J. Du Vall. 1993. Pollination Ecology of *Caryocar brasiliense* (Caryocaraceae) in Central Brazil Cerrado Vegetation. *Journal of Tropical Ecology*, 9 (2): 199-211.
- Gusmão, M. A. B. & Creão-Duarte, A. J. 2004a. Diversidade e Análise Faunística de Sphingidae (Lepidoptera) em área de brejo e Caatinga no Estado da Paraíba, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, Curitiba, 21 (3): 491-498.
- Gusmão, M. A. B. & Creão-Duarte, A. J. 2004b. Diversidade e Análise Faunística de Sphingidae (Insecta, Lepidoptera) na Mata do Pau-Ferro, Areia, Paraíba, Brasil, com Vista ao Monitoramento. *In: Brejos de Altitude em Pernambuco e Paraíba (História Natural,*

Ecologia e Conservação). Orgs Kátia C. Pôrto, Jaime J. P. Cabral & Marcelo Tabarelli. 179-152.

Haber, W. A. 1983. Pollination by deceit in a mass-flowering tropical tree, *Plumeria rubra* L. (Apocynaceae). *Biotropica*, 16: 269-275.

Haber, W. A. & Frankie, G. W. 1989. A tropical hawkmoth community: Costa Rican Dry Forest Sphingidae. *Biotropica*, 21 (2): 155-172.

Haitlinger, R. 2004. *Callidosoma leodegari* n. sp. and new record of *Callidosoma welbourni* Treat, 1985 (Acari: Prostigmata: Erythraeidae) from Argentina and Brazil. *International Journal of Acarology*, 30(3): 251–254.

Halas, D.; Zamparo, D. & Brooks, D. R. 2005. A historical biogeographical protocol for studying diversification by taxon pulses. *Journal of Biogeography*, 32: 249-60.

Hall, J.C.; Kenneth, J.S. & Iltis, H.H. 2002. Phylogeny of Capparaceae and Brassicaceae based on chloroplast sequence data. *American Journal of Botany*, 89: 1826-1842.

Hammer, O.; Harper, D. A. T.; Ryan, P. D. 2001. PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. *Paleontologia Electronica* 4 (1): 9pp. Disponível em: [folk.uio.no/ohammer/past](http://folk.uio.no/ohammer/past) Acesso em: 18 de novembro de 2018.

Heil, M. 2011. Nectar: generation, regulation and ecological functions. *Trends in Plant Science*, 16: 191-200.

Hickman Jr., C. P.; Roberts, L. S.; Keen, S. L.; Eisenhour, D. Larson, A. 2013. *Princípios Integrados de Zoologia*. 15 ed. 968 pp. Guanabara Koogan.

Highland, S. A.; Miller, J. C. & Jones, J.A. 2013. Determinants of moth diversity and community in a temperate mountain: vegetation, topography, and seasonality. *Ecosphere* 4(10):1-22.

Hilty, J. & Merenlender, A. M. 2000. Faunal indicator taxa selection for monitoring ecosystem health. *Biological Conservation*, 92: 185-197.

Hilt, N. & Fiedler, K. 2006. Arctiidae moth ensembles along a successional gradient in the Ecuadorian montane rain forest zone: how different are subfamilies and tribes? *Journal of Biogeography*, 33(1): 108-120.

Hirota, T. & Obara, Y. 2000. Time allocation to the reproductive and feeding behaviors in the male cabbage butterfly. *Zoological Science*, 17: 323-327.

Hoberg, E. P. & Brooks, D. R. 2008. A macroevolutionary mosaic: Episodic host-switching, geographical colonization and diversification in complex host-parasite systems. *Journal of Biogeography*, 35: 1533-1550.

Hodges, S. A. 1995. The influence of nectar production on hawkmoth behavior, self-pollination, and seed production in *Mirabilis multiflora* (Nyctaginaceae). *American Journal of Botany*, 82: 197-204.

Hokche, O. & Ramírez, N. 1990. Pollination ecology of seven species of *Bauhinia* L. (Leguminosae: Caesalpinioidea). *Ann. Missouri Bot. Gard.*, 77: 559-572.

- Hope, A. C. A. 1968. A Simplified Monte Carlo Significance Test Procedure. *Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Methodological)*. 30 (3): 582-598.
- Hutchinson, G. E. 1957. Concluding remarks. *Cold spring Harb. Symp Quant. Biol.*, 22: 415-427.
- Huston, M. 1979. A general hypothesis of species diversity. *The American Naturalist*, 113: 81-101.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Mapa da Área de Aplicação da Lei nº 11.428 de 2006. Decreto nº 6.660, de 21 de novembro de 2008. Publicado no Diário Oficial da União de 24 de novembro de 2008.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2010. Sinopse do Censo Demográfico 2010/ Ceará. Disponível em: <<https://censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?dados=29&uf=23>> Acesso em: 26 de março de 2019.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2017. Pesquisa Produção agrícola - Lavoura temporária Santana do Cariri/CE. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ce/santana-do-cariri/pesquisa/14/10193>>\_Acesso em: 26 de março de 2019.
- Janzen, D. H. 1983. Seed and pollen dispersal by animals: converge in the ecology of contamination and sloppy harvest. *Biological Journal of the Linnean Society*, 20: 103-113.
- Janzen, D. H. 1984. Two ways to be a tropical big moth: Santa Rosa saturniids and sphingids. *Oxford Surv. Evol. Biol.*, 1: 85-144.
- Janz, N. 2005. The relationship between habitat selection and preference for adult and larval food resources in the polyphagous butterfly *Vanezza cardui* (Lepidoptera: Nymphalidae). *Journal of Insect Behavior*, 18: 767-780.
- Janz, N.; Nylin, S. & Wahlberg, N. 2006. Diversity begets diversity: host expansions and the diversification of plant-feeding insects. *BMC Evol Biol*, 6: 4.
- Janz, N. & Nylin, S. 2007. Host plant range and speciation: the oscillation hypothesis. *In*: Tilmon K. J. (ed) *Specialization, speciation, and radiation: the evolutionary biology of herbivorous insects*. University of California Press.
- Jari Oksanen, F., Blanchet, G., Friendly, M., Kindt, R., Legendre, P., McGlinn, D. et al. (2018). *vegan: Community Ecology Package*. R package version 2.5-2. <https://CRAN.R-project.org/package=vegan>.
- Kawahara, A. Y.; Mignault, A. A.; Regier, J. C.; Kitching, I. J. & Mitter, C. 2009 Phylogeny and Biogeography of Hawkmoths (Lepidoptera: Sphingidae): Evidence from Five Nuclear Genes. *Plos One*, 4 (5): 1-11.
- Kelber, A.; Balkenius, A. & Warrant, E. J. 2002. Scotopic colour vision in nocturnal hawkmoths. *Nature*, 419 (31): 922-925.
- Kimmel, T. M.; Nascimento, L. M.; Piechowski, D.; Sampaio, E. V. S. B.; Rodal, M. J. N. *et al.* 2010. Pollination and seed dispersal modes of woody species of 12-year-old secondary forest in the Atlantic Forest region of Pernambuco, NE Brazil. *Flora*, 205: 540-547.

- Kingsolver, J. G. 1985. Thermal ecology of *Pieris* butterflies (Lepidoptera: Pieridae): a new mechanism of behavioral thermoregulation. *Oecologia*, 66: 540-545.
- Kitching, I. J.; J. M. Cadiou. 2000. Hawkmoths of the world: an annotated and illustrated revisionary checklist (Lepidoptera: Sphingidae). Cornell University Press, Ithaca. 227 p.
- Kitching, I. J.; Rougerie, R; Zwick, A; Hamilton, C. A; St Laurent, R. A.; Naumann, S; Mejia, L. B; Kawahara, A. Y. 2018. A global checklist of the Bombycoidea (Insecta: Lepidoptera). *Biodiversity Data Journal* 6.
- Klein, A. M.; Vaissi re, B. E.; Cane, J. H.; Steffan-Dewenter, I. *et al.* 2007. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the Royal Society*, 274: 303-313.
- Krantz, G. W. & Walter, D. E. 2009. A manual of Acarology. 3 ed. Texas, Tech University Press, Lubbock: 807 pp.
- Kreen, H. W.; Eberhard, M. J. B; Stefan, H.; Hikl, A-L.; Huber, W. *et al.* 2009. Mechanical damage to pollen aids nutrient acquisition in *Heliconius* butterflies (Nymphalidae). *Arthropod Plant Interact*, 3 (4): 203-208.
- Laroca, S. & Mielke, O. H. H. 1975. Ensaio sobre ecologia de assembleia em Sphingidae na Serra do Mar, Paraná-BR, (Lepidoptera). *Revista Brasileira de Biologia*, 35 (1): 1-19.
- Laroca, S.; Becker, V. O. & Zanella, F. C. V. 1989. Diversidade, abundância relativa e fenologia em Sphingidae (Lepidoptera) na Serra do Mar (Quatro Barras, PR), Sul do Brasil. *Acta Biol. Par.*, Curitiba, 18 (1,2,3,4): 13-53.
- Levandowski, M. & Szafranek, P. 2005. Ectoparasitic mite *Hemipteroseius adleri* (Acari: Otopheidomenidae) on the red firebug *Pyrrhocoris apterus* (Heteroptera: Pyrrhocoridae). *Experimental and Applied Acarology*, (35): 251-257.
- Lersten, N.R. 2004. Flowering Plant Embryology. Iowa, Blackvell Publishing, 212p.
- Lewis, G.; Schrire, B.; Mackinder, B. & Lock, M. 2005. Legumes of the world. Royal BotanicGardens, Kew, 577p.
- Lima, F. G. C.; Seixas, E. N. C. & Silva, M. A. P. 2007. Melastomataceae no Cariri cearense, nas cidades de Barbalha, Crato, Jardim e Santana do Cariri-Ceará, Brasil. *Revista Brasileira de Biociências*, 5(2): 39-41.
- Lima, T. M. A.; Concei o, L. D. S.; Silva, K. M. O. & Câmara, J. T. 2014. Sphingidae (Insecta, Lepidoptera) do Parque Nacional de Ubajara, Ceará, Brasil. XXV Congresso Brasileiro de Entomologia, Goiânia-GO.
- Lima, N. E. de; Carvalho, A. A.; Lima-Ribeiro, M. S. & Manfrin, M. H. 2018. Review Paper Caracteriza o e história biogeográfica dos ecossistemas secos neotropicais. *Rodriguésia*, 69(4): 2209-2222.
- Lindquist, E. E; Kantz, G. W & Walter, D. E. 2009. Order Mesostigmata. *In*: Krantz, G. W, Walter, D. E. (eds) A manual of acarology, 3rd edn. Texas Tech University Press, Lubbock, pp. 124-232.
- Lins, R. C. 1989. As áreas de exce o do Agreste de Pernambuco. Recife: SUDENE.

- Loiola, M. I. B.; Araújo, F. S.; Lima-Verde, L. W.; Souza, S. S. G.; Matias, L. Q. *et al.* 2015. Flora da Chapada do Araripe. *In*: Albuquerque, U. P. & Meiado, M. V. (eds.) Sociobiodiversidade na Chapada do Araripe. NUPEEA, Recife. 1: 103-148.
- Lopes, A. V.; Medeiros, P. C.; Aguiar-Neto, A. V. & Machado, I. C. 2006. Esfingídeos.1: 229-235.
- Lorente, F. L.; Buso Junior, A. A., Oliveira, P. E. & Pessenda, L. C. R. 2017. Atlas Palinológico. Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiros, Piracicaba, SP, Brasil, 333p.
- Lugo, A. E.; Medina, E.; Trejo-Torres, C. J. & Helmer, E. 2006. Botanical and ecological basis for the resilience of Antillean dry forests. *In*: Pennington, R. T. & Ratter, J. A. (eds.) Neotropical savannas and seasonally dry forests plant diversity, biogeography, and conservation. Boca Raton: 359-381.
- Machado, I. C. & Lopes, A. V. 2004. Floral Traits and Pollination Systems in the Caatinga, a Brazilian Tropical Dry Forest *Annals of Botany*, 94: 365-376.
- Magalhães, A. O. 2006. Análise ambiental do alto curso da microbacia do rio da Batateira no município do Crato/CE: subsídios ao zoneamento ecológico-econômico. Dissertação. Pós-graduação em Geografia. Universidade Federal do Ceará. 200f.; il. Color. Enc.
- Magurran, A. E. 1988. Ecological Diversity and its measurement. Princeton, Newjersey, 179p.
- Magurran, A. E. 2004. Measuring biological diversity. Oxford, Blackwell Science, 256p.
- Maia-Silva, C.; Silva, C. I. M.; Hrcir, R. T. Q.; Queiroz, R. T. & Imperatriz-Fonseca, V. L. 2012. Guia de plantas visitadas por abelhas na Caatinga. Fundação Brasil Cidadão, Fortaleza, 191p.
- Makol, J. & Wohltmann, A. 2012. An annotated checklist of terrestrial Parasitengona (Actinotrichida: Prostigmata) of the world, excluding Trombiculidae and Walchiidae. *Annales Zoologici*, 62(3): 359-562.
- Maloof, J. E. & Inouye, D.W. 2000. Are nectar robbers cheaters or mutualists? *Ecology*, 81: 2651-2661.
- Marinho, C. R.; Souza, C. D.; Barros, T. C. & Teixeira, S. P. 2014. Scent g flowers. *Plant Biology*, 16: 215-226.
- Marinoni, R. C. & Dutra, R. R. C. 1991. Levantamento da fauna entomológica no estado do Paraná. I. Introdução. Situações climática e florística de oito pontos de coleta. Dados faunísticos de agosto de 1986 a julho de 1987. *Rev. Bras. Zool.*, 8: 31-73.
- Marinoni, R. C., Dutra, R. R. C. & Mielke, O. H. H., 1999. Levantamento da fauna entomológica no Estado do Paraná. IV. Sphingidae (Lepidoptera): diversidade alfa e estrutura de comunidade. *Rev. Bras. Zool.* 16: 223-240.
- Marques-Souza, A. C.; Absy, M. L. & Keer, W. E. 2007. Pollen harvest features of the Central Amazonian bee *Scaptotrigona fuviculis* Moure 1964 (Apidae: Meliponinae), in Brazil. *Acta Botanica Brasilica*, 21: 11-20.
- Martin, A.; Soares, A. & Bizarro, J. 2011. Guia dos Sphingidae da Serra dos Órgãos, sudeste do Brasil. Regua Publications, 143p.

- Martinez del Rio, C. & Burquez, A. 1986. Nectar production and temperature dependent pollination in *Mirabilis jalapa* L. *Biotropica*. Lawrence, 18: 28-31.
- Martins, D. J. & Johnson, S. D. 2013. Interactions between hawkmoths and flowering plants in East Africa: polyphagy and evolutionary specialization in an ecological context. *Biological Journal of the Linnean Society*, 110 (1): 199-213.
- McMullen, C. K. 2009. Pollination biology of a night-flowering Galápagos endemic, *Ipomoea habeliana* (Convolvulaceae). *Botanical Journal of the Linnean Society*, 160: 11-20.
- Melhem, T. S.; Makino, H.; Silvestre, M.S.F.; Cruz, M.A.V. & Jung-Mendaçolli, S. L. 1984. Planejamento para elaboração da "Flora Polínica da Reserva do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (São Paulo, Brasil)". *Hoehnea* 11: 1-7.
- Melhem, T. S., Cruz, M. A. V. Corrêa, A. M. S., Makino-Watanabe, H., Silvestre-Capelato, M. S. *et al.* 2003. Variabilidade polínica em plantas de Campos do Jordão (São Paulo, Brasil). *Boletim do Instituto de Botânica*, 16: 1-104.
- Minet, J. 1994. The Bombycoidea: phylogeny and higher classification (Lepidoptera, Glossata). *Entomologic Scandinavica*, 25: 63-88.
- Mitter, C.; Davis, D. R.; Cummings, M. P. 2017. Phylogeny and Evolution of Lepidoptera. *Annual Review of Entomology*. Volume 62: 265-283.
- Miyaki, C. Y. 2009. Filogeografia e a descrição da diversidade genética da fauna brasileira. *Megadiversidade* 5 (1-2): 96-100.
- Mo, C. F. 1996. A new genus and new species of the Otopheidomenidae (Acari: Mesostigmata) from longhorned grasshoppers. *Syst. Appl. Acarology*, 1: 199-204.
- Moraes, G. J.; Flechtmann, C. H. W. 2008. Manual de acarologia: acarologia básica e ácaros de plantas cultivadas no Brasil. Ribeirão Preto: Holos, Editora. 308p.: il.; 23cm.
- Motta, C. S.; Ferreira, R. L. M. & Aguiar, N. O. 1991. Sobre a esfingofauna da ilha de Maracá e da serra de Pacaraima, Roraima (Lepidoptera, Sphingidae). *Acta Amazonica*, 21: 319-324.
- Motta, C. S. Aguilera-Peralta, F. J. & Andreazze, R. 1998. Aspectos da Esfingofauna (Lepidoptera: Sphingidae), em área de terra firme, no estado do Amazonas, Brasil. *Acta Amazonica*, 28(1): 75-92.
- Motta, C. S. & Andreazze, R. 2001. Esfingofauna (Lepidoptera: Sphingidae) do Parque Nacional do Jaú e arredores, Amazonas, Brasil. *Acta Amazonica*, 31 (4): 643-654.
- Motta, C. & Xavier-Filho, F. 2005. Esfingídeos (Lepidoptera, Sphingidae) do município de Beruri, Amazonas, Brasil. *Acta Amazonica*, 35: 457-462.
- MMA - Ministério do Meio Ambiente. 2002. Biodiversidade Brasileira: Avaliação e identificação de áreas e ações prioritárias para conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade nos biomas brasileiros. Caatinga. José Maria Cardoso da Silva. Brasília: MMA/SBF, 2002. 404 p.

- MMA, Ministério do Meio Ambiente. 2003. Biodiversidade da caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação/organizadores: José Maria Cardoso da Silva, Marcelo Tabarelli, Mônica Tavares da Fonseca, Livia Vanucci Lins – Brasília, DF, 382 p.
- MMA - Ministério do Meio Ambiente. 2005. Análise das variações da biodiversidade do bioma Caatinga: suporte a estratégias regionais de conservação. Org.: Francisca Soares de Araújo, Maria Jesus Nogueira Rodal, Maria Regina de Vasconcelos Barbosa. Biodiversidade, 12. Brasília: MMA. 446 p.
- MMA-Ministério do Meio Ambiente. 2016. Ceará: inventário florestal nacional: principais resultados. Serviço Florestal Brasileiro, Brasília, 104p.
- Munoz-Cárdenas, K.; Fuentes-Quintero, L. S.; Rueda-Ramirez, D.; Rodríguez, C. D. & Cantor, R. F. 2015. The Erythraeoidea (Trombidiformes: Prostigmata) as biological control agents, with special reference to the genus *Balaustium*. In: Carrillo, D.; Moraes, G. & Peña, J. (eds) Prospects for Biological Control of Plant Feeding Mites and Other Harmful Organisms. Progress in Biological Control, Springer, 19: 207-239.
- Myers, N., R. A. Mittermeier, C.G. Mittermeier, G.A.B. da Fonseca & J. Kent. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. Nature, 403: 853-858.
- Moré, M.; Amorim, F. W.; Benitez-Vieyra, S.; Medina, A. M.; Sazima, M. *et al.* 2005. Armament Imbalances: Match and Mismatch in Plant-Pollinator Traits of Highly Specialized Long-Spurred Orchids. PlosOne, 7(7): 1-9.
- Moré, M.; Benitez-Vieyra, S.; Sérsic, A. N. & Cocucci, A. A. 2014. Patrones de depósito de polen sobre el cuerpo de los polinizadores en comunidades esfingófilas de Argentina subtropical. Darwiniana, 2 (1): 174-196.
- Nattero, J.; Moré, M.; Sérsic, A.N. & Cocucci, A. A. 2003. Possible tobacco progenitors share long-tongued hawkmoths as pollen vectors. Plant Systematics and Evolution, 241: 47-54.
- Nenadic, O. & Greenacre, M. (2007). Correspondence analysis in R, with two- and three-dimensional graphics: The ca package. Journal of Statistical Software, 20 (3).
- Neto, H. F. P. 2013. Floral biology and breeding system of *Bauhinia forficata* (Leguminosae: Caesalpinioideae), a moth-pollinated tree in southeastern Brazil. Braz. J. Bot, 36(1): 55-64.
- Neto, R. L. S.; Magalhães, F. A. L.; Tabosa, F. R. S.; Moro, M. F.; Silva, M. B. C *et al.* 2014. Flora do Ceará, Brasil: Capparaceae. Rodriguésia, 65 (3): 671-684.
- New, T. R. 2004. Moths (Insecta: Lepidoptera) and conservation: background and perspective. Journal of Insect Conservation, 8: 79-94.
- New, T. R (Ed). 2013. Lepidoptera and invertebrate conservation. In: NEW TR. Lepidoptera and conservation. Oxford: J Wiley & Sons, Ltd, p. 1-15.
- Novotny, V., Miller, S.E., Baje, L., Balagawi, S., Basset, Y., Cizek, L. *et al.* 2010. Guild-specific patterns of species richness and host specialization in plant-herbivore food webs from a tropical forest. J. Anim. Ecol., 79, 1193–1203.
- Oksanen, J.; Blanchet, F. G.; Friendly, M; Kindt, R.; Legendre, P. *et al.* 2017. vegan: Community Ecology Package. R package version 2.5-2. <https://CRAN.R-project.org/package=vegan>.

- Oleques, S. S. & Ávila Jr., R. S. 2014. Reproductive outputs to floral trait variation in *Nicotiana alata* (Solanaceae) in Southern Brazil. *Plant Systematics and Evolution*, 300(10): 2147-2153.
- Oliveira, M. E. 2004. Mapeamento, florística e estrutura da transição campo floresta na vegetação (cerrado) do Parque Nacional de Sete Cidades, Nordeste do Brasil. Tese (Doutorado) da Universidade de Campinas, Campinas, SP, 151 p.
- Oliveira, P. E.; Gibbs, P. E.; Barbosa, A. A. 2004. Moth pollination of woody species in the Cerrados of Central Brazil: a case of so much owed to so few? *Plant Syst. Evol.* 245: 41-54.
- Oliveira, L. B. 2014. Importância das fitofisionomias e estações climáticas na distribuição espacial e temporal de mariposas noturnas (Lepidoptera: Arctiinae, Saturniidae e Sphingidae) no Parque Estadual dos Pireneus, GO. Tese (Doutorado) da Universidade de Brasília, Brasília, DF, 166p.
- Oliveira, R., Duarte Jr., J. A.; Rech, A. R. & Ávila Jr., R. S. 2014. Polinização por lepidópteros. *In: Polinizadores no Brasil*. Imperatriz-Fonseca, V. L.; Canhos, D. A. L.; Alves, D. A. & Saraiva, A. M. (orgs.). Edusp, 235-257.
- Osman, R. W. 1978. The influence of seasonality and stability on the species equilibrium. *Ecology*, 59 (2): 383-399.
- Patefield, W. M. (1981) Algorithm AS159. An efficient method of generating r x c tables with given row and column totals. *Applied Statistics*, 30: 91-97.
- Pedron, M.; Buzatto, C. R.; Singer, R. B.; Batista, J. A. N & Moser, A. 2012. Pollination biology of four sympatric species of *Habenaria* (Orchidaceae: Orchidinae) from southern Brazil. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 170: 141-156.
- Peet, R. K. 1974. The measurement of species diversity. *Annual Review of Ecology and Systematics* 5: 285-307.
- Penz, C. M. & Krenn, H. W. 2000. Behavioral adaptations to pollen-feeding in *Heliconius* Butterflies (Nymphalidae, Heliconiinae): an experiment using *Lantana* flowers. *J. Insect Behav.*, 13: 856-880.
- Perkins, G., Estas, J. R. & Thorp., R.W. 1975. Pollination of *Cnidoscolus texanus* (Euphorbiaceae) in south central Oklahoma. *Southwestern Nat.*, 20: 391-396.
- Pianka, E. 1973. The structure of lizard communities. *Annual Review of Ecology and Systematics* 4: 53-74.
- Pielou, E. C. 1966. The measurement of diversity in different types of biological collections. *Journal of Theoretical Biology*, 13: 131-144.
- Pittaway, A. R. 1993. *The hawkmoths of the Western Palaearctic*, 240p.
- Prado, D. E. 2005. As caatingas da América do Sul. *In: I. L. Leal, M. Tabarelli e J.M. C. Silva (Eds.), Ecologia e conservação da Caatinga (3-74): Editora Universitária UFPE.*
- Prasad, V. 1968. *Noctuiiseius treati*, a new genus and species of moth mite from Hawaii and Easter Island-*Ann. Ent. Soc. Amer.* 61(2): 411-413.



- Prasad, V. 1970. Two new species of *Otopheidomenis* mites from South America (Acarina: Phytoseiidae) - *Acarologia*, 12(1): 28-33.
- Prasad, V. 1972. New species of *Otopheidomenis* (Acarina: Phytoseiidae) ectoparasitic on sphingid moths from Uganda – *Acarologia*, 14(3): 345-249.
- Prasad, V. 1973. A new species of *Otopheidomenis* (Acarina: Otopheidomenidae) from India. *Acarologia*, 15(2): 193-196.
- Prasad, V. 1975. Ectoparasitic mites (Acarina: Otopheidomenidae) on sphingid moths. *Acarologia*. 17 (3): 375-383.
- Prasad, V. 2011a. An unusual case of very heavy infestation of *Prasadiseius cocytes* (Prasad, 1970) (Acari: Otopheidomenidae) in *Manduca rustica* (Fab.) (Lepidoptera: Sphingidae) collected in Ecuador. *International Journal of Acarology*, 37: 31-41.
- Prasad, V. 2011b. Rediscovery of *Prasadiseius cocytes* (Prasad, 1970) (Acari: Otopheidomenidae) in the neotropical countries. *International Journal of Acarology*. 37: 347-354.
- Prasad, V.; Guanilo, A. D.; Grados, J. & Prasad, A. 2011c. A new species of *Prasadiseius* Wainstein, 1970 (Acari: Otopheidomenidae) from hawkmoths (Lepidoptera: Sphingidae) in Peru. *Acarologia* 51 (1): 99-125.
- Prasad, V. & Walker G. 2011. Scanning electron microscopic studies on *Prasadiseius kayosiekeri* (Prasad, 1970) (Acari: Mesostigmata: Otopheidomenidae): Idiossoma. *International Journal of Acarology*, 37: 43–52.
- Prasad, V. 2012. Description of immature stages of *Prasadiseius cocytes* (Prasad, 1970) (Acari: Otopheidomenidae). *Acarologia*, 52 (1): 59 - 86.
- Prasad, V. 2013a. Survey results of *Manduca* species (Lepidoptera: Sphingidae) with first record of *Prasadiseius* species (Acari: Otopheidomenidae) in Colombia, Cuba and USA: significance of their findings. *International Journal of Acarology*. 39 (5): 377-392.
- Prasad, V. 2013b. Infestation of Sphingidae (Lepidoptera) by otopheidomenid mites in Intertropical Continental Zones and observation of a case of heavy infestation by *Prasadiseius kayosiekeri* (Acari: Otopheidomenidae). *Acarologia* 53 (3): 323-345.
- Prasad, V. 2015. Sigilla in four species of *Paraphytoseius* (Acari: Phytoseiidae): comments and voucher. *Persian Journal of Acarology*, 4 (3): 249-276.
- Prasad, V. 2018. Redescription of paratype female of *Prasadiseius achlora* (Prasad, 1972) (Acari: Otopheidomenidae). *Persian J. Acarology*, 7 (2): 115-133.
- Prasad, V. 2020. Redescription of females of *Otopheidomenis zalelestes* Treat, 1955 (Acari: Otopheidomenidae) including details of the leg chaetotaxy, sigilla, and spermatheca. *Persian J. Acarol.*, 9 (2): 95–128.
- Preston, F. W. 1948. The commonness, and rarity, of species. *Ecology*, 29: 254-283.
- Preston, F. W. 1960. Time and Space and the Variation of Species. *Ecology*, 41(4): 611-627.

- Prieto, C. & Dahners, H. W. 2009. Resource utilization and environmental and spatio-temporal overlap of a hill topping Lycaenid butterfly community in the Colombian Andes. *Journal of Insect Science* 9: 1-12.
- Primack, R. B. & Rodrigues, E. *Biologia da Conservação*. Londrina, Gráfica Editora Midiograf, 2001.
- Primo, L. M.; Duarte, J. A. & Machado, I. C. 2013. Hawkmoth fauna (Sphingidae, Lepidoptera) in a semi-deciduous rainforest remnant: composition, temporal fluctuations, and new records for northeastern Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 85(3): 1177-1188.
- Queiroz, L. P. *Leguminosas da Caatinga*. Feira de Santana: Universidade Estadual de Feira de Santana/Royal Botanic Gardens, Kew, Associação Plantas do Nordeste, 2009.
- R Development Core Team. 2012. *R: A Language and Environment for Statistical Computing*, R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0. <http://www.R-project.org>.
- Raven, P. H., Evert, R. F. & Eichhorn, S. E. 2001. A evolução das angiospermas. *In: Biologia Vegetal*. Ed. Guanabara. Koogan S.A., Rio de Janeiro, 6 ed.: 374-407.
- RCpol, Rede de catálogos polínicos online. 2018. Disponível em: < <http://chaves.rcpol.org.br/> >. Acesso em: 9/2/2018.
- Rech, A. R., Ávila Jr., R. S. & Schlindwein, C. 2014. Síndromes de polinização: especialização e generalização. *In: Rech, A. R., Agostini, K., Oliveira, P. E. & Machado, I. C. (orgs). Biologia da polinização*. 1 ed. Projeto Cultural, Rio de Janeiro, 527p.
- Reflora, Flora do Brasil 2020 em construção. 2018. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: < <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/> >. Acesso em: 9/2/2018.
- Reis, G. P.; Silva, F. M. A & Silva, J. M. O. 2012. Eventos extremos de chuva na porção a barlavento da Chapada do Araripe – CE no período chuvoso de 2011. *Revista Geonorte*, 2 (5): 988-999.
- Ribeiro-Silva, S.; Medeiros, M. B.; Gomes, B. M.; Seixas, E. N. C. & Silva, M. A. P. 2012. Angiosperms from the Araripe National Forest, Ceará, Brazil. *Check List*, 8(4): 744-751.
- Rocha, F.D. 1954. Subsídios para o Estudo da Fauna Cearense. *Revista do Instituto do Ceará*, 68: 185 - 204.
- Rodríguez-Gironés, M. A. & Santamaría, L. 2007. Resource Competition, Character Displacement, and the Evolution of Deep Corolla Tubes. *The American Naturalist*, 170(3): 455-464.
- Rogers, C. E., O. G. Marti, A. M. Simmons, e J. F. Silvain. 1990. Host gama de *Noctuidonema guyanense* (Nematoda: Aphelenchoididae): um ectoparasita de traças na Guiana Francesa. *Ambient Entomology* 19: 795-798.
- Roubik, D.W. & Moreno, P. J. E. 1991. Pollen and spores of Barro Colorado Island. *Monograph in Systematic Botany*, 36: 1-268.

- Rubinoff, D.; Powell, J. A. 2004. Conservation of fragmented small populations: endemic species persistence on California's smallest channel island. *Biodivers Conserv.*, 13 (13): 2537-2550.
- Saari, P., Forslund, K., Bork, P. & Hildebrand, F. (2017). RTK: efficient rarefaction analysis of large datasets. R package version 0.2.5.7, <URL: <https://github.com/hildebra/Rarefaction>>.
- Santos, F.A.R. & Makino, H. 1997. Pollen morphology of some Cactaceae of North-Eastern Brazil. *Bradleya*, 15: 84-97.
- Santos, B.A., Peres, C.A., Oliveira, M.A., Grillo, A., Alves-Costa, C.P. & Tabarelli, M. 2008. Drastic erosion in functional attributes of tree assemblages in Atlantic forest fragments of northeastern Brazil. *Biol. Conserv.* 141: 249–260.
- Santos, E. C.; Mielke, O. H. H. & Casagrande, M. M. 2008. Inventários de borboletas no Brasil: estado da arte e modelo de áreas prioritárias para pesquisa com vistas à conservação. *Natureza & Conservação*, 6: 68-90.
- Santos, I. A.; Silva, C. I.; Pinheiro, M. & Kleinert, A. M. P. 2016. Quando um visitante floral é um polinizador? *Rodriguésia*, 67(2): 295-307.
- Sánchez-Bayo, F. & Wyckhuys, K. A. G. 2019. Worldwide decline of the entomofauna: A review of its drivers. 232: 8-27.
- Saunders, N. E. & Sipes, S. D. 2006. Reproductive biology and pollination ecology of the rare Yellowstone Park endemic *Abronia ammophila* (Nyctaginaceae). *Plant Species Biology*, 21(2): 75-84.
- Schilling, A. C.; Batista, J. L. F; Couto, H. Z. 2012. Ausência de estabilização da curva de acumulação de espécies em florestas tropicais. *Ciência Florestal*, Santa Maria, 1 (22): 101-111.
- Schlindwein, C. & Wittmann, D. 1997. Microforaging routes of *Bicolletes pampeana* (Colletidae) and bee-induced pollen presentation in *Caiophora arechavaletae* (Loasaceae). *Bot. Acta*, 109: 1-7.
- Schlindwein, C., Darrault, R.O. & Grisi, T. 2004. Reproductive strategies in two sphingophilous Apocynaceae trees attracting pollinators through nectar or deceit. *In: Results of worldwide ecological studies. Proceedings of the 2<sup>nd</sup> Symposium of the A.F.W. Schimper-Foundation.* (S.W. Breckle, B. Schweizer & A. Fangmeier, eds.). Verlag Günter Heimbach, Stuttgart, p.215-227.
- Schlindwein, C.; Westerkamp, C.; Carvalho, A. T. & Milet-Pinheiro, P. 2014. Visual signalling of nectar-offering flowers and specific morphological traits favour robust bee pollinators in the mass-flowering tree *Handroanthus impetiginosus* (Bignoniaceae). *Botanical Journal of the Linnean Society*, 176: 396-407.
- Schlumpberger, B. O.; Cocucci, A.; Moré, M.; Sersic, A. N. & Raguso, R. A. 2009. Extreme variation in floral characters and its consequences for pollinator attraction among populations of an Andean cactus. *Annals of Botany*, 103(9): 1489-500.
- Seifert, R. P. 1974. The Sphingidae of Turrialba, Costa Rica. *Journal of the New York Entomological Society*, 82: 45-56.

- Shapiro, S. S. & M. B. Wilk. 1965. An analysis of variance test for normality (complete samples). *Biometrika*, 52 (3/4): 591-611.
- Silva, A.G. 1967. Catálogo dos Lepidoptera Cearenses. *Revista do Instituto do Ceará*: 91 - 112.
- Silva, M. B. C.; Watanabe, H. M. & Sales, M. F. 1999. Morfologia polínica de *Capparid L.* (Capparaceae Juss.) de Pernambuco, Brasil. *Acta bot. bras.* 13(2):149-157.
- Silva, A. G. 2006. Relações entre plantas e polinizadores - uma abordagem para o cerrado em comparação com outras formações vegetais. *Natureza on line*, 4(1): 14-24.
- Silva, C. I. 2009. Distribuição espaço-temporal de recursos florais utilizados por espécies de *Xylocopa* (Hymenoptera, Apidae) e interação com plantas do Cerrado sentido restrito no Triângulo Mineiro. Tese (Doutorado) da Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG, 283 p.
- Silva, N. A. P.; Frizzas, M. R. & Oliveira, C. M. 2011. Seasonality in insect abundance in the "Cerrado" of Goiás State, Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia*, 55: 79-87.
- Silva, R. V.; Moraes, G. J. & Prasad, V. 2011. Ocorrência de ácaros Otopheidomenidae (Mesostigmata) em mariposas da família Sphingidae no Brasil. (Apresentação de Trabalho/Simpósio).
- Silva, C.I.; Maia-Silva, C.; Santos, F.A.R. & Bauermann, S.G. 2012. O uso da palinologia como ferramenta em estudos sobre ecologia e conservação de polinizadores no Brasil. *In: Imperatriz-Fonseca, V.L.; Canhos, D.A.L.; Alves, D.A. & Saraiva, A.M. (eds.). Polinizadores no Brasil: Contribuição e perspectivas para a biodiversidade, uso sustentável, conservação e serviços ambientais.* EDUSP, 1ed. São Paulo, SP: 369-384p.
- Silva, M. A. P.; Filho, S. M.; Duarte, A. E.; Mendonça, A. C. A. M.; Santos, A. C. B. *et al.* 2013. Fenologia de *Caryocar coriaceum* Wittm. Caryocaraceae, ocorrentes na Chapada do Araripe, Crato, CE, Brasil. *Caderno de Cultura e Ciência*, 12(2): 21-31.
- Silva, C. I.; Imperatriz-Fonseca, V. I.; Groppo, M.; Bauermann, S. G.; Queiroz, E. P. *et al.* 2014. Catálogo Polínico das plantas usadas por abelhas no *Campus* da USP de Ribeirão Preto. Ribeirão Preto, SP. *Holos*, 1ed. 153p.
- Silva, D. Z.; Nunes, F. A.; Nogueira, A. R. P.; Lima, M. G. A. & Gusmão, M. A. B. 2015. Levantamento da fauna de lepidópteros noturnos do parque botânico do Ceará, município de Caucaia, Ceará. XXI Congresso Brasileiro de Entomologia. Recife-PE. (Apresentação de Trabalho/Congresso).
- Simmons, A. M. & Rogers, C. E. 1996. Ectoparasitic Acugutturid Nematodes of adult Lepidoptera. *Journal of Nematology*, 28 (1): 1-7.
- Socha, R. R. 1993. *Pyrrhocoris apterus* (Heteroptera) - an experimental model species: a review. *European Journal Entomology*. 90: 241 - 286.
- Soltis, P. S.; Soltis, D. E.; Chase, M. W.; Endress, P. K. & Crane, P. R. 2004. The diversification of flowering plants. *In The tree of life* (eds J Cracraft, M Donoghue), New York: NY: Oxford University Press., 154-167.
- Southcott, R.V. 1972. Revision of the larvae of the tribe Callidosomatini (Acarina: Erythraeidae) with observations on post-larval instars. *Australian Journal of Zoology Supplementary Series*, 13: 1-84.

- Southcott, R.V. 1995. A new larval Erythraeidae mite (Acarina: Erythraeidae) from Spain. *Acarologia*, 36: 223-228.
- Souza, V. C. & Lorenzi, H. 2008. Botânica sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG II. 2. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 703 p.
- Speidel, W.; Fänger, H. & Naumann, C. M. 1996 - The phylogeny of the Noctuidae (Lepidoptera) - *Systematic Entomology*, 21: 219-251.
- Syed, R. A. & Goff, M. L. 1983 A new species of *Otopheidomenis* (Acari: Otopheidomenidae) ectoparasitic on *Ascalapha odorata* (Lepidoptera: Noctuidae) in the Hawaiian Islands, with a key to the species in the genus. *International Journal of Entomology*, 25 (4): 316-320.
- Tabarelli, M. & Santos, A.M.M. 2004. Uma breve descrição sobre a história natural dos brejos nordestinos. 99-110. *In*: Pôrto, K.C.; Cabral, J.J.P. & Tabarelli, M. (orgs.): Brejos de Altitude em Pernambuco e Paraíba: História Natural, ecologia e conservação. Brasília, Ministério do Meio Ambiente.
- Tabosa, F. R. S.; Almeida, E. M.; Melo, E. & Loiola, M. I. B. 2016. Flora do Ceará, Brasil: Polygonaceae. *Rodriguésia*, 67(4): 981-996.
- Tanaka, Y. & Brugliera, F. 2006. Flower colour. *In*: Ainsworth C (ed) Flowering and its manipulation. Blackwell, London, 201-239.
- Teixeira, S. P.; Marinho, C. R. & Paulino, J. V. A Flor: aspectos morfofuncionais e evolutivos. *In*: Biologia da polinização. Eds. Rech, A. R.; Agostini, K. Rio de Janeiro. Editora: Projeto Cultural, 1 ed. 527p.
- Toft, C. A. & Karter, A. J. 1990. Parasite-host coevolution. *Trends in Ecology and Evolution*, 5: 326-329.
- Trapletti, A. e Hornik, K. 2013. tseries: Time Series Analysis and Computational Finance. R package version 0.10-32.
- Treat, A. E. 1955. An ectoparasite (Acarina: Mesostigmata) from moths of the genus *Zale*. *Journal of Parasitology*, 41: 555-561.
- Treat, A. E. 1965. Otopheidomenids from the Antilles and elsewhere. *Acarologia*, 7 (1): 1-16.
- Treat, A. E. 1975. Mites of moths and butterflies. Cornell University Press, Ithaca.
- Treat, A. E. 1985. Larval *Callidosoma* (Acari, Erythraeidae): new records and a new rearing from the Americas. *International Journal of Acarology*, 11(2): 93-124.
- Van Swaay, C. A. M; Nowicki, P.; Settele, J.; Van Strien, A. J. 2008. Butterfly monitoring in Europe: methods, applications and perspectives. *Biodiversity and Conservation*, 17: 3455-3469.
- Varela-Freire, A. A. 2004. Atividade de voo de esfingídeos (Lepidoptera: Bombycoidea Sphingidae) em área protegida de Caatinga, Estação Ecológica do Seridó, Serra Negra do Norte/RN. Mestrado (Dissertação) na Universidade do Amazonas – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, AM, 85p.

- Vieira, K. C. R.; Moraes, S. S.; Chiquetto-Machado, P. I. & Duarte, M. 2015. Crepuscular and nocturnal hawkmoths (Lepidoptera: Sphingidae) from a fragment of Atlantic rainforest in the state of São Paulo, southeastern Brazil. *Florida Entomologist*, 98 (1): 342-348.
- Vitt, L. J. & Zani, P. A. 1996. Organization of a taxonomically diverse lizard assemblage in Amazonian Ecuador. *Can. J. Zool.*, 74: 1313-1335.
- Vogel, S. 1954. Blütenbiologische Typen als Elemente der Sipplgliederung, dargestellt anhand der Flora Südafrikas. *Botanische Studien*, 1:1-338.
- Wainstein, B. A. 1972. On the system of ectoparasitic mites of the family Otopheidomenidae Treat, 1955 (Parasitiformes). *Parazitologiya*, 6: 451-456.
- Walter, D. E.; Lindquist, E. E.; Smith, I. M.; Cook, D. R. & Krantz, G.W. 2009. Order Trombidiformes. *In*: Krantz, G.W. & Walter, D. E. (Eds) *A manual of Acarology* 3ed. Texas Tech University Press, 83-97.
- Waser, N. M.; Chittka, L.; Price, M. V.; Williams, N. M. & Ollerton, J. 1996. Generalization in pollination systems, and why it matters. *Ecology*, 77(4): 1043-1060.
- Weckstein, J. D. 2004. Biogeography explains cophylogenetic patterns in toucan chewing lice. *Systematic Biology*, 53:154-164.
- White, E. G. 1991. The changing abundance of moths in a tussock grassland, 1962-1989, and 50- to 70-year trends. *New Zealand Journal of Ecology*, 15: 5-22.
- Williamson, P. S.; Muliani, L. & Janssen, G. K. 1994. Pollination biology of *Abronia macrocarpa* (Nyctaginaceae), an endangered Texas species. *Southwestern Naturalist*, 39: 336-341.
- Willig, M. R. 1985. Reproductive patterns of bats from caatingas and cerrado biomes in northeast Brazil. *Journal of Mammalogy*, 66:668-681.
- Wilson, K.; Bjornstad, O. N. & Dobson, A. P. 2002. Heterogeneities in macroparasite infections: patterns and processes. *In*: *The Ecology of Wildlife Diseases*, P.J. Hudson, A. Rizzoli, B. T. Grenfell, H. Heesterbeek & A. P. Dobson (eds). Oxford University Press, Oxford, 6 - 44 pp.
- Yee, T. W.; Stoklosa, J. & Huggins, R. M. 2015. The VGAM Package for Capture-Recapture Data Using the Conditional Likelihood. *Journal of Statistical Software*, 65(5): 1-33. URL <http://www.jstatsoft.org/v65/i05/>.
- Zar, J. H. 2010. *Biostatistical Analysis*. 5th Edition. Pearson Prentice-Hall, Upper Saddle River, NJ. 2010. 944
- Zhang, Z. Q. 1995. Review of the systematics and biology of the Otopheidomenidae (Acari: Mesostigmata) with a description of *Eickwortius* gen.n. from a termite (Isoptera: Termitidae). *Systematic Entomology* 30, 239-246.
- Zheng, Bo-yi. 2002. A new species of the genus *Caeculisoma* Berlese (Acari: Erythraeidae) in China. *Entomologia Sinica*, 9 (3): 61-64.
- Zikan, J. F. & Zikan, W. 1968. Inseto-Fauna do Itatiaia e da Mantiqueira. III. Lepidoptera. *Pesq. Agropec. Bras.* 3: 45-109.

- Zimmerman, B. L. & Rodrigues, M. T. 1990. Frogs, snakes, and lizards of the INPA-WWF Reserves near Manaus, Brasil. pp. 427-454. In: Gentry, A. H. (ed.). Four Neotropical Rainforests. New Haven: Yale University.
- Zuur, A. F., Ieno, E. N. & Elphick, C. S. 2010. A protocol for data exploration to avoid common statistical problems. *Methods in Ecology and Evolution*, 1: 3-14.
- Zwick, A. 2008. Molecular phylogeny of Anthelidae and other bombycoid taxa (Lepidoptera: Bombycoidea). *Systematic Entomology*, 33 (1): 190-209.
- Zwick, A.; Regier, J. C.; Mitter, C; Cummings, M. P. 2011. Increased gene sampling yields robust support for higher-level clades within Bombycoidea (Lepidoptera). *Systematic Entomology*, 36 (1): 31-43.