Universidade de Brasília

Instituto de Ciências Biológicas
Programa de Pós-Graduação
em Ecologia

"Biodiversidade de Sphingidae (Lepidoptera) nos biomas brasileiros, padrões de atividade temporal diária e áreas prioritárias para conservação de Sphingidae e Saturniidae no Cerrado"

Danilo do Carmo Vieira Corrêa

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia como um dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ecologia.

Orientadora: Dra. Ivone Rezende Diniz

Brasília-DF, julho de 2017

Danilo do Carmo Vieira Corrêa

“Biodiversidade de Sphingidae (Lepidoptera) nos biomas brasileiros, padrões de atividade temporal diária e áreas prioritárias para conservação de Sphingidae e Saturniidae no Cerrado”

Dissertação aprovada pela Comissão Examinadora em defesa pública para obtenção do título de Mestre em Ecologia junto ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia da Universidade de Brasília.

Comissão Examinadora

_____

Profa. Dra. Ivone Rezende Diniz
Presidente / Orientadora
PPGECL – UnB

_____

Prof. Dr. Felipe Wanderley Amorim
Membro Titular Externo
Instituto de Biociências – UNESP

_____

Prof. Dr. Paulo César Motta
Membro Titular Interno
PPGECL – UnB

Brasília, 11 de julho de 2017.

Agradecimentos

Externo minha gratidão a todas instituições e pessoas que colaboraram direta e indiretamente para a realização de todas as fases deste trabalho.

Particularmente: ao Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade pelo financiamento dos projetos de pesquisa, disponibilização de veículos de campo, infraestrutura de laboratórios, pelo auxílio valoroso de diversos colaboradores e por ter me proporcionado o tempo necessário à realização do curso;

À Embrapa Cerrados pela disponibilização da infraestrutura de laboratórios, Coleção Entomológica, e do apoio técnico imprescindível de seus estagiários, técnicos e pesquisadores;

Ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade de Brasília pela organização, oferta, e qualidade do curso e pelo atendimento do corpo docente às minhas necessidades de capacitação profissional;

Ao Dr. Onildo João Marini Filho pela oportunidade de colaboração profissional junto ao Centro Nacional de Pesquisa e Conservação da Biodiversidade do Cerrado e Caatinga, pela parceria, apoio e incentivo durante a execução dos projetos de pesquisa e a realização do Mestrado;

À toda a equipe do Centro Nacional de Avaliação da Biodiversidade e de Pesquisa e Conservação do Cerrado pela parceria profissional e execução das atividades do Centro durante o período de minha capacitação;

Ao Dr. Amabílio José Aires de Camargo, ao M.Sc. Willian Rogers Ferreira de Camargo e ao Dr. Nicholas Ferreira de Camargo pela amizade, parceria, orientação científica, apoio e incentivo durante a execução dos projetos de pesquisa e de todas as fases deste trabalho;

À Dra. Ivone Rezende Diniz por sua atenção, gentileza e fino trato, pela orientação científica e formal, colaboração, apoio e incentivo efetivos em todas as fases do curso;

Ao Dr. Ricardo Bomfim Machado pela atenção e dedicação durante o curso e pela orientação científica, colaboração, apoio e incentivo efetivos para a elaboração do terceiro capítulo deste trabalho;

A todos os colaboradores das atividades de campo pelas várias horas acordados aguardando as mariposas, pela parceria e trabalho realizado;

Ao Dr. Felipe Wanderley Amorim e ao Dr. Paulo César Motta pelo pronto aceite ao convite de participação da Comissão Examinadora;

A meus pais pelo conselho, apoio e incentivo durante a realização deste trabalho;

À minha esposa Fernanda de Castro e Silva e filha Maria Luísa de Castro e Silva Vieira Corrêa pela compreensão durante a realização deste trabalho e pelo conselho, apoio e incentivo.

Gratidão.

Sumário

Agradecimentos iii
Lista de Figuras vi
Lista de Tabelas x
Lista de Apêndices xi
Resumo xv
Abstract xvi
Introdução Geral 17
Referências bibliográficas 21

Capítulo 1. Biodiversidade de Sphingidae (Lepidoptera) nos biomas brasileiros – distribuição, composição, riqueza, abundância e ocorrência em Unidades de Conservação 25

Introdução 25
Material e métodos 29
Resultados 31
Discussão 41
Conclusão 46
Referências bibliográficas 47

Capítulo 2. Padrões de atividade temporal diária de Sphingidae e Saturniidae (Lepidoptera) no Cerrado 94

Introdução 94
Material e métodos 97
Resultados 100
Discussão 103
Conclusão 107
Referências bibliográficas 108

Capítulo 3. Áreas prioritárias para conservação de Sphingidae e Saturniidae (Lepidoptera) no Cerrado 125

Introdução 125
Material e Métodos 127
Resultados 130
Discussão 138
Conclusão 139
Referências bibliográficas 140

Conclusões gerais 179

Lista de Figuras

Figura I1. Exemplares das cinco subfamílias de Saturniidae (Lepidoptera) com ocorrência no Brasil: a) Copiopteryx semiramis montei (Gagarin, 1934): Arsenurinae; b) Eacles imperialis (Drury, 1773): Ceratocampinae; c) Hiperchiria orodina (Schaus, 1900): Hemileucinae; d) Oxytenis sp. Oxyteninae; e) Rothschildia erycina (Shaw, [1796]): Saturniinae. Fotos sem escala (Danilo Correa, 2015). 19

Figura I2. Exemplares das três subfamílias de Sphingidae (Lepidoptera) com ocorrência no Brasil: a) Pseudosphinx tetrio (Linnaeus, 1771): Macroglossinae; b) Amphimoea walkeri (Boisduval, [1875]): Sphinginae; c) Protambulyx strigilis (Linnaeus, 1771): Smerinthinae. Fotos sem escala (Danilo Correa, 2015). 20

Figura 1.1. Distribuição dos registros de ocorrência de Sphingidae nos biomas brasileiros (Dados compilados de 39 artigos científicos, três teses, duas dissertações, um livro, 14 bases de dados de coleções entomológicas e dados primários de levantamentos realizados no Parque Nacional Chapada dos Veadeiros, Parque Nacional Chapada Diamantina e Rio Pardo de Minas – MG, de fevereiro de 2009 a novembro de 2014)..... 32

Figura 1.2. Número de espécies de Sphingidae com ocorrência registrada nos estados brasileiros (Dados compilados de 39 artigos científicos, três teses, duas dissertações, um livro, 14 bases de dados de coleções entomológicas e dados primários de levantamentos realizados no Parque Nacional Chapada dos Veadeiros, Parque Nacional Chapada Diamantina e Rio Pardo de Minas – MG, de fevereiro de 2009 a novembro de 2014). 33

Figura 1.3. Diagrama de Venn-Edwards (Edwards, 2004) com o número de espécies compartilhadas e com registros exclusivos nos biomas brasileiros (Dados compilados de 39 artigos científicos, três teses, duas dissertações, um livro, 14 bases de dados de coleções entomológicas e dados primários de levantamentos realizados no Parque Nacional Chapada dos Veadeiros, Parque Nacional Chapada Diamantina e Rio Pardo de Minas – MG, de fevereiro de 2009 a novembro de 2014)..... 34

Figura 1.4. Percentual da riqueza observada de Sphingidae no Brasil por subfamília, tribo e subtribo (a), entre subfamílias (b), tribos (c) e subtribos (d) por bioma. (Dados compilados de 39 artigos científicos, três teses, duas dissertações, um livro, 14 bases de dados de coleções entomológicas e dados primários de levantamentos realizados no Parque Nacional Chapada dos Veadeiros, Parque Nacional Chapada Diamantina e Rio Pardo de Minas – MG, de fevereiro de 2009 a novembro de 2014)..... 36

Figura 1.5. Análise de Coordenadas Principais (PCoA) dos índices de dissimilaridade de Bray-Curtis (“a”) e Jaccard (“b”) das assembleias de Sphingidae com ocorrência nos biomas Amazônia, Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica, com influência das variáveis ambientais de Precipitação Média Anual (mm), Umidade Relativa do Ar (%UR) e Temperatura (ºC) na dissimilaridade de Bray-Crutis (“c”) (F3.15=1,389; P=0,003) e Jaccard (“d”) (F3.15=1,6150; P=0,004) (Dados compilados de 16 artigos e de

levantamentos populacionais em Cavalcante-GO, Alto Paraíso de Goiás-GO e Rio Pardo de Minas-MG, de fevereiro de 2009 a novembro de 2014). 38

Figura 1.6. Curvas de rarefação de espécies de Sphingidae com ocorrência nos biomas Amazônia, Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica. A curva de rarefação do Cerrado foi extrapolada em três vezes o número de indivíduos observados no bioma (Colwell et al., 2012) e as curvas dos demais biomas foram plotadas até o número de indivíduos da curva extrapolada no Cerrado. (Dados compilados de 16 artigos e de levantamentos populacionais em Cavalcante-GO, Alto Paraíso de Goiás-GO e Rio Pardo de Minas-MG, de fevereiro de 2009 a novembro de 2014). 39

Figura 1.7. Perfis de diversidade (série de Rényi) dos biomas Mata Atlântica, Amazônia, Cerrado e Caatinga. (Dados compilados de 16 artigos e de levantamentos populacionais em Cavalcante-GO, Alto Paraíso de Goiás-GO e Rio Pardo de Minas-MG, de fevereiro de 2009 a novembro de 2014). 40

Figura 1.8. Perfil de abundância de Sphingidae com ocorrência na Amazônia (a), Caatinga (b), Cerrado (c) e Mata Atlântica (d) com estatística do teste qui-quadrado em relação ao modelo de distribuição de abundância log-normal (* a distribuição de abundância não diferiu do modelo. Dados compilados de 16 artigos e de levantamentos populacionais em Cavalcante-GO, Alto Paraíso de Goiás-GO e Rio Pardo de Minas-MG, de fevereiro de 2009 a novembro de 2014). 41

Figura 2.1. Sobreposição da atividade temporal diária observada e esperada de Saturniidae e Sphingidae em Rio Pardo de Minas (RPM), Parque Nacional Chapada Diamantina (PNCD) e Parque Nacional Chapada dos Veadeiros (PNCV) e nas três áreas de Cerrado agrupadas, baseada no índice de Pianka. Os círculos indicam os valores observados do índice de Pianka. Os quadrados indicam as médias das 10.000 aleatorizações. As barras verticais indicam os desvios-padrão das médias aleatorizadas. Os valores de p indicam a probabilidade dos valores aleatorizados do índice de Pianka serem iguais ou superiores aos valores observados do índice. As amostragens foram realizadas com armadilhas luminosas. Cada evento amostral correspondeu a amostragens contínuas entre 18:00hs e 06:00hs. Foram realizados dez eventos amostrais em RPM nos meses de fevereiro de 2009 e dezembro de 2010, dez no PNCD em abril e julho de 2012 e 40 eventos amostrais no PNCV em março, junho e outubro de 2012, maio, junho, de setembro a dezembro de 2013 e em novembro de 2014..... 101

Figura 2.2. Atividade temporal diária dos saturnídeos no Cerrado, por indivíduos (a), espécies (b), indivíduos e espécies por subfamília (“c” e “d”). As amostragens foram realizadas em Rio Pardo de Minas-MG, Parque Nacional Chapada Diamantina, e Parque Nacional Chapada dos Veadeiros, com a utilização de armadilhas luminosas. Cada evento amostral correspondeu a amostragens contínuas entre 18:00hs e 06:00hs. Foram realizados dez eventos amostrais em RPM nos meses de fevereiro de 2009 e dezembro de 2010, dez no PNCD em abril e julho de 2012 e 40 eventos amostrais no PNCV em março, junho e outubro de 2012, maio, junho, de setembro a dezembro de 2013 e em novembro de 2014. 102

Figura 2.3. Atividade temporal diária dos esfingídeos no Cerrado, por indivíduos (a), espécies (b), indivíduos e espécies por subfamília (“c” e “d”). As amostragens foram realizadas em Rio Pardo de Minas-MG, Parque Nacional Chapada Diamantina, e Parque Nacional Chapada dos Veadeiros, com a utilização de armadilhas luminosas. Cada evento amostral correspondeu a amostragens contínuas entre 18:00hs e 06:00hs. Foram realizados dez eventos amostrais em RPM nos meses de fevereiro de 2009 e dezembro de 2010, dez no PNCD em abril e julho de 2012 e 40 eventos amostrais no PNCV em março, junho e outubro de 2012, maio, junho, de setembro a dezembro de 2013 e em novembro de 2014. 103

Figura 3.1. Distribuição dos registros de ocorrência de espécies de Sphingidae e Saturniidae no Brasil. (Dados compilados de 39 artigos científicos, três teses, duas dissertações, um livro, 14 bases de dados de coleções entomológicas e dados primários de levantamentos realizados no Parque Nacional Chapada dos Veadeiros, Parque Nacional Chapada Diamantina e Rio Pardo de Minas – MG, de fevereiro de 2009 a novembro de 2014). 131

Figura 3.2. Análise de componentes principais do estado de fragmentação da cobertura vegetacional nativa remanescente no Cerrado baseada na variância dos componentes 1 (“Dim 1) e 2 (“Dim 2”) de sete métricas de paisagem selecionadas (número de fragmentos ("patches"), densidade de borda ("edge"), maior índice de fragmento ("lpi"), área média de fragmento ("mpa"), média do índice de formato de fragmento ("msi"), área core média de fragmentos ("mpca"), tamanho efetivo de malha ("mesh"). 132

Figura 3.3. Estado de fragmentação da cobertura vegetacional nativa remanescente no bioma Cerrado representada em células de 0,5 por 0,5 graus decimais. Cada classe representa um estado de fragmentação obtido em cada quadrante da análise de componentes principais (PCA) de sete métricas de paisagem utilizadas (número de fragmentos ("patches"), densidade de borda ("edge"), maior índice de fragmento ("lpi"), área média de fragmento ("mpa"), média do índice de formato de fragmento ("msi"), área core média de fragmentos ("mpca"), tamanho efetivo de malha ("mesh"). 133

Figura 3.4. Áreas prioritárias para conservação de Sphingidae no bioma Cerrado, com base em modelos na distribuição potencial de 95 espécies e no estado de fragmentação da cobertura vegetacional nativa remanescente no Bioma. (Dados compilados de 39 artigos científicos, três teses, duas dissertações, um livro, 14 bases de dados de coleções entomológicas e dados primários de levantamentos realizados no Parque Nacional Chapada dos Veadeiros, Parque Nacional Chapada Diamantina e Rio Pardo de Minas – MG, de fevereiro de 2009 a novembro de 2014). 134

Figura 3.5. Áreas prioritárias para conservação de Saturniidae no bioma Cerrado, com base em modelos na distribuição potencial de 52 espécies e no estado de fragmentação da cobertura vegetacional nativa remanescente no Bioma (Dados compilados 12 bases de dados de coleções entomológicas e dados primários de levantamentos realizados no Parque Nacional Chapada dos Veadeiros, Parque Nacional Chapada Diamantina e Rio Pardo de Minas – MG, de fevereiro de 2009 a novembro de 2014)..... 135

Figura 3.6. Áreas prioritárias para conservação de Sphingidae e Saturniidae no bioma Cerrado, com base em modelos na distribuição potencial de 147 espécies e no estado de fragmentação da cobertura vegetacional nativa remanescente no Bioma. (Dados compilados de 39 artigos científicos, três teses, duas dissertações, um livro, 14 bases de dados de coleções entomológicas e dados primários de levantamentos realizados no Parque Nacional Chapada dos Veadeiros, Parque Nacional Chapada Diamantina e Rio Pardo de Minas – MG, de fevereiro de 2009 a novembro de 2014)..... 136

Figura 3.7. Curva de performance da solução de priorização de áreas para conservação de Sphingidae e Saturniidae no bioma Cerrado. (A curva de performance tem correspondência direta com o ranking de áreas prioritárias apresentado na Figura 3.6, onde os intervalos de cores do gráfico correspondem as classes de áreas prioritárias. Dados compilados de 39 artigos científicos, três teses, duas dissertações , um livro, 14 bases de dados de coleções entomológicas e dados primários de levantamentos realizados no Parque Nacional Chapada dos Veadeiros, Parque Nacional Chapada Diamantina e Rio Pardo de Minas – MG, de fevereiro de 2009 a novembro de 2014)..... 137

Lista de Tabelas

Tabela 1.1. Número de estados, municípios, pontos amostrais, registros de ocorrência de espécies, indivíduos (n) e espécies (s) levantados nos biomas brasileiros (Dados compilados de 39 artigos científicos, três teses, duas dissertações, um livro, 14 bases de dados de coleções entomológicas e dados primários de levantamentos realizados no Parque Nacional Chapada dos Veadeiros, Parque Nacional Chapada Diamantina e Rio Pardo de Minas – MG, de fevereiro de 2009 a novembro de 2014)..... 31

Tabela 1.2. Correlação das médias de precipitação mensal, temperatura e umidade relativa com os eixos da Análise de Coordenadas Principais (PCoA) na avaliação da dissimilaridade entre assembleias de Sphingidae com ocorrência nos biomas Amazônia, Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica. (Os números em negrito representam as variáveis mais correlacionadas com cada eixo ($r \geq 0,5$. Dados climatológicos da série histórica de 1967 a 2017 (INMET, 2017) (Dados compilados de 16 artigos e de levantamentos populacionais em Cavalcante-GO, Alto Paraíso de Goiás-GO e Rio Pardo de Minas-MG, de fevereiro de 2009 a novembro de 2014). 38

Tabela 1.3. Número de Unidades de Conservação federais, estaduais e municipais, de Proteção Integral (PI) e Uso Sustentável (US) por bioma e percentual de levantamentos de Sphingidae, por categoria. (Dados compilados de 39 artigos científicos, três teses, duas dissertações, um livro, 14 bases de dados de coleções entomológicas e dados primários de levantamentos realizados no Parque Nacional Chapada dos Veadeiros, Parque Nacional Chapada Diamantina e Rio Pardo de Minas – MG, de fevereiro de 2009 a novembro de 2014). 41

Lista de Apêndices

Apêndice 1.1. Esfingídeos amostrados em Rio Pardo de Minas – MG (RPM), Parque Nacional da Chapada Diamantina (PNCD) e Parque Nacional Chapada dos Veadeiros (PNCV) de fevereiro de 2009 a novembro de 2014. As amostragens foram realizadas com armadilhas luminosas. 60

Apêndice 1.2. Script de análise geoespecial de registros de ocorrência de espécies nos biomas brasileiros. 65

Apêndice 1.3. Lista de espécies de Sphingidae com ocorrência nos biomas brasileiros. baseada em levantamentos de registros de ocorrência de 39 artigos (1-Amorim et al., 2009; 2-Becker, 2001; 3-Biezanko, 1982a; 4-Biezanko, 1982b; 5-Camargo et al., 2016; 6-Carvalho et al., 1978; 7-Coelho et al., 1979; 8-Cruz-Neto et al., 2011; 9-Darrault and Schlindwein, 2002; 10-Duarte et al., 2008; 11-Duarte et al., 2009; 12-Duarte Júnior and Schlindwein, 2005a; 13-Duarte Júnior and Schlindwein, 2005b; 14-Duarte Júnior and Schlindwein, 2008; 15-Eitschberger, 2005; 16-Favretto, 2012; 17-Gusmão and Creão-Duarte, 2004; 18-Hawes et al., 2009; 19-Haxaire et al., 2015; 20-Haxaire, 1995; 21-Haxaire, 2009; 22-Laroca and Mielke, 1975; 23-Laroca et al., 1989; 24-Marinoni et al., 1999; 25-Mielke and Haxaire, 2013; 26-Monteiro et al., 2007; 27-Moss, 1920; 28-Motta and Andreazze, 2001; 29-Motta and Andreazze, 2002; 30-Motta and Soares, 1997; 31-Motta and Xavier-Filho, 2005; 32-Motta et al., 1991; 33-Motta et al., 1998; 34-Primo et al., 2013; 35-Rothschild and Jordan, 1910; 36-Santos et al., 2015; 37-Siewert, Ricardo and Silva, 2010; 38-Vaglia and Haxaire, 2009; 39-Vieira et al., 2015), 3 teses (40-Amorim, 2012; 41-Ávila Junior, 2009; 42-Oliveira, 2014), 2 dissertações (43-Machado, 2014; 44-Varela-Freire, 2004), 1 livro (45-Martin et al., 2011), 14 bancos de dados de coleções entomológicas (46-BOLD-Systems, 2017; 47-Coleção Entomológica CPAC, 2017; 48-GBIF, 2017; 49-Kitching, 2017; 50-Lepbarcoding, 2017; 51-CECA, 2017; 52-DZUP-Lepidoptera, 2017; 53-Fiocruz-CEIOC, 2017; 54-MCTP-Insetos, 2017; 55-NHM-London-ENT, 2017; 56-NMNH-Animalia-BR, 2017; 57-OBIS-BR, 2017; 58-SinBiota, 2017; 59-Coleção Entomológica UnB) e dados primários de 3 levantamentos (60-PNCD; 61-PNCV; 62-Rio Pardo de Minas) apresentados no capítulo 2. Taxonomia segundo Kitching, 2017. (* registros de ocorrência que não coincidem com a distribuição geográfica conhecida da espécie, necessitando de confirmação da taxonômica. Espécies em negrito apresentam registros exclusivos em apenas um bioma). 69

Apêndice 1.4. Riqueza observada, estimada (estimadores Chao 1 e ACE) e percentual de riqueza observada em relação a estimada de 25 levantamentos populacionais de esfingídeos nos biomas Amazônia, Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica. 88

Apêndice 1.5. Médias de precipitação mensal, umidade relativa do ar e temperatura ambiente máxima no período de 1967 a 2017 das localidades com levantamentos populacionais de Sphingidae no Brasil (1-Camargo et al., 2016; 2-Motta and Andreazze, 2001; 3-Motta and Andreazze, 2002; 4-Motta and Xavier-Filho, 2005; 5-Motta et al., 1998; 6-Duarte Júnior and Schlindwein, 2005a; 7-Gusmão and Creão-Duarte, 2004a -

Areia - PB; 8-Gusmão and Creão-Duarte, 2004a - Campina Grande - PB; 9-Varela-Freire, 2004; 10-CPAC - Rio Pardo de Minas - Água Boa; 11-CPAC - Rio Pardo de Minas - Vereda Funda; 12-CPAC PNCV - Alto Paraíso; 13-CPAC PNCV - Cavalcante; 14-Amorim, 2012; 15-Duarte Júnior and Schlindwein, 2008; 16-Machado, 2014; 17-Marinoni et al., 1999; 18-Primo et al., 2013; 19-Santos et al., 2015). Os dados foram compilados do Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa – BDMP (INMET, 2017). 89

Apêndice 1.6. Incidência de espécies de Sphingidae em Unidades de Conservação municipais, estaduais e federais por bioma, com base em levantamentos de registros de ocorrência em 39 artigos (1-Amorim et al., 2009; 2-Becker, 2001; 3-Biezanko, 1982a; 4-Biezanko, 1982b; 5-Camargo et al., 2016; 6-Carvalho et al., 1978; 7-Coelho et al., 1979; 8-Cruz-Neto et al., 2011; 9-Darrault and Schlindwein, 2002; 10-Duarte et al., 2008; 11-Duarte et al., 2009; 12-Duarte Júnior and Schlindwein, 2005a; 13-Duarte Júnior and Schlindwein, 2005b; 14-Duarte Júnior and Schlindwein, 2008; 15-Eitschberger, 2005; 16-Favretto, 2012; 17-Gusmão and Creão-Duarte, 2004; 18-Hawes et al., 2009; 19-Haxaire et al., 2015; 20-Haxaire, 1995; 21-Haxaire, 2009; 22-Laroca and Mielke, 1975; 23-Laroca et al., 1989; 24-Marinoni et al., 1999; 25-Mielke and Haxaire, 2013; 26-Monteiro et al., 2007; 27-Moss, 1920; 28-Motta and Andreazze, 2001; 29-Motta and Andreazze, 2002; 30-Motta and Soares, 1997; 31-Motta and Xavier-Filho, 2005; 32-Motta et al., 1991; 33-Motta et al., 1998; 34-Primo et al., 2013; 35-Rothschild and Jordan, 1910; 36-Santos et al., 2015; 37-Siewert, Ricardo and Silva, 2010; 38-Vaglia and Haxaire, 2009; 39-Vieira et al., 2015), 3 teses (40-Amorim, 2012; 41-Ávila Junior, 2009; 42-Oliveira, 2014), 2 dissertações (43-Machado, 2014; 44-Varela-Freire, 2004), 1 livro (45-Martin et al., 2011), 14 bancos de dados de coleções entomológicas (46-BOLD-Systems, 2017; 47-Coleção Entomológica CPAC, 2017; 48-GBIF, 2017; 49-Kitching, 2017; 50-Lepbarcoding, 2017; 51-CECA, 2017; 52-DZUP-Lepidoptera, 2017; 53-Fiocruz-CEIOC, 2017; 54-MCTP-Insetos, 2017; 55-NHM-London-ENT, 2017; 56-NMNH-Animalia-BR, 2017; 57-OBIS-BR, 2017; 58-SinBiota, 2017; 59-Coleção Entomológica UnB) e dados primários de três levantamentos (60-PNCD; 61-PNCV; 62-Rio Pardo de Minas). (APA: Área de Proteção Ambiental; ARIE: Área de Relevante Interesse Ecológico; ESEC: Estação Ecológica; MONA: Monumento Natural; PARNA: Parque Nacional; PE: Parque Estadual; REBIO: Reserva Biológica; RESEX: Reserva Extrativista; RDS: Reserva de Desenvolvimento Sustentável; RPPN: Reserva Particular do Patrimônio Nacional; RVS: Refúgio de Vida Silvestre). 91

Apêndice 2.1. Número de indivíduos por espécies de Sphingidae amostrados em Rio Pardo de Minas – RPM, Parque Nacional Chapada Diamantina – PNCD e Parque Nacional dos Veadeiros – PNCV, por localidade, ano e mês de amostragem. 116

Apêndice 2.2. Número de indivíduos por espécies de Saturniidae amostrados em Rio Pardo de Minas – RPM, Parque Nacional Chapada Diamantina – PNCD e Parque Nacional dos Veadeiros – PNCV, por localidade, ano e mês de amostragem. 117

Apêndice 2.3. Comparações par a par do padrão de atividade de Sphingidae e Saturniidae amostrados nas três áreas de Cerrado. Os valores correspondem ao p-valor obtido pelo

teste Kolmogorov-Smirnov. Os valores significativos estão destacados em negrito ($p < 0.05$). 118

Apêndice 2.4. Atividade temporal diária dos esfingídeos amostrados em Rio Pardo de Minas – MG (RPM) por indivíduos (a), espécies (b), indivíduos e espécies por subfamília ("c" e "d"). (As amostragens foram realizadas com armadilhas luminosas. Cada evento amostral correspondeu a amostragens contínuas entre 18:00hs e 06:00hs. Foram realizados dez eventos amostrais em RPM nos meses de fevereiro de 2009 e dezembro de 2010). 119

Apêndice 2.5. Atividade temporal diária dos esfingídeos amostrados no Parque Nacional Chapada Diamantina (PNCD) por indivíduos (a), espécies (b), indivíduos e espécies por subfamília ("c" e "d"). (As amostragens foram realizadas com armadilhas luminosas. Cada evento amostral correspondeu a amostragens contínuas entre 18:00hs e 06:00hs. Foram realizados dez eventos amostrais no PNCD em abril e julho de 2012). 120

Apêndice 2.6. Atividade temporal diária dos saturnídeos amostrados em Rio Pardo de Minas-MG (RPM) por indivíduos (a), espécies (b), indivíduos e espécies por subfamília ("c" e "d"). (As amostragens foram realizadas com armadilhas luminosas. Cada evento amostral correspondeu a amostragens contínuas entre 18:00hs e 06:00hs. Foram realizados dez eventos amostrais em RPM nos meses de fevereiro de 2009 e dezembro de 2010). 121

Apêndice 2.7. Atividade temporal diária dos saturnídeos amostrados no Parque Nacional Chapada Diamantina (PNCD) por indivíduos (a), espécies (b), indivíduos e espécies por subfamília ("c" e "d"). (As amostragens foram realizadas com armadilhas luminosas. Cada evento amostral correspondeu a amostragens contínuas entre 18:00hs e 06:00hs. Foram realizados dez eventos amostrais no PNCD em abril e julho de 2012). 122

Apêndice 2.8. Atividade temporal diária dos esfingídeos amostrados no PNCV por indivíduos (a), espécies (b), indivíduos e espécies por subfamília ("c" e "d"). (As amostragens foram realizadas com armadilhas luminosas. Cada evento amostral correspondeu a amostragens contínuas entre 18:00hs e 06:00hs. Foram realizados 40 eventos amostrais no PNCV em março, junho e outubro de 2012, maio, junho, de setembro a dezembro de 2013 e em novembro de 2014). 123

Apêndice 2.9. Atividade temporal diária dos saturnídeos amostrados no PNCV por indivíduos (a), espécies (b), indivíduos e espécies por subfamília ("c" e "d"). (As amostragens foram realizadas com armadilhas luminosas. Cada evento amostral correspondeu a amostragens contínuas entre 18:00hs e 06:00hs. Foram realizados 40 eventos amostrais no PNCV em março, junho e outubro de 2012, maio, junho, de setembro a dezembro de 2013 e em novembro de 2014). 124

Apêndice 3.1. Registros de ocorrência Sphingidae (Lepidoptera) no Brasil (Dados compilados de 39 artigos científicos, três teses, duas dissertações, um livro, 14 bases de dados de coleções entomológicas e dados primários de levantamentos realizados no

Parque Nacional Chapada dos Veadeiros, Parque Nacional Chapada Diamantina e Rio Pardo de Minas – MG, de fevereiro de 2009 a novembro de 2014)..... 152

Apêndice 3.2. Registros de ocorrência Saturniidae (Lepidoptera) no Brasil. Dados compilados de 12 bases de dados de coleções entomológicas e dados primários de levantamentos realizados no Parque Nacional Chapada dos Veadeiros, Parque Nacional Chapada Diamantina e Rio Pardo de Minas – MG, de fevereiro de 2009 a novembro de 2014). 155

Apêndice 3.3. Espécies de Sphingidae (Lepidoptera) com distribuição potencial modelada para o Brasil pelo algoritmo de entropia máxima (Maxent) com registros de ocorrência compilados de 39 artigos científicos, três teses, duas dissertações, um livro, 14 bases de dados de coleções entomológicas e dados primários de levantamentos realizados no Parque Nacional Chapada dos Veadeiros, Parque Nacional Chapada Diamantina e Rio Pardo de Minas – MG, de fevereiro de 2009 a novembro de 2014). 161

Apêndice 3.4. Espécies de Saturniidae (Lepidoptera) com distribuição potencial modelada para o Brasil pelo algoritmo de entropia máxima (Maxent) com registros de ocorrência compilados de 12 bases de dados de coleções entomológicas e dados primários de levantamentos realizados no Parque Nacional Chapada dos Veadeiros, Parque Nacional Chapada Diamantina e Rio Pardo de Minas – MG, de fevereiro de 2009 a novembro de 2014). 164

Apêndice 3.5. Métricas de paisagem selecionadas para diagnóstico do estado de fragmentação das formações vegetacionais remanescentes no bioma Cerrado (Mapa de Uso e Cobertura Vegetal do Cerrado - Terraclass, 2013)..... 166

Apêndice 3.6. Lista de municípios com áreas prioritárias para conservação de Sphingidae e Saturniidae (Lepidotera) no bioma Cerrado. 167

Apêndice 3.7. Áreas prioritárias para conservação de Sphingidae e Saturniidae (Lepidoptera) em Unidades de Conservação de Proteção Integral no Cerrado..... 174

Apêndice 3.8. Áreas prioritárias para conservação de Sphingidae e Saturniidae (Lepidoptera) em Unidades de Conservação de Uso Sustentável no Cerrado. 175

Apêndice 3.9. Áreas prioritárias para conservação indicadas pelo Ministério do Meio Ambiente e áreas prioritárias para conservação de Sphingidae e Saturniidae (Lepidoptera) pelo presente estudo. (Shapes das áreas prioritárias do Cerrado e Pantanal – 2ª atualização. Disponível em http://www.mma.gov.br/image 176

Resumo

A perda da diversidade biológica tem ocorrido num ritmo muito superior às taxas basais de extinção de espécies em função da conversão, fragmentação e degradação de habitats ocasionados pelo crescimento, ocupação e modo de vida de grande parte das populações humanas. Mariposas representam aproximadamente 12% de toda a fauna terrestre vivente. As famílias Sphingidae e Saturniidae são importantes indicadores da qualidade ambiental e respondem rapidamente às alterações no habitat. O conhecimento da composição, riqueza, abundância e distribuição e padrões de atividade desses lepidópteros nos biomas brasileiros ainda é restrito. Este estudo buscou elaborar um panorama da biodiversidade e distribuição de Sphingidae nos biomas brasileiros, caracterizar padrões de atividade diária de Sphingidae e Saturniidae no Cerrado e identificar áreas prioritárias para conservação dessas famílias nesse Bioma. Análises de registros de ocorrência levantados de dados secundários e de levantamentos populacionais realizados nos Parque Nacionais Chapada dos Veadeiros e Diamantina e em Rio Pardo de Minas-MG revelaram que: a Mata Atlântica e a Amazônia são os biomas com maior riqueza e número de espécies endêmicas de Sphingidae, seguidos do Cerrado e Caatinga, cujos padrões de riqueza são influenciados por variáveis abióticas; há um alto grau de compartilhamento de espécies entre os biomas brasileiros, onde as matas de galeria do Cerrado e brejos de altitude da Caatinga podem ser as principais vias de dispersão entre a Amazônia e Mata Atlântica; a esfingofauna do Pantanal é praticamente desconhecida; em mais de 95% das UCs ainda não foram realizados levantamentos de Sphingidae; os padrões de atividade diária de assembleias de Sphingidae e Saturniidae ocorrem em horários sobrepostos e deslocados para o final da noite, sendo uma possível estratégia anti-predação; as áreas prioritárias para conservação de Sphingidae e Saturniidae no Cerrado encontram-se em regiões atualmente fragmentadas e com alto risco de fragmentação; 83% das áreas prioritárias para conservação ainda não estão protegidas; 62,5% das áreas prioritárias não estão atualmente contempladas nas prioridades de proteção para o Cerrado, o que coloca em risco a conservação desta enorme biodiversidade. Estes resultados podem orientar novos levantamentos populacionais e futuras ações de conservação destes lepidópteros.

Palavras-chave: áreas prioritárias para conservação, atividade temporal, biodiversidade, biomas brasileiros, Cerrado, conservação, Sphingidae, Saturniidae.

Abstract

The loss of biological diversity has occurred at a much higher rate than the basal rates of extinction of species, due to the conversion, fragmentation and degradation of habitats caused by the growth, occupation and way of life of most human populations. Moths represent approximately 12% of all living terrestrial fauna. The Sphingidae and Saturniidae families are important indicators of environmental quality and respond quickly to changes in habitat. Knowledge on composition, richness, abundance, distribution and activity patterns of these Lepidoptera in Brazilian biomes is still limited. This study aimed to elaborate an outlook of the biodiversity and distribution of Sphingidae in Brazilian biomes, characterize patterns of daily activity of Sphingidae and Saturniidae in the Cerrado and identify priority areas for conservation of these families in this biome. Analyses of occurrence records collected from secondary data and population surveys carried out in Chapada dos Veadeiros and Chapada Diamantina National Parks, as well as in Rio Pardo de Minas-MG revealed that: the Atlantic and Amazon forests are the richest biomes with the highest number of endemic species of Sphingidae, followed by the Cerrado and Caatinga, from which patterns of richness are influenced by abiotic variables; there is a high degree of species sharing among the Brazilian biomes, where the Cerrado gallery forests and Caatinga highland marshes may be the main dispersion paths between the Amazon and the Atlantic Forest; the sphingofauna of the Pantanal is practically unknown; Sphingidae have not been surveyed in more than 95% of Brazilian conservation units; the diel activity patterns in Sphingidae and Saturniidae assemblages occur at overlapping and displaced schedules towards the end of the night, that being a possible anti-predation strategy; the priority areas for conservation of Sphingidae and Saturniidae in the Cerrado are located in highly fragmented regions and at high risk of further fragmentation; 83% of priority areas for conservation are not yet protected; 62,5% of the priority areas are not currently included in the protection priorities for the Cerrado, which endangers the conservation of this enormous biodiversity. These results may guide new population surveys and future conservation actions for these Lepidoptera.

Key words: biodiversity, Brazilian biomes, Cerrado, conservation, priority areas for conservation, Sphingidae, Saturniidae, temporal activity.

Introdução Geral

Das 1.233.500 espécies descritas de animais terrestres viventes no mundo (Mora et al., 2011), 1.000.000 correspondem aos insetos (Chapman, 2009). Destas, 160.000 constituem a ordem Lepidoptera (Kristensen et al., 2007), das quais aproximadamente 88% são lepidópteros noturnos (Van Nieukerken et al., 2011), conhecidos como mariposas. Dentre estas, duas famílias se destacam por características morfológicas, comportamentais e ecológicas bastante distintas e contrastantes: Sphingidae e Saturniidae.

Esfingídeos apresentam probóscides funcionais utilizadas para beber água e absorver néctar de diversas flores, proporcionando uma maior longevidade em comparação à Saturniidae (Kitching and Cadiou, 2000), chegando até 30 dias em condições de cativeiro (Pittaway, 1993). Apresentam estruturas neurais que os permitem localizar flores e relocalizá-las posteriormente, as quais visitam repetidamente no mesmo horário durante vários dias (Pittaway, 1993). Apresentam morfologia corpórea e formato de asas adaptados para voos rápidos e de longas distâncias, permitindo-os visitar diversas flores ao longo da fase adulta (Martin et al., 2011). Por terem uma longevidade maior, machos dispõem de mais tempo para localizar fêmeas e estas para o acasalamento e oviposição, tornando o período de atividade diária mais equivalente entre os sexos, em comparação à Saturniidae (Janzen, 1984; Kitching and Cadiou, 2000). O aparelho estridulatório de alguns esfingídeos emitem ondas ultrassônicas com potencial de anular a ecolocalização por morcegos (Barber and Kawahara, 2013), evidenciando que a predação exerceu uma pressão seletiva na adaptação de estruturas morfológicas na história evolutiva da família.

Saturnídeos apresentam aparelhos bucais rudimentares e não se alimentam na fase adulta, fazendo com que a expectativa de vida dos machos dure poucos dias após a cópula, enquanto as fêmeas são mais longevas por se deslocarem menos que os machos e acumularem mais energia. Apresentam dimorfismo sexual acentuado, sendo os machos especialistas em localizar fêmeas e estas especializadas em oviposição (Janzen, 1984). Apesar de não apresentarem frênulo, a sobreposição das asas posteriores e anteriores as tornam funcionais (Lampe, 2010) para voos curtos. Apresentam diferentes estratégias anti-predação, desde manchas ocelares nas asas (subfamília Hemileucinae) mimetizando olhos de predadores (Stevens, 2005; Lampe, 2010), até prolongamentos das asas

posteriores (algumas espécies da subfamília Arsenurinae) atuando como defletores anti-sonares que evitam a ecolocalização por quirópteros (Barber et al., 2015).

Há pelo menos 2.349 espécies e 169 gêneros de nove subfamílias de Saturniidae descritas no Mundo (Lemaire, 1978, 1980, 1988; Van Nieukerken et al., 2011) distribuídas em todos os continentes, com exceção das regiões polares. No Brasil, estimativas indicam a ocorrência de 422 espécies e 162 gêneros (Camargo et al., 2012) distribuídos em cinco subfamílias: Arsenurinae, Ceratocampinae, Hemileucinae, Oxyteninae e Saturniinae. A maior riqueza de Saturniidae concentra-se na região Neotropical (Lemaire, 1988). Os casulos de algumas espécies de Saturniidae (por exemplo *Antheraea pernyi* (Guérin-Méneville, 1855) e *Samia cynthia* (Drury, 1773) são utilizados na produção de seda (Peigler, 2012). Outras espécies como *Lonomia obliqua*, Walker, 1855 e *Hylesia oratex* Dyar, 1913 tem importância médica (Wolff et al., 2002; Brito et al., 2015). Suas lagartas são folívoras (Bernays and Janzen, 1988) desempenhando importante serviço ambiental.

a) *Copiopteryx semiramis montei* (Gagarin, 1934) (Arsenurinae)

b) *Eacles imperialis* (Drury, 1773) (Ceratocampinae)

c) *Hiperchiria orodina* (Schaus, 1900) (Hemileucinae)

d) *Oxytenis* sp. (Oxyteninae)

e) *Rothschildia erycina* (Shaw, [1796])
(Saturniinae)

Figura I1. Exemplares das cinco subfamílias de Saturniidae (Lepidoptera) com ocorrência no Brasil: a) *Copiopteryx semiramis montei* (Gagarin, 1934): Arsenurinae; b) *Eacles imperialis* (Drury, 1773): Ceratocampinae; c) *Hiperchiria orodina* (Schaus, 1900): Hemileucinae; d) *Oxytenis* sp. Oxyteninae; e) *Rothschildia erycina* (Shaw, [1796]): Saturniinae. Fotos sem escala (Danilo Correa, 2015).

Sphingidae imaturos tem importância econômica pelos impactos causados em lavouras pela herbivoria (Winder, 1976; Pittaway, 1993; Ballesteros-Mejia et al., 2011). Os adultos têm especial relevância ecológica para o serviço ambiental de polinização (Haber and Frankie, 1989; Bawa, 1990; Darrault and Schlindwein, 2002; Amorim, 2012; Sazatornil et al., 2016; Johnson et al., 2017). A família é constituída tanto por espécies polinizadoras generalistas quanto por espécies polinizadoras exclusivas de plantas esfingófilas, adaptadas à síndrome da polinização intermediada por esfingídeos (Kislev et al., 1972; Nilsson et al., 1987; Haber and Frankie, 1989; Darrault and Schlindwein, 2002; Amorim, 2012; Johnson et al., 2017).

Atualmente, há 1.608 espécies e 213 gêneros de Sphingidae descritos no mundo (Kitching, 2017), distribuídos em todos os continentes e ilhas, sendo que algumas apresentam distribuição extrema e ocorrem até em regiões polares, como *Hyles gallii* (von Rottemburg, 1775), ocorrendo desde a região Paleártica até a Neártica (Hodges, 1971), e *Agrius convolvuli* (Linnaeus, 1758), que ocorre na Groenlândia, Finlândia e ilhas isoladas no Oceano Pacífico (Kitching and Cadiou, 2000). A família é composta por três subfamílias (Macroglossinae, Smerinthinae e Sphinginae), onze tribos e oito subtribos, sendo que destas, quatro tribos (Ambulycini, Dilophonotini, Macroglossini, Sphingini) e seis subtribos (Acherontiina, Choerocampina, Cocytiina, Dilophonotina, Philampelina, Sphingina) ocorrem no Brasil (Kitching, 2017). Há, pelo menos, 302 espécies na América do Sul, o que representa aproximadamente um quinto da riqueza global conhecida para a família. Já foram identificadas pelo menos 186 espécies com ocorrência confirmada para

o Brasil, o que representa mais de 60% das espécies presentes na América do Sul (Amorim et al., 2009).

a) *Pseudosphinx tetrio* (Linnaeus, 1771) (Macroglossinae)

b) *Amphimoea walkeri* (Boisduval, [1875]) (Sphinginae)

c) *Protambulyx strigilis* (Linnaeus, 1771) (Smerinthinae)

Figura I2. Exemplares das três subfamílias de Sphingidae (Lepidoptera) com ocorrência no Brasil: a) *Pseudosphinx tetrio* (Linnaeus, 1771): Macroglossinae; b) *Amphimoea walkeri* (Boisduval, [1875]): Sphinginae; c) *Protambulyx strigilis* (Linnaeus, 1771): Smerinthinae. Fotos sem escala (Danilo Correa, 2015).

Para a conservação da biodiversidade, ambas famílias estão dentre os lepidópteros noturnos mais indicados para o monitoramento da qualidade ambiental por possuírem taxonomia relativamente bem definida, responderem rapidamente às mudanças ambientais e serem relativamente fáceis de amostrar (Hilty and Merenlender, 2000).

A principal ameaça à conservação de lepidópteros no Brasil é a perda e fragmentação de habitats (Freitas and Marini-Filho, 2011). Há séculos, os biomas brasileiros estão sob intenso e contínuo processo de perda, fragmentação e degradação de ambientes naturais (Alho et al., 1988; Garda, 1996; Bilenca and Miñarro, 2004; Klink and Machado, 2005; Vieira et al., 2008; Ribeiro et al., 2011).

Considerando a relevância ecológica das famílias Sphingidae e Saturniidae, sua importância para a conservação da biodiversidade e as ameaças a que estão sujeitas nos biomas brasileiros, este estudo teve por objetivos: 1) para Sphingidae: caracterizar padrões de diversidade e distribuição de espécies nos biomas do Brasil, comparar os padrões de diversidade e endemismo encontrados para cada bioma e verificar a influência

dos fatores abióticos naqueles padrões; 2) Para Sphingidae e Saturniidae: analisar a organização temporal diária, a largura do nicho, as diferenças dos horários de atividade entre espécies e identificar áreas prioritárias para conservação, a fim subsidiar futuros esforços de levantamentos populacionais e ações de conservação no país. Assim, esta dissertação foi dividida em três capítulos, sendo o primeiro deles intitulado "Biodiversidade de Sphingidae (Lepidoptera) nos biomas brasileiros – distribuição, composição, riqueza, abundância e ocorrência em Unidades de Conservação", onde foi descrito o panorama do estado atual da biodiversidade do grupo nos biomas, com listas e distribuição geográfica das espécies e ocorrência em Unidades de Conservação (UCs).

No segundo capítulo, "Padrões de atividade temporal diária de Sphingidae e Saturniidae (Lepidoptera) no Cerrado", foi analisada a organização temporal diária das assembleias, a largura do nicho temporal e a segregação par a par do horário de atividade nas duas famílias no Cerrado. No derradeiro capítulo, "Áreas prioritárias para conservação de Sphingidae e Saturniidae (Lepidoptera) no Cerrado", foram identificadas áreas prioritárias para conservação de esfingídeos e saturnídeos no Bioma com base na distribuição potencial de espécies e no custo de conservação baseado no estado de fragmentação da vegetação nativa remanescente no Cerrado.

Referências bibliográficas

Alho, C., Jr, T.L., Gonçalves, H., 1988. Environmental degradation in the Pantanal Ecosystem. Bioscience 38, 164–171. doi:10.2307/1310449

Amorim, F.W., 2012. A flora esfingófila de uma Floresta Ombrófila Densa Montana no sudeste brasileiro e relações mutualísticas com a fauna de Sphingidae. Universidade Estadual de Campinas.

Amorim, F.W., de Ávila Jr, R.S., de Camargo, A.J.A., Vieira, A.L., Oliveira, P.E., 2009. A hawkmoth crossroads? Species richness, seasonality and biogeographical affinities of Sphingidae in a Brazilian Cerrado. J. Biogeogr. 36, 662–674. doi:10.1111/j.1365-2699.2008.02033.x

Ballesteros-Mejia, L., Kitching, I.J., Beck, J., 2011. Projecting the potential invasion of the Pink Spotted Hawkmoth (*Agrius cingulata*) across Africa. Int. J. Pest Manag. 57, 153–159. doi:10.1080/09670874.2010.546439

Barber, J.R., Kawahara, A.Y., 2013. Hawkmoths produce anti-bat ultrasound. Biol. Lett. 9, 20130161–20130161. doi:10.1098/rsbl.2013.0161

Barber, J.R., Leavell, B.C., Keener, A.L., Breinholt, J.W., Chadwell, B.A., McClure,

C.J.W., Hill, G.M., Kawahara, A.Y., 2015. Moth tails divert bat attack: evolution of acoustic deflection. Proc. Natl. Acad. Sci. 112, 2812–2816. doi:10.1073/pnas.1421926112

Bawa, K., 1990. Plant-Pollinator interactions in Tropical Rain Forests. Annu. Rev. Ecol. Syst. 21, 399–422. doi:10.1146/annurev.ecolsys.21.1.399

Bernays, E.A., Janzen, D.H., 1988. Saturniid and sphingid caterpillars: two ways to eat leaves. Ecology 69, 1153–1160. doi:10.2307/1941269

Bilenca, D., Miñarro, F., 2004. Identificación de áreas valiosas de Pastizal (AVPs) en las Pampas y Cam- pos de Argentina, Uruguay y sur de Brasil. Vasa 1–353. doi:10.1007/s13398-014-0173-7.2

Brito, R., Specth, A., A. Filho, W.S., Fronza, E., & Mielke, C.G.C., 2015. Abdominal macrochaetae of female Hylesia oratex Dyar, 1913 (Insecta: Lepidoptera: Saturniidae): external morphology and medical significance. An. da Acad. Bras. Ciências 87(3), 1763–1770. doi:10.1590/0001-3765201520130141

Camargo, A.J.A., Camargo, W.R.F., Correa, D.C.V., 2012. Saturniidae (Lepidoptera): panorama geral sobre o esforço amostral, biodiversidade e compartilhamento de espécies entre os biomas brasileiros. In: IV Encuentro de Lepidoptera Neotropicales, 2012, Montevideo. RESÚMENES IV Encuentro de Lepidoptera Neotropic.

Chapman, A.D., 2009. Numbers of Living Species in Australia and the World. Heritage 2nd, 84. doi:10.1177/135

Darrault, R.O., Schlindwein, C., 2002. Esfingídeos (Lepidoptera, Sphingidae) no Tabuleiro Paraibano, nordeste do Brasil: abundância, riqueza e relação com plantas esfingófilas. Rev. Bras. Zool. 19, 429–443. doi:10.1590/S0101-81752002000200009

Freitas, A.V.L., Marini-Filho, O.J., 2011. Plano de Ação Nacional para Conservação dos Lepidópteros ameaçados de extinção. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, Brasília - DF.

Garda, E., 1996. Atlas do meio ambiente do Brasil. Ed. Terra Viva 160.

Haber, W.A., Frankie, G.W., 1989. Costa Rican Dry Forest Sphingidae Community: a Tropical Hawkmoth. Biotropica 21, 155–172.

Hilty, J., Merenlender, A., 2000. Faunal indicator taxa selection for monitoring ecosystem health. Biol. Conserv. 92, 185–197. doi:10.1016/S0006-3207(99)00052-X

Hodges, R.W., 1971. The Moths of North America North of Mexico. Fascicle 21: Sphingoidea. E.W. Classey Limited & R.B.D. Publications Inc., London.

Janzen, D.H., 1984. Two ways to be a tropical big moth: Santa Rosa saturniids and sphingids. Oxford Surv. Evol. Biol. 1, 85–144.

Johnson, S.D., Moré, M., Amorim, F.W., Haber, W.A., Frankie, G.W., Stanley, D.A., Cocucci, A.A., Raguso, R.A., 2017. The long and the short of it: a global analysis of hawkmoth pollination niches and interaction networks. Funct. Ecol. 31, 101–115. doi:10.1111/1365-2435.12753

Kislev, M.E., Kraviz, Z., Lorch, J., 1972. A study of hawkmoth pollination by a palynological analysis of the proboscis. Isr. J. Bot. 21, 57–75.

Kitching, I.J., 2017. Sphingidae Taxonomic Inventory [WWW Document]. Sphingidae Taxon. Invent. URL http://sphingidae.myspecies.info/ (accessed 3/1/17).

Kitching, I.J., Cadiou, J.-M., 2000. Hawkmoths of the World: an Annotated and Illustrated Revisionary Checklist (Lepidoptera: Sphingidae). Cornell University Press, London.

Klink, C.A., Machado, R.B., 2005. Conservation of the Brazilian Cerrado. Conserv. Biol. 19, 707–713. doi:10.1111/j.1523-1739.2005.00702.x

Kristensen, N., Scoble, M.J., Karsholt, O., 2007. Lepidoptera phylogeny and systematics: the state of inventorying moth and butterfly diversity. Zootaxa 747, 699–747. doi:http://www.mapress.com/zootaxa/2007f/z01668p747f.pdf

Lampe, R.E.J., 2010. Saturniidae of the World - Pfauenspinner der Welt / Their Life Stages from the Eggs to the Adults. Verlag Dr. Friedrich Pfeil.

Lemaire, C., 1978. Les Attacidae Américains (=Saturniidae). Attacinae. Édition C. Lemaire, Neuilly-sur-Seine, 1978. 238 p.

Lemaire, C., 1980. Les Attacidae Américains (=Saturniidae). Arsenurinae. Édition C. Lemaire, Neuilly-sur-Seine, 1980.199p.

Lemaire, C., 1988. Les Saturniidae Américains (=Attacidae). Ceratocampinae. Edición C. Lemaire & Museo Nacional de Costa Rica, 1988. 479p.

Martin, A., Soares, A., Bizarro, J., 2011. Guia dos Sphingidae da Serra dos Órgãos. REGUA Publications, Rio de Janeiro - RJ.

Mora, C., Tittensor, D.P., Adl, S., Simpson, A.G.B., Worm, B., 2011. How many species are there on earth and in the ocean? PLoS Biol. 9, 1–8. doi:10.1371/journal.pbio.1001127

Nilsson, L.A., Johnsson, L., Ralison, L., Randrianjohany, E., 1987. Angraecoid orchids and hawkmoths in Central Madagascar: specialized pollination systems and generalist foragers. Biotropica 19, 310. doi:10.2307/2388628

Peigler, R.S., 2012. Diverse evidence that *Antheraea Pernyi* (Lepidoptera: Saturniidae) Is Entirely of Sericultural Origin. Trop. Lepid. 22, 93–99.

Pittaway, A.R., 1993. The hawkmoths of the Western Palaearctic 240 p.

Ribeiro, M.C., Martensen, A.C., Metzger, J.P., Tabarelli, M., Scarano, F.R., Fortin, M.J., 2011. The Brazilian Atlantic Forest: a shrinking biodiversity hotspot. In: Zachos FE, Habel JC (ed) Biodiversity hotspots. Springer, Heidelberg, pp 405–434.

Sazatornil, F.D., Moré, M., Benitez-Vieyra, S., Cocucci, A.A., Kitching, I.J., Schlumpberger, B.O., Oliveira, P.E., Sazima, M., Amorim, F.W., 2016. Beyond neutral and forbidden links: morphological matches and the assembly of mutualistic hawkmoth-plant networks. J. Anim. Ecol. 85, 1586–1594. doi:10.1111/1365-2656.12509

Stevens, M., 2005. The role of eyespots as anti-predator mechanisms, principally demonstrated in the Lepidoptera. Biol. Rev. 80, 573. doi:10.1017/S1464793105006810

Van Nieukerken, E.J., Kaila, L., Kitching, I.J., Kristensen, N.P., Lees, D.C., Minet, J., Mitter, C., Mutanen, M., Regier, J.C., 2011. Order Lepidoptera Linnaeus, 1758. In: Zhang, Z.-Q. (Ed.), Animal biodiversity: An outline of higher-level classification and survey of taxonomic richness. Zootaxa 1758, 212–221. doi:http://www.mapress.com/zootaxa/2011/f/zt03148p221.pdf

Vieira, I.C.G., Toledo, P.M., Silva, J.M.C., Higuchi, H., 2008. Deforestation and threats to the biodiversity of Amazonia. Brazilian J. Biol. 68, 949–956. doi: 10.1590/S1519-69842008000500004

Haber, W.A., Frankie, G.W., 1989. A Tropical Hawkmoth Community: Costa Rican Dry Forest Sphingidae. Biotropica 21, 155–172. doi:10.2307/2388706

Winder, J.A., 1976. Ecology and control of Erinnyis ello and E. alope, important insect pests in the New World. Trop. Pest Manag. 22, 449–466. doi:10.1080/09670877609414334

Wolff, J.L.C., Moraes, R.H.P., Kitajima, E., De Souza Leal, E., & Zanotto, P.M.D.A., 2002. Identification and characterization of a baculovirus from Lonomia obliqua (Lepidoptera: Saturniidae). J. Invertebr. Pathol. 79(3), 137–145. doi:10.1016/S0022-2011(02)00030-7

Capítulo 1. Biodiversidade de Sphingidae (Lepidoptera) nos biomas brasileiros – distribuição, composição, riqueza, abundância e ocorrência em Unidades de Conservação

Introdução

O primeiro estudo dos padrões de distribuição geográfica de Sphingidae foi realizado a partir do número de gêneros e espécies com ocorrência em cada região zoogeográfica (Rothschild and Jordan, 1903), o que permitiu identificar espécies restritas e de ampla distribuição geográfica em cada região. Na região Neotropical, Schreiber (1978) propôs a existência de "centros de dispersão" (de acordo com a paradigma biogeográfico à época) de espécies de Sphingidae, adotando a mesma metodologia utilizada por Rothschild and Jordan (1903), numa escala mais fina para a região Neotropical. A partir da identificação de 20 gêneros com distribuição restrita a cada região foram propostos 18 centros de dispersão de Sphingidae, dos quais cinco estão localizados no Brasil e países vizinhos: "Centro Guiana" (Francesa), adjunto à Amazônia brasileira; "Centro Serra do Mar", que corresponde à Floresta Ombrófila Densa da Mata Atlântica; "Centro Uruguai", com influência na esfingofauna ocorrente no Pampa; "Centro Mato-Grosso" e "Centro Paraguaio", de onde se dispersariam esfingídeos para o Pantanal e Cerrado.

Atualmente, estudos de biogeografia cladística baseados nas relações filogenéticas entre as espécies tem sido utilizados para testar hipóteses da história biogeográfica de diversos Lepidoptera (Kodandaramaiah et al., 2010; Müller et al., 2013; Wu et al., 2015). Para Sphingidae, a primeira filogenia molecular revelou um padrão biogeográfico de larga escala, onde as subfamílias Smerinthinae e Sphinginae teriam sua distribuição ancestral no Velho Mundo, enquanto Macroglossinae teria duas tribos (Macroglossini e Dilophonotini) com distribuição ancestral no Velho e Novo Mundo, respectivamente (Kawahara et al., 2009). A informação básica para estudos de biogeografia filogenética e compreensão dos padrões de distribuição atuais são os registros de ocorrência de espécies, com amostras de indivíduos em cada localidade.

No Brasil, a família Sphingidae está distribuída em todos os biomas brasileiros. A definição de bioma adotada neste estudo é *lato-sensu* e segue a delimitação geográfica definida em IBGE (2004). Os primeiros registros para o Brasil datam de 1856, quando algumas espécies com ocorrência nos biomas Amazônia e Mata Atlântica (Rothschild and

Jordan, 1903) foram identificadas. Os primeiros levantamentos populacionais de Sphingidae realizados no país datam de 1907, às margens do Rio Madeira, localidade Aliança, próximo a Porto Velho-RO (Rothschild and Jordan, 1910), Amazônia, onde foram identificadas 50 espécies. De 1911 a 1918, o reverendo Arthur Miles Moss, capelão britânico do estado do Pará, residente em Belém, realizou um trabalho consideravelmente importante de biologia e ecologia de Sphingidae com descrição detalhada de estágios imaturos, plantas hospedeiras, habitats e fenologia, tendo registrado 90 espécies somente na região vicinal de Belém, o que representava aproximadamente 10% das 912 espécies de Sphingidae descritas no mundo e mais de 300% das espécies descritas para o continente Europeu (Moss, 1920).

A Amazônia, floresta tropical mais biodiversa do mundo (Da Silva et al., 2005) com apenas 30% de sua biodiversidade estimada atualmente conhecida (Salati et al., 2006), abrange praticamente metade do território nacional (IBGE, 2004), abriga o maior volume de água doce do planeta (Braga et al., 1999), com três tipos de formações florestais: floresta Ombrófila Densa, Semidecídua e Decídua Estacionária (Joly et al., 1999) e uma fauna de lepidópteros ainda pouco conhecida (Hawes et al., 2009; Teston and Correa, 2015; Camargo et al., 2016). Sua biodiversidade está sob intensa ameaça em função do desmatamento (Vieira et al., 2008) e empreendimentos de infraestrutura como hidrelétricas (Ferreira et al., 2013) e mineradoras (Asner et al., 2013), causando perda e degradação de habitats. Nos últimos 30 anos foram realizados sete levantamentos de Sphingidae no bioma amazônico, os quais contribuíram de maneira significativa para o conhecimento da ecologia no grupo no Bioma e no Brasil (Motta et al., 1991; Motta and Andreazze, 2001; Motta and Andreazze, 2002; Motta and Xavier-Filho, 2005; Hawes et al., 2009; Camargo et al., 2016). Desde então, vários registros de ocorrência de espécies de Sphingidae foram relatados para o Bioma (Haxaire, 1995, 2009; Eitschberger, 2005; Duarte et al., 2009), além dos registros já existentes de coleções entomológicas.

A Mata Atlântica cobria aproximadamente 15% do território brasileiro em 1500, antes da chegada dos primeiros europeus ao Brasil (Leal and Câmara, 2003). Atualmente, restam apenas 11% da cobertura vegetal original , intensamente fragmentada (Ribeiro et al., 2011). É um dos 25 *hostspots* de biodiversidade mundial e abriga mais de 8.000 espécies endêmicas (Myers et al., 2000). Atualmente, as principais ameaças à conservação da biodiversidade na Mata Atlântica são a perda e degradação de habitats ocasionados pelo desmatamento ilegal, pelo intenso processo de ocupação humana (Ribeiro et al., 2009) e pelas mudanças climáticas (Scarano and Ceotto, 2015).

Na Mata Atlântica foram realizados 19 estudos com levantamentos populacionais de esfingídeos (Laroca and Mielke, 1975; Coelho et al., 1979; Biezanko, 1982; Laroca et al., 1989; Marinoni et al., 1999; Darrault and Schlindwein, 2002; Duarte Júnior and Schlindwein, 2005; Duarte et al., 2008; Duarte Júnior and Schlindwein, 2008; Ávila Junior, 2009; Siewert, Ricardo and Silva, 2010; Cruz-Neto et al., 2011; Martin et al., 2011; Amorim, 2012; Favretto, 2012; Primo et al., 2013; Machado, 2014; Santos et al., 2015; Vieira et al., 2015) e outros estudos diversos sobre ocorrência (Eitschberger, 2005; Monteiro et al., 2007; Vaglia and Haxaire, 2009; Haxaire et al., 2015), além dos registros oriundos de coleções entomológicas, sendo o bioma com maior número de levantamentos e registros de ocorrência de espécies para o Brasil, até o momento.

O Cerrado é o segundo maior bioma brasileiro em extensão ocupando aproximadamente 24% do território nacional (IBGE, 2004), com diferentes formações florestais (Mata Ciliar, Mata de Galeria, Mata Seca e Cerradão), savânicas (Cerrado *sensu stricto*, Parque de Cerrado, Palmeiral e Vereda) e campestres (Campo Sujo, Campo Limpo e Campo Rupestre) (Ribeiro and Walter, 2008). Assim como a Mata Atlântica, está entre os 25 *hotspots* da biodiversidade global (Myers et al., 2000), com alta riqueza de lepidópteros (Camargo, 1997). A perda e degradação de habitats pelo desmatamento e conversão de áreas pelo agronegócio estão entre as principais causas da perda da biodiversidade no bioma (Klink and Machado, 2005). A biodiversidade de Sphingidae no Cerrado ainda é pouco conhecida, onde poucos estudos com levantamentos populacionais envolvendo a família foram realizados (Amorim et al., 2009; Mielke and Haxaire, 2013; Oliveira, 2014; Braga and Diniz, 2015). Nos últimos 30 anos, diversos registros de ocorrência de espécies de Sphingidae foram relatados para o Bioma, disponíveis em bancos de dados de coleções entomológicas (Coleção Entomológica CPAC, 2017; Coleção Entomológica UnB, 2017; DZUP-Lepidoptera, 2017; Fiocruz-CEIOC, 2017; Lepbarcoding, 2017; Kitching, 2017; SinBiota, 2017).

A Caatinga, único bioma com delimitação geográfica exclusiva no Brasil, ocupa cerca de 11% do território nacional e localiza-se no semiárido da região Nordeste. É fortemente caracterizada por uma intensa irregularidade pluviométrica (Andrade-Lima, 1981), com níveis de precipitação mensal média variando de 2 a 242 mm (INMET, 2017), promovendo uma alta heterogeneidade de habitats com 12 fitofisionomias distintas (Andrade-Lima, 1981). Sua biodiversidade também é ameaçada pela perda e degradação de habitats, uma vez que seus solos estão sob intenso processo de desertificação (Garda, 1996). A situação do conhecimento de Sphingidae na Caatinga é semelhante à do Cerrado,

com três levantamentos (Gusmão and Creão-Duarte, 2004; Duarte Júnior and Schlindwein, 2005b; Varela-Freire, 2004) e registros de ocorrência em artigos de descrição de espécies (Becker, 2001; Eitschberger, 2005), além de registros em coleções (BOLD-Systems, 2017; DZUP-Lepidoptera, 2017; Fiocruz-CEIOC, 2017; GBIF, 2017; Lepbarcoding, 2017; NHM-London-ENT, 2017).

O Pampa abrange a Argentina, Uruguai, Paraguai e Brasil, onde ocupa uma área de 176.496 Km² (IBGE, 2004), restrito ao Estado do Rio Grande do Sul. É formado por fitofisionomias campestres do Planalto da Campanha, Depressão Central, Planalto Sul-Rio-Grandense e Planície Costeira (IBGE, 2012). Em relação aos biomas brasileiros, delimita-se apenas com a Mata Atlântica. Tem sofrido intensa conversão de habitats pelo agronegócio (Bilenca and Miñarro, 2004). No Pampa, há registros de ocorrência de espécies de Sphingidae em dois levantamentos (Carvalho et al., 1978; Biezanko, 1982a), além dos registros de coleções (BOLD-Systems, 2017; DZUP-Lepidoptera, 2017; MCTP-Insetos, 2017; NHM-London-ENT, 2017. Apesar de haver listas de espécies para o Rio Grande do Sul (Oliveira et al., 1999; Specht et al., 2008), estas não incluem informações a respeito da localidade dos registros de ocorrência, o que impossibilita a utilização dos dados para o Bioma, uma vez que além do bioma Pampa, o Rio Grande do Sul abrange parte da Mata Atlântica.

O Pantanal é uma das maiores planícies alagadas no planeta, cobrindo 140.000 Km² da Bacia do Alto Rio Paraguai, com pulsos de inundação sazonais que alteram os níveis d'água em até cinco metros na planície alagada (De Oliveira and Calheiros, 2000). Possui vegetação e paisagem heterogêneas influenciadas pela Amazônia, Chaco e principalmente pelo Cerrado (Ribeiro and Dias, 2007), abrigando uma rica fauna de invertebrados ainda pouco conhecida (Diniz and Morais, 2007). As principais ameaças à conservação da biodiversidade e ecossistemas no Pantanal incluem o desmatamento (Harris et al., 2005), e contaminação da água pelo uso de pesticidas agrícolas em regiões adjacentes à cabeceira dos rios (Alho et al., 1988). O Pantanal é o bioma brasileiro mais desconhecido em relação a sua esfingofauna. Até o momento, não foram realizados estudos envolvendo levantamentos populacionais de esfingídeos no Bioma. Os raríssimos registros de ocorrência de espécies estão disponíveis em bancos de dados e coleções entomológicas (BOLD-Systems, 2017; DZUP-Lepidoptera, 2017; Fiocruz-CEIOC, 2017; GBIF, 2017).

Em 2014, o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – ICMBio e colaboradores avaliaram o estado de conservação de Sphingidae no Brasil a partir da

metodologia adotada pela União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN, 2012), atualizando a lista de espécies da fauna brasileira ameaçada de extinção. Das espécies com ocorrência no Brasil, foram identificadas três com grau de ameaça associado: *Aleuron prominens* (Walker, 1856), "VU - Vulnerável", *Aleuron ypanemae* (Boisduval, 1875), "EN – Em Perigo" e *Nyceryx mielkei* Haxaire, 2009, "CR - Criticamente em Perigo". Esta avaliação tem por base, dentre outros critérios, os registros de ocorrência, riqueza e abundância populacional da espécie no país, ressaltando a importância dessa informação para a conservação da biodiversidade.

Considerando a relevância ecológica dos Sphingidae para o serviço ambiental de polinização (Haber, 1989; Bawa, 1990; Darrault and Schlindwein, 2002; Amorim, 2012), sua representatividade nos biomas brasileiros e importância para o monitoramento e conservação da biodiversidade (Hilty and Merenlender, 2000), o presente estudo buscou elaborar um panorama do estado atual da biodiversidade da família Sphingidae nos biomas brasileiros, e teve por objetivos: (1) compilar listas de espécies com ocorrências nos biomas; (2) – caracterizar e comparar a composição, similaridade, riqueza, abundância e distribuição das populações com ocorrência em cada bioma; (3) avaliar a ocorrência da esfingofauna em Unidades de Conservação (UCs).

Material e métodos

Registros de ocorrência

Os registros de ocorrência de espécies de Sphingidae foram compilados de 39 artigos científicos (Rothschild and Jordan, 1910; Moss, 1920; Laroca and Mielke, 1975; Carvalho et al., 1978; Coelho et al., 1979; Biezanko, 1982a; 1982b; Laroca et al., 1989; Motta and Soares, 1997; Haxaire, 1995; Motta and Soares, 1997; Motta et al., 1998; Marinoni et al., 1999; Becker and Camargo, 2001; Motta and Andreazze, 2001; Darrault and Schlindwein, 2002; Motta and Andreazze, 2002; Gusmão and Creão-Duarte, 2004; Duarte Júnior and Schlindwein, 2005a; 2005b; Eitschberger, 2005; Motta and Xavier-Filho, 2005; Monteiro et al., 2007; Duarte et al., 2008; Duarte Júnior and Schlindwein, 2008; Amorim et al., 2009; Duarte et al., 2009; Hawes et al., 2009; Haxaire, 2009; Vaglia and Haxaire, 2009; Siewert, Ricardo and Silva, 2010; Cruz-Neto et al., 2011; Favretto, 2012; Mielke and Haxaire, 2013; Primo et al., 2013; Haxaire et al., 2015; Santos et al., 2015; Vieira et al., 2015; Camargo et al., 2016); três teses (Ávila Junior, 2009; Amorim,

2012; Oliveira, 2014); duas dissertações (Varela-Freire, 2004; Machado, 2014), um livro (Martin et al., 2011), e 14 bases de dados de coleções entomológicas (BOLD-Systems, 2017; CECA, 2017; CPAC, 2017; DZUP-Lepidoptera, 2017; Fiocruz-CEIOC, 2017; GBIF, 2017; Kitching, 2017; Lepbarcoding, 2017; MCTP-Insetos, 2017; NHM-London-ENT, 2017; NMNH-Animalia-BR, 2017; OBIS-BR, 2017; SinBiota, 2017; UnB, 2017). A taxonomia foi revisada e atualizada de acordo com Kitching (2017).

Foram incluídos dados primários de registros de ocorrência de Sphingidae de levantamentos realizados no Parque Nacional Chapada dos Veadeiros (PNCV), Parque Nacional Chapada Diamantina (PNCD) e em Rio Pardo de Minas – MG (Apêndice 1.1).

Análises

Para determinar a incidência dos registros de ocorrência nos biomas brasileiros foi desenvolvido um *script* em "R" (R Core Team, 2017) que utiliza os pacotes "maps" (Minka and Deckmyn, 2016); "raster" (Hijmans, 2016) e "rgdal" (Bivand et al., 2017). O script realiza uma análise geoespacial da incidência de cada registro de ocorrência nos municípios (IBGE, 2015), estados (IBGE, 2010), biomas (IBGE, 2004) e Unidades de Conservação municipais, estaduais e federais (MMA, 2017). O código do *script* está disponível no Apêndice 1.2.

Os dados geoespaciais obtidos a partir dos registros de ocorrência foram sistematizados e analisados para gerar os seguintes resultados: número de indivíduos, espécies e registros de ocorrência levantados por municípios, estados e biomas; listas de espécies de Sphingidae por bioma e referência bibliográfica, com indicação de espécies com registros exclusivos em cada bioma; número de espécies com registros de ocorrência por estado; compartilhamento de espécies entre os biomas; percentual de riqueza de espécies por subfamílias, tribos e subtribos no Brasil, por bioma; lista de espécies de Sphingidae com incidência em Unidades de Conservação municipais, estaduais e federais por bioma; percentuais de Unidades de Conservação federais, estaduais e municipais com levantamentos de Sphingidae.

Com base no número de indivíduos por espécie em cada bioma foram calculados os estimadores de riqueza Chao1 e ACE (Magurran, 1988) em "R" (R Core Team, 2017) utilizando o pacote "vegan" (Oksanen et al., 2017), o que permitiu a avaliar o percentual de riqueza observada em relação à estimada de 25 levantamentos populacionais de

esfingídeos no Brasil. Áreas cuja riqueza observada alcançou 70% da estimada foram consideradas para as demais análises de similaridade, riqueza e abundância nos biomas.

A similaridade das assembleias de Sphingidae entre os biomas foi comparada a partir de uma Análise de Coordenadas Principais (PCoA) dos índices de dissimilaridade de Bray-Curtis e Jaccard utilizando as funções "vegdist" e "pca" do pacote "vegan" (Oksanen et al., 2017). Para analisar a influência das variáveis abióticas na composição, riqueza, abundância e distribuição de Sphingidae nos biomas foram compilados dados históricos de 1967 a 2017 das médias mensais de precipitação, umidade relativa do ar e temperatura máxima nas localidades dos levantamentos (INMET, 2017). Os valores médios das variáveis abióticas foram comparados com as abundâncias por espécie amostradas em cada área utilizando a função "capscale" do pacote "vegan" (Oksanen et al., 2017), onde foram calculadas as correlações entre as variáveis abióticas e os eixos da PCoA.

Para comparar a riqueza observada de Sphingidae em cada bioma foram calculadas curvas de rarefação de indivíduos por espécie (Gotelli and Colwell, 2001) no aplicativo EstimateS (Cowell, 2013). A curva de rarefação do Cerrado foi extrapolada em três vezes o número de indivíduos observados (Colwell et al., 2012) e as curvas dos demais biomas foram plotadas até o número de indivíduos da curva de acumulação de espécies extrapolada do Cerrado. Foram gerados perfis de diversidade baseados na série de Rényi como proposto por Tóthmérész, 1995 no aplicativo PAST (Hammer et al., 2001), onde também foram gerados os perfis de abundância em cada bioma e o teste qui-quadrado em relação ao modelo de distribuição de abundância com melhor ajustamento.

Resultados

Foram levantados 5.761 registros de ocorrência de espécies de Sphingidae em 633 pontos amostrais distribuídos nos biomas brasileiros (Figura 1.1), totalizando 37.681 indivíduos amostrados de 190 espécies com ocorrência no Brasil (Tabela 1.1).

Tabela 1.1. Número de estados, municípios, pontos amostrais, registros de ocorrência de espécies, indivíduos (n) e espécies (s) levantados nos biomas brasileiros (Dados compilados de 39 artigos científicos, três teses, duas dissertações, um livro, 14 bases de dados de coleções entomológicas e dados primários de levantamentos realizados no Parque Nacional Chapada dos Veadeiros, Parque Nacional Chapada Diamantina e Rio Pardo de Minas – MG, de fevereiro de 2009 a novembro de 2014).

Bioma	Estados	Municípios	Pontos amostrais	Registros de ocorrência de espécies	n	s
Amazônia	8	51	144	1.877	16.227	131
Caatinga	8	23	26	137	7.386	38
Cerrado	11	61	132	820	2.375	108
Mata Atlântica	11	181	302	2.754	11.482	148
Pampa	1	20	24	156	189	54
Pantanal	2	4	5	17	22	14
Brasil	**27**	**340**	**633**	**5.761**	**37.681**	**190**

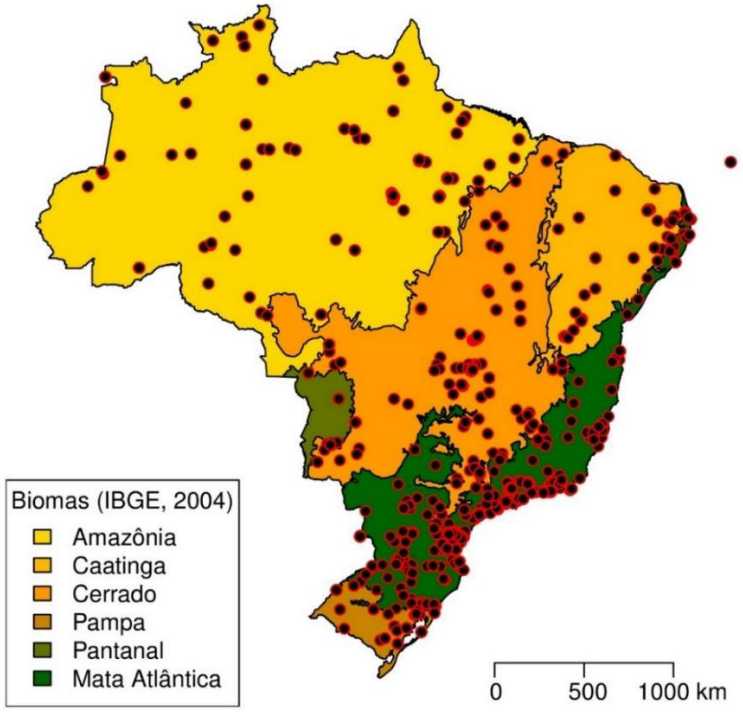


Figura 1.1. Distribuição dos registros de ocorrência de Sphingidae nos biomas brasileiros (Dados compilados de 39 artigos científicos, três teses, duas dissertações, um livro, 14 bases de dados de coleções entomológicas e dados primários de levantamentos realizados no Parque Nacional Chapada dos Veadeiros, Parque Nacional Chapada Diamantina e Rio Pardo de Minas – MG, de fevereiro de 2009 a novembro de 2014).

Dos sete estados brasileiros com maior número de ocorrência de espécies de Sphingidae registradas, cinco abrangem a Mata Atlântica: Rio de Janeiro, 126 espécies; São Paulo, 121; Santa Catarina, 107; Paraná, 101; Minas Gerais, 92; e dois a Amazônia: Pará, 113 e Amazonas, 107. Os estados com menor número de registros de ocorrência encontram-se nas regiões norte: Acre, 10 espécies; Tocantins, seis; e nordeste: Alagoas,

17; Piauí, cinco; Ceará, três e Sergipe, com apenas uma espécie registrada (Figura 1.2), revelando enormes lacunas de conhecimento da fauna de Sphingidae nestes estados.

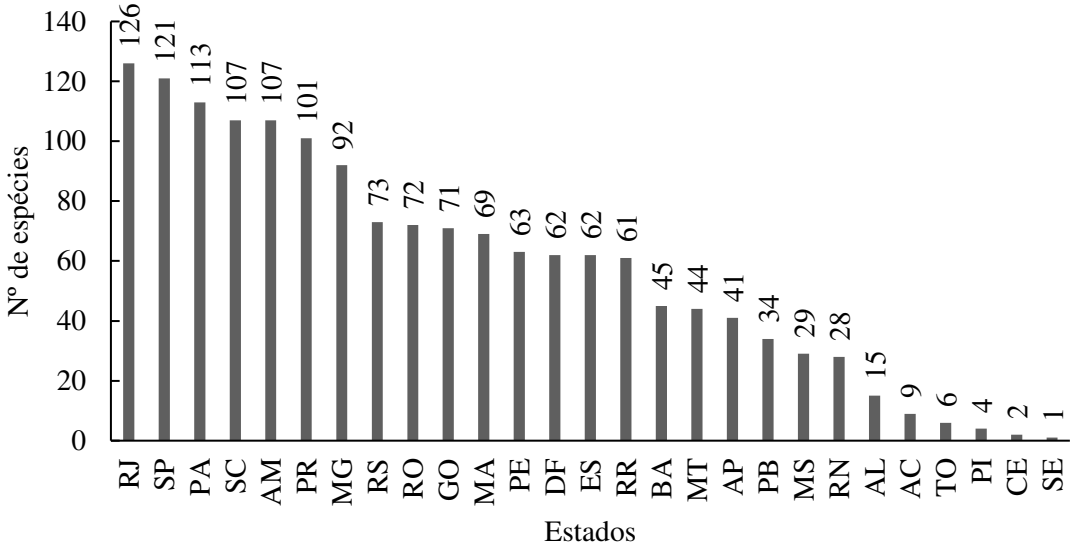


Figura 1.2. Número de espécies de Sphingidae com ocorrência registrada nos estados brasileiros (Dados compilados de 39 artigos científicos, três teses, duas dissertações, um livro, 14 bases de dados de coleções entomológicas e dados primários de levantamentos realizados no Parque Nacional Chapada dos Veadeiros, Parque Nacional Chapada Diamantina e Rio Pardo de Minas – MG, de fevereiro de 2009 a novembro de 2014).

Composição e compartilhamento de espécies entre os biomas

A lista das 190 espécies de Sphingidae com ocorrência no Brasil, organizada por subtribo, tribo, subfamília, com indicação de ocorrência em cada bioma brasileiro e de espécies com distribuição restrita a cada bioma está disponibilizada no Apêndice 1.3. Ao todo, foram levantadas 148 espécies com ocorrência na Mata Atlântica, 131 na Amazônia, 108 no Cerrado, 54 no Pampa, 38 na Caatinga e 14 no Pantanal. Os registros de ocorrência representados por " * " no Apêndice 1.3 não coincidem com a distribuição conhecida da espécie, tendo por base a literatura consultada. Por esse critério, as espécies *Isognathus rimosa* (Grote, 1865); *Perigonia jamaicensis* Rothschild, 1894; *Pachygonidia hopfferi* (Staudinger, 1876); *Xylophanes eumedon* (Boisduval, [1875]); *Xylophanes resta* Rothschild & Jordan, 1903; *Euryglottis aper* (Walker, 1856); *Manduca armatipes* (Rothschild & Jordan, 1916); *Manduca bergarmatipes* (Clark, 1927); *Manduca brontes* (Drury, 1773); *Manduca occulta* (Rothschild & Jordan, 1903); *Manduca pellenia* (Herrich-Schäffer, [1854]) e *Manduca tucumana* (Rothschild & Jordan, 1903) não foram

consideradas na lista de espécies com ocorrência no Brasil, apesar de terem registros de ocorrência publicados. Espécies com indicação de " * " no registro de ocorrência em determinado bioma não foram consideradas na lista de espécies do mesmo, pelo mesmo critério adotado.

Foram acrescidas três espécies à lista compilada para a Amazônia (Camargo et al., 2016): *Amphonyx rivularis* Butler, 1875; *Manduca chinchilla* (Gehlen, 1942) e *Nyceryx janzeni* Haxaire, 2005, totalizando 131 espécies com registros de ocorrência para o Bioma. Destas, 29 espécies (22% do total de espécies ocorrentes) são exclusivas (Apêndice 1.3), sendo o bioma com maior número de espécies com registros exclusivos. O bioma que compartilha mais espécies com a Amazônia é a Mata Atlântica, 96 espécies (73% do total de espécies para a Amazônia), seguido do Cerrado com 78 (56%). Destas, 73 são compartilhadas entre os três biomas.

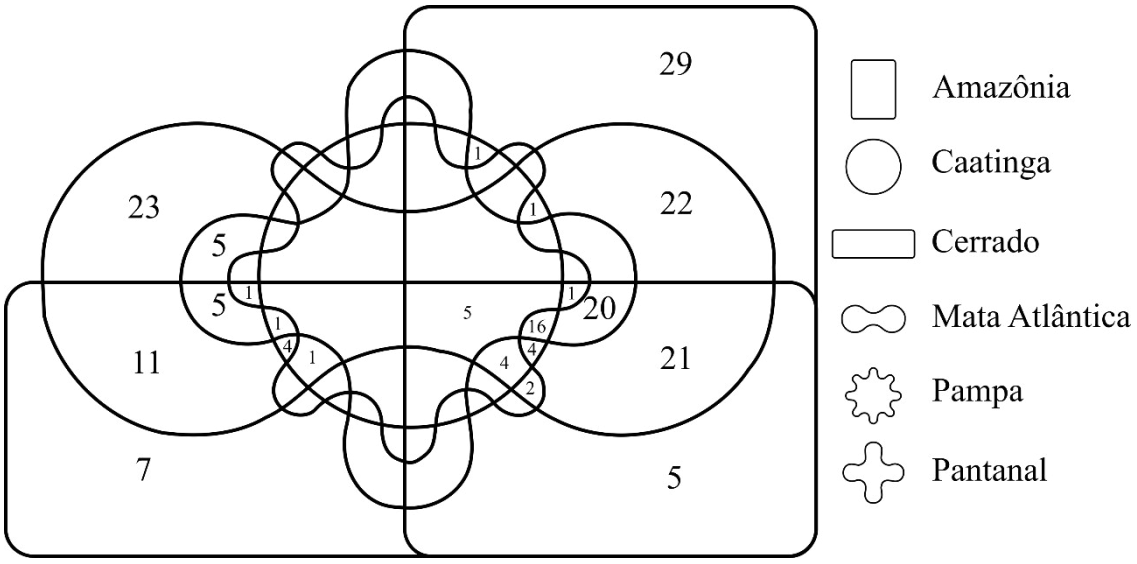


Figura 1.3. Diagrama de Venn-Edwards (Edwards, 2004) com o número de espécies compartilhadas e com registros exclusivos nos biomas brasileiros (Dados compilados de 39 artigos científicos, três teses, duas dissertações, um livro, 14 bases de dados de coleções entomológicas e dados primários de levantamentos realizados no Parque Nacional Chapada dos Veadeiros, Parque Nacional Chapada Diamantina e Rio Pardo de Minas – MG, de fevereiro de 2009 a novembro de 2014).

Na Caatinga foram identificadas sete espécies que não haviam sido registradas em levantamentos anteriores (Duarte Júnior and Schlindwein, 2005; Gusmão and Creão-Duarte, 2004; Varela-Freire, 2004): *Amphonyx duponchel* (Poey, 1832); *Amphonyx rivularis* Butler, 1875; *Manduca florestan* (Stoll, 1782); *Neococytius cluentius* (Cramer, 1775); *Nyceryx brevis* (Becker, V. O. 2001); *Protambulyx astygonus* (Boisduval, [1875]);

Xylophanes thyelia (Linnaeus, 1758). No caso de *Nyceryx brevis* (Becker, V. O. 2001), apesar de ter sido mencionada como uma ocorrência para o Brasil Central no artigo de descrição da espécie, o ponto amostral (Morro do Chapéu – BA) coincide com o bioma Caatinga, de acordo com a referência adotada (IBGE, 2004). De fato, a região é um ecótono entre o Cerrado, Caatinga e Mata Atlântica: das 38 espécies ocorrentes na Caatinga, 31 são compartilhadas com a Amazônia, 35 com o Cerrado e 37 com a Mata Atlântica.

Foram identificadas 108 espécies com ocorrência no Cerrado, destas, sete com registro exclusivo para o Bioma: *Manduca corumbensis* (Clark, 1920); *Manduca herbini* Haxaire, [2014]; *Manduca violaalba* (Clark, 1922); *Neogene corumbensis* Clark, 1922; *Nyceryx furtadoi* Haxaire, 1996; *Nyceryx mielkei* Haxaire, 2009 e *Orecta comus* Haxaire & Mielke, C., 2013. *Manduca herbini* Haxaire, [2014] possui registros de ocorrência para os estados de Mato Grosso e Rondônia (Kitching, 2017), entretanto, a localidade de Rondônia não é precisa, não sendo possível determinar se a espécie é compartilhada com a Amazônia. Já *Manduca corumbensis* (Clark, 1920); *Manduca violaalba* (Clark, 1922) e *Neogene corumbensis* Clark, 1922 possuem distribuição conhecida para os estados de Goiás, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul (Kitching, 2017), e futuros esforços amostrais podem registrar estas espécies para o Pantanal. O Cerrado compartilha 96 espécies com a Mata Atlântica, 88% do total registrado para o Bioma.

A Mata Atlântica é o bioma com maior número de registros de espécies, 148, das quais 23 foram registradas apenas nesse bioma, até então. É também o bioma que mais compartilha espécies com os demais: além do número de espécies compartilhadas com a Amazônia, Caatinga e Cerrado, já mencionados, todas as espécies registradas para o Pampa e Pantanal são compartilhadas com a Mata Atlântica.

Além do Pampa ter todas as 54 espécies de Sphingidae com ocorrência no bioma compartilhadas com a Mata Atlântica, destas, 42 são compartilhadas com o Cerrado e a Amazônia. O Pantanal é o bioma brasileiro com menor número de registros de ocorrência, 14 espécies, sendo que estas também ocorrem no Cerrado e Mata Atlântica. Destas, 12 são compartilhadas com a Amazônia. 21 espécies (11% do total de espécies no Brasil) ocorrem em todos os biomas, exceto no Pantanal, o que certamente deve-se aos pouquíssimos esforços amostrais no Bioma. Cinco das 190 espécies de Sphingidae com ocorrência no Brasil têm distribuição geográfica conhecida em todos os biomas.

Proporção de espécies por subfamílias, tribos e subtribos

A proporção de espécies de cada subfamília (Figura 1.4b), tribo (Figura 1.4c) e subtribo (Figura 1.4d) amostradas, de maneira geral, não diferiu de maneira expressiva entre os biomas e do observado no Brasil (Figura 1.4a). As três subfamílias, quatro tribos e seis subtribos de Sphingidae com ocorrência no Brasil (Figura 1.4a) possuem registros de ocorrência de espécies em todos os biomas brasileiros (Figura 1.4b a 1.4d), com exceção do Pantanal, onde há registros de apenas três tribos e quatro subtribos, o que certamente se deve às pouquíssimas amostragens realizadas no Bioma.

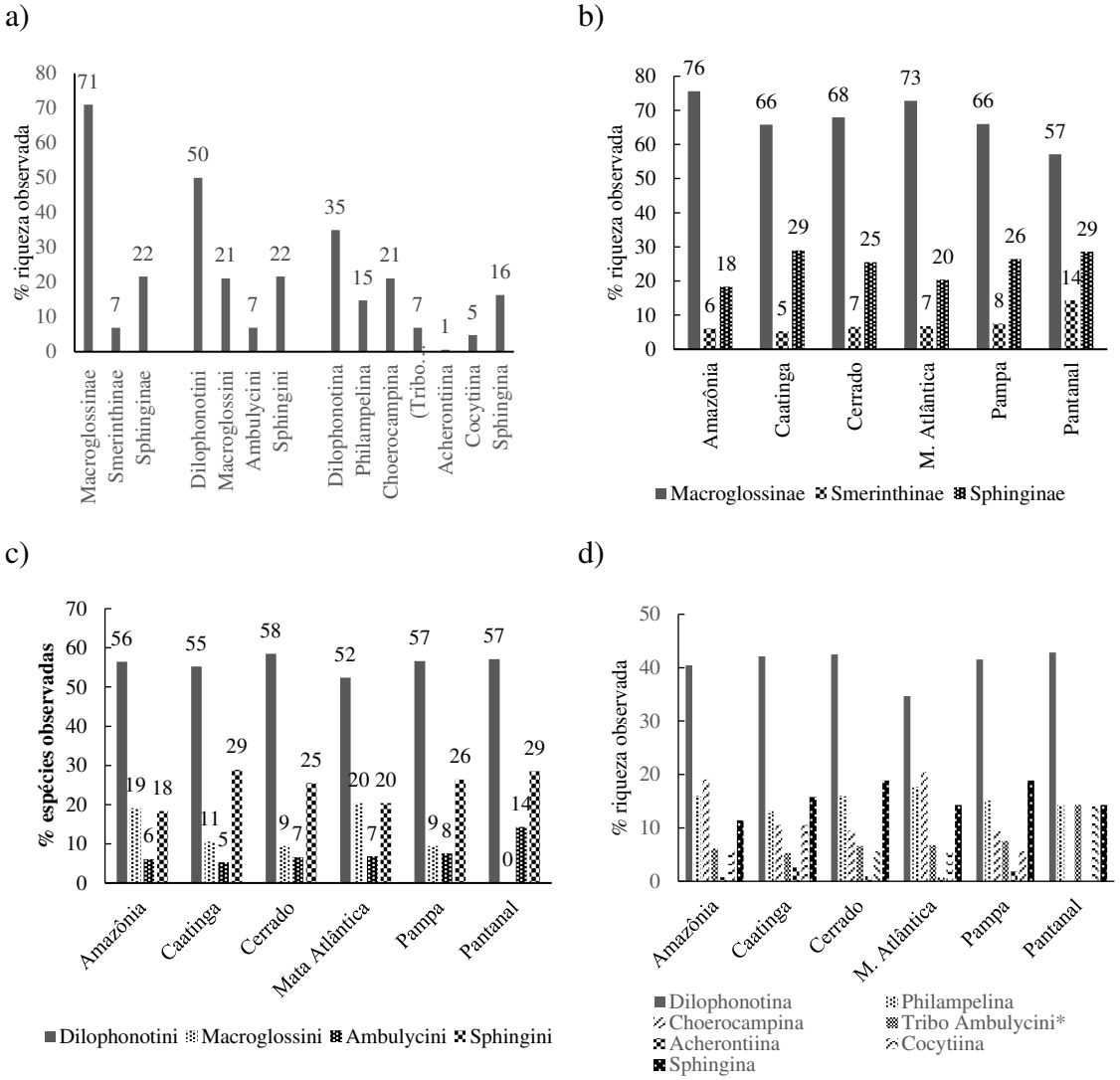
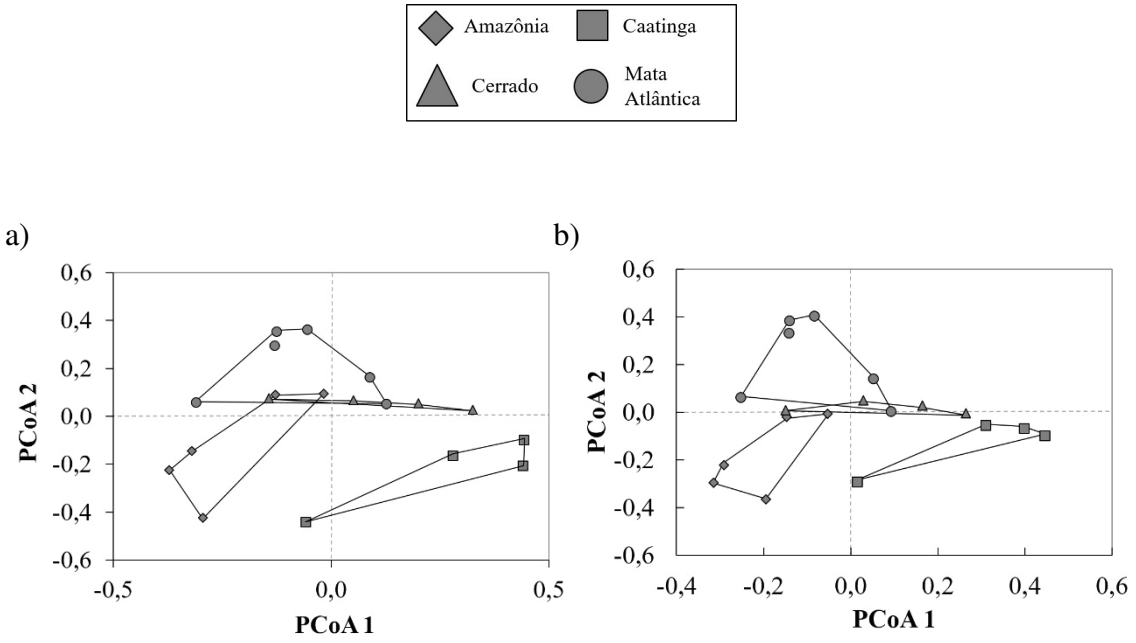


Figura 1.4. Percentual da riqueza observada de Sphingidae no Brasil por subfamílias, tribos e subtribos (a) e entre subfamílias (b), tribos (c) e subtribos (d) por bioma. (Dados compilados de 39 artigos científicos, três teses, duas dissertações, um livro, 14 bases de dados de coleções entomológicas e dados primários de levantamentos realizados no Parque Nacional Chapada dos Veadeiros, Parque Nacional Chapada Diamantina e Rio Pardo de Minas – MG, de fevereiro de 2009 a novembro de 2014).

Similaridade

Em 18 dos 25 levantamentos populacionais de espécies de Sphingidae com ocorrência no Brasil analisados, a riqueza observada alcançou 70% da riqueza estimada, de acordo com os estimadores de riqueza Chao1 e ACE (Apêndice 1.4). Os levantamentos realizados no Pampa não explicitam o número de indivíduos para todas as espécies amostradas (Biezanko, 1982; Carvalho et al., 1978), impossibilitando a inclusão do bioma para as análises de similaridade, riqueza e abundância. Já no Pantanal, não há levantamentos populacionais de espécies de Sphingidae, até então.

Com base nos indivíduos de 19 áreas amostradas nos levantamentos selecionados, A análise de coordenadas principais (PCoA) (Figura 1.5) mostrou que, de maneira geral, as assembleias de Sphingidae nos biomas Amazônia, Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica são similares entre si, considerando tanto a riqueza quanto a abundância (Figura 1.5a) como apenas a riqueza (Figura 1.5b), indicando que a abundância tem menor influência na diversidade das assembleias avaliadas. Considerando o eixo que explica a maior parte da variância (PCoA1), as assembleias de Sphingidae dos biomas analisados são bem similares entre si.



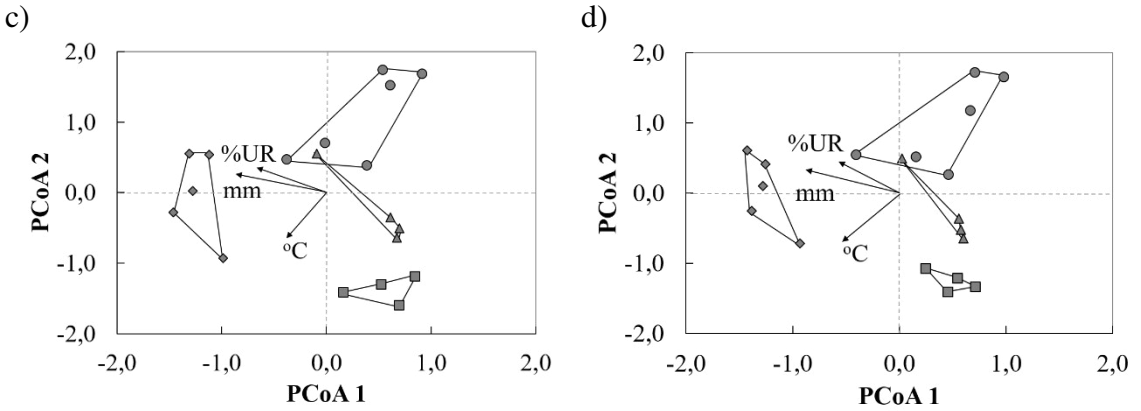


Figura 1.5. Análise de Coordenadas Principais (PCoA) dos índices de dissimilaridade de Bray-Curtis ("a") e Jaccard ("b") das assembleias de Sphingidae com ocorrência nos biomas Amazônia, Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica, com influência das variáveis ambientais de Precipitação Média Anual (mm), Umidade Relativa do Ar (%UR) e Temperatura (ºC) na dissimilaridade de Bray-Crutis ("c") (F3.15=1,389; P=0,003) e Jaccard ("d") (F3.15=1,6150; P=0,004) (Dados compilados de 16 artigos e de levantamentos populacionais em Cavalcante-GO, Alto Paraíso de Goiás-GO e Rio Pardo de Minas-MG, de fevereiro de 2009 a novembro de 2014).

A avaliação da influência das variáveis abióticas de precipitação média mensal, umidade relativa do ar e temperatura máxima (Apêndice 1.5) na dissimilaridade entre as assembleias de Sphingidae revelou um padrão similar para os índices de Bray-Curtis (Figura 1.5) e Jaccard (Figura 1.5d). A precipitação média mensal e a umidade relativa estão mais correlacionadas ao eixo "PCoA1", enquanto a temperatura está mais correlacionada ao eixo "PCoA2" (Tabela 1.2), indicando que a precipitação e umidade relativa responderam pela dissimilaridade entre as assembleias de Sphingidae da Amazônia em relação às assembleias dos demais biomas, e que a temperatura é a variável que mais respondeu pela dissimilaridade das assembleias da Caatinga e algumas assembleias da Mata Atlântica das demais.

Tabela 1.2. Correlação das médias de precipitação mensal, temperatura e umidade relativa com os eixos da Análise de Coordenadas Principais (PCoA) na avaliação da dissimilaridade entre assembleias de Sphingidae com ocorrência nos biomas Amazônia, Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica. (Os números em negrito representam as variáveis mais correlacionadas com cada eixo ($r \geq 0,5$. Dados climatológicos da série histórica de 1967 a 2017 (INMET, 2017) (Dados compilados de 16 artigos e de levantamentos populacionais em Cavalcante-GO, Alto Paraíso de Goiás-GO e Rio Pardo de Minas-MG, de fevereiro de 2009 a novembro de 2014).

	Bray-Curtis		Jaccard	
	PCoA1	PCoA2	PCoA1	PCoA2
Precipitação média mensal (mm)	**-0,88**	0,39	**-0,87**	0,43
Temperatura (ºC)	-0,47	**-0,76**	**-0,53**	**-0,75**
Umidade relativa (%UR)	**-0,62**	0,43	**-0,58**	0,48

Riqueza

As curvas de rarefação indicam que a Amazônia e Mata Atlântica apresentam maior riqueza acumulada de espécies de Sphingidae em relação ao Cerrado e Caatinga (Figura 1.6). A riqueza acumulada dos esfingídeos na Amazônia não diferiu da Mata Atlântica nas curvas de rarefação. Porém, ao analisarmos o perfil de diversidade α da série de Rényi (Tóthmérész, 1995; Melo, 2008), um padrão de diversidade distinto se apresenta para cada bioma (Figura 1.7). À medida que α aumenta na série de Rényi, maior peso é dado à abundância, de maneira que quando α = 0, a diversidade é equivalente à riqueza observada, quando α = 1, a diversidade é equivalente ao índice de Shannon (Chao and Shen, 2003), e quando α = 2, ao índice de Simpson (Simpson, 1949). Assim, podemos observar que, independente do peso atribuído à riqueza ou à abundância, a diversidade é maior na Mata Atlântica, seguida da Amazônia, Cerrado e Caatinga.

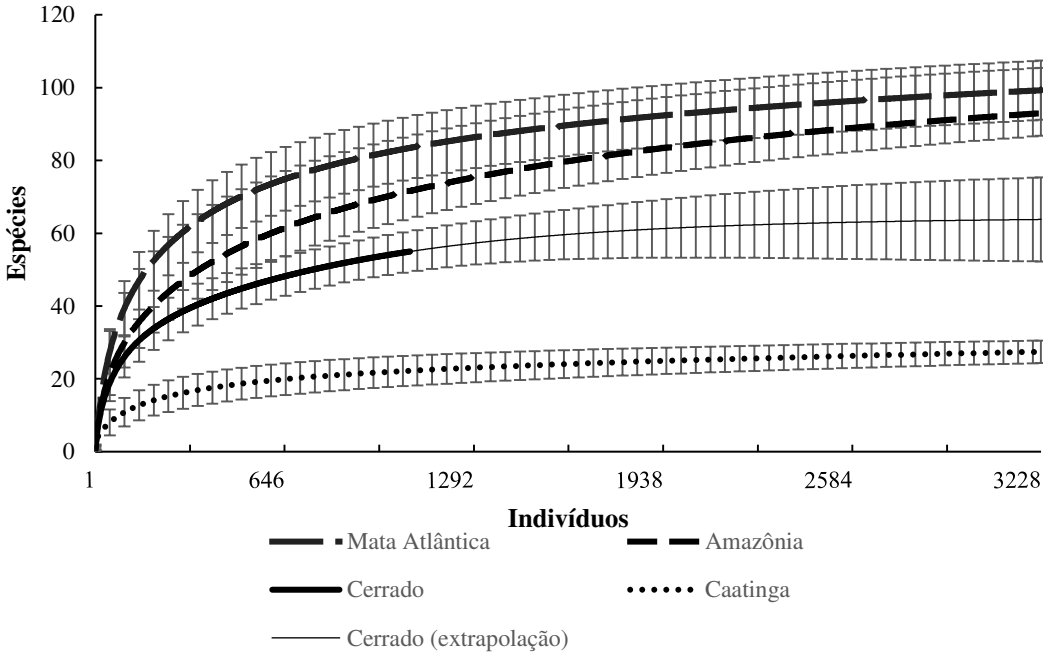


Figura 1.6. Curvas de rarefação de espécies de Sphingidae com ocorrência nos biomas Amazônia, Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica. A curva de rarefação do Cerrado foi extrapolada em três vezes o número de indivíduos observados no bioma (Colwell et al., 2012) e as curvas dos demais biomas foram plotadas até o número de indivíduos da curva extrapolada no Cerrado. (Dados compilados de 16 artigos e de levantamentos populacionais em Cavalcante-GO, Alto Paraíso de Goiás-GO e Rio Pardo de Minas-MG, de fevereiro de 2009 a novembro de 2014).

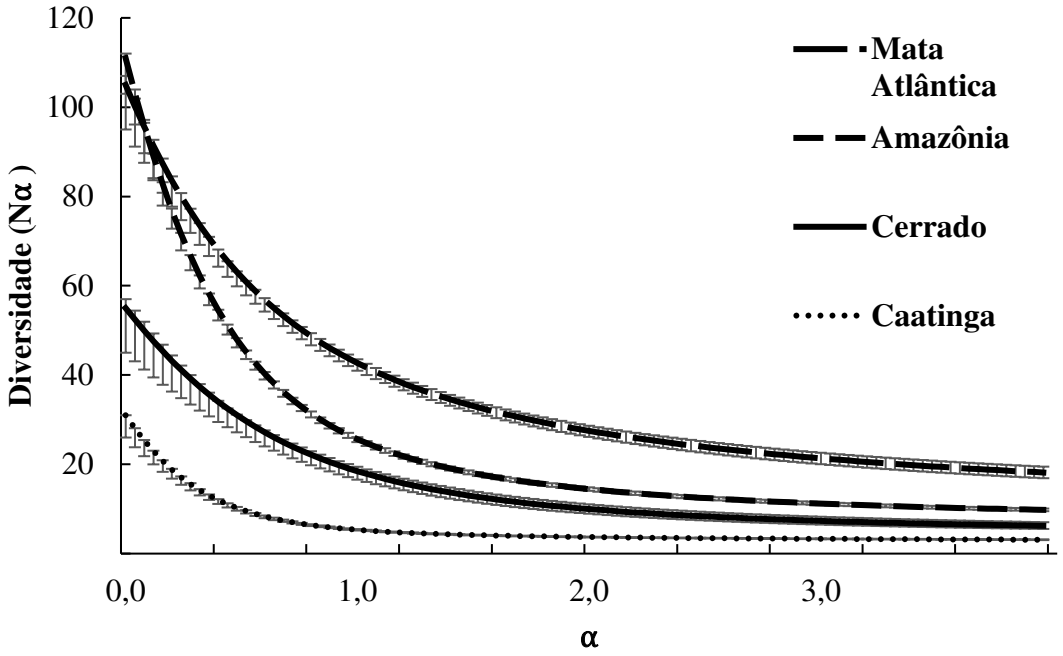
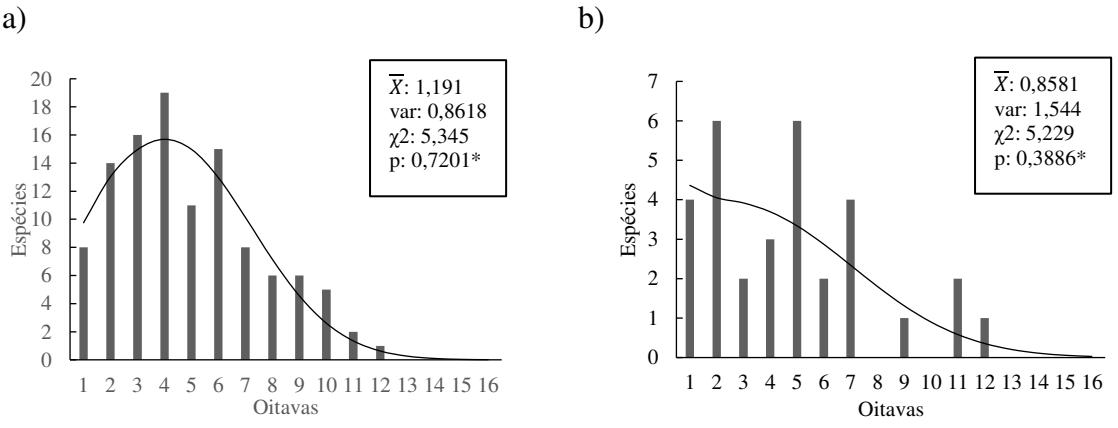


Figura 1.7. Perfis de diversidade (série de Rényi) dos biomas Mata Atlântica, Amazônia, Cerrado e Caatinga. (Dados compilados de 16 artigos e de levantamentos populacionais em Cavalcante-GO, Alto Paraíso de Goiás-GO e Rio Pardo de Minas-MG, de fevereiro de 2009 a novembro de 2014).

Abundância

Os perfis de distribuição da abundância de espécies de Sphingidae nos biomas Amazônia, Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica tendem a se aproximar do modelo de distribuição log-normal proposto por Preston, 1948 (Figura 1.8).



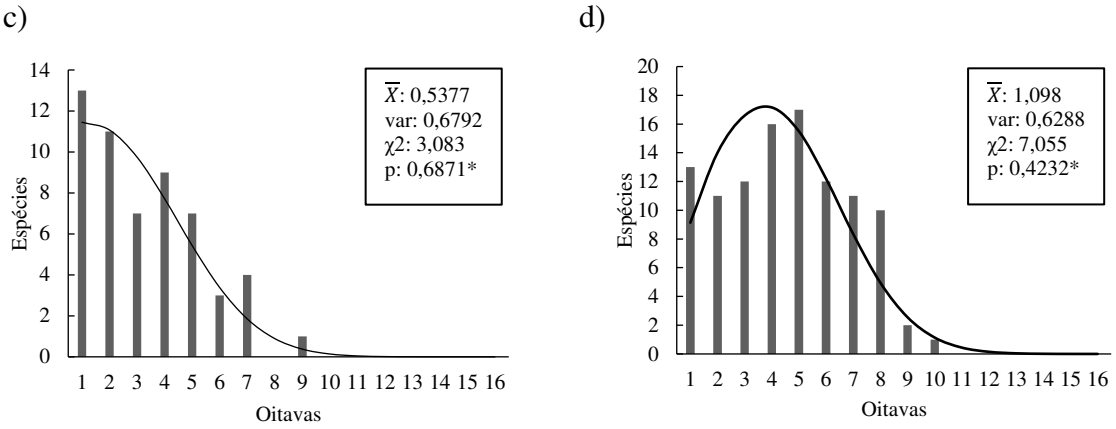


Figura 1.8. Perfil de abundância de Sphingidae com ocorrência na Amazônia (a), Caatinga (b), Cerrado (c) e Mata Atlântica (d) com estatística do teste qui-quadrado em relação ao modelo de distribuição de abundância log-normal (* a distribuição de abundância não diferiu do modelo. Dados compilados de 16 artigos e de levantamentos populacionais em Cavalcante-GO, Alto Paraíso de Goiás-GO e Rio Pardo de Minas-MG, de fevereiro de 2009 a novembro de 2014).

Registros em Unidades de Conservação

Tabela 1.3. Número de Unidades de Conservação federais, estaduais e municipais, de Proteção Integral (PI) e Uso Sustentável (US) por bioma e percentual de levantamentos de Sphingidae, por categoria. (Dados compilados de 39 artigos científicos, três teses, duas dissertações, um livro, 14 bases de dados de coleções entomológicas e dados primários de levantamentos realizados no Parque Nacional Chapada dos Veadeiros, Parque Nacional Chapada Diamantina e Rio Pardo de Minas – MG, de fevereiro de 2009 a novembro de 2014).

	Unidade de Conservação									
	Federal				**Estadual**				**Municipal**	
Bioma	**PI**	**PI(%)**	**US**	**US(%)**	**PI**	**PI(%)**	**US**	**US(%)**	**US**	**US(%)**
Amazônia	40	13	91	1	35	3	97	4	6	0
Caatinga	15	13	53	0	18	0	30	0	2	0
Cerrado	22	14	67	10	87	3	83	8	2	0
Mata Atlântica	60	8	188	2	137	7	225	6	71	4

Discussão

Riqueza, compartilhamento e similaridade de Sphingidae nos biomas

De maneira geral, os biomas brasileiros apresentam alto grau de compartilhamento de espécies de Sphingidae, o que se deve, dentre outros fatores, à alta capacidade de voo (Janzen, 1984), dispersão e migração (Lundmark, 2010) desses

lepidópteros. A conectividade da paisagem nas regiões ecotonais deve ser considerada no compartilhamento de espécies entre os biomas, uma vez que parece não haver barreiras biogeográficas determinantes que impeçam a dispersão e migração de Sphingidae entre os biomas. O alto grau de compartilhamento de espécies entre os biomas corrobora esta hipótese, onde várias das espécies com ocorrência no Brasil também apresentam ampla distribuição na região Neotropical (Schreiber, 1978).

Historicamente, a similaridade das assembleias de Sphingidae entre os biomas pode ser analisada a partir de eventos biogeográficos que originaram a delimitação atual dos biomas brasileiros (Amorim et al., 2009). A Amazônia e Mata Atlântica eram provavelmente conectadas no passado, separando-se com a diminuição gradual da umidade na região durante Pleistoceno, formando um cinturão de formações xeromórficas (Bigarella et al., 1975) e florestas tropicais sazonalmente secas ou arco do Pleistoceno (Prado, 2000) entre os dois biomas, onde hoje encontram-se o Cerrado e a Caatinga. Esta hipótese é corroborada por registros palinológicos de 33.000 anos que revelam um ambiente mais úmido e coberto por florestas semidecíduas no Brasil Central (Ledru, 1993).

Na delimitação atual dos biomas, a similaridade de espécies entre os mesmos pode ser resultado da conectividade da paisagem promovida por matas de galeria e manchas de matas semidecíduas (Oliveira-Filho and Ratter, 1995) que propiciam a dispersão de organismos e migração de populações entre a Amazônia e a Mata Atlântica através do Cerrado, o que já foi sugerido para Sphingidae (Amorim et al., 2009) e para outros lepidópteros (Camargo & Becker, 1999; Camargo, 2001; Brown & Gifford, 2002). Na Caatinga, brejos de altitude servem como refúgios úmidos nos ambientes semiáridos para espécies da Amazônia e Mata Atlântica (Andrade-Lima, 1982). O número reduzido de espécies com distribuição restrita ao Cerrado (sete) e o fato de não terem sido verificadas espécies com distribuição restrita à Caatinga sugere uma dependência do estoque faunístico da Amazônia e Mata Atlântica para a riqueza de Sphingidae naqueles biomas. Ainda, o fato de 22% das espécies com ocorrência na Amazônia e 15% na Mata Atlântica terem distribuições restritas a estes biomas indica um certo grau de endemismo que pode estar associado a estes biomas, podendo ser o resultado da influência de variáveis abióticas e da riqueza e disponibilidade de plantas hospedeiras (Moss, 1920) e de plantas esfingófilas (Haber and Frankie, 1989; Johnson et al., 2017).

De fato, variáveis abióticas parecem ser determinantes na composição, riqueza e distribuição de assembleias de Sphingidae entre os biomas (Figura 1.5c e 1.5d), pois a

precipitação e umidade relativa responderam pela dissimilaridade das assembleias da Amazônia em relação aquelas ocorrem nos demais biomas. A correlação positiva entre os níveis de precipitação com a riqueza e abundância de Sphingidae já foi observada em inventários em Matas Secas na Costa Rica (Haber and Frankie, 1989), na Mata Atlântica (Laroca and Mielke, 1975; Primo et al., 2013) e na Caatinga (Darrault and Schlindwein, 2002; Gusmão and Creão-Duarte, 2004; Duarte Júnior and Schlindwein, 2005b). Variações marcantes nos níveis de precipitação regulam a disponibilidade sazonal de folhas em plantas hospedeiras de larvas de Sphingidae, determinando a ocorrência sazonal de adultos (Haber and Frankie, 1989). Já a temperatura respondeu pela separação das assembleias que ocorrem na Caatinga. O forrageamento e a capacidade de voo parecem estar inversamente relacionados ao aumento da temperatura ambiente (Casey, 1976), o que explica a maior concentração de assembleias de Sphingidae em áreas com temperaturas relativamente mais moderadas (Figura 1.5c e 1.5d).

A altitude influencia a riqueza e abundância regionais de populações de Sphingidae (Ignatov et al., 2011), contribuindo para a formação dos padrões de distribuição de espécies verificados nos biomas. A menor riqueza observada na Amazônia em relação à Mata Atlântica pode ser resultado de uma dependência de populações de Sphingidae oriundas de regiões montanhosas, o que explicaria a maior riqueza observada na Serra do Mar e Cordilheira dos Andes em relação a Amazônia (Schreiber, 1978).

Por fim, a perturbação de habitats afeta a composição regional de espécies de Sphingidae (Beck et al., 2006; Camargo et al., 2016) e pode, aliada aos demais fatores mencionados, influenciar as diferenças observadas na composição e distribuição de Sphingidae nos biomas, considerando a intensa fragmentação de habitats nessas regiões biogeográficas (Alho et al., 1988; Garda, 1996; Bilenca and Miñarro, 2004; Klink and Machado, 2005; Vieira et al., 2008, Ribeiro et al., 2011).

Proporção de espécies por subfamílias, tribos e subtribos

As subfamílias Smerinthinae e Sphinginae apresentaram menor frequência de espécies em relação à Macroglossinae (Figura 1.4) em todos os biomas, corroborando o padrão biogeográfico para a distribuição das subfamílias encontrado por Kawahara et al., (2009): as subfamílias Smerinthinae e Sphinginae teriam sua distribuição ancestral no Velho Mundo, enquanto a subfamília Macroglossinae teria duas tribos (Macroglossini e Dilophonotini) com distribuição ancestral no Velho e Novo Mundo, respectivamente. A

maior proporção de espécies de Macroglossinae e Sphinginae em relação à Smerinthinae em todos os biomas pode ser o reflexo de diferentes histórias de vida, uma vez que as duas primeiras subfamílias apresentam probóscides bem desenvolvidas, já em espécies de Smerinthinae são de tamanho reduzido (Kitching and Cadiou, 2000). Smerinthinae apresenta longevidade reduzida e dimorfismo sexual acentuado (Janzen, 1984), sendo uma possível causa para a menor capacidade de voo de espécies da subfamília em relação às demais (Camargo et al., 2015), o que poderia levar a uma menor dispersão de espécies da Subfamília nos biomas.

Agrius cingulata (Fabricius, 1775) é a única espécie da subtribo Acherontiina com distribuição no Brasil (Apêndice 1.3) e no Novo Mundo, tendo sido possivelmente especiada a partir de *Agrius convolvuli* (Linnaeus, 1758), espécie com maior distribuição mundial (Kitching and Cadiou, 2000). O formato de asas dos Acherontiina é ideal para deslocamentos de longa distância e voos migratórios (Camargo, 2014), sendo uma possível explicação para a ampla distribuição dessa espécie nos biomas brasileiros.

Abundância

O modelo de distribuição log-normal é comumente observado na descrição da abundância de comunidades (McGill, 2003). A alta riqueza observada e a heterogeneidade de habitats em cada bioma podem limitar o número de espécies raras e abundantes, gerando a distribuição log-normal da abundância de espécies (Magurran, 1988).

Uma explicação estatística alternativa para o ajustamento ao modelo de distribuição log-normal observado nos perfis de abundância de Sphingidae nos biomas analisados é o teorema do limite central, o qual postula que a média aritmética de uma amostra suficientemente grande de variáveis independentes tende a distribuição normal, independente da distribuição de cada variável (May, 1975). Entretanto, uma meta-análise comparativa das distribuições de riqueza e abundância de 558 espécies de diferentes *taxa* sugere que comunidades "completamente amostradas" tendem a se ajustarem ao modelo log-normal, enquanto comunidades subamostradas se ajustam a outros modelos de distribuição (Ulrich et al., 2010), indicando que, de maneira geral, os biomas brasileiros analisados ainda estão subamostrados, considerando o relativo baixo ajustamento das distribuições de abundância ao modelo log-normal.

É importante observar que a maioria dos levantamentos realizados contemplam apenas parte das assembleias de Sphingidae em cada bioma. Algumas das espécies consideradas "raras" nas populações são de fato raras nas amostragens em função da (baixa) efetividade dos métodos e técnicas de amostragem comumente empregados em contemplar toda a diversidade de estratégias ecológicas na utilização do habitat pelos esfingídeos. O principal método empregado em levantamentos de Sphingidae é a atração por armadilhas luminosas, utilizada em todos os levantamentos analisados (Apêndice 1.4). A variação da efetividade na utilização de armadilhas luminosas deve-se inicialmente a diversidade de aparatos, tipos e potências de fontes luminosas utilizadas, desde armadilhas que utilizam "luz negra" na atração e aparatos de interceptação do voo na captura (Coelho et al., 1979; Gusmão and Creão-Duarte, 2004; Braga and Diniz, 2015), lâmpadas mistas de vapor de mercúrio de alta potência e panos esticados em armações, onde a captura é feita ativamente (Laroca and Mielke, 1975; Camargo and Cavalcanti, 1999; Camargo et al., 2016) até métodos que utilizam combinações de ambas as técnicas (Darrault and Schlindwein, 2002; Hawes et al., 2009).

As armadilhas luminosas são geralmente empregadas em esforços amostrais noturnos, do crepúsculo à alvorada, ou ainda somente parte da noite. Logo, aquelas de hábito diurno como espécies de *Eupyrroglossum spp.* e *Aellopos spp.* (Martin et al., 2011) não são amostradas na maioria dos levantamentos, ou são amostrados raríssimos indivíduos (Camargo et al., 2016). Um viés amostral deve-se ao fato de que algumas espécies, como de *Pachygonidia*, são pouco atraídas pela luz e consequentemente não amostradas por esse método. De maneira geral, machos são mais atraídos que fêmeas por armadilhas luminosas (Kitching and Cadiou, 2000), uma vez que a extensão do patrulhamento destes em busca de alimento e fêmeas é superior a área de forrageamento das ovipositoras (Janzen, 1984). Outro fator importante na efetividade da amostragem de Sphingidae é o horário de atividade das espécies de hábito noturno. Algumas espécies são crepusculares, outras, ocorrem em determinados picos de horário (Motta and Andreazze, 2002; Camargo et al., 2016), sendo necessário amostrar durante toda a noite para contemplar o horário de atividade de voo das diferentes espécies. Ainda, a sazonalidade climática em cada bioma, dentre outros fatores, gera uma variação regional da época que adultos emergem das pupas (Kitching and Cadiou, 2000), sendo um aspecto importante a ser considerado nas amostragens de Sphingidae.

A adoção de métodos complementares de amostragem de Sphingidae, tais como a captura com rede entomológica de indivíduos se alimentando de néctar (Cadiou, 1997)

ou bebendo em poças d'água (Rothschild and Jordan, 1910), assim como a coleta de imaturos em plantas hospedeiras (Moss, 1920; Janzen, 1984; Diniz et al., 2013) podem ampliar o conhecimento da composição, riqueza e abundância das espécies de Sphingidae com ocorrência nos biomas brasileiros.

Conservação

O número de espécies de Sphingidae com incidência em Unidades de Conservação municipais, estaduais e federais por bioma apresentado na Tabela 1.3 revela que 84% das espécies da Amazônia e Caatinga tem ocorrência em UCs em cada bioma, respectivamente, sendo que 87% ocorrem em UCs no Cerrado e 91% na Mata Atlântica. Estes dados refletem que as localidades dos levantamentos realizados em cada bioma foram em UCs, um indicativo importante de que a esfingofauna vem sendo estudada prioritariamente em Unidades de Conservação no país (Apêndice 1.6). Entretanto, a proporção de UCs com registros de ocorrência de Sphingidae em relação ao total de Unidades por esfera (federal, estadual, municipal) e categoria (Proteção Integral e Uso Sustentável) ainda é muito pequena em todos os biomas (Tabela 1.3). No caso do Pampa e Pantanal, nenhum dos registros ocorre em UCs.

Considerando as ameaças a conservação da biodiversidade de lepidópteros nos biomas brasileiros e o número reduzido de UCs com registros de ocorrência de Sphingidae, torna-se evidente a necessidade de realização de inventários (Basset et al., 2004) em Unidades de Conservação, o que permitirá avaliar a efetividade das UCs na manutenção da biodiversidade de esfingídeos no Brasil.

Conclusão

Este é o primeiro panorama da biodiversidade de Sphingidae no Brasil, onde mais de 60% das espécies com ocorrência na América do Sul foram caracterizadas e comparadas quanto a distribuição, composição, riqueza e abundância nos biomas brasileiros. Foi verificado um alto grau de compartilhamento de espécies entre os biomas, reforçando a teoria do arco do Pleistoceno como conexão histórica entre a Mata Atlântica e Amazônia através do Cerrado e Caatinga, onde as principais vias de dispersão e migração atuais podem ser as matas de galeria e os brejos de altitude nesses biomas.

Foram identificados padrões de riqueza e endemismo na Amazônia e Mata Atlântica associados a influência de altos índices de precipitação e umidade relativa do ar.

A menor riqueza de Sphingidae observada no Cerrado e Caatinga e o número reduzido de espécies com distribuição restrita sugere a dependência do estoque faunístico da Amazônia e Mata Atlântica para a riqueza de Sphingidae naqueles biomas;

O baixo ajustamento dos perfis de abundância dos biomas analisados ao modelo de distribuição log-normal indica que, de maneira geral, os biomas brasileiros ainda estão subamostrados;

O alto grau de compartilhamento de espécies com ocorrência no Pampa com a Mata Atlântica e Cerrado indicam que tais espécies apresentam ampla distribuição;

Os números reduzidos de espécies com registros de ocorrência no Acre, Tocantins, Alagoas, Piauí, Ceará e Sergipe mostram enormes lacunas de conhecimento da fauna de Sphingidae na região Norte e Nordeste. Futuros inventários nestas regiões devem priorizar tais áreas;

A esfingofauna do Pantanal é praticamente desconhecida, sendo necessário priorizar esforços amostrais neste bioma;

Mais de 95% das UCs ainda não tem registros de Sphingidae, revelando a enorme lacuna de conhecimento a respeito da representatividade taxonômica das UCs no Brasil para a conservação da biodiversidade do grupo.

Referências bibliográficas

Alho, C., Jr, Lacher, T., Gonçalves, H., 1988. Environmental degradation in the Pantanal ecosystem. Bioscience 38, 164–171. doi:10.2307/1310449

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 de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas.

Amorim, F.W., de Ávila Jr, R.S., de Camargo, A.J.A., Vieira, A.L., Oliveira, P.E., 2009. A hawkmoth crossroads? Species richness, seasonality and biogeographical affinities of Sphingidae in a Brazilian Cerrado. J. Biogeogr. 36, 662–674. doi:10.1111/j.1365-2699.2008.02033.x

Andrade-Lima, D., 1981. The Caatingas Dominium. Revista Brasileira de Botânica. 4, 149–163.

Andrade-Lima, D., 1982. Present-day forest refuges in Northeastern Brazil. In: PRANCE, G. T. (ed.). Biological diversification in the tropics. Columbia University Press, New

York, p. 245-251.

Asner, G.P., Llactayo, W., Tupayachi, R., Luna, E.R., 2013. Elevated rates of gold mining in the Amazon revealed through high-resolution monitoring. Proc. Natl. Acad. Sci. 110, 18454–18459. doi:10.1073/pnas.1318271110

Ávila Junior, 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 de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas.

Ballesteros-Mejia, L., Kitching, I.J., Beck, J., 2011. Projecting the potential invasion of the Pink Spotted Hawkmoth (*Agrius cingulata*) across Africa. Int. J. Pest Manag. 57, 153–159. doi:10.1080/09670874.2010.546439

Basset, Y., Novotny, V., Miller, S.E., Weiblen, G.D., Missa, O., Stewart, A.J.A., 2004. Conservation and biological monitoring of tropical forests: The role of parataxonomists. J. Appl. Ecol. 41, 163–174. doi:10.1111/j.1365-2664.2004.00878.x

Bawa, K., 1990. Plant-Pollinator interactions in Tropical Rain Forests. Annu. Rev. Ecol. Syst. 21, 399–422. doi:10.1146/annurev.ecolsys.21.1.399

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. Biodivers. Conserv. 15, 465–486. doi:10.1007/s10531-005-0306-6

Becker, V.O., 2001. A new *Nyceryx* Boisduval (Lepidoptera, Sphingidae) from Central Brazil. Rev. Bras. Zool. 18, 163–170.

Biezanko, C.M., 1982a. Sphingidae da Zona Missioneira do Rio Grande do Sul. Rev. Cent. Ciências Rurais 12, 77–92.

Biezanko, C.M., 1982b. Sphingidae da Zona Sueste do Rio Grande do Sul. Rev. Cent. Ciências Rurais 12, 59–75.

Bigarella, J.J., Andrade-Lima, D. de, Riehs, P.J., 1975. Considerações a respeito das mudanças paleoambientais na distribuição de algumas espécies vegetais e animais no Brasil. Simpósio Int. sobre o Quaternário 411–464.

Bilenca, D., Miñarro, F., 2004. Identificación de Áreas Valiosas de Pastizal (AVPs) en las Pampas y Cam- pos de Argentina, Uruguay y sur de Brasil. Vasa 1–353. doi:10.1007/s13398-014-0173-7.2

Bivand, R., Keitt, T., Rowlingson, B., 2017. rgdal: Bindings for the Geospatial Data Abstraction Library. R package version 1.2-7. URL https://CRAN.R-project.org/package=rgdal.

BOLD-Systems, 2017. BOLD: The Barcode of Life Data System [WWW Document].

URL http://www.boldsystems.org/.

Braga, B., Salati, E., Lemos, H.M. de, 1999. Sustainable water-resources development of the Amazon Basin. Manag. Lat. Am. River Basins Amaz. Plata, São Fr. 3–48.

Braga, L., Diniz, I.R., 2015. Importance of habitat heterogeneity in richness and diversity of moths (Lepidoptera) in Brazilian Savanna. Environ. Entomol. 44, 499–508. doi:10.1093/ee/nvv026

Brown, K.S., Gifford, D., 2002. Lepidoptera in the Cerrado landscape and conservation of vegetation, soil, and topographical mosaics, pp. 201–221. In P. S. Oliveira and R. J. Marquis (eds.), The Cerrados of Brazil: Ecology and natural history of neotrotropical savanna. Columbia University.

Cadiou, J.M., 1997. A new sphingid from southern Brasil: *Pachygonidia mielkei* (Lepidoptera, Sphingidae). Lambillionea 97, 515–518.

Camargo, A.J.A. de, 1997. Relações biogeográficas e influência da estação seca na distribuição de mariposas da família Saturniidae (Lepidoptera) da região dos Cerrados. Dissertação de Mestrado. Universidade de Brasília.

Camargo, A.J.A., Becker, V.O., 1999. Saturniidae (Lepidoptera) from the Brazilian Cerrado: Composition and Biogeographic Relationships1. Biotropica 31, 696–705. doi:10.1111/j.1744-7429.1999.tb00420.x

Camargo, A.J.A. De, Cavalcanti, W., 1999. Instruções para a confecção de armadilha luminosa para captura de insetos noturnos. Comun. Técnico da Embrapa 1, 1–7.

Camargo, A.J.A. de, 2001. Importância das Matas de Galeria para a conservação de lepidópteros do Cerrado. Cerrado – Caracterização e Recuperação de Matas de Galeria (ed. J.F. Ribeiro, C.E.L. Fonseca and J.C. Sousa-Silva), pp. 607– 634. Embrapa, Planaltina, DF.

Camargo, W.R.F. de, 2014. Padrões de variação morfológica nas asas de Sphingidae (Lepidoptera : Bombycoidea): efeitos alométricos, filogenéticos e dimorfismo sexual. Dissertação de Mestrado. Universidade de Brasília.

Camargo, W.R.F. de, Camargo, N.F. de, Corrêa, D. do C.V., Camargo, A.J.A. de, Diniz, I.R., 2015. Sexual Dimorphism and allometric effects associated with the wing shape of seven moth species of Sphingidae (Lepidoptera: Bombycoidea). J. Insect Sci. 15, 107. doi:10.1093/jisesa/iev083

Carvalho, S., Tarragó, M.F.S., Biezanko, C.M., Link, D., 1978. Lepidoptera de Santa Maria e arredores. II. Sphingidae*. Rev. Cent. Ciências Rurais 8, 71–77.

Casey, T.M., 1976. Activity Patterns, Body Temperature and Thermal Ecology in Two Desert Caterpillars (Lepidoptera: Sphingidae). Ecology 57, 485–497. doi:10.2307/1936433CECA, 2017. Coleção Entomológica do Curso de Agronomia/UEMA [WWW Document]. Rede SpeciesLink. URL

http://www.splink.org.br (accessed 3.1.17).

Chao, A., Shen, T.J., 2003. Nonparametric estimation of Shannon's index of diversity when there are unseen species in sample. Environ. Ecol. Stat. 10, 429–443. doi:10.1023/A:1026096204727

Chapman, A.D., 2009. Numbers of Living Species in Australia and the World. Heritage 2nd, 84. doi:10.1177/135

Coelho, I.P., Neto, S., Dias, J.F.S., Forti, L.C., Chagas, E.F., Lara, F.M., 1979. Fenologia e análise faunística da família Sphingidae (Lepidoptera); através de levantamentos com armadilha luminosa em Piracicaba SP. An. Soc. Entom. Bras. 8, 295–307.

Coleção Entomológica CPAC, 2017. Embrapa Cerrados.

Coleção Entomológica UnB, 2017. Instituto de Biologia, Departamento de Zoologia - Universidade de Brasília.

Colwell, R.K., Chao, A., Gotelli, N.J., Lin, S.-Y., Mao, C.X., Chazdon, R.L., Longino, J.T., 2012. Models and estimators linking individual-based and sample-based rarefaction, extrapolation and comparison of assemblages. J. Plant Ecol. 5, 3–21. doi:10.1093/jpe/rtr044

Cowell, R.K., 2013. EstimateS: statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 9.

Cruz-Neto, O., Machado, I.C., Duarte, 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. doi:10.1007/s10531-010-9975-x

Da Silva, J.M.C., Rylands, A.B., da Fonseca, G.A.B., 2005. The fate of the Amazonian areas of endemism. Conserv. Biol. 19, 689–694. doi:10.1111/j.1523-1739.2005.00705.x

Darrault, R.O., Schlindwein, C., 2002. Esfingídeos (Lepidoptera, Sphingidae) no Tabuleiro Paraibano, nordeste do Brasil: abundância, riqueza e relação com plantas esfingófilas. Rev. Bras. Zool. 19, 429–443. doi:10.1590/S0101-81752002000200009

Camargo, A.J.A., de Camargo, N.F., Corrêa, D.C. V., de Camargo, W.R.F., Vieira, E.M., Marini-Filho, O., Amorim, F.W., 2016. Diversity patterns and chronobiology of hawkmoths (Lepidoptera, Sphingidae) in the Brazilian Amazon rainforest. J. Insect Conserv. 20, 629–641. doi:10.1007/s10841-016-9894-6

Diniz, I. R., and Morais, H. C., 2007. Invertebrados do Cerrado e Pantanal – diversidade e conservação *in* Biodiversidade do Cerrado e Pantanal: áreas e ações prioritárias para conservação / Ministério do Meio Ambiente. Brasília: MMA, 2007. 540 p.: il. color. (Série Biodiversidade 17). ISBN 978-85-87166-87-6.

Diniz, I.R., Oliveira, L.B. de, Lepesqueur, C., Silva, N.A.P., Morais, H., 2013. Lagartas do Cerrado - Guia de Campo. Technical Books, Brasília - DF.

Duarte, J.S., Motta, C. da S., Lourido, G.M., 2009. Primeiro registro de *Phanoxyla hystrix* (R. Felder, [1874]) (Lepidoptera, Sphingidae) para o estado de Rondônia, Brasil. Acta Amaz. 39, 225–227. doi:10.1590/S0044-59672009000100025

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, 123. doi:10.15560/4.2.123

Duarte Júnior, J.A., Schlindwein, C., 2008. Hawkmoth fauna of a northern atlantic rain forest remnant (Sphingidae). J. Lepid. Soc. 62, 71–79.

Duarte Júnior, J.A., Schlindwein, C., 2005a. Riqueza, abundância e sazonalidade de Sphingidae (Lepidoptera) num fragmento de Mata Atlântica de Pernambuco, Brasil. Rev. Bras. Zool. 22, 662–666. doi:10.1590/S0101-81752005000300022

Duarte Júnior, J.A., Schlindwein, C., 2005b. The highly seasonal hawkmoth fauna (Sphingidae: Lepidoptera) of the Caatinga, northeast Brazil: a case study in the state of Rio Grande do Norte. J. Lepid. Soc. 59, 212–218.

DZUP-Lepidoptera, 2017. Coleção Entomológica Pe. Jesus Santiago Moure (Lepidoptera) [WWW Document]. Rede SpeciesLink. URL http://www.splink.org.br/ (accessed 3.1.17).

Edwards, A.W.F., 2004. Cogwheels of the mind: the story of Venn Diagrams. Johns Hopkins University Press, Baltimore, Maryland, USA.

Eitschberger, U., 2005. Revision der Gattungen Amphimoea Rothschild & Jordan, 1903, Cocytius auct. (nec Hübner, [1819]) und *Neococytius* Hodges, 1971 mit der Neugliederung der Gattung Cocytius auct. Neue Entomol. Nachrichten 59, 171–288.

Favretto, M.A., 2012. Borboletas e mariposas (Insecta: Lepidoptera) da área urbana de Joaçaba, Santa Catarina, Brasil. Entomobrasilis 5, 167–169.

Ferreira, L.V., Cunha, D.A., Chaves, P.P., Matos, D.C.L., Parolin, P., 2013. Impacts of hydroelectric dams on alluvial riparian plant communities in eastern Brazilian Amazonian. An. Acad. Bras. Cienc. 85, 1013–1023. doi:10.1590/S0001-37652013000300012

Fiocruz-CEIOC, 2017. Coleção Entomológica do Instituto Oswaldo Cruz [WWW Document]. Rede SpeciesLink. URL http://www.splink.org.br

Garda, E. 1996. Atlas do meio ambiente do Brasil. Ed. Terra Viva 160.

GBIF, 2017. Global Biodiversity Information Facility [WWW Document]. URL http://www.gbif.org/ (accessed 3.1.17).

Gotelli, N.J., Colwell, R.K., 2001. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the

measurement and comparison of species richness. Ecol. Lett. 4, 379–391. doi:10.1046/j.1461-0248.2001.00230.x

Gusmão, M.A.B., Creão-Duarte, A.J., 2004a. Diversidade e Análise Faunística de Sphingidae (Insecta, Lepidoptera) na Mata do Pau-Ferro, Areia, Paraíba, Brasil, com vista ao Monitoramento, in: Porto, K.C., Cabral, J.J.P., Tabarelli, M. (Eds.), Brejos de Altitude Em Pernambuco E Paraíba: História Natural, Ecologia E Conservação. Ministério do Meio Ambiente, Brasília - DF, pp. 179–200.

Gusmão, M.A.B., Creão-Duarte, A.J., 2004b. Diversidade e análise faunística de Sphingidae (Lepidoptera) em área de brejo e caatinga no Estado da Paraíba, Brasil. Rev. Bras. Zool. 21, 491–498. doi:10.1590/S0101-81752004000300011

Haber, G.W.F., 1989. A Tropical hawkmoth community: Costa Rican Dry Forest Sphingidae. Biotropica 21, 155–172. doi:10.2307/2388706

Hammer, Ø., Harper, D.A.T., Ryan, P.D., 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. Palaeontologia Electronica. Palaeontol. Electron. 4, 1–9.

Harris, M.B., Tomás, W.M., Mourão, G.D.M., Silva, C.J. Da, Guimarães, E., Sonoda, F., Fachim, E., 2005. Desafios para proteger o Pantanal brasileiro: ameaças e iniciativas em conservação. Megadiversidade 1, 156–164. doi:10.1590/S0103-21002008000500001

Hawes, J., da Silva Motta, C., Overal, W.L., Barlow, J., Gardner, T.A., Peres, C.A., 2009. Diversity and composition of Amazonian moths in primary, secondary and plantation forests. J. Trop. Ecol. 25, 281–300. doi:10.1017/S0266467409006038

Haxaire, J., 1995. Systématique et répartition des *Manduca* du groupe lefeburei (Guérin) (Lepidoptera, Sphingidae). Bull. la Société Entomol. Fr. 100, 277–286.

Haxaire, J., 2009. Deux nouvelles espèces de *Sphinx* brésiliens (Lepidoptera Sphingidae). Eur. Entomol. 2, 7–17.

Haxaire, J., Rougerie, R., Mielke, C.G.C., Kitching, I.J., 2015. *Manduca exiguus* (Gehlen, 1942): a valid species from southern and south - eastern Brazil, Uruguay and northeastern Argentina (Lepidoptera: Sphingidae). Nachrichten des Entomol. Vereins Apollo 36, 49–54.

Hijmans, R.J., 2016. Raster: geographic data analysis and modeling. R package version 2.5-8. https://CRAN.R-project.org/package=raster.

Hilty, J., Merenlender, A., 2000. Faunal indicator taxa selection for monitoring ecosystem health. Biol. Conserv. 92, 185–197. doi:10.1016/S0006-3207(99)00052-X

Hodges, R.W., 1971. The Moths of North America North of Mexico. Fascicle 21: Sphingoidea. E.W. Classey Limited & R.B.D. Publications Inc., London.

IBGE, 2004. Mapa de Biomas do Brasil, primeira aproximação. Rio de Janeiro: IBGE. Disponível em http://mapas.ibge.gov.br/.

IBGE, 2010. Limites geográficos de Estados do Brasil. Rio de Janeiro: IBGE. Disponível em http://mapas.ibge.gov.br/.

IBGE, 2012. Manual Técnico da Vegetação Brasileira. Inst. Bras. Geogr. e Estatística - IBGE 1–271. doi:ISSN 0101-4234

IBGE, 2015. Limites geográficos de municípios do Brasil. Rio de Janeiro: IBGE. Disponível em http://mapas.ibge.gov.br/.

Ignatov, I.I., Janovec, J.P., Centeno, P., Tobler, M.W., Grados, J., Lamas, G., Kitching, I.J., 2011. Patterns of richness, composition, and distribution of Sphingid moths along an elevational gradient in the Andes-Amazon Region of Southeastern Peru. Ann. Entomol. Soc. Am. 104, 68–76. doi:10.1603/AN09083

INMET, 2017. Instituto Nacional de Metereologia, dados metereológicos disponíveis em http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep.

IUCN, 2012. Guidelines for application of IUCN Red List Criteria at regional and national Levels: Version 4.0. Gland, Switzerland and Cambridge, UK: IUCN.

Janzen, D.H., 1984. Two ways to be a tropical big moth: Santa Rosa saturniids and sphingids. Oxford Surv. Evol. Biol. 1, 85–144.

Johnson, S.D., Moré, M., Amorim, F.W., Haber, W.A., Frankie, G.W., Stanley, D.A., Cocucci, A.A., & Raguso, R.A., 2017. The long and the short of it: a global analysis of hawkmoth pollination niches and interaction networks. Funct. Ecol. 31, 101–115. doi:10.1111/1365-2435.12753

Joly, C.A., Aidar, M.P.M., Klink, C.A., McGrath, D.G., Moreira, A.G., Moutinho, P., Nepstad, D.C., Oliveira, A.A., Pott, A., Rodal, M.J.N., others, 1999. Evolution of the Brazilian phytogeography classification systems: implications for biodiversity conservation. Cienc. Cult. (Paulo) 51, 331–348.

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, 1–11. doi:10.1371/journal.pone.0005719

Kislev, M.E., Kraviz, Z., Lorch, J., 1972. A study of hawkmoth pollination by a palynological analysis of the proboscis. Isr. J. Bot. 21, 57–75.

Kitching, I.J., 2017. Sphingidae Taxonomic Inventory [WWW Document]. Sphingidae Taxon. Invent. URL http://sphingidae.myspecies.info/

Kitching, I.J., Cadiou, J.M., 2000. Hawkmoths of the World: an Annotated and Illustrated Revisionary Checklist (Lepidoptera: Sphingidae). Cornell University Press, London.

Klink, C.A., Machado, R.B., 2005. Conservation of the Brazilian Cerrado. Conserv. Biol.

19, 707–713. doi:10.1111/j.1523-1739.2005.00702.x

Kodandaramaiah, U., Lees, D.C., Müller, C.J., Torres, E., Karanth, K.P., Wahlberg, N., 2010. Phylogenetics and biogeography of a spectacular Old World radiation of butterflies: the subtribe Mycalesina (Lepidoptera: Nymphalidae: Satyrini). BMC Evol. Biol. 10, 172. doi:10.1186/1471-2148-10-172

Kristensen, N., Scoble, M.J., Karsholt, O., 2007. Lepidoptera phylogeny and systematics: The state of inventorying moth and butterfly diversity. Zootaxa 747, 699–747. doi:http://www.mapress.com/zootaxa/2007f/z01668p747f.pdf

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 Biológica Paraná. 18, 13–53.

Laroca, S., Mielke, O.H.H., 1975. Ensaios sobre ecologia de comunidade em Sphingidae na Serra do Mar, Paraná, Brasil (Lepidoptera). Rev. Bras. Biol. 35, 1–19.

Leal, C.G., Câmara, I. de G., 2003. The Atlantic Forest of South America: biodiversity status, threats, and outlook. Center for Applied Biodiversity Science and Island Press, Washington, D.C.

Ledru, M.-P., 1993. Late Quaternary environmental and climatic changes in Central Brazil. Quat. Res. 39, 90–98. doi:10.1006/qres.1993.1011

Lepbarcoding, 2017. Lepidoptera Barcode of Life [WWW Document]. iBOL - Terr. Biosuveillance. URL http://lepbarcoding.org/ (accessed 3.1.17).

Lundmark, C., 2010. Long-distance insect migration. Bioscience 60, 400–400. doi:10.1525/bio.2010.60.5.15

Machado, P.I.C., 2014. Estrutura e composição da comunidade de esfingídeos (Lepidoptera: Sphingidae) atraídos por luz da Estação Biológica de Boraceia, Salesópolis, São Paulo. Universidade de São Paulo, São Paulo. doi:10.11606/D.41.2014.tde-27012015-081554

Magurran, A.E., 1988. Ecological Diversity and Its Measurement. Springer Netherlands, Dordrecht. doi:10.1007/978-94-015-7358-0

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. doi:10.1590/S0101-81751999000600023

Martin, A., Soares, A., Bizarro, J., 2011. Guia dos Sphingidae da Serra dos Órgãos. REGUA Publications, Rio de Janeiro - RJ.

May, R.M., 1975. Patterns of species abundance and diversity. In: Cody ML, Diamond JM, eds. Ecology and evolution of communities. Cambridge: Harvard University

Press, pages 81-120.

McGill, B.J., 2003. A test of the unified neutral theory of biodiversity. Nature 422, 881–885. doi:10.1038/nature01583

MCTP-Insetos, 2017. Coleção de Insetos do Museu de Ciências e Tecnologia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul [WWW Document]. Rede SpeciesLink. URL http://www.splink.org.br (accessed 3.1.17).

Melo, A.S., 2008. O que ganhamos "confundindo" riqueza de espécies e equabilidade em um índice de diversidade? Biota Neotrop. 8, 0–0. doi:10.1590/S1676-06032008000300001

Mielke, C.G.C., Haxaire, J., 2013. A Hawkmoths fauna of southern Maranhão state, Brazil, with description of a new species of Orecta Rothschild & Jordan, 1903 and the female of Nyceryx mielkei Haxaire, 2009 (Lepidoptera: Sphingidae). Nachrichten des Entomol. Vereins Apollo 3, 109–116.

Minka, T.P., Deckmyn, A., 2016. maps: original S code by Richard A. Becker, Allan R. Wilks. R version by Ray Brownrigg. Enhancements by Thomas P Minka and Alex Deckmyn. (2016). maps: Draw Geographical Maps. R package version 3.1.1. https://CRAN.R-project.org/package=maps.

MMA, 2004. Mapas de cobertura vegetal dos biomas Brasileiros. http://mapas.mma.gov.br/mapas/aplic/probio/datadownload.htm.

MMA, 2017. Limites geográficos de unidades de conservação municipais, estaduais e federais, disponível em http://mapas.mma.gov.br/ms_tmp/ucstodas.shp.

Monteiro, R.F., Macedo, M.V., Nascimento, M.D.S., Cury, R.S.F., 2007. Composição, abundância e notas sobre a ecologia de espécies de larvas de lepidópteros associadas a cinco espécies de plantas hospedeiras no Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, RJ. Rev. Bras. Entomol. 51, 476–483. doi:10.1590/S0085-56262007000400012

Mora, C., Tittensor, D.P., Adl, S., Simpson, A.G.B., Worm, B., 2011. How many species are there on earth and in the ocean? PLoS Biol. 9, 1–8. doi:10.1371/journal.pbio.1001127

Moss, M.A., 1920. Sphingidae of Pará, Brazil. Novit. Zool. XXVII, 333–506.

Motta, C. da S., Aguilera-Peralta, F.J., Andreazze, R., 1998. Aspectos da esfingofauna (lepidoptera, sphingidae), em área de terra-firme, no estado do Amazonas, Brasil. Acta Amaz. 28, 75–75. doi:10.1590/1809-43921998281092

Motta, C. da S., Andreazze, R., 2001. Esfingofauna (Lepidoptera: Sphingidae) do Parque Nacional do Jaú e arredores, Amazonas, Brasil. Acta Amaz. 31, 643–643. doi:10.1590/1809-43922001314654

Motta, C. da S., Andreazze, R., 2002. Sphingidae (Lepidoptera) de Querari, São Gabriel da Cachoeira, Amazonas, Brasil. Entomol. y Vectores 9, 329–337.

Motta, C. da 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 Amaz. 21, 319–324.

Motta, C. da S., Soares, A., 1997. *Baniwa yavitensis* Lichy, 1981 (Lepidoptera: Sphingidae) na Amazônia Brasileira. Acta Amaz. 27, 303–308.

Motta, C. da S., Xavier-Filho, F.F., 2005. Esfingídeos (Lepidoptera, Sphingidae) do município de Beruri, Amazonas, Brasil. Acta Amaz. 35, 457–462. doi:10.1590/S0044-59672005000400010

Müller, C.J., Matos-Maraví, P.F., Beheregaray, L.B., 2013. Delving into *Delias* Hübner (Lepidoptera: Pieridae): fine-scale biogeography, phylogenetics and systematics of the world's largest butterfly genus. J. Biogeogr. 40, 881–893. doi:10.1111/jbi.12040

Myers, N., Mittermeier, R.A., Mittermeier, C.G., da Fonseca, G.A.B., Kent, J., 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. Nature 403, 853–858. doi:10.1038/35002501

NHM-London-ENT, 2017. Entomological collections. Natural History Museum London [WWW Document]. Rede SpeciesLink. URL http://splink.cria.org.br/ (accessed 3.1.17).

Nilsson, L.A., Johnsson, L., Ralison, L., Randrianjohany, E., 1987. Angraecoid orchids and hawkmoths in Central Madagascar: specialized pollination systems and generalist foragers. Biotropica 19, 310 (está faltando a página final). doi:10.2307/2388628

NMNH-Animalia-BR, 2017. Extant Specimen and Observation Records. National Museum of Natural History, Smithsonian Institution. [WWW Document]. Rede SpeciesLink. URL http://www.splink.org.br (accessed 3.1.17).

OBIS-BR, 2017. Centro de Referência em Informação Ambiental [WWW Document]. Rede SpeciesLink. URL http://www.splink.org.br (accessed 3.1.17).

Oksanen, J., Blanchet, F.G., Friendly, M., 2017. Vegan: community ecology package. R package version 2.4-3. https://CRAN.R-project.org/package=vegan.

Oliveira-Filho, A.T., Ratter, J.A., 1995. A study of the origin of central Brazilian forests by the analysis of plant species distribution patterns. Edinburgh J. Bot. 52, 141. doi:10.1017/S0960428600000949

Oliveira, M. de, Calheiros, D.F., 2000. Flood pulse influence on phytoplankton communities of the south Pantanal floodplain, Brazil. Hydrobiologia 427, 101–112. doi:10.1023/A:1003951930525

Oliveira, L.B. de, 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, dissertação??Universidade de Brasília.

Oliveira, R.B., Specht, A., Corseuil, E., 1999. Esfingídeos (Lepidoptera, Sphingidae) ocorrentes no Rio Grande do Sul. Biociências 7, 167–177.

Pittaway, A.R., 1993. The hawkmoths of the Western Palaearctic 240 p.

Prado, D.E., 2000. Seasonally dry forests of Tropical South America: from forgotten ecosystems to a new phytogeographic unit. Edinburgh J. Bot. 57, 437–461. doi:10.1017/S096042860000041X

Preston, F.W., 1948. The commonness, and rarity, of species. Ecology 29, 254–283. doi:10.2307/1930989

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. An. Acad. Bras. Cienc. 85, 1177–1188. doi:10.1590/S0001-37652013000300017

R Core Team, 2017. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. R version 3.3.3. URL https://www.R-project.org/.

Ribeiro, J. F. and Dias, T., 2007. Diversidade e conservação da vegetação e da flora *in* Biodiversidade do Cerrado e Pantanal: áreas e ações prioritárias para conservação / Ministério do Meio Ambiente. Brasília: MMA, 2007. 540 p.: il. color. (Série Biodiversidade 17). ISBN 978-85-87166-87-6.

Ribeiro, J.F., Walter, B.M.T., 2008. As principais fitofisionomias do bioma Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. de; RIBEIRO, J. F. (Ed.). Cerrado: ecologia e flora. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica: Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2008. cap. 6, p. 151-212.

Ribeiro, M.C., Martensen, A.C., Metzger, J.P., Tabarelli, M., Scarano, F.R., Fortin, M.J., 2011. The Brazilian Atlantic Forest: a shrinking biodiversity hotspot. In: Zachos FE, Habel JC (eds) Biodiversity hotspots. Springer, Heidelberg, pp 405–434.

Ribeiro, M.C., Metzger, J.P., Martensen, A.C., Ponzoni, F.J., Hirota, M.M., 2009. The Brazilian Atlantic Forest: how much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. Biol. Conserv. 142, 1141–1153. doi:10.1016/j.biocon.2009.02.021

Rothschild, L.W., Jordan, K., 1903. A revision of the lepidopterous family Sphingidae. By the Hon. Walter Rothschild ... and Karl Jordan ... (With 67 plates). Issued at the Zoological Museum, Tring, March 1903. Printed by Hazell, Watson & Viney, Ld.,

London. doi:10.5962/bhl.title.5651

Rothschild, L.W., Jordan, K., 1910. List of Sphingidae collected by the late W. Hoffmanns at Alliança, Rio Madeira, Amazonas. In: Hazell, Watson, Viney, L. (Ed.), Novitates Zoologicae. London and Aylesbury, pp. 447–455.

Salati, E., Santos, Â.A. Dos, Klabin, I., 2006. Temas ambientais relevantes. Estud. Avançados 20, 107–127. doi:10.1590/S0103-40142006000100009

Santos, F.L., Casagrande, M.M., Mielke, O.H.H., 2015. Saturniidae and Sphingidae (Lepidoptera, Bombycoidea) assemblage in Vossoroca, Tijucas do Sul, Paraná, Brazil. An. Acad. Bras. Cienc. 87, 843–860. doi:10.1590/0001-3765201520140368

Scarano, F.R., Ceotto, P., 2015. Brazilian Atlantic forest: impact, vulnerability, and adaptation to climate change. Biodivers. Conserv. 24, 2319–2331. doi:10.1007/s10531-015-0972-y

Schreiber, H., 1978. Dispersal centres of Sphingidae (Lepidoptera) in the Neotropical Region, Biogeographica. doi:10.1007/978-94-009-9960-2

Siewert, Ricardo, R., Silva, E.J.E., 2010. Contribution to the knowledge of the hawkmoths fauna in the state of Santa Catarina, Brazil (Lepidoptera: Sphingidae). Nachrichten des Entomol. Vereins Apollo 31, 63–66.

Simpson, E.H., 1949. Measurement of Diversity. Nature 163, 688–688. doi:10.1038/163688a0

SinBiota, 2017. Sistema de Informação Ambiental do Programa Biota/Fapesp [WWW Document]. Rede SpeciesLink. URL http://www.splink.org.br

Specht, A., Benedetti, A.J., Corseuil, E., 2008. Esfingídeos (Lepidoptera, Sphingidae) registrados no Rio Grande do Sul, Brasil. Biociências 16, 15–18.

Teston, J., Correa, D., 2015. The Arctiini (Lepidoptera, Erebidae, Arctiinae) fauna of the Serra do Pardo National Park, Pará, Brazil. Check List 11, 1613. doi:10.15560/11.2.1613

Tóthmérész, B., 1995. Comparison of different methods for diversity ordering. J. Veg. Sci. 6, 283–290. doi:10.2307/3236223

Ulrich, W., Ollik, M., Ugland, K.I., 2010. A meta-analysis of species-abundance distributions. Oikos 119, 1149–1155. doi:10.1111/j.1600-0706.2009.18236.x

Vaglia, T., Haxaire, J., 2009. Description d'un nouveau Sphingidae néotropical, *Xylophanes crenulata* (Lepidoptera , Sphingidae). Eur. Entomol. 1, 95–102.

Van Nieukerken, E.J., Kaila, L., Kitching, I.J., Kristensen, N.P., Lees, D.C., Minet, J., Mitter, C., Mutanen, M., Regier, J.C., 2011. Order Lepidoptera Linnaeus, 1758. In: Zhang, Z.-Q. (Ed.), Animal biodiversity: An outline of higher-level classification and survey of taxonomic richness. Zootaxa 1758, 212–221.

doi:http://www.mapress.com/zootaxa/2011/f/zt03148p221.pdf

Varela-Freire, A.A., 2004. Atividade de vôo de esfingídeos (Lepidoptera: Bombycoidea Sphingidae) em Área Protegida de Caatinga, Estação Ecológica do Seridó, Serra Negra do Norte/RN. Dissertação de Mestrado. Universidade do Amazonas.

Vieira, I.C.G., Toledo, P.M., Silva, J.M.C., Higuchi, H., 2008. Deforestation and threats to the biodiversity of Amazonia. Brazilian J. Biol. 68, 949–956. doi:10.1590/S1519-69842008000500004

Vieira, K.C.R., Moraes, S. de 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 Entomol. 98, 342–348. doi:10.1653/024.098.0153

Wallace, A.R., 1876. The geographical distribution of animals. London, Macmillan and Co.

Winder, J.A., 1976. Ecology and Control of *Erinnyis ello* and *E. alope*, important insect pests in the New World. Trop. Pest Manag. 22, 449–466. doi:10.1080/09670877609414334

Wu, L.-W., Yen, S.-H., Lees, D.C., Lu, C.-C., Yang, P.-S., Hsu, Y.-F., 2015. Phylogeny and historical biogeography of Asian *Pterourus* Butterflies (Lepidoptera: Papilionidae): a case of intercontinental dispersal from North America to East Asia. PLoS One 10, e0140933. doi:10.1371/journal.pone.0140933

Apêndice 1.1. Esfingídeos amostrados em Rio Pardo de Minas – MG (RPM), Parque Nacional da Chapada Diamantina (PNCD) e Parque Nacional Chapada dos Veadeiros (PNCV) de fevereiro de 2009 a novembro de 2014. As amostragens foram realizadas com armadilhas luminosas.

Espécie	RPM			PNCD				PNCV								
	Água Boa	Vereda Funda		Andaraí	Mucugê		Cavalcante	Alto Paraíso de Goiás								
	2009	2010		2012		2012	2013	2012		2013						2014
	fev	nov	dez	abr	jul	out	dez	mar	jun	mai	jun	set	out	nov	dez	nov
Adhemarius gannascus (Stoll, 1790)				4				3		1						
Agrius cingulata (Fabricius, 1775)				76	4								1	1		
Amphonyx duponchel (Poey, 1832)			1					4		1				3		
Amphonyx lucifer Rothschild &	2															
Callionima grisescens (Rothschild, 1894)	3	3	8		1	4					1	1				
Callionima inuus (Rothschild & Jordan, 1903)														14		
Callionima nomius (Walker, 1856)								1								
Callionima pan (Cramer, 1779)								1		1						
Callionima parce (Fabricius, 1775)	1	5	9				2		5				2	41		2
Enyo lugubris (Linnaeus, 1771)								1						1		1
Enyo ocypete (Linnaeus, 1758)					1	4	1	1				1	1	2		4
Erinnyis alope (Drury, 1773)				7				7	1					6		1
Erinnyis crameri (Schaus, 1898)																5

Espécie	RPM			PNCD			PNCV									
	Água Boa	Vereda Funda		Andaraí	Mucugê	Cavalcante	Alto Paraído de Goiás									
	2009	2010		2012		2012	2013	2012		2013						2014
	fev	nov	dez	abr	jul	out	dez	mar	jun	mai	jun	set	out	nov	dez	nov
Erinnyis ello (Linnaeus, 1758)		49	96	137	14	4		5			1		4	34	1	76
Erinnyis impunctata (Rothschild & Jordan, 1903)																6
Erinnyis lassauxii (Boisduval, 1859)		2		12			2							14		
Erinnyis obscura (Fabricius, 1775)	2	3	6		5	1	1	2		2	1		1	35		17
Erinnyis oenotrus (Cramer, 1780)	7	1	5	1		3	1		1				1	32		11
Eumorpha adamsi (Rothschild & Jordan, 1903)							1									
Eumorpha analis (Rothschild & Jordan, 1903)							1							2		
Eumorpha anchemolus (Cramer, 1779)													2	4		
Eumorpha obliquus (Rothschild &			1													
Eumorpha satellitia (Linnaeus, 1771)		2				3		1								
Eumorpha vitis (Linnaeus, 1758)			1			1										
Hemeroplanes triptolemus (Cramer, 1779)			1					1								
Hyles euphorbiarum (Guérin-Méneville &	1			5	1											

Espécie	RPM			PNCD			PNCV										
	Água Boa	Vereda Funda		Andaraí	Mucugê		Cavalcante	Alto Paraíso de Goiás									
	2009	2010		2012		2012	2013	2012		2013							2014
	fev	nov	dez	abr	jul	out	dez	mar	jun	mai	jun	set	out	nov	dez	nov	
Percheron, 1835)																	
Isognathus allamandae Clark, 1920	5		1	1				1		2		1					
Isognathus caricae (Linnaeus, 1758)	19	2	2	1		7	4	10	4	5	1	1	6	24		4	
Isognathus leachii (Swainson, 1823)	23																
Isognathus menechus (Boisduval, [1875])		9	25		3	2		2			1	2	1				
Madoryx oiclus (Cramer, 1779)				1									1				
Madoryx plutonius (Hübner, [1819])													1				
Manduca contracta (Butler, 1875)																1	
Manduca diffissa (Butler, 1871)		6	17	1			1							1			
Manduca florestan (Stoll, 1782)	17					1							1				
Manduca lefeburii (Guérin-Méneville, [1844])		6	4														
Manduca lucetius (Cramer, 1780)	1	3	8			1											
Manduca rustica (Fabricius, 1775)	1	1	2			5											

Espécie	RPM			PNCD			PNCV									
	Água Boa	Vereda Funda		Andaraí	Mucugê	Cavalcante	Alto Paraído de Goiás									
	2009	2010		2012		2012	2013	2012			2013					2014
	fev	nov	dez	abr	jul	out	dez	mar	jun	mai	jun	set	out	nov	dez	nov
Neococytius cluentius (Cramer, 1775)														1		
Nyceryx coffaeae (Walker, 1856)						1										
Nyceryx continua (Walker, 1856)			1										1			
Pachylia darceta Druce, 1881	4															
Pachylia ficus (Linnaeus, 1758)	1							1								
Pachylioides resumens (Walker, 1856)														1		
Perigonia leucopus (Rothschild & Jordan, 1910)														1		
Perigonia lusca (Fabricius, 1777)			1	1										4		
Perigonia pallida (Rothschild & Jordan, 1903)		7	8	1									2	3		
Perigonia passerina Boisduval, [1875]														1		
Perigonia stulta Herrich-Schäffer, [1854]														1		
Protambulyx eurycles (Herrich-Schäffer, [1854])							1	1								
Protambulyx strigilis (Linnaeus, 1771)				1	2		1	1	5	5			1	5		

Espécie	RPM			PNCD				PNCV								
	Água Boa	Vereda Funda		Andaraí	Mucugê		Cavalcante	Alto Paraído de Goiás								
	2009	2010		2012		2012	2013	2012		2013						2014
	fev	nov	dez	abr	jul	out	dez	mar	jun	mai	jun	set	out	nov	dez	nov
Pseudosphinx tetrio (Linnaeus, 1771)			2	3	7	5	1	4	2	2			9	10		2
Xylophanes chiron (Drury, 1773)								3					1	5		
Xylophanes pistacina (Boisduval, [1875])													2			
Xylophanes tersa (Linnaeus, 1771)	2	2	1	9	5	1		35	2	28	1	2	13	31		1
Xylophanes thyelia (Linnaeus, 1758)				1	1											
Total	**89**	**101**	**200**	**262**	**44**	**43**	**17**	**85**	**20**	**47**	**6**	**8**	**51**	**277**	**1**	**131**

Apêndice 1.2. Script de análise geoespecial de registros de ocorrência de espécies nos biomas brasileiros.

```
#########################################################################
#######
dados <- read.csv2(file.choose())  # O objeto "dados" é um data.frame criado a partir da
leitura de um arquivo com extensão .csv contendo, necessariamente, uma coluna com os
nomes científicos das espécies, denominada "Espécie", uma coluna com as coordenadas
geográficas decimais (com separador decimal ",") de longitude (datum WGS-84),
denominada "Longitude", e uma coluna com as coordenadas geográficas decimais (com
separador decimal ",") de latitude (datum WGS-84) denominada "Latitude", em qualquer
ordem.
# Instalação dos pacotes necessários:

install.packages("rgdal")
install.packages("raster")
install.packages("maps")

# Função "f.dados.especies":

f.dados.especies <- function(dados) {  # Função "f.dados.especies" com argumento
  # "dados".
  library("rgdal") # carrega o pacote "rgdal".
  library("raster")  # carrega o pacote "raster".
  library("maps")  # carrega o pacote "maps".
  # objeto "biomas", criado a partir da leitura do shapefile "bioma.shp", com
  # codificação Unicode UTF-8.
  biomas <- shapefile("./Shapefiles/biomas IBGE/bioma.shp", encoding="UTF-8")
  # transformação da projeção do objeto "biomas" para longlat +datum=WGS84.
  biomas <- spTransform(biomas, CRS("+proj=longlat +datum=WGS84"))
  # objeto "estados", criado a partir da leitura do shapefile "estados_2010.shp"
  # com codificação Unicode UTF-8.
  estados <- shapefile("./Shapefiles/estados_2010/estados_2010.shp",
                       encoding="UTF-8")
  # transformação da projeção do objeto "estados" para longlat +datum=WGS84.
  estados <- spTransform(estados, CRS("+proj=longlat +datum=WGS84"))
  # objeto "municipios", criado a partir da leitura do shapefile "municipios_
  # 2010.shp" com codificação Unicode UTF-8.
  municipios <- shapefile("./Shapefiles/municipios_2010/municipios_2010.shp"
                          , encoding="UTF-8")
  # transformação da projeção do objeto "municipios" para longlat +datum=WGS84.
  municipios <- spTransform(municipios, CRS("+proj=longlat +datum=WGS84"))
  # objeto "municipios", criado a partir da leitura do shapefile "veget.shp", com
```

```
  # com codificação Unicode UTF-8.
  vegetacao <- shapefile("./Shapefiles/vegetacao/veget.shp", encoding="UTF-8")
  # transformação da projeção do objeto "vegetacao" para longlat +datum=WGS84.
  vegetacao <- spTransform(vegetacao, CRS("+proj=longlat +datum=WGS84"))
  # objeto "uc", criado a partir da leitura do shapefile "ucstodas.shp", com
  # com codificação Unicode UTF-8.
  uc <- shapefile("./Shapefiles/UCs/ucstodas.shp")
  # atribuição da projeção "longlat +datum=WGS84" ao objeto "uc".
  proj4string(uc) <- CRS("+proj=longlat +datum=WGS84")
  # criação do objeto secundário "dados.coord" a partir de "dados".
  dados.coord <- dados
  # transformação da classe do objeto "dados.coord", de data.frame para Spatial-
  # PointsDataFrame, com determinação das colunas referentes à Longitude e Lati-
  # tude.
  coordinates(dados.coord) <- cbind(dados$Longitude, dados$Latitude) ###
  # atribuição da projeção "longlat +datum=WGS84" ao objeto "dados.coord".
  proj4string(dados.coord) <- CRS("+proj=longlat +datum=WGS84")
  # objeto "dados.over.biomas", criado a partir da sobreposição espacial dos
  # objetos "dados.coord" e "biomas".
  dados.over.biomas <- over(dados.coord, biomas)
  # objeto "dados.over.estados", criado a partir da sobreposição espacial dos
  # objetos "dados.coord" e "estados".
  dados.over.estados <- over(dados.coord, estados)
  # objeto "dados.over.municipios", criado a partir da sobreposição espacial dos
  # objetos "dados.coord" e "municipios".
  dados.over.municipios <- over(dados.coord, municipios)
  # objeto "dados.over.vegetacao", criado a partir da sobreposição espacial dos
  # objetos "dados.coord" e "vegetacao".
  dados.over.vegetacao <- over(dados.coord, vegetacao)
  # objeto "dados.over.uc", criado a partir da sobreposição espacial dos
  # objetos "dados.coord" e "uc".
  dados.over.uc <- over(dados.coord, uc)
  # objeto "dados.over.shapes", criado a partir da junção das colunas com infor-
  # mações geográficas dos objetos "dados.over.biomas", "dados.over.estados",
  # "dados.over.municipios", "dados.over.vegetacao" e "dados.over.uc".
  dados.over.shapes <- cbind(dados, dados.over.biomas$CD_LEGEN1,
dados.over.estados$sigla
                        , dados.over.municipios$nome, dados.over.vegetacao$TIPO
                        , dados.over.uc$NOME_UC1, dados.over.uc$ESFERA5)
  # atribui nomes apropriados às colunas do objeto "dados.over.shapes".
  colnames(dados.over.shapes) <- c("ID", "Espécie", "Autor", "Longitude", "Latitude",
                           "Bioma", "Estado", "Município", "Vegetação", "UC",
```

```
                                "Esfera UC")
  # escreve o arquivo "dados.especies.csv" a partir do objeto "dados.over.shapes".
  write.csv2(dados.over.shapes, file = "dados.especies.csv")
  # Loop: para i em valores únicos da coluna "Espécie" de "dados.over.shapes":
  for(i in unique(dados.over.shapes$Espécie)) {
    # objeto "file" criado como caracteres a partir da colagem do valor de "i",
    # (nomes das espécies) e ".csv".
    file <- as.character(paste(i, ".csv", sep=""))
    # escreve um arquivo .csv para cada "i", com o nome do arquivo igual a "file".
    write.csv2(dados.over.shapes[dados.over.shapes$Espécie == i, ], file = file)
  }
  # Loop: para i em valores únicos da coluna "Espécie" de "dados.coord":
  for(i in unique(dados.coord$Espécie)) {
    # Loop: para j em valores únicos da coluna "Autor" de "dados.coord" para
    # cada "i":
    for (j in unique(dados.coord$Autor[dados.coord$Espécie == i])) {
      # cria um arquivo .pdf com nome igual a "i.pdf".
      pdf(paste(i, ".pdf", sep=""))
      # objeto "colfunc" criado a partir da interpolação das cores listadas.
      colfunc <- colorRampPalette(c("gold", "darkorange", "darkgreen"))
      # plota o objeto "biomas" com as cores atribuídas por "colfunc", com
      # o número de cores igual ao número de biomas.
      plot(biomas, col=(colfunc(length(biomas@data$CD_LEGEN1))))
      # plota as coordenadas de cada espécie ("i").
      plot(dados.coord[dados.coord$Espécie ==  i, ], col = "red", pch = 21
          , cex=1, add=T)
      # cria o objeto "titulo" com a expressão "Registros de ocorrência de",
      # nome científico da espécie em itálico, nome do autor da espécie,
      # "no Brasil".
      titulo <- list(bquote(.("Registros de ocorrência de")),
                     bquote(italic(.(i))~.(j)~.("no Brasil")))
      # chama a expressão do objeto "titulo" na forma de título principal.
      title(main = mtext(do.call(expression, titulo),side=3,line=2:1, cex = 1.2))
      # cria a escala gráfica dos objetos projetados.
      map.scale(grconvertX(0.60,"npc"), grconvertY(0.06, "npc"), metric = TRUE,
              ratio = FALSE, relwidth = 0.2, len = 8, subdiv = 2)
      # adiciona legenda relativa ao objeto "biomas".
      legend (x = 'bottomleft', title = "Biomas (IBGE, 2004)", legend =
biomas@data$CD_LEGEN1,
              fill = (colfunc(length(biomas@data$CD_LEGEN1))))
            # desliga o dispositivo de criação de pdfs.
      dev.off()
```

```
    }
  }
}

# Executa a função "f.dados.especies" com o objeto "dados".

f.dados.especies(dados)

# Serão criados no diretório local do arquivo do script: mapas no formato .pdf
# com a distribuição geográfica de cada espécie, planilhas no formato .csv con-
# tendo informações de sobreposição de cada registro de ocorrência em biomas, ti-
# pos vegetacionais, estados, municípios, unidades de conservação e a esfera de
# poder de cada UC (federal, estadual ou municipal), por espécie.

# Fontes dos shapefiles utilizados:

# "bioma.shp", disponível em ftp://geoftp.ibge.gov.br/mapas_interativos/biomas.zip
# "estados_2010.shp", criado a partir dos arquivos disponíveis em ftp://geoftp.
# ibge.gov.br/malhas_digitais/municipio_2010/
# "municipios_2010.shp, criado a partir dos arquivos disponíveis em ftp://geoftp.
# ibge.gov.br/malhas_digitais/municipio_2010/
# "veget.shp", criado a partir dos arquivos disponíveis em http://mapas.mma.gov.br
# /mapas/aplic/probio/datadownload.htm
# "uctodas.shp", criado a partir dos arquivos disponíveis em http://mapas.mma.gov.
# br/i3geo/datadownload.htm

#############################################################################
```

Apêndice 1.3. Lista de espécies de Sphingidae com ocorrência nos biomas brasileiros. baseada em levantamentos de registros de ocorrência de 39 artigos (1-Amorim et al., 2009; 2-Becker, 2001; 3-Biezanko, 1982a; 4-Biezanko, 1982b; 5-Camargo et al., 2016; 6-Carvalho et al., 1978; 7-Coelho et al., 1979; 8-Cruz-Neto et al., 2011; 9-Darrault and Schlindwein, 2002; 10-Duarte et al., 2008; 11-Duarte et al., 2009; 12-Duarte Júnior and Schlindwein, 2005a; 13-Duarte Júnior and Schlindwein, 2005b; 14-Duarte Júnior and Schlindwein, 2008; 15-Eitschberger, 2005; 16-Favretto, 2012; 17-Gusmão and Creão-Duarte, 2004; 18-Hawes et al., 2009; 19-Haxaire et al., 2015; 20-Haxaire, 1995; 21-Haxaire, 2009; 22-Laroca and Mielke, 1975; 23-Laroca et al., 1989; 24-Marinoni et al., 1999; 25-Mielke and Haxaire, 2013; 26-Monteiro et al., 2007; 27-Moss, 1920; 28-Motta and Andreazze, 2001; 29-Motta and Andreazze, 2002; 30-Motta and Soares, 1997; 31-Motta and Xavier-Filho, 2005; 32-Motta et al., 1991; 33-Motta et al., 1998; 34-Primo et al., 2013; 35-Rothschild and Jordan, 1910; 36-Santos et al., 2015; 37-Siewert, Ricardo and Silva, 2010; 38-Vaglia and Haxaire, 2009; 39-Vieira et al., 2015), 3 teses (40-Amorim, 2012; 41-Ávila Junior, 2009; 42-Oliveira, 2014), 2 dissertações (43-Machado, 2014; 44-Varela-Freire, 2004), 1 livro (45-Martin et al., 2011), 14 bancos de dados de coleções entomológicas (46-BOLD-Systems, 2017; 47-Coleção Entomológica CPAC, 2017; 48-GBIF, 2017; 49-Kitching, 2017; 50-Lepbarcoding, 2017; 51-CECA, 2017; 52-DZUP-Lepidoptera, 2017; 53-Fiocruz-CEIOC, 2017; 54-MCTP-Insetos, 2017; 55-NHM-London-ENT, 2017; 56-NMNH-Animalia-BR, 2017; 57-OBIS-BR, 2017; 58-SinBiota, 2017; 59-Coleção Entomológica UnB) e dados primários de 3 levantamentos (60-PNCD; 61-PNCV; 62-Rio Pardo de Minas) apresentados no capítulo 2. Taxonomia segundo Kitching, 2017. (* registros de ocorrência que não coincidem com a distribuição geográfica conhecida da espécie, necessitando de confirmação da taxonômica. Espécies em negrito apresentam registros exclusivos em apenas um bioma).

Espécie	Amazônia	Caatinga	Cerrado	Mata Atlântica	Pampa	Pantanal
Adhemarius daphne (Boisduval, [1875])	18			40, 43, 39, 46		
***Adhemarius eurysthenes* (R. Felder, [1874])**			50*	40, 10, 16, 22, 23, 43, 24, 45, 36, 37, 39, 46, 47, 50, 52, 54, 58		
Adhemarius gagarini (Zikän, 1935)	5, 28, 33, 46, 50, 52			10, 45, 46, 52		
Adhemarius gannascus (Stoll, 1790)	5, 27, 28, 29, 32, 33, 46, 47, 48, 50, 52	60*	1, 42, 47, 61, 50	40, 41, 4, 7, 10, 13, 14, 22, 23, 43, 24, 45, 36, 37, 39, 47, 48, 50, 52, 54, 58	3, 6, 52, 54	52*
Adhemarius palmeri (Boisduval, [1875])	5, 18, 27, 28, 29, 31, 32, 33, 35, 46, 47,		46, 47, 50	41, 4, 9, 10, 22, 43, 45, 37, 46, 48, 50, 52, 58	3, 6	52

Espécie	Amazônia	Caatinga	Cerrado	Mata Atlântica	Pampa	Pantanal
	48, 50, 52					
***Adhemarius roessleri* Eitschberger, 2002**	27, 29, 32, 49, 52					
Aellopos ceculus (Cramer, 1777)	27, 28, 32, 33, 35, 52		47, 50, 52, 59	8, 45, 37, 46, 52		
***Aellopos clavipes* (Rothschild & Jordan, 1903)**				50, 54		
Aellopos fadus (Cramer, 1775)	18, 27, 32, 35, 52		1, 42, 46, 47, 50, 52	9, 10, 45, 52, 53	6*	
Aellopos tantalus (Linnaeus, 1758)			1, 47, 52	4, 45, 52	3, 6	
Aellopos titan (Cramer, 1777)	18, 27, 52		1, 25, 47, 50, 52	4, 9, 16, 45, 52, 54, 55	3, 6, 54	
Agrius cingulata (Fabricius, 1775)	5, 27, 31, 32, 33, 46, 47, 48, 50	12, 17, 44, 60, 48	1, 25, 42, 47, 61, 59	40, 4, 7, 9, 10, 14, 22, 23, 43, 24, 45, 34, 36, 52, 53, 54, 55	3, 6, 54	
Aleuron carinata (Walker, 1856)	5, 28, 32, 35, 46, 52		46, 50	46, 52, 53		
Aleuron chloroptera (Perty, [1833])	5, 27, 29, 32, 33, 35, 46, 51, 52		1, 25, 46, 48, 50, 52	40, 4, 45, 46, 52		
Aleuron iphis (Walker, 1856)	5, 18, 27, 29, 32, 35, 47, 52		25, 46, 50, 52	14, 45, 48, 52		
Aleuron neglectum Rothschild & Jordan, 1903	5, 18, 27, 29, 32, 33, 35, 52		46, 47, 52	45, 52		

Espécie	Amazônia	Caatinga	Cerrado	Mata Atlântica	Pampa	Pantanal
***Aleuron prominens* (Walker, 1856)**				46, 49, 52		
***Aleuron ypanemae* (Boisduval, [1875])**				40		
Amphimoea walkeri (Boisduval, [1875])	5, 27, 28, 29, 31, 47		52*	41, 10, 14, 43, 45, 48, 52		
Amphonyx duponchel (Poey, 1832)	5, 27, 28, 29, 31, 32, 33, 35, 46, 47, 48, 51, 55	46	25, 42, 46, 47, 61, 62	40, 41, 4, 7, 10, 22, 23, 43, 24, 45, 37, 47		
Amphonyx lucifer Rothschild & Jordan, 1903	5, 27, 28, 29, 47, 52, 55		1, 62, 58	40, 4, 10, 16, 22, 23, 43, 24, 45, 36, 37, 39, 52, 53, 54, 58	6	
***Amphonyx mephisto* (Haxaire & Vaglia, 2002)**				36, 46, 52, 53		
Amphonyx rivularis Butler, 1875	15, 52	15, 52	15, 52	15, 52		52
***Baniwa yavitensis* Lichy, 1981**	28, 30, 46					
***Callionima acuta* (Rothschild & Jordan, 1910)**	35					
***Callionima denticulata* (Schaus 1895)**	5, 35					
Callionima falcifera (Gehlen, 1943)	5, 53			14, 45, 48, 50, 53		
Callionima grisescens (Rothschild, 1894)	52*	12, 17, 44, 46, 60, 48, 52, 53	1, 25, 42, 46, 47, 61, 62, 52, 53	9, 14, 45, 47, 52, 53		52

Espécie	Amazônia	Caatinga	Cerrado	Mata Atlântica	Pampa	Pantanal
Callionima guiarti (Debauche, 1934)	49*	49*	1, 25, 42, 46, 49	49		
Callionima inuus (Rothschild & Jordan, 1903)	5, 27, 28, 29, 31, 32, 35, 52		61, 58	40, 41, 4, 10, 14, 22, 23, 43, 24, 45, 37, 46, 48, 50, 52, 53, 54, 58	6	
Callionima nomius (Walker, 1856)	5, 27, 28, 29, 31, 32, 33, 35, 47, 53		1, 42, 47, 61	40, 41, 4, 10, 14, 22, 23, 43, 24, 45, 37, 39, 46, 48, 50, 52, 53, 54	3	
Callionima pan (Cramer, 1779)	5, 18, 27, 28, 29, 31, 33, 35, 46, 48, 50, 52		61, 52	45, 52		
Callionima parce (Fabricius, 1775)	5, 18, 27, 28, 29, 31, 32, 33, 35, 47, 52, 53	17, 44	1, 42, 46, 47, 61, 62, 53, 59	40, 4, 7, 8, 9, 10, 14, 22, 23, 43, 24, 45, 34, 36, 37, 39, 48, 50, 52, 53, 54, 58	3, 6	53
Cocytius antaeus (Drury, 1773)	5, 27, 29, 32, 47, 51, 52	12, 44	1, 42, 47, 52	41, 4, 7, 8, 9, 10, 13, 14, 22, 23, 43, 24, 45, 34, 37, 39, 48, 52, 54	3, 6	52
Enyo cavifer (Rothschild & Jordan, 1903)	5, 27, 35			45, 37, 50, 52, 53		
Enyo gorgon (Cramer, 1777)	5, 18, 27, 28, 29, 32, 33, 35, 52		50, 52	41, 4, 43, 24, 45, 34, 37, 39, 46, 50, 52, 54, 58	3, 6	

Espécie	Amazônia	Caatinga	Cerrado	Mata Atlântica	Pampa	Pantanal
Enyo lugubris (Linnaeus, 1771)	5, 18, 27, 28, 29, 31, 32, 33, 35, 46, 47, 51, 52, 53	12, 17, 44	1, 25, 46, 47, 61, 52, 53	4, 10, 13, 14, 22, 23, 43, 24, 45, 36, 37, 39, 48, 50, 51, 52, 53, 54	3, 6	
Enyo ocypete (Linnaeus, 1758)	5, 18, 27, 28, 29, 31, 32, 33, 35, 46, 47, 48, 50, 51, 52, 53	44, 60, 52	1, 25, 42, 46, 47, 61, 52, 53, 59	40, 41, 4, 7, 9, 10, 13, 14, 22, 43, 24, 45, 34, 37, 39, 46, 47, 48, 50, 52, 53		53
Enyo taedium Schaus, 1890	27			49		
Erinnyis alope (Drury, 1773)	5, 18, 27, 28, 29, 31, 32, 33, 35, 46, 48, 50, 52	12, 17, 44, 60, 50	1, 25, 42, 47, 61, 52	40, 41, 4, 10, 13, 14, 22, 23, 43, 24, 45, 34, 36, 37, 39, 48, 52, 53, 54	3, 6, 54	
Erinnyis crameri (Schaus, 1898)	5, 27, 28, 32, 33, 46, 48, 50, 52		42, 47, 61, 58	4, 7, 9, 10, 14, 22, 23, 43, 24, 45, 34, 36, 37, 47, 52, 53, 54	3	
Erinnyis ello (Linnaeus, 1758)	5, 18, 27, 28, 29, 31, 32, 33, 46, 47, 48, 50, 52	12, 17, 44, 60, 48	1, 25, 42, 47, 61, 62, 48, 59	40, 4, 7, 9, 10, 13, 14, 16, 22, 23, 43, 24, 45, 26, 34, 36, 37, 47, 48, 50, 52, 53, 54, 58	3, 6, 54	
Erinnyis impunctata Rothschild & Jordan, 1903			1, 61, 49, 52	49		
Erinnyis lassauxii (Boisduval, 1859)	5, 18, 27, 28, 32, 33, 46, 48, 50	12, 44, 60	47, 61, 62, 59	4, 8, 10, 14, 43, 24, 45, 48, 52, 54	3, 54	

Espécie	Amazônia	Caatinga	Cerrado	Mata Atlântica	Pampa	Pantanal
Erinnyis obscura (Fabricius, 1775)	5, 18, 27, 28, 29, 31, 32, 33, 46, 47, 48, 50, 52	12, 44, 60	1, 25, 42, 47, 61, 62, 52	4, 10, 14, 22, 23, 43, 24, 45, 37, 48, 52, 53	3, 6	
Erinnyis oenotrus (Cramer, 1780)	5, 27, 28, 29, 31, 32, 33, 35, 46, 47, 52	44, 60	1, 42, 47, 61, 62, 52, 59	40, 41, 4, 7, 9, 10, 22, 23, 43, 24, 45, 36, 52, 53, 54, 58	3, 6	
Eumorpha adamsi (Rothschild & Jordan, 1903)			1, 25, 42, 46, 47, 61, 48, 49, 50, 52	49		
Eumorpha analis (Rothschild & Jordan, 1903)			1, 42, 47, 61	40, 10, 43, 45, 39, 46, 48, 50, 52, 53, 54	54	52
Eumorpha anchemolus (Cramer, 1779)	5, 27, 28, 29, 31, 32, 33, 35, 46, 47, 48, 50, 51, 52, 55		1, 42, 47, 61, 59	4, 7, 8, 10, 13, 14, 22, 23, 43, 24, 45, 34, 37, 39, 48, 52, 58	3	
***Eumorpha capronnieri* (Boisduval, [1875])**	5, 18, 27, 28, 29, 31, 33, 46, 48, 50, 52					
Eumorpha fasciatus (Sulzer, 1776)	5, 27, 28, 29, 31, 32, 33, 46, 48, 50, 51	12, 44	1, 47, 53	41, 4, 7, 10, 13, 14, 23, 45, 34, 36, 48, 52, 53, 54	3, 6, 54	
Eumorpha labruscae (Linnaeus, 1758)	5, 27, 29, 32, 33, 46, 48, 50, 51, 52	12, 17, 44	1, 42, 47, 48, 59	4, 10, 14, 22, 23, 43, 24, 45, 39, 47, 48, 52, 53, 54, 55	3, 6, 52, 54	
Eumorpha megaeacus (Hübner, [1819])	27, 33, 46, 48, 50, 52			10, 45, 52		

Espécie	Amazônia	Caatinga	Cerrado	Mata Atlântica	Pampa	Pantanal
Eumorpha obliquus (Rothschild & Jordan, 1903)	27, 28		42, 62	40, 10, 14, 23, 43, 24, 45, 48, 52, 54		
***Eumorpha orientis* (Daniel, 1949)**				46		
Eumorpha phorbas (Cramer, 1775)	5, 27, 28, 29, 33, 47, 52			41, 45, 52		
Eumorpha satellitia (Linnaeus, 1771)	5, 27, 28, 32, 35, 46, 47, 48, 50, 52		25, 46, 47, 61, 62, 50, 52	41, 4, 16, 22, 23, 37, 46, 52, 54, 58	3, 6, 54	
***Eumorpha translineatus* (Rothschild, 1895)**				40, 10, 22, 43, 45, 46, 48, 50, 52, 55		
Eumorpha vitis (Linnaeus, 1758)	5, 27, 28, 29, 31, 33, 46, 48, 50, 51, 52, 55	12, 17, 44, 48	1, 47, 61, 62, 52	4, 8, 14, 22, 24, 45, 34, 52, 54	3, 6	
Eupyrrhoglossum sagra (Poey, 1832)	5, 27, 28, 32, 35, 51, 52		1, 25, 46, 48, 50, 59	45, 34, 46, 52		48
***Eupyrrhoglossum venustum* Rothschild & Jordan, 1910**	**28, 29, 33, 35**					
Euryglottis aper (Walker, 1856)*	52*					
***Hemeroplanes longistriga* (Rothschild & Jordan, 1903)**				40, 10, 43, 24, 45, 39, 46, 48, 50, 52, 53		
Hemeroplanes ornatus Rothschild, 1894	5, 27, 28, 35			10, 24, 45, 53		
Hemeroplanes triptolemus (Cramer, 1779)	5, 27, 28, 29, 35, 47, 51, 52		1, 25, 47, 61, 62, 52	41, 13, 14, 22, 43, 45, 34, 48, 52, 53, 58		

Espécie	Amazônia	Caatinga	Cerrado	Mata Atlântica	Pampa	Pantanal
Hyles euphorbiarum (Guérin-Méneville & Percheron, 1835)		12, 17, 44, 46, 60, 48, 52, 55	1, 46, 47, 62, 48, 50	4, 9, 10, 43, 45, 52, 58	3, 6	
Isognathus allamandae Clark, 1920	5, 27, 29, 32, 47, 52	44, 46, 60, 52, 55	1, 25, 46, 47, 61, 62, 48, 52	13, 14, 45, 46, 48, 52		
Isognathus australis Clark, 1917		12, 48, 55	49	43, 45, 46, 52		
Isognathus caricae (Linnaeus, 1758)	5, 27, 32, 33, 46, 47, 48, 50, 52	44, 60	1, 25, 42, 46, 47, 61, 62, 50, 52, 58, 59	4, 9, 10, 14, 45, 48, 52, 53		52
***Isognathus excelsior* (Boisduval, [1875])**	5, 27, 28, 29, 31, 33, 52					
Isognathus leachii (Swainson, 1823)	5, 27, 28, 29, 31, 32, 33, 35, 46, 47, 48, 50		42, 46, 47, 62, 50	14, 45, 48		
Isognathus menechus (Boisduval, [1875])	5, 27, 28	17, 60	1, 25, 42, 46, 61, 62, 48, 50, 52	9, 14, 45, 48, 52		
***Isognathus mossi* Clark, 1919**	27, 28, 33					
***Isognathus occidentalis* Clark, 1929**	28, 29					
Isognathus rimosa (Grote, 1865)*	(28, 29, 33, 46)*			4*		
***Isognathus scyron* (Cramer, 1780)**	5, 27, 28, 32, 33, 46, 48, 50, 52					

Espécie	Amazônia	Caatinga	Cerrado	Mata Atlântica	Pampa	Pantanal
Isognathus swainsonii Felder & Felder, 1862	5, 27, 28, 29, 32, 33, 46, 52		52*	14, 45, 48, 50, 52		
Lintneria justiciae (Walker, 1856)				4, 10, 23, 45, 37, 46, 52	3, 6, 54	
Madoryx bubastus (Cramer, 1777)	5, 31, 32		25	4, 45, 39, 50	3	
Madoryx oiclus (Cramer, 1779)	27, 47, 51	60*	46, 47, 61, 50	9, 45, 37, 52, 57, 58	3, 6	
Madoryx plutonius (Hübner, [1819])	5, 27, 28, 29, 31, 46, 47, 48, 50, 52		1, 25, 42, 46, 47, 61, 50	41, 4, 8, 10, 14, 22, 43, 45, 37, 39, 52, 53		
Manduca albiplaga (Walker, 1856)	5, 27, 29, 52		1	4, 10, 22, 23, 45, 37, 46, 50, 52, 54, 58	3	
Manduca armatipes (Rothschild & Jordan, 1916)*				(4, 52, 54)*	(3, 6, 52)*	
Manduca bergarmatipes (Clark, 1927)*				4*		
Manduca brasilensis (Jordan, 1911)		12, 46, 50	46, 50, 52	40, 41, 10, 13, 43, 45, 36, 39, 46, 50, 52, 54		
Manduca brontes (Drury, 1773)*	33*					
Manduca brunalba (Clark, 1929)	5, 28, 31, 33, 52		46, 50, 52	52*		
***Manduca chinchilla* (Gehlen, 1942)**	**49**					
***Manduca clarki* (Rothschild & Jordan, 1916)**	33			(14, 48)*		
Manduca contracta (Butler, 1875)	(46, 48, 50)*		1, 46, 61, 48, 50	14, 45, 36, 46, 48	55*	

Espécie	Amazônia	Caatinga	Cerrado	Mata Atlântica	Pampa	Pantanal
***Manduca corumbensis* (Clark, 1920)**			52	52*		
Manduca dalica (Kirby, 1877)	5, 27, 28, 29, 33, 46, 48, 50, 52			10, 43, 45, 52, 53		
Manduca diffissa (Butler, 1871)	5, 18, 27, 28, 29, 31, 32, 33, 46, 48, 50	44, 46, 60	1, 42, 47, 61, 62	40, 4, 9, 10, 14, 22, 23, 43, 24, 45, 34, 36, 37, 39, 48, 50, 53, 54, 58	3, 6, 54, 55	
***Manduca exiguus* (Gehlen, 1942)**				19, 46		
Manduca florestan (Stoll, 1782)	5, 18, 27, 28, 29, 32, 46, 50, 52	46, 52	1, 25, 42, 47, 61, 62, 52, 58	40, 41, 4, 8, 10, 14, 22, 23, 43, 24, 45, 36, 37, 39, 46, 48, 50, 52, 53, 54, 58	3, 52, 54	
Manduca gueneei (Clark, 1932)		50*	46, 50	46, 48, 50		
Manduca hannibal (Cramer, 1779)	5, 27, 28, 31, 32, 33, 46, 48, 50		1, 46, 50, 52	8, 10, 13, 14, 22, 24, 45, 34, 46, 48, 50, 52, 53		52
***Manduca herbini* Haxaire, [2014]**			49			
Manduca incisa (Walker, 1856)	47*		47	4, 10, 43, 24, 45, 36, 37, 46, 50, 52, 53, 54	3, 6	
***Manduca janira* (Jordan, 1911)**	52*			40, 45, 36, 39, 46, 50, 52, 53		
Manduca lefeburii (Guérin-Méneville, [1844])	5, 28, 31, 33, 46, 52		1, 25, 46, 62, 50, 52	40, 41, 22, 23, 43, 45, 34, 37, 46, 50, 52, 53	6	

Espécie	Amazônia	Caatinga	Cerrado	Mata Atlântica	Pampa	Pantanal
Manduca leucospila (Rothschild & Jordan, 1903)	28			45, 52		
Manduca lichenea (Burmeister, 1855)				4, 10, 43, 45, 46, 50, 52, 53, 54	3, 6, 52	
Manduca lucetius (Cramer, 1780)	5, 18, 27, 28, 29, 31, 33, 35		42, 47, 61, 62	4, 10, 37, 47, 48, 52, 54	3, 6, 47, 54	
Manduca manducoides (Rothschild, [1895])	47*		1, 25, 46, 48, 50, 52, 53	58		
Manduca occulta (Rothschild & Jordan, 1903)*	18*					
Manduca pellenia (Herrich-Schäffer, [1854])*	(29, 33, 46)*			(22, 23, 24)*	6*	
***Manduca prestoni* (Gehlen, 1926)**	20					
Manduca rustica (Fabricius, 1775)	5, 18, 27, 29, 32, 33, 35, 46, 47, 48, 50, 51	12, 17, 44	1, 42, 47, 61, 62, 52	40, 41, 4, 7, 10, 13, 14, 22, 23, 24, 45, 34, 37, 46, 48, 52, 53, 54	3, 6, 54	
Manduca sexta (Linnaeus, 1763)	5, 27, 28, 29, 31, 32, 33, 46, 47, 48, 50	17, 46	1, 25, 42, 47, 50, 52, 58, 59	4, 7, 9, 10, 14, 23, 24, 45, 34, 37, 48, 50, 52, 53, 54	3, 6, 52, 54	52
Manduca tucumana (Rothschild & Jordan, 1903)*				4*		
***Manduca vestalis* (Jordan, 1917)**	27, 29					

Espécie	Amazônia	Caatinga	Cerrado	Mata Atlântica	Pampa	Pantanal
***Manduca violaalba* (Clark, 1922)**	47*		42, 46, 47, 48, 50, 52			
***Morcocytius mortuorum* Rothschild & Jordan, 1910**	35					
Neococytius cluentius (Cramer, 1775)	5, 27, 28, 29, 31, 32, 33, 35, 46, 47, 48, 50, 52, 55	50	1, 25, 47, 61	40, 41, 4, 10, 22, 23, 43, 24, 45, 37, 39, 47, 52, 53, 58	3, 6	
***Neogene corumbensis* Clark, 1922**	46*		46			
Neogene curitiba Jones, 1908			46, 47, 48, 50, 52	49		
Neogene dynaeus (Hübner, [1827]—[1831])	(47, 48)*	12, 17, 44, 46, 52	1, 25, 46, 47, 50, 52	8, 9, 13, 14, 45, 34, 46, 48, 50, 52		
Neogene reevei (Druce, 1882)			52*	46, 49, 52	49	
Nyceryx alophus (Boisduval, [1875])			1, 42, 47, 50	40, 4, 22, 23, 45, 36, 37, 46, 50, 52, 54, 58	3, 6, 54	
Nyceryx brevis (Becker, V. O. 2001)		2		2		
Nyceryx coffaeae (Walker, 1856)	5, 18, 27, 28, 35, 52		1, 25, 61	41, 10, 45, 34, 46, 52, 53		
Nyceryx continua (Walker, 1856)			61, 62	10, 16, 43, 24, 45, 36, 39, 46, 50, 54, 55	54	
***Nyceryx ericea* (Druce, 1888)**				49		
***Nyceryx furtadoi* Haxaire, 1996**			1, 46, 50, 52			

Espécie	Amazônia	Caatinga	Cerrado	Mata Atlântica	Pampa	Pantanal
***Nyceryx janzeni* Haxaire, 2005**	49, 55					
***Nyceryx magna* (Felder, C. & Felder, R., 1874)**	35					
***Nyceryx mielkei* Haxaire, 2009**			21, 25, 46			
Nyceryx nephus (Boisduval, [1875])	47*			47, 58	47	
***Nyceryx nictitans* (Boisduval, [1875])**				40, 10, 22, 23, 43, 24, 45, 36, 39, 46, 48, 50, 52, 53, 54, 58		
Nyceryx riscus (Schaus, 1890)	5, 18, 32, 35, 47, 52		46, 50	45, 46, 52, 53, 58		
Nyceryx stuarti (Rothschild, 1894)	5, 28, 29, 32, 35, 46, 52		47*	(46, 52)*		
***Orecta comus* Haxaire & Mielke, C., 2013**			25, 46, 47			
Orecta lycidas (Boisduval, [1875])			42, 47, 48, 52	40, 4, 43, 24, 45, 39, 46, 48, 50, 52, 54	3, 46, 52	
***Oryba achemenides* (Cramer, 1779)**	5, 27, 28, 32, 35, 46, 48, 50, 52		52*			
Oryba kadeni (Schaufuss, 1870)	5, 27, 28, 31, 32, 33, 35, 47			45, 52, 53		
Pachygonidia caliginosa (Boisduval, 1870)	5, 29, 35, 55		25	8*		
Pachygonidia hopfferi (Staudinger, 1876)*				52*		

Espécie	Amazônia	Caatinga	Cerrado	Mata Atlântica	Pampa	Pantanal
***Pachygonidia mielkei* Cadiou, 1997**				46, 52, 55		
Pachylia darceta Druce, 1881	5, 27, 28, 29, 31, 32, 33, 35, 46, 47, 48, 50, 52, 55	50*	47, 62	52*		
Pachylia ficus (Linnaeus, 1758)	5, 18, 27, 28, 29, 31, 32, 33, 35, 47, 52, 55		1, 25, 42, 47, 61, 62	40, 41, 4, 9, 10, 14, 22, 23, 43, 24, 45, 34, 36, 37, 39, 47, 48, 50, 52, 53, 54	3, 6	
Pachylia syces (Hübner, [1819])	5, 27, 28, 35, 52		1, 42, 59	4, 9, 10, 13, 23, 45, 48, 52, 54	3, 6, 54	
Pachylioides resumens (Walker, 1856)	5, 27, 28, 29, 31, 32, 33, 35, 46, 47, 48, 50, 51, 52, 54, 55		1, 25, 42, 47, 61, 50, 52, 58	40, 41, 4, 7, 10, 14, 22, 23, 43, 24, 45, 36, 37, 39, 46, 47, 48, 52, 53, 54, 55	3, 6, 54	
Perigonia ilus Boisduval, 1870	18			50		
Perigonia jamaicensis Rothschild, 1894*	28*					
Perigonia leucopus Rothschild & Jordan, 1910	5		25, 61, 59			
Perigonia lusca (Fabricius, 1777)	5, 18, 27, 28, 31, 32, 35, 46, 47, 48, 50, 51, 52	17, 44, 60	1, 25, 42, 47, 61, 62, 52	40, 4, 43, 45, 34, 50, 52, 54	3, 6	52

Espécie	Amazônia	Caatinga	Cerrado	Mata Atlântica	Pampa	Pantanal
Perigonia pallida Rothschild & Jordan, 1903	5, 27, 28, 52	17, 44, 60	1, 25, 42, 47, 61, 62, 52, 58, 59	40, 41, 9, 45, 34, 46, 50, 52, 58		46 - 52
Perigonia passerina Boisduval, [1875]	5, 18, 31		61	10, 43		
Perigonia pittieri Lichy, 1962	28	12				
Perigonia stulta Herrich-Schäffer, [1854]	5		61, 59	10, 22, 23, 43, 45, 34, 36, 39, 52	52*	
***Phanoxyla hystrix* (R. Felder, 1874)**	11					
Phryxus caicus (Cramer, 1777)	5, 27, 31, 32, 33, 46, 48, 50, 52		1, 25, 46, 48, 50	4, 45, 52	3	
Protambulyx astygonus (Boisduval, [1875])		46, 50	1, 42, 47	8, 13, 14, 45, 46, 48, 50, 52		
Protambulyx eurycles (Herrich-Schäffer, [1854])	5, 27, 28, 29, 31, 32, 33, 35, 46, 47, 48, 50, 52		25, 42, 61, 50, 59	10, 13, 22, 43, 45, 26, 50, 52		
***Protambulyx goeldii* Rothschild & Jordan, 1903**	5, 18, 27, 28, 46, 52			13*		
Protambulyx strigilis (Linnaeus, 1771)	5, 18, 27, 28, 29, 31, 32, 33, 35, 46, 47, 48, 50, 52	12, 17, 44, 60, 48	1, 25, 42, 47, 61, 50, 52, 59	40, 41, 4, 7, 9, 10, 13, 14, 22, 23, 43, 24, 45, 34, 36, 37, 39, 46, 47, 48, 50, 52, 54, 55	3, 6, 52, 54	52
***Protambulyx sulphurea* Rothschild & Jordan, 1903**				45, 50, 52		

Espécie	Amazônia	Caatinga	Cerrado	Mata Atlântica	Pampa	Pantanal
Pseudococytius beelzebuth (Boisduval, [1875])	5, 27, 32		1	40, 10, 22, 43, 24, 45, 37, 46, 52, 53		
Pseudosphinx tetrio (Linnaeus, 1771)	5, 27, 28, 29, 31, 32, 33, 35, 46, 47, 48, 50, 51, 52, 55	12, 17, 60, 48	1, 25, 47, 61, 62, 52, 59	40, 41, 4, 9, 10, 13, 14, 22, 23, 43, 45, 34, 36, 37, 39, 48, 51, 52, 53	3	
Unzela japix (Cramer, 1776)	5, 27, 28, 29, 32, 35, 52		25, 46, 48, 50, 52	40, 45, 37, 52, 55		
Unzela pronoe Druce, 1894	28, 29			55		
Xylophanes aglaor (Boisduval, [1875])			47	40, 7, 10, 22, 23, 43, 24, 45, 36, 39, 46, 48, 50, 52, 58		
Xylophanes amadis (Stoll, 1782)	27, 28, 29, 33, 47, 52			14, 47, 52		
Xylophanes anubus (Cramer, 1777)	18, 27, 28, 29		1, 25	41, 4, 8, 14, 22, 24, 45, 46, 48, 52, 53, 54	3, 6, 46, 54	
***Xylophanes ceratomioides* (Grote & Robinson, 1867)**			42*	40, 41, 10, 22, 23, 43, 24, 45, 37, 46, 52, 54, 58		
Xylophanes chiron (Drury, 1773)	5, 18, 27, 28, 29, 31, 32, 33, 35, 46, 47, 48, 50, 51, 52, 55		1, 25, 42, 47, 61, 52, 59	40, 41, 4, 10, 14, 22, 23, 43, 24, 45, 34, 36, 37, 39, 47, 50, 52, 53, 54	3, 6, 54	
Xylophanes cosmius Rothschild & Jordan, 1906	27, 52			41		

Espécie	Amazônia	Caatinga	Cerrado	Mata Atlântica	Pampa	Pantanal
Xylophanes crenulata Vaglia & Haxaire, 2009			46, 47	36, 38, 39, 46, 47, 53		
***Xylophanes depuiseti* (Boisduval, [1875])**				45, 55		
Xylophanes elara (Druce, 1878)	18, 27, 29, 55			41, 46, 52		
Xylophanes epaphus (Boisduval, [1875])	18, 27, 46, 52		50*	45, 52		
Xylophanes eumedon (Boisduval, [1875])*				(22, 23, 52)*		
***Xylophanes ferotinus* Gehlen, 1930**				49		
Xylophanes fosteri Rothschild & Jordan, 1906			42	37, 54, 58		
***Xylophanes furtadoi* Haxaire, 2009**	21					
***Xylophanes fusimacula* (R. Felder, [1874])**	29			52*		
***Xylophanes guianensis* (Rothschild, 1894)**	5, 18, 27, 29, 46, 48, 50			50*		
***Xylophanes haxairei* Cadiou, 1985**	49					
***Xylophanes hydrata* Rothschild & Jordan, 1903**				24, 45, 37, 46, 50, 52, 53, 55, 58		
***Xylophanes indistincta* Closs, 1915**				40, 10, 43, 24, 45, 36, 37, 39, 46, 50, 54, 58		

Espécie	Amazônia	Caatinga	Cerrado	Mata Atlântica	Pampa	Pantanal
Xylophanes isaon (Boisduval, [1875])			(46, 50)*	40, 4, 10, 23, 43, 24, 45, 36, 37, 46, 50, 52, 54, 58	47	
***Xylophanes libya* (Druce, 1878)**				13, 14, 34, 48, 58		
Xylophanes loelia (Druce, 1878)	5, 18, 27, 28, 29, 31, 33, 46, 48, 50, 51			8, 10, 13, 14, 43, 45, 34, 46, 47, 48		
***Xylophanes lolita* Vaglia & Haxaire, 2008**				46		
Xylophanes marginalis Clark, 1917			(42, 50)	10, 43, 45, 36, 46, 48, 50		
***Xylophanes mossi* Clark, 1917**	27					
***Xylophanes neoptolemus* (Cramer, 1780)**	18					
***Xylophanes obscurus* Rothschild & Jordan, 1910**	31, 35					
***Xylophanes pearsoni* Soares & Motta, 2002**				49		
Xylophanes pistacina (Boisduval, [1875])	5, 31, 32, 47		1, 25, 47, 61	10, 43, 45, 46, 52, 58		
Xylophanes pluto (Fabricius, 1777)	5, 27, 32, 46, 48, 50	17	25, 52	4, 10, 14, 24, 45, 34, 36, 37, 39, 48, 52, 53, 54		
Xylophanes porcus (Hübner, [1823])	5, 27, 29, 52		25, 58	40, 41, 10, 22, 23, 43, 24, 45, 36, 37, 39, 46, 47, 52, 53, 58		

Espécie	Amazônia	Caatinga	Cerrado	Mata Atlântica	Pampa	Pantanal
Xylophanes resta Rothschild & Jordan, 1903*				(23, 58)*		
***Xylophanes rufescens* (Rothschild, 1894)**	18, 28, 29, 47, 52					
Xylophanes schausi (Rothschild, 1894)	28, 35			10, 22, 24, 45, 46, 52, 53, 56, 58		
Xylophanes tersa (Linnaeus, 1771)	5, 18, 27, 28, 29, 31, 32, 33, 46, 47, 48, 50, 51, 55	12, 17, 44, 60, 48	1, 25, 42, 47, 61, 62, 53, 59	40, 41, 4, 7, 9, 10, 13, 14, 22, 23, 43, 24, 45, 34, 36, 37, 39, 47, 48, 50, 52, 53, 54, 55	3, 6, 52, 54	
Xylophanes thyelia (Linnaeus, 1758)	5, 27, 28, 29, 31, 33, 52	60		40, 41, 4, 10, 14, 22, 23, 43, 24, 45, 36, 37, 52, 58		
Xylophanes titana (Druce, 1878)	5, 18, 47, 52			40, 41, 4, 10, 22, 23, 43, 24, 45, 36, 37, 39, 52, 54, 58		
Xylophanes tyndarus (Boisduval, [1875])	5, 47, 52		1, 25, 47, 52, 53, 58	40, 22, 23, 24, 45, 37, 50, 52, 54		
***Xylophanes undata* Rothschild & Jordan, 1903**	29					
***Xylophanes xylobotes* (Burmeister, 1878)**				40, 10, 22, 23, 43, 24, 45, 36, 39, 46, 50, 52, 54, 58		

Apêndice 1.4. Riqueza observada, estimada (estimadores Chao 1 e ACE) e percentual de riqueza observada em relação a estimada de 25 levantamentos populacionais de esfingídeos nos biomas Amazônia, Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica.

Levantamento	**S obs**	**Chao 1**	**ACE**	**% (obs/est)**
Amazônia				
(Camargo et al., 2016)	90	93	97	93-97
(Hawes et al., 2009)	38	93	101	37-41*
(Motta and Andreazze, 2001)	77	88	93	83-88
(Motta and Andreazze, 2002)	67	86	86	78-78
(Motta and Xavier-Filho, 2005)	45	60	63	72-75
(Motta et al., 1991)	59	75	89	67-79*
(Motta et al., 1998)	58	65	68	85-89
Caatinga				
(Duarte Júnior and Schlindwein, 2005a)	20	21	22	93-95
(Gusmão and Creão-Duarte, 2004)	19	22	25	76-88
(Varela-Freire, 2004)	24	34	29	71-82
PNCD	21	39	34	54-62*
Cerrado				
(Amorim et al., 2009)	49	89	62	55-79*
PNCV	49	66	65	74-75
Rio Pardo de Minas	29	35	40	72-84
Mata Atlântica				
(Amorim, 2012)	48	54	53	90
(Coelho et al., 1979)	17	-	-	-*
(Cruz-Neto et al., 2011)	14	15	17	83-93
(Darrault and Schlindwein, 2002)	24	33	33	72-73
(Duarte Júnior and Schlindwein, 2005b)	23	43	53	43-54*
(Duarte Júnior and Schlindwein, 2008)	50	53	54	92-95
(Machado, 2014)	64	80	78	80-82
(Marinoni et al., 1999)	53	60	65	82-89
(Primo et al., 2013)	31	38	37	82-84
(Santos et al., 2015)	38	39	41	93-97
(Vieira et al., 2015)	39	62	61	63-64*

*percentual de riqueza observada em relação a estimada inferior a 70%.

Apêndice 1.5. Médias de precipitação mensal, umidade relativa do ar e temperatura ambiente máxima no período de 1967 a 2017 das localidades com levantamentos populacionais de Sphingidae no Brasil (1-Camargo et al., 2016; 2-Motta and Andreazze, 2001; 3-Motta and Andreazze, 2002; 4-Motta and Xavier-Filho, 2005; 5-Motta et al., 1998; 6-Duarte Júnior and Schlindwein, 2005a; 7-Gusmão and Creão-Duarte, 2004a - Areia - PB; 8-Gusmão and Creão-Duarte, 2004a - Campina Grande - PB; 9-Varela-Freire, 2004; 10-CPAC - Rio Pardo de Minas - Água Boa; 11-CPAC - Rio Pardo de Minas - Vereda Funda; 12-CPAC PNCV - Alto Paraíso; 13-CPAC PNCV - Cavalcante; 14-Amorim, 2012; 15-Duarte Júnior and Schlindwein, 2008; 16-Machado, 2014; 17-Marinoni et al., 1999; 18-Primo et al., 2013; 19-Santos et al., 2015). Os dados foram compilados do Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa – BDMP (INMET, 2017).

Referência	Município	Estação metereo-lógica	Precipitação mensal média (mm)	Temperatu-ra máxima (ºC)	Umidade Relativa do Ar (%UR)
1	São Félix do Xingu - PA	São Félix do Xingu - PA	168,85	32,06	84,28
2	Coari - AM	Coari - AM	180,90	32,24	84,97
3	São Gabriel da Cachoeira - AM	São Gabriel da Cachoeira - AM	247,27	31,60	87,44
4	Beruri - AM	Manicoré - AM	208,43	32,47	86,10
5	Itacoatiara - AM	Itacoatiara -AM	206,59	31,93	84,34
6	Serra Negra do Norte - RN	Patos - PB	69,13	34,06	57,75
7	Areia - PB	Areia - PB	112,65	27,38	83,14
8	Campina Grande - PB	Campina Grande - PB	66,78	28,38	79,04
9	Serra Negra do Norte - RN	Patos - PB	69,13	34,06	57,75
10	Rio Pardo de Minas - MG	Salinas	77,11	30,50	69,16
11	Rio Pardo de Minas - MG	Salinas	77,11	30,50	69,16
12	Alto Paraíso - GO	Posse - GO	141,30	29,75	63,48
13	Cavalcante - GO	Posse - GO	141,30	29,75	63,48

14	São Luiz do Paraitinga - SP	Taubaté - SP	109,62	28,03	75,79
15	Jaqueira - PE	Garanhuns - PE	74,37	26,30	82,41
16	Salesópolis -SP	Taubaté - SP	109,62	28,03	75,79
17	São José dos Pinhais - PR	Curitiba - PR	123,22	23,44	81,16
18	São Lourenço da Mata - PE	Recife - PE	192,29	29,34	78,58
19	Tijucas do Sul - PR	Curitiba - PR	123,22	23,44	81,16

Apêndice 1.6. Incidência de espécies de Sphingidae em Unidades de Conservação municipais, estaduais e federais por bioma, com base em levantamentos de registros de ocorrência em 39 artigos (1-Amorim et al., 2009; 2-Becker, 2001; 3-Biezanko, 1982a; 4-Biezanko, 1982b; 5-Camargo et al., 2016; 6-Carvalho et al., 1978; 7-Coelho et al., 1979; 8-Cruz-Neto et al., 2011; 9-Darrault and Schlindwein, 2002; 10-Duarte et al., 2008; 11-Duarte et al., 2009; 12-Duarte Júnior and Schlindwein, 2005a; 13-Duarte Júnior and Schlindwein, 2005b; 14-Duarte Júnior and Schlindwein, 2008; 15-Eitschberger, 2005; 16-Favretto, 2012; 17-Gusmão and Creão-Duarte, 2004; 18-Hawes et al., 2009; 19-Haxaire et al., 2015; 20-Haxaire, 1995; 21-Haxaire, 2009; 22-Laroca and Mielke, 1975; 23-Laroca et al., 1989; 24-Marinoni et al., 1999; 25-Mielke and Haxaire, 2013; 26-Monteiro et al., 2007; 27-Moss, 1920; 28-Motta and Andreazze, 2001; 29-Motta and Andreazze, 2002; 30-Motta and Soares, 1997; 31-Motta and Xavier-Filho, 2005; 32-Motta et al., 1991; 33-Motta et al., 1998; 34-Primo et al., 2013; 35-Rothschild and Jordan, 1910; 36-Santos et al., 2015; 37-Siewert, Ricardo and Silva, 2010; 38-Vaglia and Haxaire, 2009; 39-Vieira et al., 2015), 3 teses (40-Amorim, 2012; 41-Ávila Junior, 2009; 42-Oliveira, 2014), 2 dissertações (43-Machado, 2014; 44-Varela-Freire, 2004), 1 livro (45-Martin et al., 2011), 14 bancos de dados de coleções entomológicas (46-BOLD-Systems, 2017; 47-Coleção Entomológica CPAC, 2017; 48-GBIF, 2017; 49-Kitching, 2017; 50-Lepbarcoding, 2017; 51-CECA, 2017; 52-DZUP-Lepidoptera, 2017; 53-Fiocruz-CEIOC, 2017; 54-MCTP-Insetos, 2017; 55-NHM-London-ENT, 2017; 56-NMNH-Animalia-BR, 2017; 57-OBIS-BR, 2017; 58-SinBiota, 2017; 59-Coleção Entomológica UnB) e dados primários de três levantamentos (60-PNCD; 61-PNCV; 62-Rio Pardo de Minas). (APA: Área de Proteção Ambiental; ARIE: Área de Relevante Interesse Ecológico; ESEC: Estação Ecológica; MONA: Monumento Natural; PARNA: Parque Nacional; PE: Parque Estadual; REBIO: Reserva Biológica; RESEX: Reserva Extrativista; RDS: Reserva de Desenvolvimento Sustentável; RPPN: Reserva Particular do Patrimônio Nacional; RVS: Refúgio de Vida Silvestre).

Bioma / Esfera da UC / UC	**Código da referência bibliográfica**	**Nº de espécies registradas em UCs**
Amazônia		110
UC Federal		106
PARNA da Serra do Pardo	5	90
PARNA do Jaú	28, 30	76
ESEC de Maracá	32	57
PARNA Montanhas do Tumucumaque	46, 53	2
PARNA de Pacaás Novos	21	1
RESEX Baixo Juruá	52	1
UC Estadual		37
APA do Lago de Tucurui	46, 48, 50	26
APA da Baixada Maranhense	51	19
PE do Utinga	46	4
APA do Arquipélago do Marajó	52	1
APA Margem Direita do Rio Negro	48	1
Caatinga		32

Bioma / Esfera da UC / UC	Código da referência bibliográfica	Nº de espécies registradas em UCs
UC Federal	12, 44, 60	32
ESEC do Seridó	12, 44	28
PARNA da Chapada Diamantina	60	21
Cerrado		92
UC Federal		86
APA do Planalto Central	47, 59	56
RPPN Panga	1	61
PARNA da Chapada dos Veadeiros	61	44
RDS Nascentes Geraizeiras	62	15
RPPN Catingueiro	61	7
PARNA das Nascentes do Rio Parnaiba	47	3
APA da Bacia do Rio São Bartolomeu	50	2
ARIE Capetinga/Taquara	46	2
ESEC Serra Geral do Tocantins	47	2
APA Morro da Pedreira	53	1
UC Estadual		56
PE dos Pirineus	42	45
APA Pouso Alto	61	18
APA do Rio Preto	47	12
ESEC do Jardim Botânico	59	7
APA da Escarpa Devoniana	52	4
PE do Araguaia	47	4
APA de Cafuringa	59	1
APA do Lago Paranoá	59	1
APA da Chapada dos Guimarães	52	1
APA da Serra Dourada	52	1
Mata Atlântica		135
UC Federal		114
APA de Petrópolis	15, 45, 46, 49, 50, 52, 53	106
RPPN Frei Caneca	14	50
PARNA da Tijuca	52	11
PARNA do Itatiaia	19, 52	6
APA Serra da Mantiqueira	58	4

Bioma / Esfera da UC / UC	Código da referência bibliográfica	Nº de espécies registradas em UCs
APA de Guaraqueçaba	46, 52	3
APA de Fernando de Noronha	52	2
PARNA de Saint-Hilaire/Lange	52	1
PARNA Guaricana	46	1
REBIO de Sooretama	53	1
UC Estadual		121
PE da Serra do Mar	40, 41, 10, 43, 52, 53, 58	97
APA Estadual de Guaratuba	36, 46, 52	40
REBIO da Serra do Japí	39	39
APA Serra do Mar	15, 50, 52, 53	34
RVS Mata de Tapacurá	34	31
APA Campos do Jordão	46, 52, 53	30
APA Rota do Sol	54	24
RVS Matas do Sistema Gurjaú	13, 48	24
PE do Morro do Diabo	46, 52	20
APA do Alto do Mucuri	46, 48, 50	18
APA da Bacia do Rio Macacu	46, 53	14
APA de Muricí	8	14
APA Jundiaí	58	13
APA Sapucaí Mirim	46, 52	10
APA do Iraí	47, 52	9
APA Estadual da Escarpa Devoniana	46, 48, 50, 52	4
MONA da Pedra Grande	58	3
PE de Porto Ferreira	58	3
APA Conceição da Barra	58	1
APA Itupararanga	52	1
ESEC de Fechos	2	1
PE de Campos do Jordão	49	1
REBIO Estadual de Guaratiba	57	1
UC Municipal		8
APA do Morro do Leme	52	4
APA de Campinas	58	2
APA do Maciço Central	46	2

Capítulo 2. Padrões de atividade temporal diária de Sphingidae e Saturniidae (Lepidoptera) no Cerrado

Introdução

Uma condição ecológica básica para a manutenção da diversidade biológica é a possibilidade de coexistência de espécies ecologicamente similares numa mesma localidade (Chesson, 2000). Os fatores e mecanismos que limitam similaridade, riqueza e abundância de populações têm sido objeto de investigação ecológica desde a primeira metade do século XX e tem moldado a estrutura teórica da ecologia de comunidades desde então (Gause, 1932, 1934; MacArthur, 1958; Hutchinson, 1959; Schoener, 1968; Pianka, 1973; Schoener, 1974a, 1974b; May, 1975; Tilman, 1985, Chase and Leibold, 2003; Kraft et al., 2015; Levine et al., 2017). A competição interespecífica ocorre quando populações de diferentes espécies com requerimentos ecológicos semelhantes interagem numa mesma localidade competindo por recursos limitantes (Pianka, 1981), e é considerada como um dos principais fatores na estruturação de comunidades (Roughgarden, 1983), embora tenham sido levantadas críticas a respeito das evidências de sua relevância anteriormente (Connor and Simberloff, 1979).

A competição entre diferentes espécies foi associada gradualmente ao conceito de nicho ecológico (Pianka, 1981). O princípio da exclusão competitiva (Gause, 1934) preconiza que duas espécies não podem coexistir na mesma posição no ambiente biótico (Elton, 1927) e no mesmo lugar geográfico. Este princípio estabelece o limite teórico de coexistência entre as espécies uma vez que diferentes populações naturais não são ecologicamente idênticas, ou seja, não ocupam exatamente o mesmo espaço geográfico e não competem de maneira equivalente pelos mesmos recursos (Hardin, 1960). A definição do conceito de nicho ecológico proposta por Hutchinson (1957) incorpora explicitamente a competição interespecífica como a diferença entre o nicho fundamental e o nicho realizado. O nicho fundamental é o hipervolume com n-dimensões composto por condições e recursos necessários para a reprodução e sobrevivência de determinada espécie. Já o nicho realizado é a parte do nicho fundamental ocupada por populações de diferentes espécies, restringindo o nicho ocupado por cada espécie numa determinada localidade. Este conceito de nicho dificilmente é mensurável uma vez que é inviável quantificar empiricamente as n-dimensões físicas e bióticas que o delimitam (Schoener, 1989).

Macarthur e Levins (1967) operacionalizaram o conceito de nicho ecológico como a distribuição da utilização de recursos pelas espécies, sendo equivalente à frequência da utilização de recursos ordenados em uma ou mais dimensões, onde a largura de nicho de cada espécie é limitada pela competição interespecífica. Assim, num sistema competitivo, as espécies terão que segregar em pelo menos uma dimensão alternativa para preservar a sobreposição em determinado recurso (Levins, 1968).

Para espécies com requerimentos ecológicos semelhantes, a similaridade ao longo de uma dimensão (sobreposição) deve implicar a dissimilaridade em outra (segregação) (Schoener, 1974a). Para animais, as principais dimensões que permitem a coexistência de espécies competidoras são particionadas pelo eixo espacial (habitat), trófico (tipos de recursos alimentares) e temporal (Schoener, 1974a, b). A dimensão temporal pode ser particionada em larga escala (e.g., anual, sazonal) (Loreau, 1985, 1989; Fleming and Partridge, 1984) como consequência de diferenças na dinâmica entre a disponibilidade de recurso e o forrageamento do consumidor (Loreau, 1992), e em escalas mais curtas, com diferentes períodos de atividade durante o dia ou noite (Case and Gilpin, 1974; Carothers and Jaksić, 1984; Albrecht and Gotelli, 2001).

A partição temporal em escala diária pode ser um mecanismo para reduzir a competição por interferência (Carothers and Jaksić, 1984), onde espécies ecologicamente similares podem diminuir a competição por recursos espaciais ou alimentares segregando o horário de forrageamento (Schoener, 1974a; Kronfeld-Schor and Dayan, 1999). Espécies particionadas temporalmente obtêm acesso exclusivo aos habitats e recursos alimentares durante um certo intervalo de tempo (Kronfeld-Schor and Dayan, 2003), o que facilita a coexistência e aumenta a riqueza local (Castro-Arellano et al., 2010). Padrões de atividade temporal diária já foram observados em diferentes comunidades de vertebrados e invertebrados, tais como: lagartos (Pianka, 1973); roedores (Kronfeld-Schor and Dayan, 1999; Jones et al., 2001; Gutman and Dayan, 2005); morcegos (Adams and Thibault, 2006; Presley et al., 2009a; Castro-Arellano et al., 2009), besouros (Loreau, 1989); formigas (Albrecht and Gotelli, 2001); borboletas (Prieto and Dahners, 2009); vespas sociais (Santos and Presley, 2010) e abelhas (Carvalho et al., 2014).

A atividade temporal diária de assembleias de Saturniidae e Sphingidae (Lepidoptera) amostradas no Parque Nacional da Serra do Pardo, localizado na bacia do Médio Xingu, porção oriental do bioma amazônico, já foi investigada por Camargo et al., (2015). Estas famílias de mariposas apresentam características morfológicas, comportamentais e ecológicas bastante distintas e contrastantes: saturnídeos não se

alimentam na fase adulta, tem baixa longevidade, apresentam asas funcionais para voos curtos (Lampe, 2010), os machos são especialistas em localizar fêmeas e estas especializadas em oviposição (Janzen, 1984); esfingídeos são exímios polinizadores, se alimentam do néctar de flores (Kitching and Cadiou, 2000), apresentam maior longevidade em comparação aos saturnídeos (Pittaway, 1993) e asas adaptadas para voos rápidos e de longas distâncias, permitindo-os visitar diversas flores ao longo da fase adulta (Martin et al., 2011).

Em função destas diferenças marcantes entre essas famílias de lepidópteros noturnos, os autores acima mencionados (Camargo et al., 2015) esperavam encontrar diferentes padrões na atividade temporal ao longo da noite: para Sphingidae, era esperado menor sobreposição da atividade de indivíduos e espécies ao longo da noite e maior largura de nicho em comparação aos Saturniidae, uma vez que a competição pelo recurso alimentar poderia ocorrer apenas entre os esfingídeos; pelo mesmo motivo, haveria um menor número de diferenças interespecíficas em Saturniidae do que em Sphingidae. Caso não houvesse estruturação temporal em Sphingidae seria esperada uma estruturação morfológica do comprimento médio das probóscides entre espécies. Diferente ao esperado, não houve estruturação morfológica das probóscides em Sphingidae e ambas as famílias apresentaram sobreposição da atividade temporal diária. Entretanto, a largura de nicho de Sphingidae foi superior à de Saturniidae, e foram encontradas várias diferenças significativas par a par entre espécies de Sphingidae e nenhuma em Saturniidae. A similaridade na sobreposição do padrão da atividade temporal diária das famílias pode estar associada à fatores abióticos e ao risco de predação (Rydell et al., 1996; Presley et al., 2009), sendo que a segregação da atividade temporal de espécies de Sphingidae é possivelmente um mecanismo para diminuir a competição por interferência (Carothers and Jaksić, 1984).

Considerando o *trade-off* existente no particionamento de nichos ecológicos (Schoener, 1974a), é esperado que a segregação na utilização de habitats leve a sobreposição da atividade temporal diária. Com o objetivo de verificar a influência da variação da dimensão espacial nos padrões de estruturação temporal encontrados previamente para Sphingidae e Saturniidae na Amazônia, o presente estudo investigou os padrões de estruturação temporal diária das famílias em três áreas de Cerrado, tendo por objetivos:

1- Avaliar a estruturação temporal diária das assembleias de Saturniidae e Sphingidae. A hipótese é que no Cerrado não deve haver estruturação da

atividade temporal diária das assembleias. Considerando que a heterogeneidade de habitats no Cerrado influencia a riqueza e diversidade beta de Saturniidae e Sphingidae (Braga and Diniz, 2015), denotando maior segregação na utilização da dimensão espacial nesse Bioma, esperou-se sobreposição do padrão de atividade das assembleias de ambas famílias no Cerrado. A paisagem mais aberta nas formações savânicas e campestres no Cerrado (Ribeiro and Walter, 2008) poderia aumentar a exposição das mariposas aos predadores em comparação à Amazônia, levando a uma sobreposição da atividade temporal das assembleias num intervalo de horário diferente do pico de atividade dos predadores;

2- Avaliar a largura de nicho da atividade temporal diária das assembleias de Sphingidae e Saturniidae no Cerrado. A amplitude do nicho temporal diário deve ser diferente entre as famílias. Esperou-se que Sphingidae apresentasse uma amplitude de nicho maior que Saturniidae, considerando a possível competição interespecífica por recursos alimentares;
3- Avaliar a segregação par a par do horário de atividade das assembleias. Deve haver um maior número de diferenças entre espécies na atividade temporal diária de Sphingidae em relação à Saturniidae. Para Sphingidae era esperado um maior número de diferenças no horário de atividade entre espécies ao longo da noite em função da possível competição interespecífica por recursos alimentares em comparação aos saturnídeos, que não se alimentam.

Material e métodos

Áreas de estudo

O Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros (PNCV) possui uma área de 240.611 hectares situados nos municípios de Alto Paraíso de Goiás, Cavalcante, Nova Roma, Teresina de Goiás e São João da Aliança, no estado de Goiás (Decreto de 5 de junho de 2017). Dados climáticos históricos indicam temperaturas mensais médias variando de 19 a 29ºC e precipitação média de 1692mm anuais na região do Parque. O período histórico da estação chuvosa vai de novembro a março (INMET, 2017). Localizado em área *core* de Cerrado, abrange diversas fitofisionomias florestais,

savânicas e campestres típicas do Bioma, incluindo campos de altitude e cerrados rupestres onde é comum ocorrerem espécies endêmicas da flora, principalmente no extrato herbáceo-subarbustivo (Ribeiro and Walter, 2008). O PNCV possui pouquíssimos esforços de coleta de lepidópteros, em especial de mariposas (Ferro and Diniz, 2007). Foram amostrados 32 pontos representativos das fitofisionomias ocorrentes no Parque nas seguintes coordenadas aproximadas: 47º43'59"W, 14º07'07"S e 47º33'55"W, 13º54'44"S.

O Parque Nacional da Chapada Diamantina (PNCD) abrange uma área de 318.357 hectares situados nos municípios de Andaraí, Ibicoara, Itaetê, Lençóis, Mucugê e Palmeiras, todos localizados no estado da Bahia (Decreto Federal n°. 91.655 de 17 de setembro de 1985), onde as temperaturas mensais médias variam de 19 a 30ºC e precipitação média de 612mm anuais, com estação seca entre os meses de abril e outubro (INMET, 2017). Abrange áreas de transição dos biomas Cerrado, Caatinga e Mata Atlântica (Velloso et al., 2002). Os campos rupestres localizados na UC fazem parte de um conjunto de formações que ocorrem sobre afloramentos rochosos em toda a Cadeia do Espinhaço. A fauna de invertebrados ainda é pouco conhecida, onde foram realizados alguns levantamentos de vespas, abelhas besouros e dípteros, havendo uma lacuna de informação de lepidópteros ocorrentes na Unidade de Conservação (Juncá et al., 2005). Foram amostrados dois pontos na UC: 41º19'45"W, 12º55'46"S e 41º21'03"W, 13º02'45"S.

A aproximadamente 300 km do PNCD, no estado de Minas Gerais, localiza-se o município de Rio Pardo de Minas (RPM), também situado na Cadeia do Espinhaço e na transição ecotonal entre Cerrado, Caatinga e Mata Atlântica, com fitofisionomias, temperaturas, períodos de seca e chuva semelhantes às verificadas na região do PNCD. A precipitação média é de 924mm anuais (INMET, 2017). A fim de proteger a biodiversidade local ameaçada pelo desmatamento, queimadas, mineração industrial e assegurar as práticas de manejo extrativistas de comunidades tradicionais da região foi criada em 2014 a Reserva de Desenvolvimento Sustentável Nascentes Geraizeiras, que abrange parte do território do município. Foram amostrados os seguintes pontos: 42º28'33"W, 15º29'24"S e 42º28' 48"W, 15º55'48"S.

Amostragens

Cada evento amostral correspondeu a amostragens contínuas entre 18:00h e 6:00h. Foram realizados 10 eventos amostrais em RPM nos meses de fevereiro de 2009 e dezembro de 2010, 10 no PNCD em abril e julho de 2012 e 40 eventos amostrais no PNCV em março, junho e outubro de 2012, maio, junho, de setembro a dezembro de 2013 e em novembro de 2014. As amostragens foram realizadas com duas armadilhas luminosas, cada uma composta por dois panos brancos com dimensões de 1,5 por 2,00m, dispostos perpendicularmente em armação de alumínio. Para atração das mariposas foram utilizadas lâmpadas mistas de filamento de tungstênio e vapor de sódio e mercúrio, alimentadas por gerador elétrico portátil, tal como descrito por Camargo and Cavalcanti (1999). Foram registrados os horários da chegada de cada indivíduo atraído pelas armadilhas, os quais foram coletados manualmente, sacrificados com injeção de solução de 30% de hidróxido de amônia no tórax, acondicionados em envelopes entomológicos e transportados para o laboratório da Coleção Entomológica da Embrapa Cerrados, onde foram triados e identificados. Os exemplares estão depositados na Coleção Entomológica CPAC (Embrapa Cerrados) e na Coleção Entomológica do CBC (CBC/ICMBio).

Análises

Os horários de atividade diária dos indivíduos amostrados, em cada área, foram agrupados em 11 classes com intervalos de uma hora, das 19:00h as 06:00h. A partir das distribuições de indivíduos por classes de horário, foram geradas curvas de atividade temporal diária dos indivíduos, espécies e subfamílias das assembleias de Saturniidae e Sphingidae em cada área amostrada e no Cerrado como um todo. As análises de sobreposição da atividade temporal diária das assembleias de cada área e do Cerrado foram realizadas no software TimeOverlap (Castro-Arellano et al., 2010), que se baseia no algoritmo Rosario. Este algoritmo analisa a frequência proporcional de atividade de cada espécie em cada classe de horário a partir dos índices de sobreposição Pianka (Pianka, 1973) e Czechanowski (Feinsinger et al., 1981), comparando o resultado observado com a sobreposição de assembleias estruturadas aleatoriamente a partir de 10.000 simulações de Monte Carlo. O algoritmo gera aleatoriamente o padrão de atividade de cada espécie e calcula a sobreposição mantendo a estrutura empírica dos dados (Castro-Arellano et al., 2010). Dessa forma, foi possível avaliar se as assembleias de saturnídeos e esfingídeos sobrepõem ou segregam os horários de atividade diferente do esperado ao acaso. Considerando que os valores obtidos para os índices de Pianka e

Czechanowski foram similares em cada análise, optou-se por utilizar apenas o índice de Pianka (Figura 2.1). A largura de nicho de Sphingidae e Saturniidae, em cada área, foi calculada para cada espécie a partir do índice de Levins (Levins, 1968), utilizando o pacote "spaa" (Zhang, 2016) em R (R Core Team, 2017). Posteriormente, foi realizado o teste-t com os valores obtidos para comparar as médias de amplitude de nicho entre as duas famílias. As comparações par a par do padrão de atividade de cada família foram analisadas com espécies representadas, por no mínimo, 20 indivíduos a partir do teste Kolmogorov-Smirnov de duas amostras utilizando a função "ks.test" do pacote base "stats" (R Core Team, 2017). Os resultados foram organizados em matrizes de comparações par a par da atividade temporal diária de Saturniidae e Sphingidae nas três áreas de Cerrado.

Resultados

Ao todo, foram amostrados 2.093 indivíduos distribuídos em 56 espécies de Sphingidae e 81 espécies de Saturniidae nas três áreas de Cerrado. Destes, 306 indivíduos de 29 espécies de Sphingidae e 262 de 43 espécies de Saturniidae ocorreram em RPM, 390 indivíduos de 21 espécies de Sphingidae e 79 de 14 espécies de Saturniidae no PNCD, 686 esfingídeos de 49 espécies e 370 saturnídeos de 55 espécies no PNCV (Apêndice 2.1 e 2.2).

A análise de sobreposição da atividade temporal diária mostrou que em cada área de Cerrado amostrada e nas três áreas agrupadas, as assembleias de Saturniidae e Sphingidae apresentaram sobreposição da atividade temporal diária observada significativamente superior ao esperado ao acaso (Figura 2.1), embora o grau de sobreposição das assembleias de ambas as famílias nas três áreas e no Cerrado como um todo seja relativamente baixo, com valores do índice de Pianka entre 0,22 a 0,32. De maneira geral, Saturniidae e Sphingidae não diferiram quanto ao grau de sobreposição da atividade temporal diária das assembleias em cada área amostrada e no Cerrado como um todo. Entretanto, as comparações par a par do padrão de atividade de Sphingidae revelaram 25 diferenças significativas, enquanto para Saturniidae não foi verificada nenhuma diferença significativa par a par na assembleia (Apêndice 2.3). Cinco das 25 diferenças observadas em Sphingidae ocorreram entre espécies de probóscides longas (*Agrius cingulata* e *Manduca diffissa*) com as demais, enquanto 80% das diferenças observadas ocorreram entre espécies de probóscides curtas (Amorim, 2008).

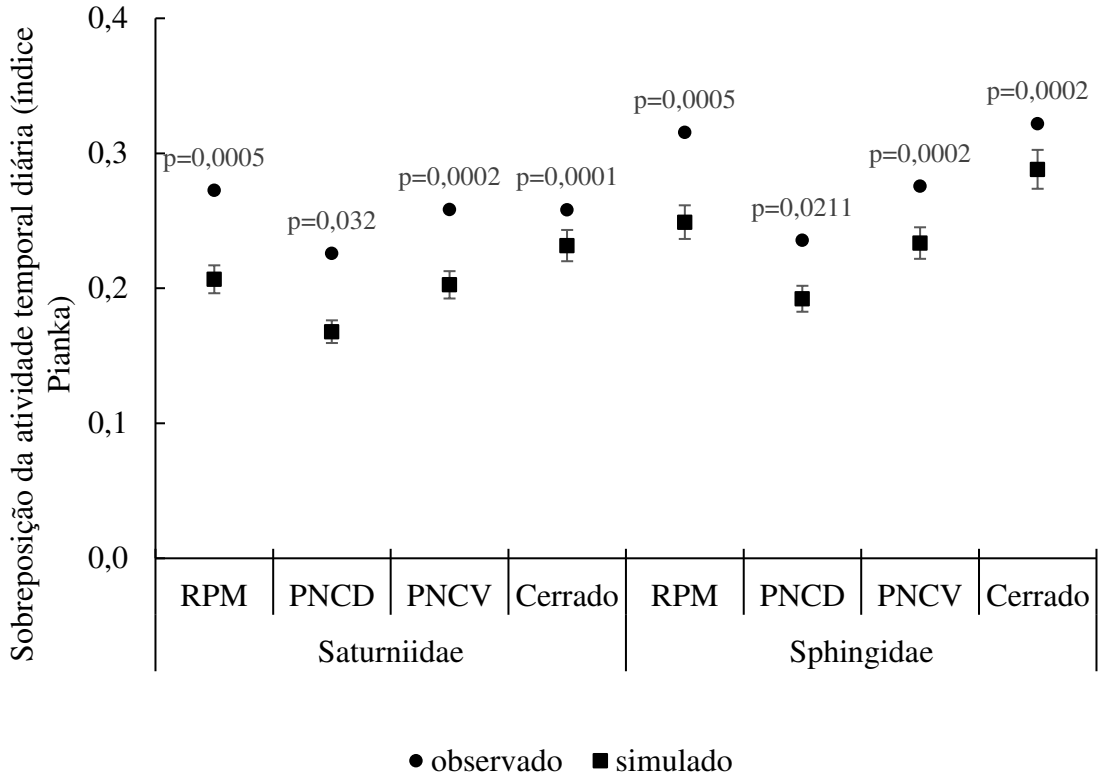


Figura 2.1. Sobreposição da atividade temporal diária observada e esperada de Saturniidae e Sphingidae em Rio Pardo de Minas (RPM), Parque Nacional Chapada Diamantina (PNCD) e Parque Nacional Chapada dos Veadeiros (PNCV) e nas três áreas de Cerrado agrupadas, baseada no índice de Pianka. Os círculos indicam os valores observados do índice de Pianka. Os quadrados indicam as médias das 10.000 aleatorizações. As barras verticais indicam os desvios-padrão das médias aleatorizadas. Os valores de p indicam a probabilidade dos valores aleatorizados do índice de Pianka serem iguais ou superiores aos valores observados do índice. As amostragens foram realizadas com armadilhas luminosas. Cada evento amostral correspondeu a amostragens contínuas entre 18:00hs e 06:00hs. Foram realizados dez eventos amostrais em RPM nos meses de fevereiro de 2009 e dezembro de 2010, dez no PNCD em abril e julho de 2012 e 40 eventos amostrais no PNCV em março, junho e outubro de 2012, maio, junho, de setembro a dezembro de 2013 e em novembro de 2014.

Os padrões de utilização do recurso temporal diário evidenciaram que nas assembleias de Saturniidae e Sphingidae do Cerrado a maioria dos indivíduos esteve ativa após a meia noite (Figura 2.2a e Figura 2.3a). A análise do padrão de atividade por espécie de Saturniidae revelou o mesmo padrão (Figura 2.2b), diferentemente de Sphingidae (Figura 2.3b). As distribuições por indivíduos e espécies das assembleias de Saturniidae e Sphingidae foram, consideravelmente, determinadas pelas distribuições das subfamílias mais abundantes, Hemileucinae e Macroglossinae (Figura 2.2c, Figura 2.2d, Figura 2.3c, Figura 2.3d), respectivamente, embora as demais subfamílias tenham coincidido, de maneira geral, nos picos de atividade das mais abundantes. Tanto saturnídeos quanto esfingídeos apresentaram os maiores picos de atividade em torno de 03:00h, com picos

menores em torno de 23:00h para Saturniidae (Figura 2.2a) e para Sphingidae às 22:00 e 00:00h (Figura 2.3a).

As assembleias de Sphingidae e Saturniidae amostradas em RPM e PNCD apresentaram padrões de atividade semelhantes para indivíduos e espécies, com um pico de atividade por indivíduos as 03:00h e três picos de atividade por espécies de Sphingidae em diferentes horários (Apêndices 2.4 e 2.5), enquanto Saturniidae apresentou dois picos de atividade de indivíduos e espécies às 21:00 e 03:00hs, em ambas as áreas (Apêndices 2.6 e 2.7). Já no PNCV ocorreram vários picos de atividades de indivíduos e espécies de ambas famílias em diferentes horários (Apêndices 2.8 e 2.9).

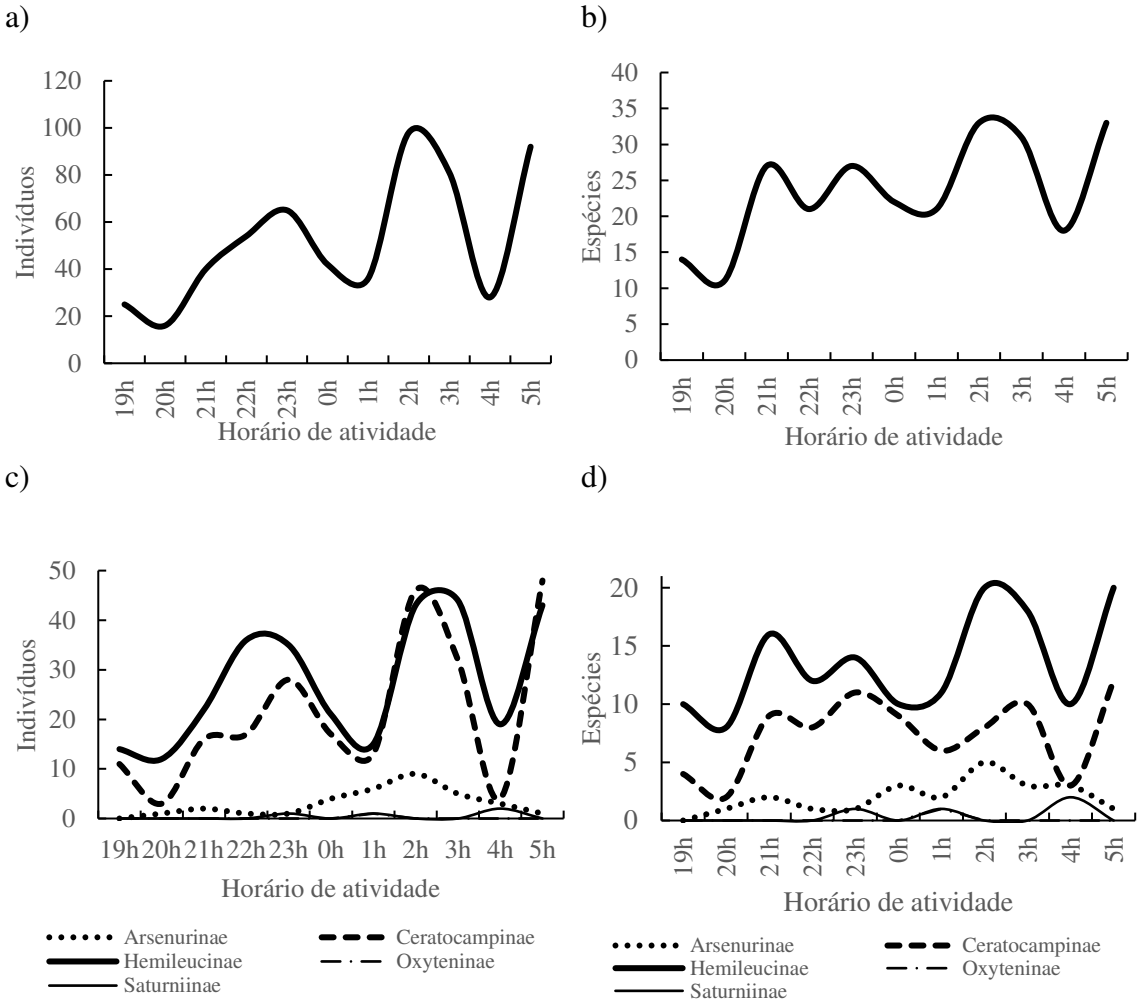


Figura 2.2. Atividade temporal diária dos saturnídeos no Cerrado, por indivíduos (a), espécies (b), indivíduos e espécies por subfamília ("c" e "d"). As amostragens foram realizadas em Rio Pardo de Minas-MG, Parque Nacional Chapada Diamantina, e Parque Nacional Chapada dos Veadeiros, com a utilização de armadilhas luminosas. Cada evento amostral correspondeu a amostragens contínuas entre 18:00hs e 06:00hs. Foram realizados dez eventos amostrais em RPM nos meses de fevereiro de 2009 e dezembro de 2010, dez no PNCD em abril e julho de 2012 e 40 eventos amostrais no PNCV em março, junho e outubro de 2012, maio, junho, de setembro a dezembro de 2013 e em novembro de 2014.

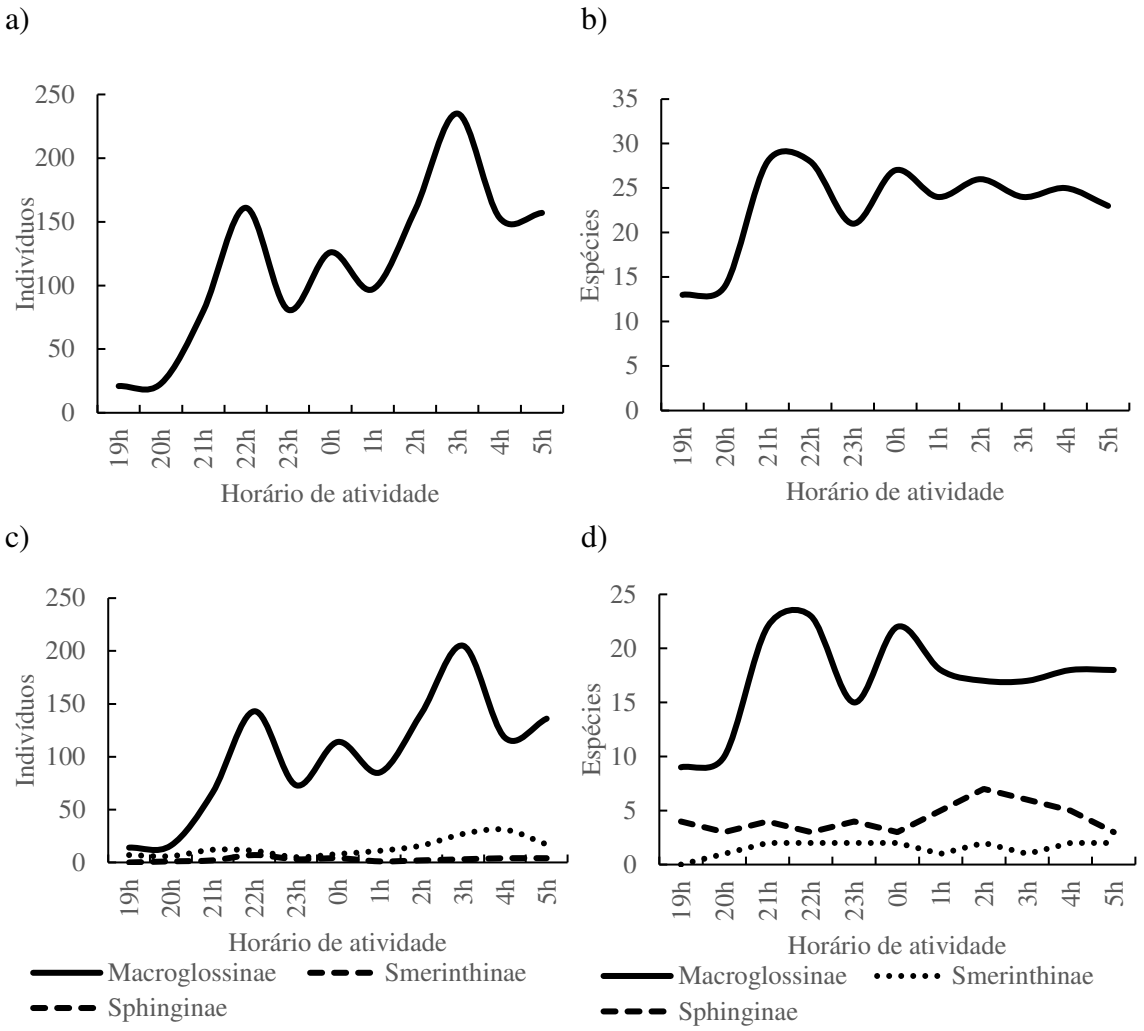


Figura 2.3. Atividade temporal diária dos esfingídeos no Cerrado, por indivíduos (a), espécies (b), indivíduos e espécies por subfamília ("c" e "d"). As amostragens foram realizadas em Rio Pardo de Minas-MG, Parque Nacional Chapada Diamantina, e Parque Nacional Chapada dos Veadeiros, com a utilização de armadilhas luminosas. Cada evento amostral correspondeu a amostragens contínuas entre 18:00hs e 06:00hs. Foram realizados dez eventos amostrais em RPM nos meses de fevereiro de 2009 e dezembro de 2010, dez no PNCD em abril e julho de 2012 e 40 eventos amostrais no PNCV em março, junho e outubro de 2012, maio, junho, de setembro a dezembro de 2013 e em novembro de 2014.

As comparações de amplitude do nicho temporal diário indicaram que, conforme o esperado, a amplitude de nicho de Sphingidae foi maior (6,62 ± 0,97) em comparação a Saturniidae (4,51 ± 1,46) ($t=-4.060$; $p<0.001$).

Discussão

Sobreposição dos padrões de atividade das assembleias

Os resultados indicam um padrão de sobreposição da atividade diária nas assembleias de Sphingidae e Saturniidae amostradas nas três áreas de Cerrado, semelhante ao padrão encontrado para ambas as famílias na área amostrada na Amazônia (Camargo et al., 2015), embora estejam menos sobrepostas no Cerrado. Os padrões de atividade podem ser selecionados por pressões evolutivas (Kronfeld-Schor et al., 2001), onde pico de atividade pode ser determinado por adaptações fisiológicas à fatores abióticos (DeCoursey, 2004) ou por fatores ecológicos como competição por interferência (Carothers and Jaksić, 1984), limitação de recursos (Loreau, 1992), ou risco de predação (Jeffries and Lawton, 1984; Jacob and Brown, 2000; Presley et al., 2009a). Na avaliação da possível influência evolutiva das relações filogenéticas no padrão de atividade de Sphingidae e Saturniidae, não foram encontradas correlações entre o índice Pianka e a matriz de distância filogenética de ambas famílias, indicando que forças seletivas ecológicas podem ser mais relevantes para os padrões de atividade temporal diária de Sphingidae e Saturniidae (Camargo et al., 2015).

A sobreposição da atividade temporal diária das assembleias de Sphingidae e Saturniidae nas áreas de Cerrado pode ser resultado da segregação na ocupação de habitats e, particularmente, para Sphingidae, da segregação do recurso alimentar a partir do particionamento da riqueza e abundância de espécies de plantas esfingófilas visitadas durante o forrageamento (Sazatornil et al., 2016). O Cerrado apresenta alta heterogeneidade espacial em sua paisagem (Klink and Machado, 2005) e fitofisionomias ocorrentes (Ribeiro and Walter, 2008), fortemente caracterizadas por diferentes condições climáticas (Walter, 1986), tipos de solo (EMBRAPA, 1999), disponibilidade hídrica (Ferreira and Ribeiro, 2001) e regimes de fogo (Eiten, 1972; Miranda et al., 2002), dentre outros fatores. Esta heterogeneidade espacial está relacionada com a composição e riqueza de Sphingidae e Saturniidae ocorrentes no Cerrado (Braga and Diniz, 2015), os quais particionam a utilização de habitats no Bioma.

Alternativamente, outros fatores podem influenciar a sobreposição dos padrões de atividade das assembleias de Sphingidae no Bioma como o pico diário de secreção de néctar das plantas esfingófilas (Amorim et al., 2013), fatores abióticos (Santos and Presley, 2010) e o risco de predação (Camargo et al., 2015; Camargo et al., 2016). Considerando que Saturniidae também apresentou sobreposição dos padrões de atividade nas assembleias, essa sobreposição da atividade temporal diária de ambas as famílias no Cerrado se deve provavelmente a, pelo menos, um dos últimos dois fatores citados.

Limitações à fatores abióticos podem exercer forças de adaptações seletivas em espécies ecologicamente similares, fazendo com que estas coexistam localmente explorando recursos semelhantes (Schoener, 1974a). Neste sentido, adaptações às condições ambientais abióticas como temperatura e umidade relativa do ar seriam mais importantes que outros fatores ecológicos para a estruturação temporal de comunidades locais, principalmente, em organismos ectotérmicos (Prieto and Dahners, 2009; Santos and Presley, 2010).

Não obstante, o risco de predação pode ser um fator relevante na estruturação temporal de comunidades (Jeffries and Lawton, 1984; Rydell et al., 1996; Jacob and Brown, 2000; Presley et al., 2009a). Morcegos estão entre os predadores mais representativos de mariposas (Black, 1972; Fullard, 1987; Feldhamer et al., 2009) e exercem uma forte pressão evolutiva nestes organismos, o que levou a seleção evolutiva de adaptações fisiológicas e morfológicas anti-predação em ambas as famílias.

O principal pico de atividade de morcegos insetívoros ocorre no início da noite, provavelmente, em função da necessidade metabólica de nutrição logo no início do período de atividade (Erkert, 2000). A limitação do tempo de forrageamento imediatamente após crepúsculo aumenta a eficiência do gasto energético empregado na predação (O'Donnell, 2000; Speakman et al., 2000). Adicionalmente, morcegos insetívoros estão menos susceptíveis ao risco de predação no início da noite (Appel et al., 2017). Logo, a sobreposição do padrão de atividade de Sphingidae e Saturniidae com picos maiores após a meia noite pode ser uma estratégia para evitar a predação, evitando o pico de atividade de morcegos, como sugerido por Camargo et al. (2015). O deslocamento do pico de atividade de Sphingidae e Saturniidae para o final da noite nas assembleias amostradas em RPM e PNCD corrobora essa hipótese (Apêndices 2.4 a 2.7). Áreas abertas ou ecotonais, como RPM e PNCD, podem oferecer maior exposição a predadores fazendo com que o padrão de atividade de comunidades nessas áreas seja mediado pelo padrão de atividade do predador (Kotler et al., 1991; Fraser et al., 2004; Presley et al., 2009a). Já em áreas com maior heterogeneidade de habitats como o PNCV, localizado em área *core* de Cerrado, as assembleias de Saturniidae e Sphingidae podem explorar de maneira mais intensa a utilização de habitats, com menor exposição ao risco de predação, o que pode ampliar o nicho temporal nessas áreas. Isso explica a maior amplitude de nicho temporal verificada nas assembleias de Saturniidae e Saturniidae no Cerrado (4,51 ± 1,46 e 6,62 ± 0,97, respectivamente) em comparação às observadas na Amazônia (2,24 ± 0,65 e 4,26 ± 0,84). Adicionalmente, a menor sobreposição das

assembleias no Cerrado em comparação à Amazônia pode estar relacionada a uma demanda conflitante entre estar ativo no horário ótimo de temperatura, maior no início da noite, ou em horários com menor risco à predação, ao final da noite, o que pode diluir a sobreposição da atividade temporal das assembleias durante o período de atividade.

Amplitudes de nicho de Sphingidae e Saturniidae

A maior amplitude do nicho temporal diário das assembleias de Sphingidae em relação à Saturniidae no Cerrado corroborou a premissa inicial, podendo ser resultado da competição interespecífica por recursos alimentares entre esfingídeos, fazendo com que os mesmos explorem novos recursos na dimensão temporal, ampliando os horários de atividade de forrageamento como um possível mecanismo para reduzir a competição por interferência (Camargo et al., 2015).

Adicionalmente, o custo energético do forrageamento de Sphingidae (Heinrich, 1983) faz com que estes visitem plantas esfingófilas várias vezes ao longo da noite (Janzen, 1984). Logo, a maior amplitude do período de atividade de esfingídeos pode também ser um reflexo da necessidade fisiológica de alimentação frequente durante o forrageamento.

Diferenças interespecíficas nos padrões de atividade

As comparações do padrão de atividade par a par entre espécies de Sphingidae revelaram várias diferenças significativas, indicando que esfingídeos de diferentes espécies utilizam intervalos de horário distintos durante o forrageamento de plantas esfingófilas, o que pode estar ocorrendo devida a interações agonísticas de competição interespecífica por flores dessas plantas. Apesar dos esfingídeos serem bastante polífagos (Haber and Frankie, 1989; Martins and Johnson, 2013; Johnson et al., 2017) pode haver alguma preferência alimentar por algumas espécies esfingófilas, o que pode aumentar a competição interespecífica. Dados do levantamento da comunidade de Sphingidae e da flora esfingófila da Estação Ecológica do Panga (Amorim, 2008) corroboram esta hipótese: a análise da carga polínica carreada pelos esfingídeos revelou que a maioria das 46 espécies de plantas esfingófilas identificadas foi visitada por diversos indivíduos de diferentes espécies, onde 113 indivíduos de 29 espécies de Sphingidae visitaram flores de *Inga vera* Willd.

Este mesmo estudo (Amorim, 2008) revelou, ainda, que a maioria das plantas esfingófilas identificadas na área de Cerrado amostrada tem pico de floração que se inicia no final da estação seca e estende-se até o fim da estação chuvosa. Assumindo este padrão fenológico para as plantas esfingófilas do Cerrado, é possível afirmar que o recurso alimentar esteve com disponibilidade sazonal máxima para os esfingídeos coletados em RPM, PNCD e PNCV, pois 90% dos indivíduos foram amostrados durante a estação chuvosa, não parecendo ser um fator determinante no padrão de atividade das assembleias amostradas. Todavia, este recurso alimentar também é compartilhado por outros nectarívoros: várias espécies de plantas esfingófilas do Cerrado também são polinizadas por morcegos (Amorim et al., 2013). Este compartilhamento de recursos por diferentes polinizadores pode gerar competição por interferência, um dos fatores que levam a segregação da atividade temporal diária (Carothers and Jaksić, 1984). Considerando que o pico de atividade de morcegos frugívoros se dá nas primeiras horas da noite, a concentração do padrão de atividade de Sphingidae após a meia noite nas áreas de Cerrado pode ser ainda um mecanismo para reduzir a competição por interferência, com segregação interespecífica da atividade temporal dentro desse intervalo de tempo.

Outro fator que poderia explicar a segregação par a par observada em Sphingidae é o custo energético específico empregado no forrageamento de plantas esfingófilas. O comprimento das probóscides é diretamente proporcional à massa corpórea (Agosta and Janzen, 2005) e esta, por sua vez, à demanda energética empregada durante o forrageamento (Heinrich, 1983). Uma vez que espécies com probóscides mais longas podem obter acesso exclusivo ao néctar de plantas esfingófilas com tubo floral longo, estas poderiam estar mais ativas ao longo da noite para atender a maior demanda energética, uma vez que estariam menos sujeitas à competição com espécies de probóscides mais curtas, que em geral são bastante polífagas (Johnson et al., 2017). Entretanto os resultados das diferenças interespecíficas em Sphingidae (Apêndice 2.3) não corroboram esta hipótese pois a maioria das diferenças observadas ocorreram entre espécies de probóscides curtas (Amorim, 2008). Todavia, o maior número de diferenças observadas em espécies da subfamília Macroglossinae pode ainda ser um reflexo da maior proporção de espécies desta subfamília em relação às demais.

Conclusão

As assembleias de Sphingidae e Saturniidae no Cerrado apresentam sobreposição da atividade temporal diária, embora o grau de sobreposição seja relativamente baixo, possivelmente em função da demanda conflitante entre estar ativo no horário ótimo de temperatura, no ínicio da noite, ou no horário com menor risco de predação, mais próximo a alvorada, o que diluiria o pico de atividade ao longo da noite. A sobreposição da atividade temporal diária das assembleias de Sphingidae e Saturniidae também foi observada na Amazônia, evidenciando que apesar da variabilidade espacial e de recursos alimentares distintos disponíveis nos biomas analisados, os padrões de sobreposição da atividade temporal diária em nível de assembleia permanecem consistentes nessas famílias. Em áreas abertas e ecotonais do Cerrado os picos de atividade das assembleias de Sphingidae e Saturniidae estão concentrados no final da noite, onde o risco de predação podem estar determinando este padrão de organização temporal.

A comparação par a par do padrão de atividade diária revelou várias diferenças significativas entre espécies de Sphingidae, entretanto não foi observada nenhuma diferença entre espécies de Saturniidae. Esfingídeos podem estar particionando os horários de forrageamento entre espécies como um mecanismo de redução da competição por interferência. Futuros estudos que avaliem o particionamento da atividade temporal diária de Sphingidae correlacionado a redes de interação mutualísticas com plantas esfingófilas podem elucidar o papel da competição interespecífica na segregação da atividade temporal diária entre esfingídeos.

Referências bibliográficas

Adams, R.A., Thibault, K.M., 2006. Temporal resource partitioning by bats at water holes. J. Zool. 270, 466–472. doi:10.1111/j.1469-7998.2006.00152.x

Agosta, S.J., Janzen, D.H., 2005. Body size distributions of large Costa Rican dry forest moths and the underlying relationship between plant and pollinator morphology. Oikos 108, 183–193. doi:10.1111/j.0030-1299.2005.13504.x

Aguiar, L.M. de S., Marinho-Filho, J., 2004. Activity patterns of nine phyllostomid bat species in a fragment of the Atlantic Forest in southeastern Brazil. Rev. Bras. Zool. 21, 385–390. doi:10.1590/S0101-81752004000200037

Albrecht, M., Gotelli, N.J., 2001. Spatial and temporal niche partitioning in grassland ants. Oecologia 126, 134–141. doi:10.1007/s004420000494

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. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Uberlândia.

Amorim, F.W., Galetto, L., & Sazima, M., 2013. Beyond the pollination syndrome: nectar ecology and the role of diurnal and nocturnal pollinators in the reproductive success of Inga sessilis (Fabaceae). Plant Biol. 15, 317–327. doi:10.1111/j.1438-8677.2012.00643.x

Appel, G., Lopez-Baucells, A., Magnusson, W.E., Bobrowiec, P.E.D., 2017. Aerial insectivorous bat activity in relation to moonlight intensity. Mamm. Biol. 85, 37–46. doi:10.1016/j.mambio.2016.11.005

Barber, J.R., Kawahara, A.Y., 2013. Hawkmoths produce anti-bat ultrasound. Biol. Lett. 9, 20130161–20130161. doi:10.1098/rsbl.2013.0161

Barber, J.R., Leavell, B.C., Keener, A.L., Breinholt, J.W., Chadwell, B.A., McClure, C.J.W., Hill, G.M., Kawahara, A.Y., 2015. Moth tails divert bat attack: evolution of acoustic deflection. Proc. Natl. Acad. Sci. 112, 2812–2816. doi:10.1073/pnas.1421926112

Black, H.L. 1972. Differential exploitation of moths by the bats *Eptesicus fuscus* and *Lasiurus cinereus*. J. Mammal. 53, 598–601. doi:10.2307/1379049

Braga, L., Diniz, I.R., 2015. Importance of habitat heterogeneity in richness and diversity of moths (Lepidoptera) in Brazilian Savanna. Environ. Entomol. 44, 499–508. doi:10.1093/ee/nvv026

Camargo, A.J.A., Oliveira, C.M. de Frizzas, M.R., Sonoda, K.C., Correa, D. do C.V., 2015a. Coleções Entomológicas. Embrapa Cerrados, Brasília - DF.

Camargo, N.F., Camargo, W.R.F., Corrêa, D. do C. V, Camargo, A.J.A., Vieira, E.M., 2015b. Adult feeding moths (Sphingidae) differ from non-adult feeding ones (Saturniidae) in activity-timing overlap and temporal niche width. Oecologia 180, 313–324. doi:10.1007/s00442-015-3363-x

Camargo, A.J.A. De, Cavalcanti, W., 1999. Instruções para a confecção de armadilha luminosa para captura de insetos noturnos. Comun. Técnico da Embrapa 1, 1–7.

Carothers, J.H., Jaksić, F.M., 1984. Time as a niche difference: the role of interference competition. Oikos 42, 403–406. doi:10.2307/3544413

Carvalho, D.M., Presley, S.J., Santos, G.M.M., 2014. Niche overlap and network specialization of flower-visiting bees in an agricultural system. Neotrop. Entomol. 43, 489–499. doi:10.1007/s13744-014-0239-4

Case, T.J., Gilpin, M.E., 1974. Interference competition and niche theory. Proc. Natl Acad. Sci. USA 71, 3073–3077.

Castro-Arellano, I., Lacher, T.E., Willig, M.R., Rangel, T.F., 2010. Assessment of

assemblage-wide temporal niche segregation using null models. Methods Ecol. Evol. 1, no-no. doi:10.1111/j.2041-210X.2010.00031.x

Castro-Arellano, I., Presley, S.J., Willig, M.R., Wunderle, J.M., Saldanha, L.N., 2009. Reduced-impact logging and temporal activity of understorey bats in lowland Amazonia. Biol. Conserv. 142, 2131–2139. doi:10.1016/j.biocon.2009.04.013

Chase, J.M., Leibold, M.A., 2003. Ecological niches. Linking classical and contemporary approaches. University of Chicago Press, Chicago.

Chesson, P., 2000. Mechanisms of maintenance of species diversity. Annu. Rev. Ecol. Syst. 31, 343–366. doi:10.1146/annurev.ecolsys.31.1.343

Connor, E.F., Simberloff, D., 1979. The assembly of species communities: chance or competition? Ecology 60, 1132. doi:10.2307/1936961

DeCoursey, P.J., 2004. Diversity of function of SCN pacemakers in behavior and ecology of three species of sciurid Rodents. Biol. Rhythm Res. 35, 13–33. doi:10.1080/09291010412331313214

Eiten, G., 1972. The Cerrado vegetation of Brazil. Bot. Rev. 38, 201–341.

Elton, C., 1927. The animal community, In: editors Julian S. Huxley. Animal Ecology. New York,Macmillan Co, pp. 1–15. doi:http://dx.doi.org/10.5962/bhl.title.7435

EMBRAPA, 1999. Sistema Brasileiro de classificação de solos. Brasília, EMBRAPA Produção de Informação; Rio de Janeiro, EMBRAPA Solos. 412p.

Erkert, H.G., 1982. Ecological Aspects of Bat Activity Rhythms, In: Ecology of Bats. Ed. By Thomas H. Kunz. Springer US, Boston, MA, pp. 201–242. doi:10.1007/978-1-4613-3421-7_5

Erkert, H.G., 2000. Bats: flying nocturnal mammals. In: Halle, S., Stenseth, N.S. (eds.), Activity Patterns in Small Mammals: an Ecological Approach. Springer, New York, pp. 212–240.

Feinsinger, P., Spears, E.E., Poole, R.W., 1981. A simple measure of niche breadth. Ecology 62, 27–32. doi:10.2307/1936664

Feldhamer, G.A., Carter, T.C., Whitaker, J.O., 2009. Prey consumed by eight species of insectivorous bats from southern Illinois. Am. Midl. Nat. 162, 43–51. doi:10.1674/0003-0031-162.1.43

Ferreira, J.N., Ribeiro, J.F., 2001. Ecologia da inundação em Matas de galeria. pp. 425-451. In J. F. Ribeiro; C. E. L. Fonseca & J. C. Souza-Silva (eds.). Cerrado: caracterização e recuperação de Matas de Galeria. Embrapa, Planaltina.

Ferro, V.G., Diniz, I.R., 2007. Composição de espécie de Arctiidae (Insecta, Lepidoptera) em áreas de Cerrado. Rev. Bras. Zool. 24, 635–646. doi:10.1590/S0101-81752007000300015

Fleming, T.H., Partridge, B.L., 1984. On the analysis of phenological overlap. Oecologia 62, 344–350. doi:10.1007/BF00384266

Fraser, D.F., Gilliam, J.F., Akkara, J.T., Albanese, B.W., Snider, S.B., 2004. Night feeding by guppies under predator release: effects on growth and daytime courtship. Ecology 85, 312–319. doi:10.1890/03-3023

Fullard, J.H., 1987. Sensory ecology and neuroethology of moths and bats: interactions in a global perspective. In: Fenton MB, Racey P, Rayner JMV (eds) Recent advances in the study of bats. Cam- bridge University Press, Cambridge, pp 244–272.

Gause, G.F., 1932. Experimental studies on the struggle for existence I. Mixed population of two species of yeast. J. Exp. Biol. 9, 389–402. doi:10.1097/00010694-193602000-00018

Gauze, G.F., 1934. The struggle for existence, by G. F. Gause. The Williams & Wilkins company, Baltimore,. doi:10.5962/bhl.title.4489

Gutman, R., Dayan, T., 2005. Temporal partitioning: an experiment with two species of spiny mice. Ecology 86, 164–173. doi:10.1890/03-0369

Haber, W.A., Frankie, G.W., 1989. Costa Rican dry forest Sphingidae community: a tropical hawkmoth. Biotropica 21, 155–172.

Hardin, G., 1960. The competitive Exclusion Principle. Science 131 (3409), 1292–1297. doi:10.1126/science.131.3409.1292

Heinrich, B. (1983) Insect foraging energetics. Handbook of experimental pollination biology. ed. C. E. Jones and R. J. Little, pp 187-214. Van Nostrand, New York, USA.

Hutchinson, G.E., 1957. Concluding remarks. Cold spring Harb. Symp Quant. Biol. 22, 415–427. doi:10.1101/SQB.1957.022.01.039

Hutchinson, G.E., 1959. Homage to Santa Rosalia or why are there so many kinds of animals? Am. Nat. 93, 145. doi:10.1086/282070

INMET, 2017. Instituto Nacional de Metereologia, dados metereológicos disponíveis em http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep.

Jacob, J., Brown, J.S., 2000. Microhabitat use, giving-up densities and temporal activity as short- and long-term anti-predator behaviors in common voles. Oikos 91, 131–138. doi:10.1034/j.1600-0706.2000.910112.x

Janzen, D.H., 1984. Two ways to be a tropical big moth: Santa Rosa saturniids and sphingids. Oxford Surv. Evol. Biol. 1, 85–144.

Jeffries, M.J., Lawton, J.H., 1984. Enemy free space and the structure of ecological communities. Biol. J. Linn. Soc. 23, 269–286. doi:10.1111/j.1095-8312.1984.tb00145.x

Johnson, S.D., Moré, M., Amorim, F.W., Haber, W.A., Frankie, G.W., Stanley, D.A., Cocucci, A.A., & Raguso, R.A., 2017. The long and the short of it: a global analysis of hawkmoth pollination niches and interaction networks. Funct. Ecol. 31, 101–115. doi:10.1111/1365-2435.12753

Jones, M., Mandelik, Y., Dayan, T., 2001. Coexistence of temporally partitioned spiny mice: roles of habitat structure and foraging behavior. Ecology 82, 2164–2176. doi:10.1890/0012-9658(2001)082[2164:COTPSM]2.0.CO;2

Juncá, F.A., Funch, L., Rocha, W., 2005. Biodiversidade e conservação da Chapada Diamantina. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, 411 p.

Kitching, I.J., Cadiou, J.-M., 2000. Hawkmoths of the world: an annotated and illustrated revisionary checklist (Lepidoptera: Sphingidae). Cornell University Press, London. p 1 a 23.

Klink, C.A., Machado, R.B., 2005. Conservation of the Brazilian Cerrado. Conserv. Biol. 19, 707–713. doi:10.1111/j.1523-1739.2005.00702.x

Kotler, B.P., Brown, J.S., Hasson, O., 1991. Factors Affecting Gerbil Foraging Behavior and Rates of Owl Predation. Ecology 72, 2249–2260. doi:10.2307/1941575

Kraft, N.J.B., Adler, P.B., Godoy, O., James, E.C., Fuller, S., Levine, J.M., 2015. Community assembly, coexistence and the environmental filtering metaphor. Funct. Ecol. 29, 592–599. doi:10.1111/1365-2435.12345

Kronfeld-Schor, N., Dayan, T., 1999. The dietary basis for temporal partitioning: food habits of coexisting *Acomys* species. Oecologia 121, 123–128. doi:10.1007/s004420050913

Kronfeld-Schor, N., Dayan, T., 2003. Partitioning of Time as an Ecological Resource. Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst. 34, 153–181. doi:10.1146/annurev.ecolsys.34.011802.132435

Kronfeld-Schor, N., Dayan, T., Elvert, R., Haim, A., Zisapel, N., Heldmaier, G., 2001. On the use of the time axis for ecological separation: diel rhythms as an evolutionary constraint. Am. Nat. 158, 451–457. doi:10.1086/321991

Lampe, R.E.J., 2010. Saturniidae of the World - Pfauenspinner der Welt / Their Life Stages from the Eggs to the Adults. Verlag Dr. Friedrich Pfeil.p. 6.

Levine, J.M., Bascompte, J., Adler, P.B., Allesina, S., 2017. Beyond pairwise mechanisms of species coexistence in complex communities. Nature 546, 56–64. doi:10.1038/nature22898

Levins, R., 1968. Evolution in Changing Environments. Some Theoretical Explorations. Princeton University Press, Princeton.

Loreau, M., 1985. Annual activity and life cycles of carabid beetles in two forest

communities. Ecography (Cop.). 8, 228–235. doi:10.1111/j.1600-0587.1985.tb01173.x

Loreau, M., 1989. Coexistence of temporally segregated competitors in a cyclic environment. Theor. Popul. Biol. 36, 181–201. doi:10.1016/0040-5809(89)90029-4

Loreau, M., 1992. Time scale of resource dynamics and coexistence through time partitioning. Theor. Popul. Biol. 41, 401–412. doi:10.1016/0040-5809(92)90037-T

MacArthur, R.H., 1958. Population ecology of some warblers of northeastern Coniferous Forests. Ecology 39, 599–619. doi:10.2307/1931600

MacArthur, R., Levins, R., 1967. The limiting similarity, convergence, and divergence of coexisting species. Am. Nat. 101, 377-387.doi:10.1086/282505

Martin, A., Soares, A., Bizarro, J., 2011. Guia dos Sphingidae da Serra dos Órgãos. REGUA Publications, Rio de Janeiro - RJ.

Martins, D.J., Johnson, S.D., 2013. Interactions between hawkmoths and flowering plants in East Africa: polyphagy and evolutionary specialization in an ecological context. Biol. J. Linn. Soc. 110, 199–213. doi:10.1111/bij.12107

May, R.M., 1975. Patterns of species abundance and diversity. In: Cody ML, Diamond JM, (eds). Ecology and evolution of communities. Cambridge: Harvard University Press, pp. 81-120.

Miranda, H.S., Bustamante, M.M.C., Miranda, A.C., 2002. The fire factor. In: Oliveira, P. S.; Marquis, R. J. (eds.). The Cerrados of Brazil: ecology and natural history of a neotropical savanna. New York: Columbia University Press. pp.51-68.

O'Donnell, C., 2000. Influence of season, habitat, temperature, and invertebrate availability on nocturnal activity of the New Zealand long-tailed bat (*Chalinolobus tuberculatus*). New Zeal. J. Zool. 27, 207–221. doi:10.1080/03014223.2000.9518228

Pianka, E.R., 1973. The structure of lizard communities. Annu. Rev. Ecol. Syst. 4, 53–74. doi:10.1146/annurev.es.04.110173.000413

Pianka, E.R., 1981. Competition and niche theory. Theor. Ecol. 8, 167–196. doi:10.1002/jlac.1993199301120

Pittaway, A.R., 1993. The hawkmoths of the Western Palaearctic Harley Books in association with the Natural History Museum, London, 1993 240 p.

Presley, S.J., Willig, M.R., Castro-Arellano, I., Weaver, S.C., 2009a. Effects of Habitat Conversion on Temporal Activity Patterns of Phyllostomid Bats in Lowland Amazonian Rain Forest. J. Mammal. 90, 210–221. doi:10.1644/08-MAMM-A-089.1

Prieto, C., Dahners, H.W., 2009. Resource utilization and environmental and spatio-

temporal overlap of a hilltopping lycaenid butterfly community in the Colombian Andes. J. Insect Sci. 9, 1–12. doi:10.1673/031.009.1601

R Core Team, 2017. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. R version 3.3.3. URL https://www.R-project.org/.

Ribeiro, J.F., Walter, B.M.T., 2008. As principais fitofisionomias do bioma Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. de; RIBEIRO, J. F. (Ed.). Cerrado: ecologia e flora. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica: Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2008. cap. 6, p. 151-212.

Roughgarden, J., 1983. Competition and theory in community ecology. Amer. Natur. 122, 583–601.

Rydell, J., Entwistle, A., Racey, P.A., 1996. Timing of foraging flights of three species of bats in relation to insect activity and predation risk. Oikos 76, 243 parece faltar página final. doi:10.2307/3546196

Santos, G.M. de M., Presley, S.J., 2010. Niche overlap and temporal activity patterns of social wasps (Hymenoptera: Vespidae) in a Brazilian cashew orchard. Sociobiology 56, 121–131.

Schoener, T.W., 1968. The *Anolis* lizards of Bimini: resource partitioning in a complex fauna. Ecology 49, 704–726. doi:10.2307/1935534

Schoener, T.W., 1974a. Research partitioning in ecological communities. Science (80). 185, 27–39. doi:10.1126/science.185.4145.27

Schoener, T.W., 1974b. The Compression Hypothesis and temporal resource partitioning. Proc. Natl. Acad. Sci. 71, 4169–4172. doi:10.1073/pnas.71.10.4169

Schoener, T.W., 1989. Ecological niche. In The princeton guide to ecology (eds Levin S. A., Carpenter S. R., Godfray H. C., Kinzig A. P., Loreau M., Losos J. B., Walker B., Wilcove D. S., editors.), Princeton, NJ: Princeton University Press Speakman, pp. 3–13.

J.R., Rydell, J., Webb, P.I., Hayes, J.P., Hays, G.C., Hulbert, I.A.R., McDevitt, R.M., 2000. Activity patterns of insectivorous bats and birds in northern Scandinavia (69o N), during continuous midsummer daylight. Oikos 88, 75–86. doi:10.1034/j.1600-0706.2000.880109.x

Stevens, M., 2005. The role of eyespots as anti-predator mechanisms, principally demonstrated in the Lepidoptera. Biol. Rev. 80, 573-588 doi:10.1017/S1464793105006810

Tilman, D., 1985. The resource-ratio hypothesis of plant succession. Am. Nat. 125, 827–852. doi:10.1086/284382

Velloso, A.L., Sampaio, E.V.S.B., Pareyn, F.G.C., 2002. Ecorregiões propostas para o Bioma Caatinga. Recife: Associação Plantas do Nordeste. The Nature Conservancy Brazil. pp.1-75.

Walter, H., 1986. Vegetação e zonas climáticas: tratado de ecologia global. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária Ltda. 325p.

Zhang, J., 2016. spaa: species association analysis. R package version 0.2.2. https://CRAN.R-project.org/package=spaa

Apêndice 2.1. Número de indivíduos por espécies de Sphingidae amostrados em Rio Pardo de Minas – RPM, Parque Nacional Chapada Diamantina – PNCD e Parque Nacional dos Veadeiros – PNCV, por localidade, ano e mês de amostragem.

Espécie	RPM			PNCD		PNCV										
	Água Boa	Vereda Funda		Andaraí	Mucugê	Cavalcante		Alto Paraíso de Goiás								
	2009	2010		2012		2012	2013	2012	2013							2014
	fev	nov	dez	abr	jul	out	dez	mar	jun	mai	jun	set	out	nov	dez	nov
Adhemarius gannascus (Stoll, 1790)				4				3		1						
Agrius cingulata (Fabricius, 1775)				76	4								1	1		
Amphonyx duponchel (Poey, 1832)			1					4		1				3		
Amphonyx lucifer Rothschild &	2															
Callionima grisescens (Rothschild, 1894)	3	3	8		1	4					1	1				
Callionima inuus (Rothschild & Jordan, 1903)														14		
Callionima nomius (Walker, 1856)								1								
Callionima pan (Cramer, 1779)								1		1						
Callionima parce (Fabricius, 1775)	1	5	9				2		5				2	41		2
Enyo lugubris (Linnaeus, 1771)								1						1		1
Enyo ocypete (Linnaeus, 1758)					1	4	1	1				1	1	2		4
Erinnyis alope (Drury, 1773)				7				7	1					6		1
Erinnyis crameri (Schaus, 1898)																5
Erinnyis ello (Linnaeus, 1758)		49	96	137	14	4		5			1		4	34	1	76
Erinnyis impunctata (Rothschild & Jordan, 1903)																6
Erinnyis lassauxii (Boisduval, 1859)		2		12			2							14		
Erinnyis obscura (Fabricius, 1775)	2	3	6		5	1	1	2		2	1		1	35		17
Erinnyis oenotrus (Cramer, 1780)	7	1	5	1		3	1		1				1	32		11
Eumorpha adamsi (Rothschild & Jordan, 1903)							1									
Eumorpha analis (Rothschild & Jordan, 1903)							1							2		
Eumorpha anchemolus (Cramer, 1779)													2	4		
Eumorpha obliquus (Rothschild &			1													
Eumorpha satellitia (Linnaeus, 1771)		2				3		1								
Eumorpha vitis (Linnaeus, 1758)			1			1										
Hemeroplanes triptolemus (Cramer, 1779)			1					1								
Hyles euphorbiarum (Guérin-Méneville & Percheron, 1835)	1			5	1											
Isognathus allamandae Clark, 1920	5		1	1				1		2		1				
Isognathus caricae (Linnaeus, 1758)	19	2	2	1		7	4	10	4	5	1	1	6	24		4
Isognathus leachii (Swainson, 1823)	23															
Isognathus menechus (Boisduval, [1875])		9	25		3	2		2			1	2	1			
Madoryx oiclus (Cramer, 1779)				1									1			
Madoryx plutonius (Hübner, [1819])													1			
Manduca contracta (Butler, 1875)																1
Manduca diffissa (Butler, 1871)		6	17	1			1							1		
Manduca florestan (Stoll, 1782)	17					1							1			
Manduca lefeburii (Guérin-Méneville, [1844])		6	4													
Manduca lucetius (Cramer, 1780)	1	3	8			1										
Manduca rustica (Fabricius, 1775)	1	1	2			5										
Neococytius cluentius (Cramer, 1775)														1		
Nyceryx coffaeae (Walker, 1856)						1										
Nyceryx continua (Walker, 1856)			1										1			
Pachylia darceta Druce, 1881	4															
Pachylia ficus (Linnaeus, 1758)	1							1								
Pachylioides resumens (Walker, 1856)														1		
Perigonia leucopus (Rothschild & Jordan, 1910)														1		
Perigonia lusca (Fabricius, 1777)			1	1										4		
Perigonia pallida (Rothschild & Jordan, 1903)		7	8	1									2	3		
Perigonia passerina Boisduval, [1875]														1		
Perigonia stulta Herrich-Schäffer, [1854]														1		
Protambulyx eurycles (Herrich-Schäffer, [1854])							1	1								
Protambulyx strigilis (Linnaeus, 1771)				1	2		1	1	5	5			1	5		
Pseudosphinx tetrio (Linnaeus, 1771)			2	3	7	5	1	4	2	2			9	10		2
Xylophanes chiron (Drury, 1773)								3					1	5		
Xylophanes pistacina (Boisduval, [1875])													2			
Xylophanes tersa (Linnaeus, 1771)	2	2	1	9	5	1		35	2	28	1	2	13	31		1
Xylophanes thyelia (Linnaeus, 1758)				1	1											
Total	**89**	**101**	**200**	**262**	**44**	**43**	**17**	**85**	**20**	**47**	**6**	**8**	**51**	**277**	**1**	**131**

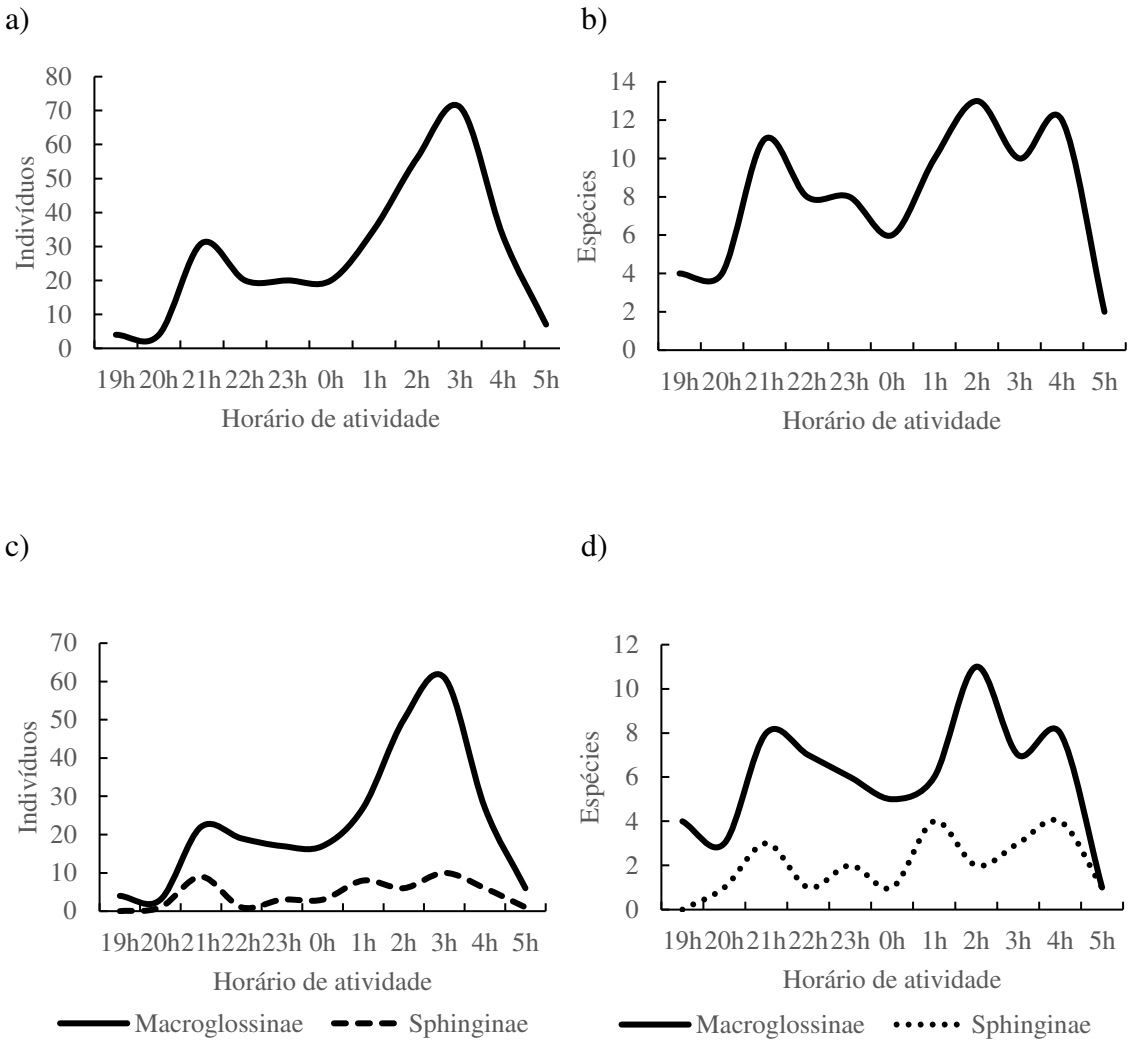
Apêndice 2.2. Número de indivíduos por espécies de Saturniidae amostrados em Rio Pardo de Minas – RPM, Parque Nacional Chapada Diamantina – PNCD e Parque Nacional dos Veadeiros – PNCV, por localidade, ano e mês de amostragem.

Espécies	RPM			PNCD		PNCV							
	Água Boa	Vereda		Andaraí	Mucugê	Cavalcante		Alto Paraíso de Goiás					
	2009	2010		2012		2012	2013	2012	2013	2013	2013	2013	2014
	fev	nov	dez	abr	jul	out	dez	mar	mai	set	out	nov	nov
Adeloneivaia acuta (Schaus, 1896)							3						
Adeloneivaia boisduvalii (Doümet, 1859)													1
Adeloneivaia catoxantha (W. Rothschild, 1907)								1					
Adeloneivaia subangulata (Herrich-Schäffer, [1855])	4	1	3			2	3	1				2	
Adelowalkeria eugenia (Druce, 1904)	1												
Adelowalkeria flavosignata (Walker, 1865)		1	1	1									
Arsenura orbignyana (Guérin-Méneville, [1844])			1										
Arsenura sylla (Cramer, 1779)							5						
Automeris amoena (Boisduval, 1875)			5										
Automeris bilinea (Walker, 1855)	4							1			1		
Automeris egeus (Cramer, 1775)								2				1	
Automeris goiasensis Lemaire, 1977		2	7	2								2	2
Automeris granulosa Conte, 1906		2	1			1		2				4	
Automeris illustris (Walker, 1855)				1	9	3							
Automeris lauroia Oiticica, 1965											2	4	
Automeris midea (Maassen & Weyding, 1885)					1	6							
Automeris naranja Schaus, 1898	3												
Automeris rectilinea Bouvier, 1927		1	5										1
Catacantha latifasciata Bouvier, 1930		1	5									4	1
Catacantha obliqua Bouvier, 1930		1	2										
Cerodirphia apunctata Dias & Lemaire, 1991													3
Cerodirphia avenata (Draudt, 1930)						1							
Cerodirphia bahiana Lemaire, 2002					1								
Cicia pamala (Schaus, 1900)													1
Citheronia aroa (Schaus, 1896)		1	1									1	
Citheronia hamifera W. Rothschild, 1907						40	1						
Citheronia laocoon (Cramer, 1777)		2	4			4					1		2
Citheronia phoronea (Cramer, 1779)						7							
Copaxa simson Maassen & Weymer, 1881				1									
Copiopteryx semiramis (Cramer, 1775)	2		3			3							
Dirphia avia (Stoll, 1780)		1	3										
Dirphia moderata Bouvier, 1929	5					11							
Dirphia panamensis (Schaus, 1921)						17	3						
Dirphia rubricauda Bouvier, 1929	5							4				1	
Dirphia rufescens F. Johnson & Michener, 1948						1							
Dysdaemonia boreas (Cramer, 1775)						7							
Eacles fairchildi May & Oiticica, 1941		2	2				3					14	2
Eacles imperialis (Drury, 1773)	7					37	1				1		2
Eubergia caisa (Berg. 1883)	3	1	7					2					1
Eudyaria zeta (Berg, 1885)								1					
Hylesia ebalus (Cramer, 1775)		1	9										
Hylesia metapyrrha (Walker, 1855)			1										
Hylesia schuessleri Strand, 1934	34												
Hylesia tapareba Dyar, 1913		2	14										
Hyperchiria nausica (Cramer, 1779)						5							
Hyperchiria orodina (Schaus, 1900)	12		10			8		2			1	17	3
Kentroleuca albilinea (Schaus, 1908)					10								
Kentroleuca lineosa (Walker, 1855)											2		
Leucanella memusae (Walker, 1855)	3											1	
Leucanella viridescens (Walker, 1855)					2	8							
Lonomia obliqua Walker, 1855		1	1	3	2						2		
Megaceresa pulchra (Bouvier, 1923)		1	1										
Molippa basinoides Bouvier, 1926						2							
Molippa nibasa Maassen & Weyding, 1885	2												
Molippa sabina Walker, 1855			1					1				5	
Neorcarnegia basirei (Schaus, 1892)	4							1					
Oiticella convergens (Herrich-Schäffer, [1855])	3												
Othorene hodeva (Druce, 1904)			1			4	11	2				15	3
Othorene purpurascens (Schaus, 1905)	1												
Oxytenis modestia (Cramer, 1780)						1							
Oxytenis sp.									2				
Paradaemonia berlai Oiticica, 1946					3								
Paradaemonia meridionalis Camargo, Mielke & Casagrande, 2007	1	1								1			
Periga circumstans Walker, 1855			1		38								
Periphoba tangerini C. Mielke & Furtado, 2006						1							
Procitheronia fenestrata (W. Rothschild, 1907)						1							
Pseudautomeris brasiliensis (Walker, 1855)				1	2								
Pseudautomeris luteata (Walker, 1865)									1				
Pseudodirphia agis (Cramer, 1775)							4					1	
Pseudodirphia eumedidoides (Vuillot, 1892)			1										
Psilopygida walkeri (Grote, 1867)	3	3	10				1					8	
Rhescyntis hippodamia (Cramer, 1777)						2							
Rhescyntis reducta Camargo & Becker, 2001						1							
Rothschildia arethusa (Walker, 1855)	1	2											
Rothschildia erycina (Shaw, [1796])												1	
Schausiella arpi (Schaus, 1892)				1									
Schausiella spitzi Travassos, 1958	29		3					1				3	2
Scolesa nebulosa Lemaire, 1971	4												
Syssphinx molina (Cramer, 1780)				1		6	5	1			1		
Titaea orsinome Hübner, [1823]						5				1			
Travassosula subfumata (Schaus, 1921)	1												
Total	**132**	**27**	**103**	**11**	**68**	**184**	**40**	**22**	**3**	**2**	**11**	**84**	**24**

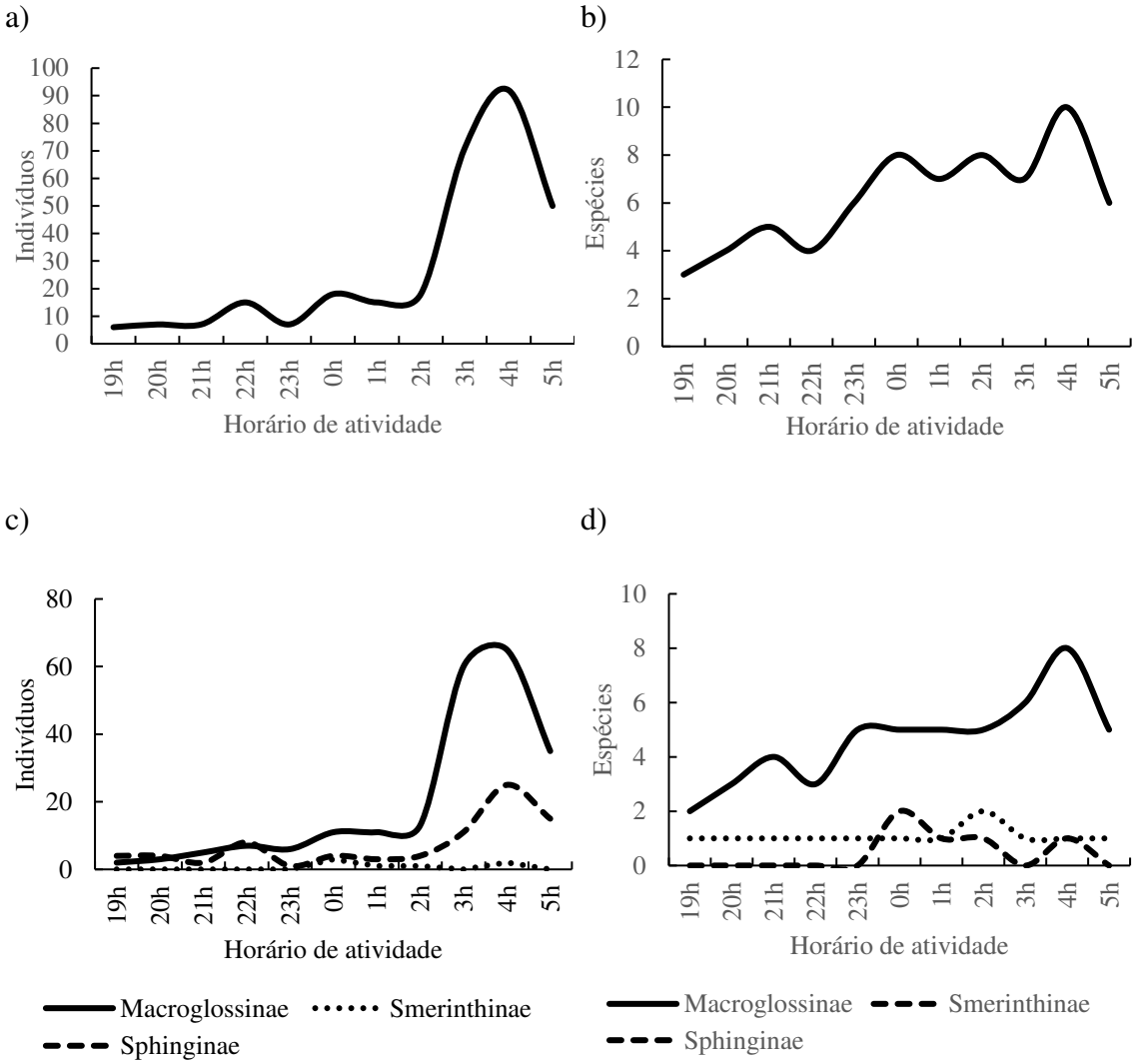
Apêndice 2.3. Comparações par a par do padrão de atividade de Sphingidae e Saturniidae amostrados nas três áreas de Cerrado. Os valores correspondem ao p-valor obtido pelo teste Kolmogorov-Smirnov. Os valores significativos estão destacados em negrito ($p < 0.05$).

Sphingidae	*E. ello*	*X. tersa*	*A. cingulata*	*E. obscura*	*I. caricae*	*C. parce*	*E. oenotrus*	*P. tetrio*	*I. menechus*	*E. lassauxii*	*M. diffissa*	*E. alope*	*P. pallida*	*P. strigilis*
Erinnyis ello	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Xylophanes tersa	0.0758	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Agrius cingulata	**0.0059**	0.2058	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Erinnyis obscura	**0.0013**	0.2058	0.8079	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Isognathus caricae	**0.0013**	0.4611	0.9934	0.9934	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Callionima parce	**0.0013**	0.2058	0.8079	0.9934	0.9934	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Erinnyis oenotrus	**0.0013**	0.0758	0.8079	0.4611	0.8079	0.8079	-	-	-	-	-	-	-	-
Pseudosphinx tetrio	**0.0013**	**0.0233**	0.8079	0.4611	0.4611	0.8079	0.8079	-	-	-	-	-	-	-
Isognathus menechus	**0.0013**	**0.0233**	0.8079	0.4611	0.4611	0.8079	1.0000	0.9934	-	-	-	-	-	-
Erinnyis lassauxii	**0.0013**	**0.0233**	**0.0233**	0.2058	0.0758	0.2058	0.2058	0.4611	0.4611	-	-	-	-	-
Manduca diffixsa	**0.0013**	**0.0059**	0.2058	0.0758	0.0758	0.2058	0.2058	0.4611	0.4611	0.9934	-	-	-	-
Erinnyis alope	**0.0013**	**0.0059**	**0.0059**	0.0758	**0.0233**	0.0758	0.0758	0.2058	0.2058	1.0000	0.8079	-	-	-
Perigonia pallida	**0.0013**	**0.0013**	0.2058	**0.0233**	0.0758	0.0758	0.0758	0.2058	0.2058	0.9934	0.9934	0.8079	-	-
Protambulyx strigilis	**0.0013**	**0.0059**	**0.0233**	0.0758	**0.0233**	0.0758	0.0758	0.2058	0.2058	1.0000	0.9934	1.0000	0.9934	-

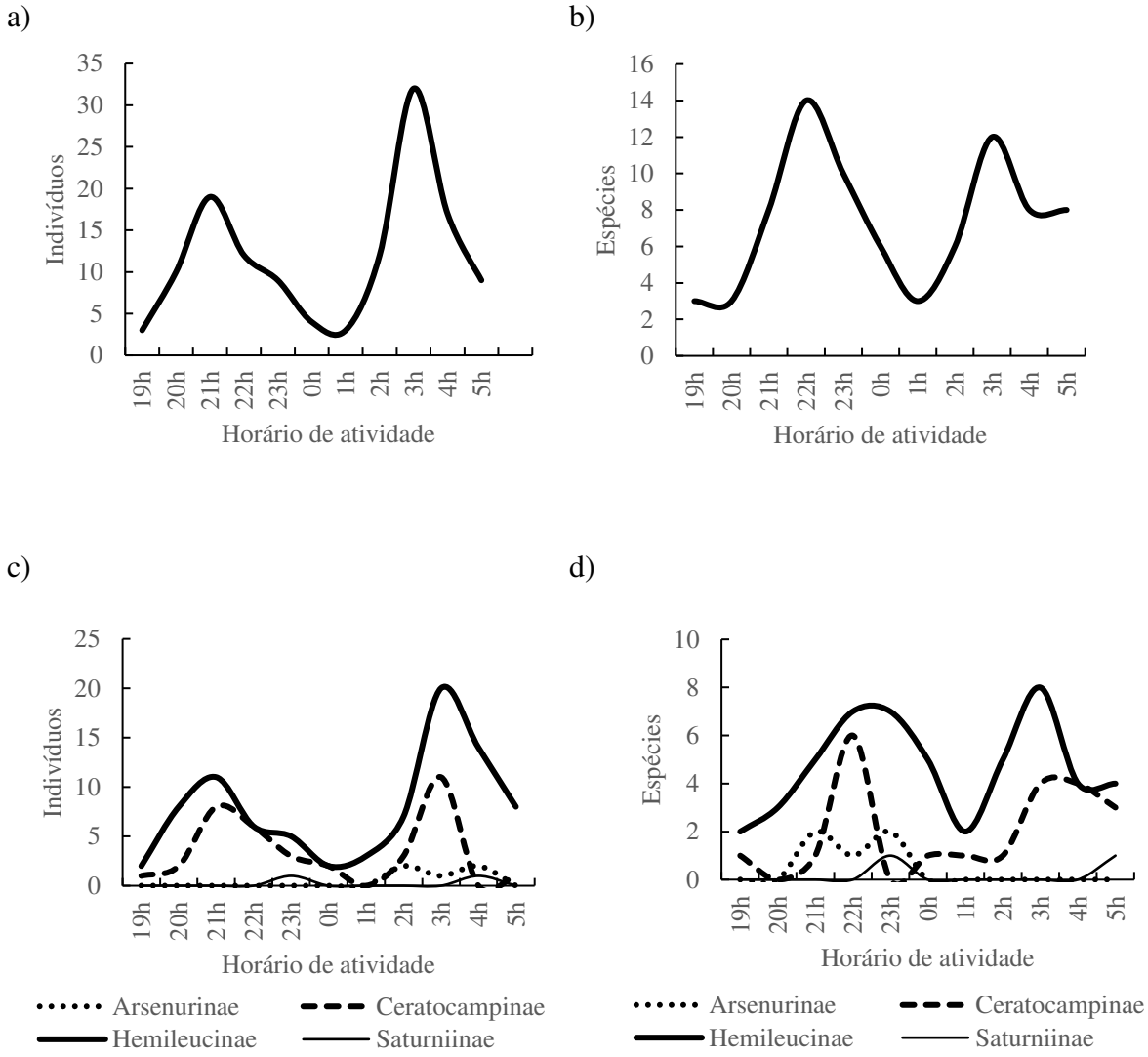
Saturniidae	*C. hamifera*	*E. imperialis*	*H. orodina*	*P. circumstans*	*O. hodeva*	*E. fairchildi*	*P. walkeri*	*D. panamensis*
Citheronia hamifera	-	-	-	-	-	-	-	-
Eacles imperialis	0.9639	-	-	-	-	-	-	-
Hyperchiria orodina	0.7364	0.7364	-	-	-	-	-	-
Periga circumstans	0.9942	0.6476	0.9105	-	-	-	-	-
Othorene hodeva	0.8186	0.9440	0.9999	1.0000	-	-	-	-
Eacles fairchildi	0.6272	0.9639	0.8136	0.9780	1.0000	-	-	-
Psilopygida walkeri	0.4756	0.4756	0.5594	0.9883	0.9883	0.9780	-	-
Dirphia panamensis	1.0000	1.0000	0.8978	0.9251	0.9993	0.8453	0.6604	-



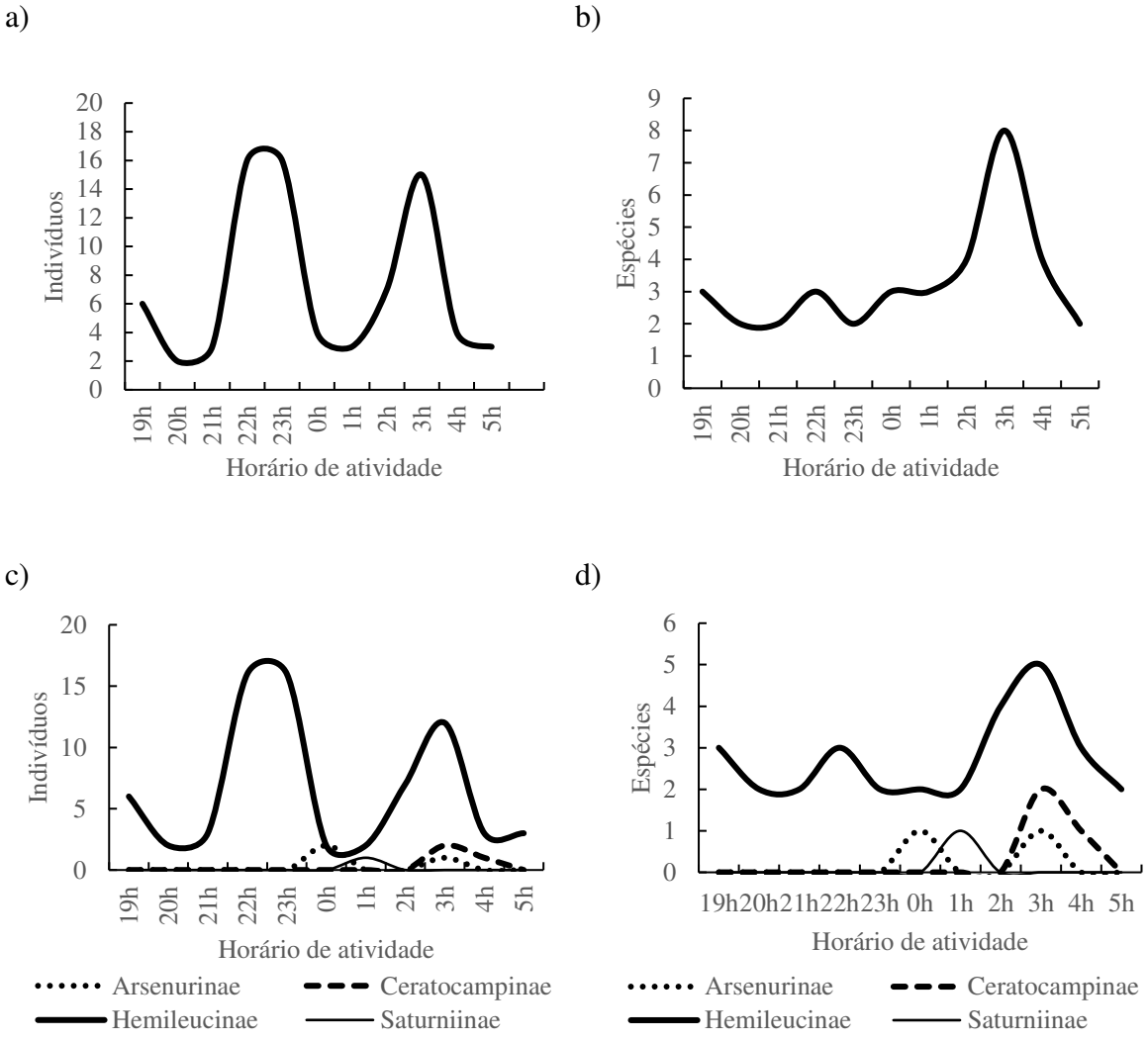
Apêndice 2.4. Atividade temporal diária dos esfingídeos amostrados em Rio Pardo de Minas – MG (RPM) por indivíduos (a), espécies (b), indivíduos e espécies por subfamília ("c" e "d"). (As amostragens foram realizadas com armadilhas luminosas. Cada evento amostral correspondeu a amostragens contínuas entre 18:00hs e 06:00hs. Foram realizados dez eventos amostrais em RPM nos meses de fevereiro de 2009 e dezembro de 2010).



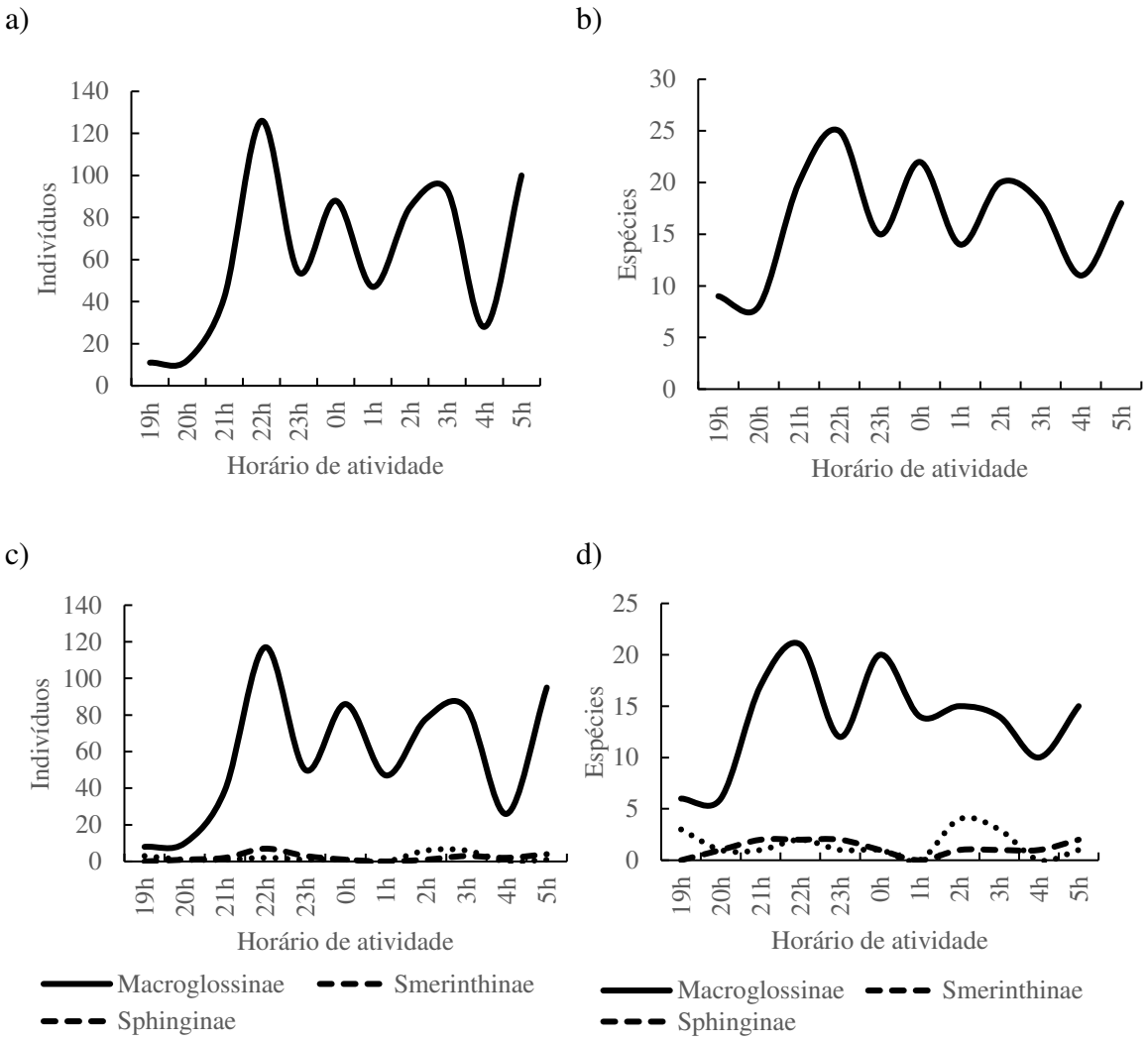
Apêndice 2.5. Atividade temporal diária dos esfingídeos amostrados no Parque Nacional Chapada Diamantina (PNCD) por indivíduos (a), espécies (b), indivíduos e espécies por subfamília ("c" e "d"). (As amostragens foram realizadas com armadilhas luminosas. Cada evento amostral correspondeu a amostragens contínuas entre 18:00hs e 06:00hs. Foram realizados dez eventos amostrais no PNCD em abril e julho de 2012).



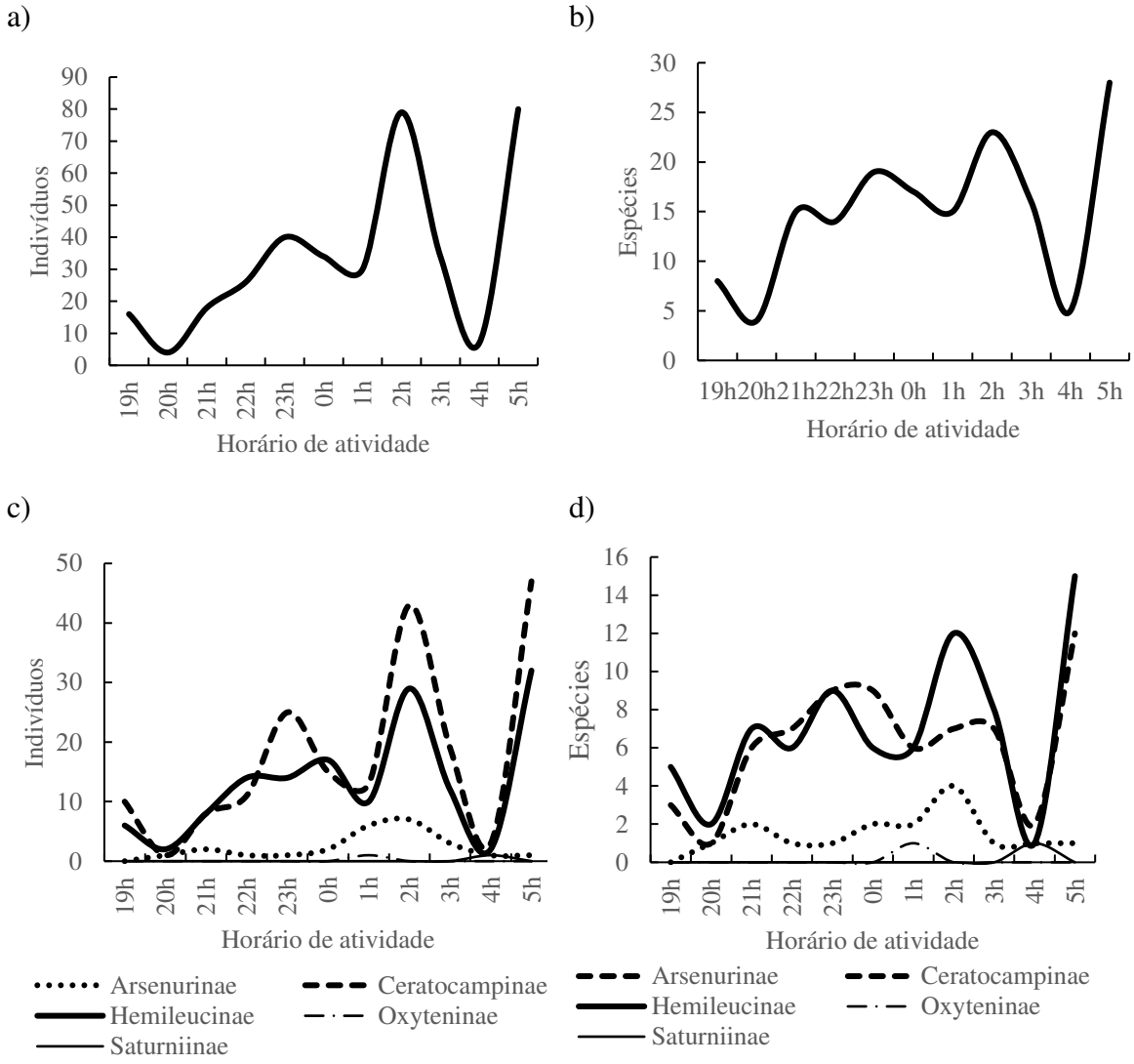
Apêndice 2.6. Atividade temporal diária dos saturnídeos amostrados em Rio Pardo de Minas-MG (RPM) por indivíduos (a), espécies (b), indivíduos e espécies por subfamília ("c" e "d"). (As amostragens foram realizadas com armadilhas luminosas. Cada evento amostral correspondeu a amostragens contínuas entre 18:00hs e 06:00hs. Foram realizados dez eventos amostrais em RPM nos meses de fevereiro de 2009 e dezembro de 2010).



Apêndice 2.7. Atividade temporal diária dos saturnídeos amostrados no Parque Nacional Chapada Diamantina (PNCD) por indivíduos (a), espécies (b), indivíduos e espécies por subfamília ("c" e "d"). (As amostragens foram realizadas com armadilhas luminosas. Cada evento amostral correspondeu a amostragens contínuas entre 18:00hs e 06:00hs. Foram realizados dez eventos amostrais no PNCD em abril e julho de 2012).



Apêndice 2.8. Atividade temporal diária dos esfingídeos amostrados no PNCV por indivíduos (a), espécies (b), indivíduos e espécies por subfamília ("c" e "d"). (As amostragens foram realizadas com armadilhas luminosas. Cada evento amostral correspondeu a amostragens contínuas entre 18:00hs e 06:00hs. Foram realizados 40 eventos amostrais no PNCV em março, junho e outubro de 2012, maio, junho, de setembro a dezembro de 2013 e em novembro de 2014).



Apêndice 2.9. Atividade temporal diária dos saturnídeos amostrados no PNCV por indivíduos (a), espécies (b), indivíduos e espécies por subfamília ("c" e "d"). (As amostragens foram realizadas com armadilhas luminosas. Cada evento amostral correspondeu a amostragens contínuas entre 18:00hs e 06:00hs. Foram realizados 40 eventos amostrais no PNCV em março, junho e outubro de 2012, maio, junho, de setembro a dezembro de 2013 e em novembro de 2014).

Capítulo 3. Áreas prioritárias para conservação de Sphingidae e Saturniidae (Lepidoptera) no Cerrado

Introdução

O crescimento, ocupação e modo de vida de grande parte das populações humanas contemporâneas têm alterado drasticamente as paisagens naturais (Harden et al., 2014), levando à conversão, fragmentação e degradação de habitats, sendo estas as principais causas atuais da perda da diversidade biológica terrestre (Sala, 2000; Newbold et al., 2015). As taxas de extinção antropocênicas são superiores às taxas históricas pré-humanas (Butchart et al., 2010; Dirzo et al., 2014; Pimm et al., 2014) e configuram o sexto evento de extinção em massa em escala global (Ceballos et al., 2015).

A perda da biodiversidade leva à drásticas consequências no funcionamento ecossistêmico como a diminuição da resiliência (Tilman, 1996; Ives and Carpenter, 2007), redução da eficiência na ciclagem de nutrientes e energia (Cardinale et al., 2011), impactos na prestação de serviços ecossistêmicos (Isbell et al., 2011) como a purificação de água (Griebler and Avramov, 2015) e polinização (Potts et al., 2016), o que agrava o risco de extinção de diversas espécies (Pimm et al., 2014) e compromete a qualidade de vida das populações humanas (Cardinale et al., 2012).

Para conter e mitigar a perda da diversidade biológica são adotadas estratégias complementares de conservação *ex-situ:* bancos de genes, germoplasma, jardins botânicos, refúgios de fauna (McGowan et al., 2017) e *in-situ,* como a conservação de organismos e populações em ambientes naturais (Zegeye, 2017). Uma estratégia central para a conservação da biodiversidade *in-situ* é a identificação de áreas prioritárias para a conservação em escala global (Myers et al., 2000; Brooks, 2006), regional e local (Harris et al., 2005; Morato et al., 2014; De Carvalho et al., 2017).

Em escala local, o estabelecimento e implementação de Áreas Protegidas, como Unidades de Conservação, em áreas prioritárias para conservação são fundamentais para conservação da biodiversidade e de serviços ecossistêmicos (Lovejoy, 2006). Idealmente, as Áreas Protegidas devem abranger a representatividade taxonômica e ecossistêmica da diversidade biológica (Pressey, 1994) e manter a persistência das populações frente as ameaças à conservação (Ellis et al., 1999). Para que tais objetivos sejam alcançados é importante um planejamento sistemático para conservação em escala regional que inclua características como tamanho, bordas e conectividade entre as Áreas Protegidas, que

sejam elencados alvos para conservação que sirvam como substitutos da biodiversidade e que sejam estabelecidas metas para conservação desses alvos (Margules, 2000).

Dentre as Metas de Aichi adotadas pela Convenção sobre a Diversidade Biológica (CDB) durante a 10ª Conferência entre as Partes da Convenção (CDB, 2010), a de número 11 estabelece que "até 2020, pelo menos 17% de áreas terrestres e de águas continentais e 10% de áreas marinhas e costeiras, especialmente áreas de relevante importância para biodiversidade e serviços ecossistêmicos, terão sido conservadas por meio de sistemas de Áreas Protegidas, geridas de maneira efetiva e equitativa, ecologicamente representativas e satisfatoriamente interligadas por outras medidas espaciais de conservação e integradas em paisagens terrestres e marinhas mais amplas."

De especial importância para a diversidade biológica e prestação de serviços ecossistêmicos, o Cerrado abrange uma paisagem com alta heterogeneidade ambiental (Ribeiro and Walter, 2008), sendo o segundo maior bioma brasileiro em extensão (IBGE, 2004). A diminuição e degradação de habitats estão entre as principais causas da perda da biodiversidade no bioma, onde menos de 3% de sua extensão é legalmente protegida (Klink and Machado, 2005), mesmo sendo um dos 25 *hotspots* da biodiversidade global (Myers et al., 2000).

A heterogeneidade de habitats do Cerrado tem um papel central na composição, riqueza, abundância e distribuição espacial de vários grupos taxonômicos de vertebrados (Diniz-Filho et al., 2008) e invertebrados (Brown and Gifford, 2002), com importância para a manutenção da riqueza e diversidade beta de Sphingidae e Saturniidae (Lepidoptera) (Braga and Diniz, 2015). Essas famílias de lepidópteros são indicadas para o monitoramento de ecossistemas (Hilty and Merenlender, 2000) por possuírem taxonomia bem resolvida, serem relativamente fáceis de amostrar e responderem rapidamente à perturbação de habitats (Kremen et al., 1993; Beck et al., 2006).

Considerando as ameaças à conservação da biodiversidade no Cerrado e a importância da heterogeneidade de habitats para a manutenção da biodiversidade de Sphingidae e Saturniidae no Bioma, este estudo teve por objetivo identificar áreas prioritárias para a proteção e conservação destes lepidópteros no Cerrado visando sua representatividade taxonômica e ecológica na priorização de áreas a serem protegidas, a fim de alcançar a Meta 11 de Aichi. Especificamente, buscou-se identificar áreas com maior representatividade biológica e menor custo de conservação no Bioma a partir da modelagem da distribuição potencial das espécies de Sphingidae e Saturniidae e do mapeamento do estado de fragmentação da vegetação nativa remanescente do Cerrado.

Material e Métodos

Ocorrência de espécies e modelagem de nicho

Os registros de ocorrência de espécies de Sphingidae foram compilados de 39 artigos científicos (Rothschild and Jordan, 1910; Moss, 1920; Laroca and Mielke, 1975; Carvalho et al., 1978; Coelho et al., 1979; Biezanko, 1982a; 1982b; Laroca et al., 1989; Motta and Soares, 1997; Haxaire, 1995; Motta and Soares, 1997; Motta et al., 1998; Marinoni et al., 1999; Becker and Camargo, 2001; Motta and Andreazze, 2001; Darrault and Schlindwein, 2002; Motta and Andreazze, 2002; Gusmão and Creão-Duarte, 2004; Duarte Júnior and Schlindwein, 2005a; 2005b; Eitschberger, 2005; Motta and Xavier-Filho, 2005; Monteiro et al., 2007; Duarte et al., 2008; Duarte Júnior and Schlindwein, 2008; Amorim et al., 2009; Duarte et al., 2009; Hawes et al., 2009; Haxaire, 2009; Vaglia and Haxaire, 2009; Siewert, Ricardo and Silva, 2010; Cruz-Neto et al., 2011; Favretto, 2012; Mielke and Haxaire, 2013; Primo et al., 2013; Haxaire et al., 2015; Santos et al., 2015; Vieira et al., 2015; Camargo et al., 2016); três teses (Ávila Junior, 2009; Amorim, 2012; Oliveira, 2014); duas dissertações (Varela-Freire, 2004; Machado, 2014), um livro (Martin et al., 2011), e 14 bases de dados de coleções entomológicas (BOLD-Systems, 2017; CECA, 2017; CPAC, 2017; DZUP-Lepidoptera, 2017; Fiocruz-CEIOC, 2017; GBIF, 2017; Kitching, 2017; Lepbarcoding, 2017; MCTP-Insetos, 2017; NHM-London-ENT, 2017; NMNH-Animalia-BR, 2017; OBIS-BR, 2017; SinBiota, 2017; UnB, 2017). (Apêndice 3.1). A taxonomia foi revisada e atualizada de acordo com Kitching (2017).

Os registros de ocorrência de Saturniidae foram compilados de 12 bases de dados de coleções entomológicas (BOLD-Systems, 2017; CPAC, 2017; Fiocruz-CEIOC, 2017; GBIF, 2017; Lepbarcoding, 2017; MCTP-Insetos, 2017; NHM-London-ENT, 2017; OBIS-BR, 2017; SinBiota, 2017; UFES, 2017; YPM-ENT, 2017; ZUEC-LEP, 2017) e dos dados primários dos levantamentos mencionados para Sphingidae. A taxonomia foi revisada segundo Lemaire, 1978, 1980, 1988 (Apêndice 3.2).

Para os fins desse estudo, foram considerados como registros as localidades distintas de ocorrência por espécie. Foram modeladas espécies com, no mínimo, 10 registros de ocorrência no Brasil. A modelagem da máxima entropia de nicho ecológico baseada na adequabilidade ambiental da área de estudo para a ocorrência potencial das espécies analisadas foi realizada no aplicativo Maxent versão 3.4.1 (Phillips et al., 2017). O Maxent apresenta performance consistente e similar a outros algoritmos de modelagem

de nicho baseados em dados de presença (Shabani et al., 2016). Foram utilizados dados climáticos com resolução espacial de 5 por 5km (2.5min de latitude/longitude) disponíveis no repositório WorldClim, versão 2.0 (Fick and Hijmans, 2017), onde foram compilados *rasters* de 19 variáveis bioclimáticas e de altitude com a utilização da função "getData" do pacote "raster" (Hijmans, 2016). Os *rasters* das variáveis bioclimáticas e da altitude foram cortados com a função "crop" para a extensão dos limites geográficos do Brasil. A avaliação de colinearidade entre as variáveis nas localidades dos registros de ocorrência foi testada a partir da correlação de Pearson numa matriz par a par, conforme procedimento realizado em estudos similares (Costa et al., 2010; Aguiar et al., 2016). Para coeficientes superiores a 0,7 foi selecionada uma das variáveis correlacionadas, resultando em oito variáveis para Sphingidae: altitude (alt), temperatura média anual (bio1), gama da temperatura diurna mensal (bio2), sazonalidade da temperatura (bio4), precipitação anual (bio12), precipitação do mês mais seco (bio14), sazonalidade da precipitação (bio15) e precipitação do trimestre mais quente (bio18). Para Saturniidae foram selecionadas as mesmas variáveis de Sphingidae, com exceção da "bio14", e acrescentadas mais três variáveis: precipitação do mês mais chuvoso (bio13), precipitação do trimestre mais seco (bio17) e precipitação do trimestre mais frio (bio 19).

As distribuições potenciais de espécies de Sphingidae e Saturniidae modeladas para o Brasil foram cortadas para os limites geográficos do Cerrado. Os modelos foram obtidos a partir da média de 30 réplicas aleatorizadas pelo método "bootstrap", recomendado para espécies com poucos registros de ocorrência (Phillips and Dudík, 2008). Para testar os modelos foram selecionados 20% dos registros de ocorrência de cada espécie e gerados valores da área sob a curva (AUC) para a validação. Foram selecionados os modelos que atenderam a dois critérios: área de distribuição potencial mínima de 10% da área do Cerrado e valor de AUC superior a 0,85 (Brown et al., 2008) (Apêndices 3.3 e 3.4). A distribuição dos registros de ocorrência está representada na Figura 3.1.

Estado de fragmentação do Cerrado

A análise do estado de fragmentação do Cerrado foi realizada segundo procedimentos adotados por Aguiar et al. (2016). A extensão territorial do Cerrado foi dividida em 856 quadrículas de 0,5 por 0,5 graus decimais para as quais foram calculadas métricas das paisagens de vegetações remanescentes do Bioma disponíveis no mapa de

uso e cobertura vegetal do Cerrado (Terraclass, 2013). As métricas de paisagem foram calculadas com as funções do pacote "SDMTools" (VanDerWal et al., 2014). Sete das 38 métricas de paisagem calculadas foram selecionadas: número de fragmentos ("patches"), densidade de borda ("edge"), maior índice de fragmento ("lpi"), área média de fragmento ("mpa"), média do índice de formato de fragmento ("msi"), área *core* média de fragmentos ("mpca"), tamanho efetivo de malha ("mesh") (Apêndice 3.5).

Apenas fragmentos com áreas superiores a 40 hectares foram selecionados. A análise de componentes principais do estado de fragmentação do Cerrado foi realizada com a utilização do pacote "FactoMiner" (Le et al., 2008) (Figura 3.2). Os dois primeiros componentes foram utilizados para atribuir a dimensão espacial de cada célula em quatro quadrantes que representam estados distintos de fragmentação (Figura 3.3).

Priorização de áreas para conservação

A priorização de áreas para conservação foi realizada no aplicativo Zonation, versão 4.0 (Moilanen, 2007; Di Minin & Moilanen, 2014), que prioriza áreas com alta adequabilidade ambiental e conectividade para várias espécies, habitats ou ecossistemas, com o objetivo de persistência da biodiversidade a longo prazo, produzindo uma hierarquia de prioridade de seleção de áreas para conservação ao longo de uma paisagem. Esta hierarquia é produzida através de remoção iterativa de células da paisagem utilizando regras de remoção. Para este estudo foi utilizada a regra de remoção da função de benefício aditiva (ABF). Este algoritmo atribui alta prioridade para áreas com alta riqueza de espécies e menores custos para conservação, produzindo uma solução balanceada e complementar de priorização de áreas que abrangem a distribuição das espécies alvo com menor custo para conservação (Di Minin et al., 2014). O *raster* do estado de fragmentação do Cerrado foi utilizado como mapa de custo no Zonation para geração de mapas de áreas prioritárias para conservação de Sphingidae (Figura 3.4), Saturniidae (Figura 3.5) e para ambas famílias (Figura 3.6).

Os *rasters* de áreas prioritárias para a conservação de Sphingidae e Saturniidae foram classificados utilizando a função "reclassify" do pacote raster em quatro classes incrementais de áreas do Cerrado: "1": 0 a 3% (UCs de Proteção Integral); "2": 3 a 17% (Meta 11 - Aichi), "3": área necessária para proteção de 60% da distribuição potencial das espécies e "4": áreas com menor prioridade para conservação. O *raster* classificado foi vetorizado com a função "rasterToPolygons" do pacote *raster*, o que possibilitou a

intersecção das áreas prioritárias (classe 1) com os *shapefiles* dos municípios (IBGE, 2010), unidades de conservação (MMA, 2017) e as áreas prioritárias para a conservação no Cerrado adotadas pelo governo brasileiro (MMA, 2016). Com base nessa análise espacial, foram compiladas listas de municípios (Apêndice 3.6), Unidades de Conservação (Apêndices 3.7 e 3.8) e de áreas prioritárias governamentais (MMA, 2016) com áreas prioritárias para conservação identificadas neste estudo (Apêndice 3.9).

Os mapas de distribuição de registros de ocorrências, do estado de fragmentação do Cerrado e das áreas prioritárias para conservação de Sphingidae e Saturniidae foram gerados no aplicativo QGIS versão 2.18.

Resultados

Foram compilados 5.381 registros de 190 espécies de Sphingidae e 2.326 registros de 345 espécies de Saturniidae com ocorrência no Brasil (Apêndices 3.1 e 3.2), distribuídos em todos os biomas e estados brasileiros (Figura 3.1). Dentre as espécies levantadas, 127 espécies de Sphingidae e 71 de Saturniidae apresentaram o mínimo de 10 registros de ocorrência distintos, as quais tiveram sua distribuição potencial modelada para o Brasil (Apêndices 3.3 e 3.4).

Após o corte de extensão dos modelos de distribuição potencial de espécies para os limites territoriais do Cerrado, foram selecionados 95 modelos de Sphingidae e 52 de Saturniidae com base nos critérios de distribuição potencial mínima no Cerrado e performance da AUC adotados. Das espécies com modelos de distribuição potencial selecionados, 93 espécies de Sphingidae tem ocorrência confirmada no Cerrado e duas outras podem potencialmente ocorrer, totalizando 88% das espécies com ocorrência confirmada no Bioma. Para Saturniidae, 43 espécies selecionadas tem distribuição conhecida no Cerrado e nove com potencial de ocorrência.

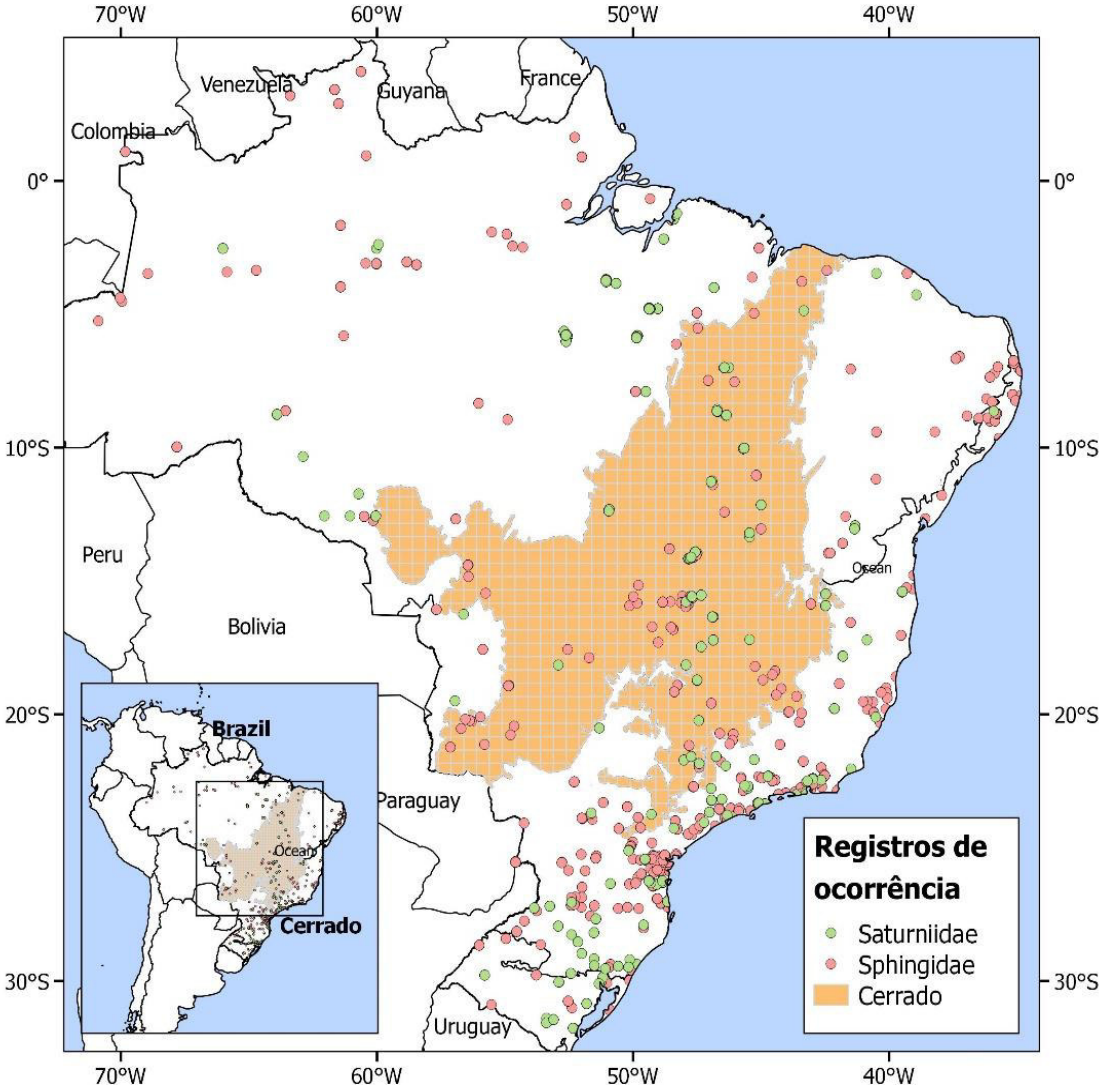


Figura 3.1. Distribuição dos registros de ocorrência de espécies de Sphingidae e Saturniidae no Brasil. (Dados compilados de 39 artigos científicos, três teses, duas dissertações, um livro, 14 bases de dados de coleções entomológicas e dados primários de levantamentos realizados no Parque Nacional Chapada dos Veadeiros, Parque Nacional Chapada Diamantina e Rio Pardo de Minas – MG, de fevereiro de 2009 a novembro de 2014).

A análise de componentes principais do estado de fragmentação da cobertura vegetacional nativa remanescente no Cerrado revelou quatro estados distintos de fragmentação no Bioma, sendo que os dois primeiros componentes da análise responderam por 79% da variância (Figura 3.2).

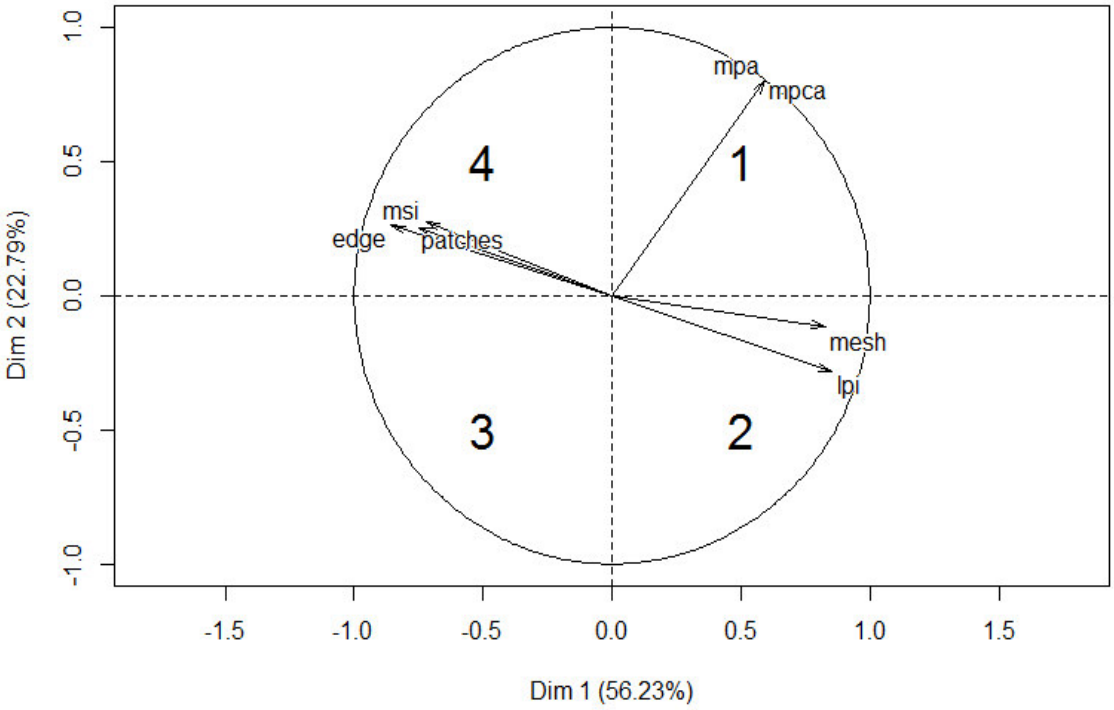


Figura 3.2. Análise de componentes principais do estado de fragmentação da cobertura vegetacional nativa remanescente no Cerrado baseada na variância dos componentes 1 (“Dim 1) e 2 (“Dim 2”) de sete métricas de paisagem selecionadas (número de fragmentos ("patches"), densidade de borda ("edge"), maior índice de fragmento ("lpi"), área média de fragmento ("mpa"), média do índice de formato de fragmento ("msi"), área *core* média de fragmentos ("mpca"), tamanho efetivo de malha ("mesh").

Os fragmentos localizados nos quadrantes 1 e 2 apresentaram valores maiores de área, área *core*, índice de tamanho e tamanho efetivo de malha, respectivamente, em relação aos fragmentos dos quadrantes 3 e 4, nos quais estão concentrados o maior número de fragmentos com maiores índices de formato e densidade de borda, denotando o estado de fragmentação da paisagem nessas regiões (Figura 3.3). As 856 células analisadas estão distribuídas em 6,5%, 44%, 18,5% e 31% nos quadrantes 1, 2, 3 e 4, respectivamente (Apêndice 3.5).

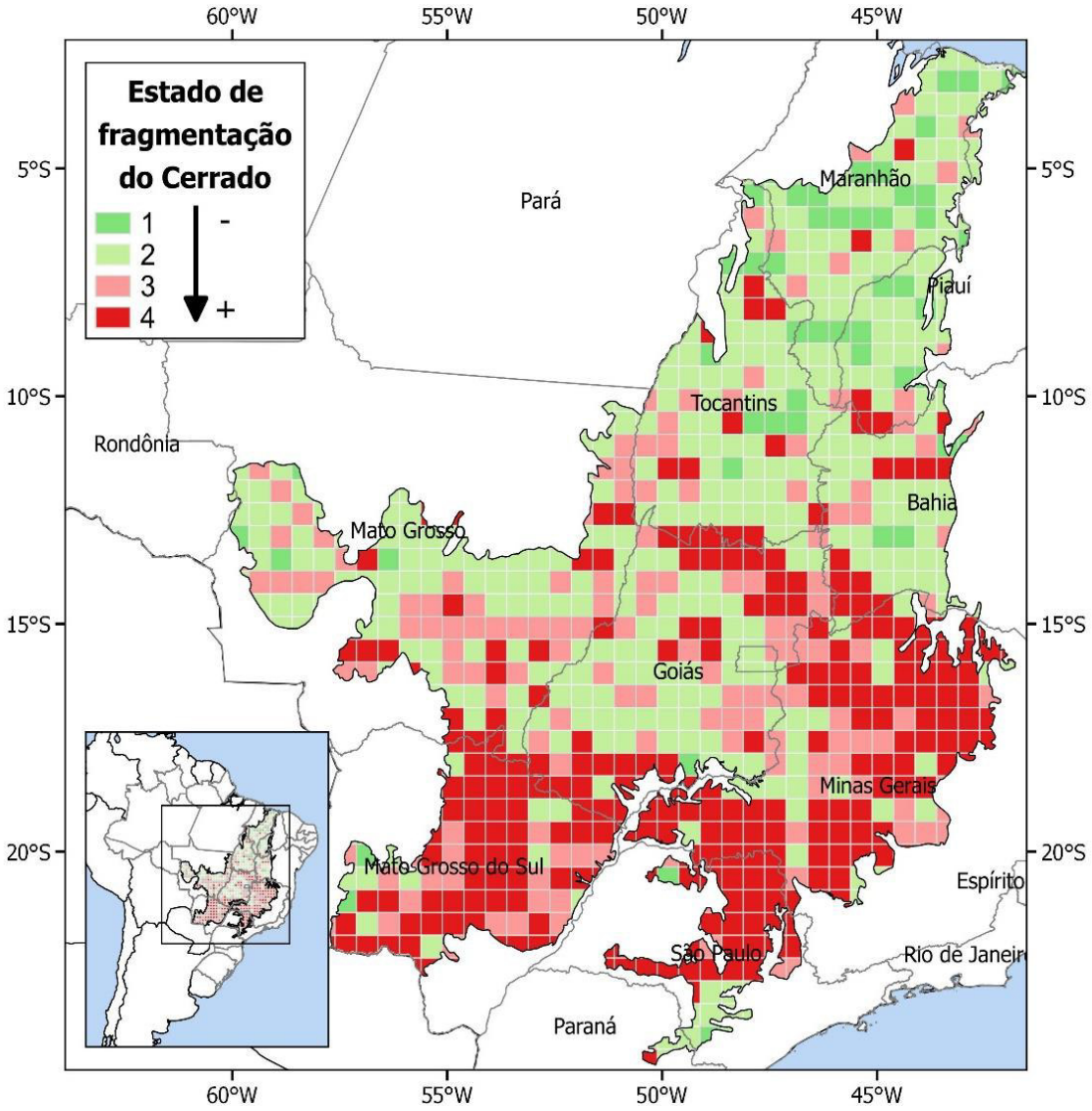


Figura 3.3. Estado de fragmentação da cobertura vegetacional nativa remanescente no bioma Cerrado representada em células de 0,5 por 0,5 graus decimais. Cada classe representa um estado de fragmentação obtido em cada quadrante da análise de componentes principais (PCA) de sete métricas de paisagem utilizadas (número de fragmentos ("patches"), densidade de borda ("edge"), maior índice de fragmento ("lpi"), área média de fragmento ("mpa"), média do índice de formato de fragmento ("msi"), área core média de fragmentos ("mpca"), tamanho efetivo de malha ("mesh").

A análise de priorização de áreas para a conservação de Sphingidae e Saturniidae no Cerrado com base na distribuição potencial das espécies e no estado de fragmentação revelou que as áreas prioritárias para conservação de Sphingidae estão mais concentradas na região centro-sul do Cerrado (Figura 3.4), onde estão localizados os quadrantes com maior grau de fragmentação (Figura 3.3). Já para Saturniidae, a proteção da porção setentrional do Cerrado é fundamental para a conservação do grupo (Figura 3.5).

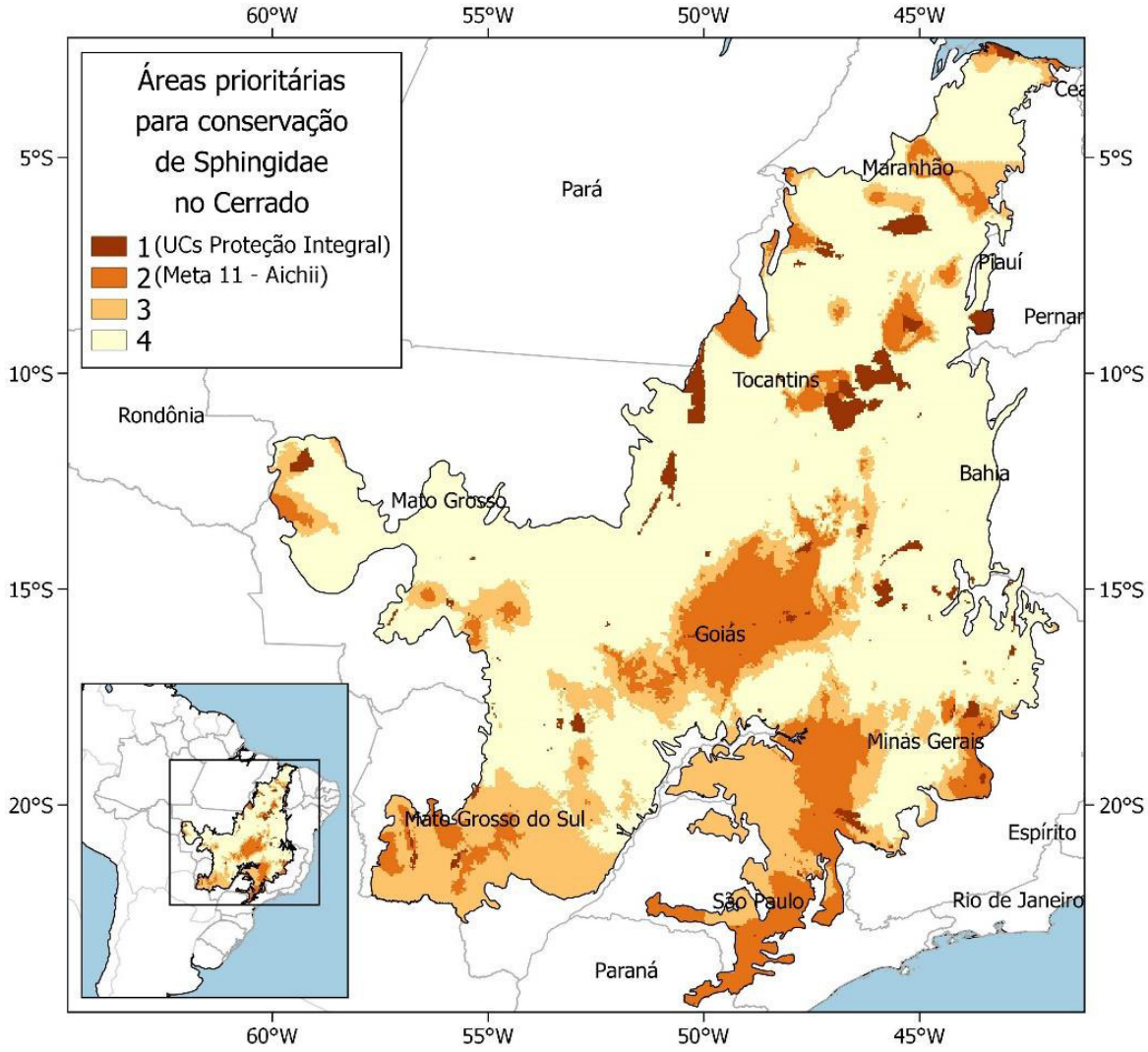


Figura 3.4. Áreas prioritárias para conservação de Sphingidae no bioma Cerrado, com base em modelos na distribuição potencial de 95 espécies e no estado de fragmentação da cobertura vegetacional nativa remanescente no Bioma. (Dados compilados de 39 artigos científicos, três teses, duas dissertações, um livro, 14 bases de dados de coleções entomológicas e dados primários de levantamentos realizados no Parque Nacional Chapada dos Veadeiros, Parque Nacional Chapada Diamantina e Rio Pardo de Minas – MG, de fevereiro de 2009 a novembro de 2014).

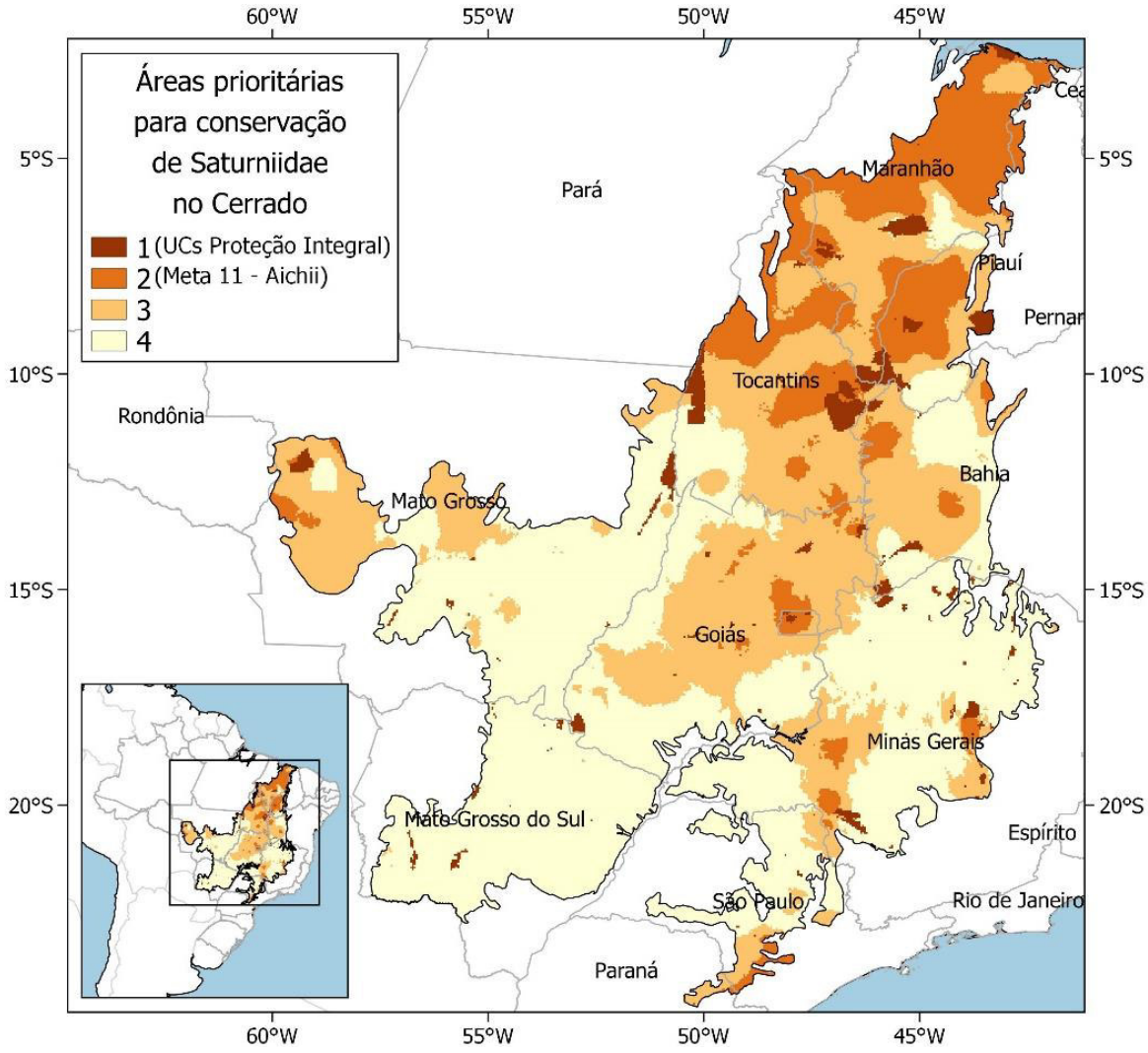


Figura 3.5. Áreas prioritárias para conservação de Saturniidae no bioma Cerrado, com base em modelos na distribuição potencial de 52 espécies e no estado de fragmentação da cobertura vegetacional nativa remanescente no Bioma. (Dados compilados 12 bases de dados de coleções entomológicas e dados primários de levantamentos realizados no Parque Nacional Chapada dos Veadeiros, Parque Nacional Chapada Diamantina e Rio Pardo de Minas – MG, de fevereiro de 2009 a novembro de 2014).

A solução balanceada para conservação de Sphingidae e Saturniidae no Cerrado contemplou uma distribuição de áreas prioritárias para a conservação ao longo da extensão territorial do Bioma, concentrada em áreas com maior sobreposição de distribuições populacionais das espécies alvo para conservação e no entorno das UCs de Proteção Integral existentes (Figura 3.6).

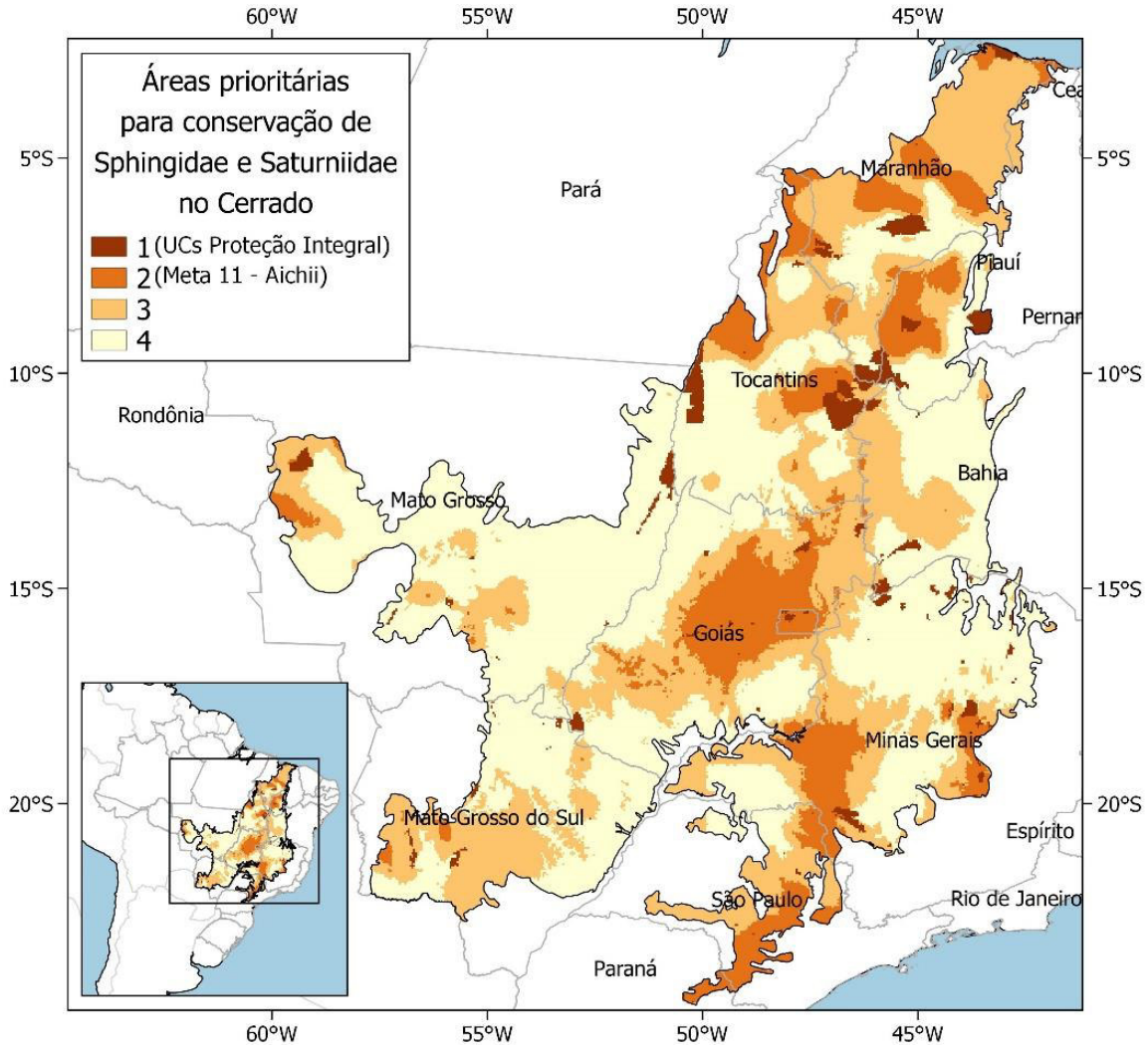


Figura 3.6. Áreas prioritárias para conservação de Sphingidae e Saturniidae no bioma Cerrado, com base em modelos na distribuição potencial de 147 espécies e no estado de fragmentação da cobertura vegetacional nativa remanescente no Bioma. (Dados compilados de 39 artigos científicos, três teses, duas dissertações, um livro, 14 bases de dados de coleções entomológicas e dados primários de levantamentos realizados no Parque Nacional Chapada dos Veadeiros, Parque Nacional Chapada Diamantina e Rio Pardo de Minas – MG, de fevereiro de 2009 a novembro de 2014).

A curva de performance da solução de priorização de áreas para conservação de Saturniidae e Sphingidae mostrou que os atuais 3% de área de Cerrado protegida em UCs de Proteção Integral contemplam apenas 10% da distribuição potencial das espécies no Bioma (Figura 3.7). Com a implementação da meta 11 de Aichi, a proteção de 17% das áreas de Cerrado contemplaria 33% da distribuição das espécies analisadas, e a proteção das áreas prioritárias da classe 3 abrangeria 60% das distribuições, correspondendo conjuntamente as classes 1 e 2 a 50% da paisagem do Bioma.

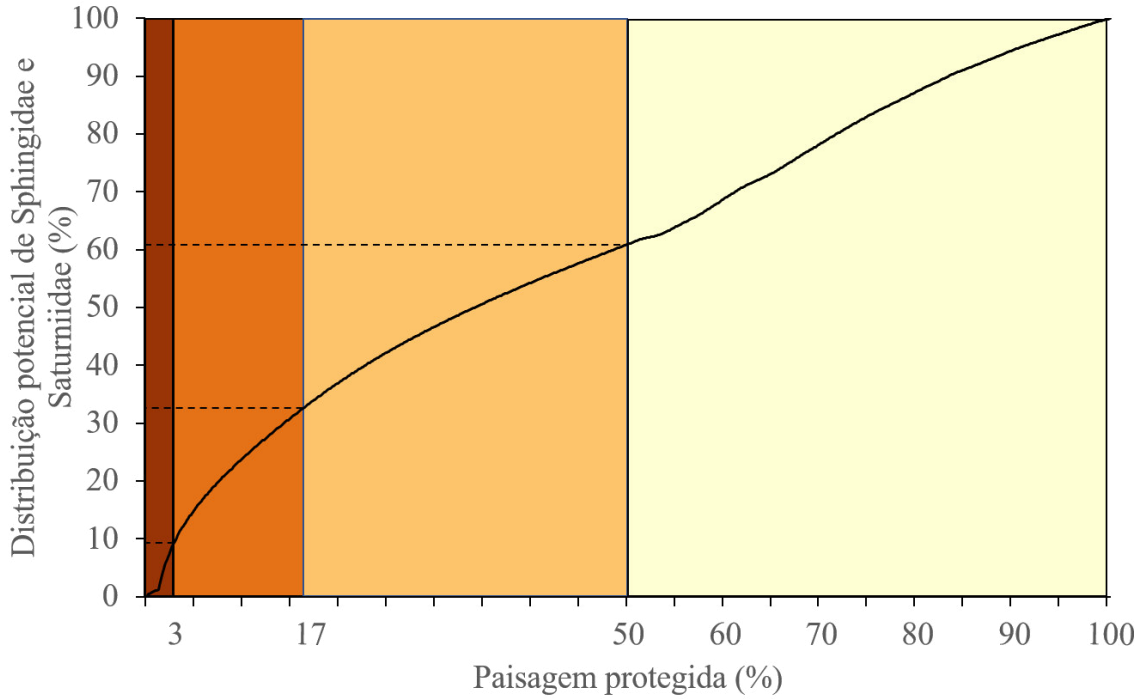


Figura 3.7. Curva de performance da solução de priorização de áreas para conservação de Sphingidae e Saturniidae no bioma Cerrado. (A curva de performance tem correspondência direta com o ranking de áreas prioritárias apresentado na Figura 3.6, onde os intervalos de cores do gráfico correspondem as classes de áreas prioritárias. Dados compilados de 39 artigos científicos, três teses, duas dissertações , um livro, 14 bases de dados de coleções entomológicas e dados primários de levantamentos realizados no Parque Nacional Chapada dos Veadeiros, Parque Nacional Chapada Diamantina e Rio Pardo de Minas – MG, de fevereiro de 2009 a novembro de 2014).

A análise espacial das áreas prioritárias da classe 2 (Meta 11 – Aichi) indicou que mais de mais de 93% das áreas prioritárias do Cerrado estão localizadas nos estados de Goiás, Minas Gerais, Tocantins, Maranhão, São Paulo e Piauí, por ordem respectiva de representação, distribuídas em 493 municípios (Apêndice 3.6). Entretanto, apenas 1,5% das áreas prioritárias estão em UCs de Proteção Integral municipais, estaduais e no entorno de UCs federais, 12,5% em UCs de Uso Sustentável e 3% em Terras Indígenas, evidenciando que 83% das áreas prioritárias para conservação das espécies alvo ainda não estão protegidas (Apêndices 3.7 e 3.8).

A comparação das áreas prioritárias indicadas na classe 2 com as áreas prioritárias para conservação adotadas pelo governo brasileiro (MMA, 2016) revelou que apenas 12,5% das áreas coincidem com a classe mais prioritária para conservação ("extremamente prioritária"), e 25% ocorrem nas áreas prioritárias das demais classes (Apêndice 3.9). Logo, 62,5% das áreas prioritárias para a conservação de Sphingidae e

Saturniidae não estão atualmente contempladas nas prioridades de proteção para o Cerrado.

Discussão

O estado atual de fragmentação da vegetação nativa remanescente no bioma Cerrado (Figura 3.3) é alarmante, onde metade da paisagem já apresenta alto e altíssimo grau de fragmentação e apenas 6% encontram-se em áreas relativamente preservadas (Apêndice 3.5). A fragmentação de habitats tem impactos de larga escala na biodiversidade (Fahrig, 2010), com diversos efeitos negativos: diminuição da riqueza de comunidades (Hanski, 2015), de espécies especialistas (Devictor et al., 2008; Matthews et al., 2014), das taxas de crescimento e distribuição de populações (Hanski & Ovaskainen, 2000; Bruna & Oli, 2005), da diversidade genética (Aguilar et al., 2008; Gibbs, 2001); do tamanho de cadeias tróficas (Valladares et al., 2006; Krauss et al., 2010); sucesso reprodutivo (Le Tortorec et al., 2013; Newman et al., 2013), dispersão (Sempo et al., 2013; Parejo-Farnés et al., 2017) e interações entre espécies (Brudvig et al., 2015; Bähner et al., 2017). Considerando que para Lepidoptera, a fragmentação de habitats é a principal ameaça a conservação no país (Freitas and Marini-Filho, 2011), o estado atual de fragmentação do Cerrado alerta para os riscos a conservação de lepidópteros no Bioma.

Os resultados da priorização de áreas para conservação de Sphingidae e Saturniidae no Cerrado mostram a situação atual de vulnerabilidade das populações destes grupos frente ao estado de fragmentação do Bioma e as ameaças à conservação. As áreas prioritárias para conservação de Saturniidae concentram-se, principalmente, na região norte do Cerrado, que apesar de ser atualmente a região menos fragmentada é a fronteira agrícola brasileira mais explorada na última década. Somente no oeste baiano foram desmatados mais de um milhão de hectares entre 2002 e 2010, um aumento de 37,6% da área desmatada nessa região (Salmona et al., 2016). Modelagens de cenários futuros de desmatamento na região do MATOPIBA, região de expansão agrícola entre o Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia, indicam que a perda de vegetação nativa pode chegar até 34,6 milhões de hectares e o número de fragmentos aumentar para 180 mil até 2050 (Aguiar, 2016).

Para Sphingidae, o grau de exposição às ameaças a conservação já é bastante alto uma vez que a maior parte das áreas prioritárias encontra-se nas regiões mais fragmentadas do Cerrado. As distribuições das espécies de Sphingidae concentram-se

principalmente na região centro-sul do Bioma que abrange o sul dos estados de Goiás, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul e centro-sul de São Paulo, região altamente antropizada nas últimas décadas (Sano, 2010; Rocha et al., 2011). A baixa representatividade das distribuições espaciais de populações de esfingídeos e saturnídeos em Áreas Protegidas evidencia o alto grau de exposição desses lepidópteros às ameaças a conservação no Cerrado.

O compromisso assumido pelo governo brasileiro de implementar as Metas de Aichi até 2020, particularmente a Meta 11, garante no máximo 33% de abrangência da distribuição potencial de espécies de Sphingidae e Saturniidae, caso as áreas prioritárias indicadas neste estudo sejam efetivamente protegidas. Entretanto, as áreas prioritárias para conservação recentemente revisadas pelo governo brasileiro (MMA, 2016) contemplam menos de 40% das distribuições das espécies analisadas.

Não obstante a perspectiva de baixa representatividade taxonômica e de serviços ecossistêmicos no processo de criação de novas Áreas Protegidas, as Unidades de Conservação no Brasil estão sendo impactadas por eventos de recategorização (diminuição) do grau de proteção, redução da extensão e desafetação territorial (Bernard et al., 2014). Tal situação agrava o risco de extinção local de espécies sazonais ou com baixa densidade populacional, possivelmente o que ocorre com algumas espécies de Saturniidae e Sphingidae com pouquíssimos registros de ocorrência no Cerrado (Apêndices 3.1 e 3.2).

Mesmo com a criação de Unidades de Conservação nas áreas prioritárias indicadas, a manutenção das populações de Sphingidae e Saturniidae a longo prazo depende ainda da efetividade da implementação da gestão nas Unidades de Conservação, sendo necessários reforços substanciais de recursos humanos, financeiros e de uma política para conservação efetiva e coerente (Chiaravalloti et al., 2015).

Por fim, diante das ameaças verificadas à conservação de Sphingidae e Saturniidae no Cerrado e do baixo grau de proteção conferido às populações dessas famílias pelas Áreas Protegidas atualmente existentes, torna-se evidente a necessidade de inclusão das áreas prioritárias para conservação de Sphingidae e Saturniidae indicadas neste estudo nos instrumentos e planos de gestão estratégica que priorizem áreas para a conservação do Cerrado, visando a representatividade ecológica preconizada na Meta 11 de Aichi.

Conclusão

Este estudo revelou que as áreas prioritárias para conservação de Sphingidae e Saturniidae no Cerrado estão localizadas em regiões atualmente fragmentadas e com alto risco de fragmentação, e que a maior parte delas ainda não está protegida nem contemplada nas prioridades de proteção para o Bioma.

A biodiversidade dessas famílias está atualmente ameaçada e os riscos à conservação tendem a aumentar em função do avanço da fronteira agrícola e consequente desmatamento da vegetação nativa remanescente, evidenciando a necessidade urgente de esforços substanciais para a conservação da biodiversidade desses lepidópteros no Cerrado.

Referências bibliográficas

Aguiar, A.S., 2016. Modelagem da dinâmica do desmatamento na região do MATOPIBA até 2050. Dissertação Mestrado, Programa Pós-graduação em Ciências Florestais. Universidade de Brasília.

Aguiar, L.M.S., Bernard, E., Ribeiro, V., Machado, R.B., & Jones, G., 2016. Should I stay or should I go? Climate change effects on the future of Neotropical savannah bats. Glob. Ecol. Conserv. 5, 22–33. doi:10.1016/j.gecco.2015.11.011

Aguilar, R., Quesada, M., Ashworth, L., Herrerias-Diego, Y., & Lobo, J., 2008. Genetic consequences of habitat fragmentation in plant populations: Susceptible signals in plant traits and methodological approaches. Mol. Ecol. 17, 5177–5188. doi:10.1111/j.1365-294X.2008.03971.x

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 de Doutorado, Programa de Pós-graduação em Biologia Vegetal, Universidade Estadual de Campinas.

Amorim, F.W., de Ávila Jr, R.S., de Camargo, A.J.A., Vieira, A.L., & Oliveira, P.E., 2009. A hawkmoth crossroads? Species richness, seasonality and biogeographical affinities of Sphingidae in a Brazilian Cerrado. J. Biogeogr. 36, 662–674. doi:10.1111/j.1365-2699.2008.02033.x

Ávila Junior, R.S. de, 2009. A guilda de plantas esfingófilas e a comunidade de Sphingidae em uma área de Floresta Atlântica do sudeste do Brasil. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-graduação em Biologia Vegetal, Universidade Estadual de Campinas.

Bähner, K.W., Zweig, K.A., Leal, I.R., & Wirth, R., 2017. Robustness of plant–insect

herbivore interaction networks to climate change in a fragmented temperate forest landscape. Bull. Entomol. Res. 1–10. doi:10.1017/S0007485317000062

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. Biodivers. Conserv. 15, 465–486. doi:10.1007/s10531-005-0306-6

Becker, V.O., 2001. A new *Nyceryx* Boisduval (Lepidoptera, Sphingidae) from Central Brazil. Rev. Bras. Zool. 18, 163–170.

Bernard, E., Penna, L.A.O., & Araújo, E., 2014. Downgrading, downsizing, degazettement, and reclassification of protected areas in Brazil. Conserv. Biol. 28, 939–950. doi:10.1111/cobi.12298

Biezanko, C.M., 1982a. Sphingidae da Zona Missioneira do Rio Grande do Sul. Rev. Cent. Ciências Rurais 12, 77–92.

Biezanko, C.M., 1982b. Sphingidae da Zona Sueste do Rio Grande do Sul. Rev. Cent. Ciências Rurais 12, 59–75.

BOLD-Systems, 2017. BOLD: The Barcode of Life Data System [WWW Document]. URL http://www.boldsystems.org/ (accessed 03/01/17).

Braga, L., & Diniz, I.R., 2015. Importance of habitat heterogeneity in richness and diversity of moths (Lepidoptera) in Brazilian Savanna. Environ. Entomol. 44, 499–508. doi:10.1093/ee/nvv026

Brooks, T.M., 2006. Global biodiversity conservation priorities. Science (313: 5783), 58–61. doi:10.1126/science.1127609

Brown, K.S., & Gifford, D., 2002. Lepidoptera in the cerrado landscape and conservation of vegetation, soil, and topo- graphical mosaics, pp. 201–221. In P. S. Oliveira and R. J. Marquis (eds.), The Cerrados of Brazil: ecology and natural history of neotrotropical savanna. Columbia University.

Brown, K.A., Spector, S., & Wu, W., 2008. Multi-scale analysis of species introductions: combining landscape and demographic models to improve management decisions about non-native species. J. Appl. Ecol. 45, 1639–1648. doi:10.1111/j.1365-2664.2008.01550.x

Brudvig, L.A., Damschen, E.I., Haddad, N.M., Levey, D.J., & Tewksbury, J.J., 2015. The influence of habitat fragmentation on multiple plant-animal interactions and plant reproduction. Ecology 96, 2669–2678. doi:10.1890/14-2275.1

Bruna, E.M., Oli, M.K., 2005. Demographic effects of habitat fragmentation on a tropical herb: life-table response experiments. Ecology 86, 1816–1824. doi:10.1890/04-1716

Butchart, S.H.M., Walpole, M., Collen, B., van Strien, A., Scharlemann, J.P.W., Almond,

R.E.A., Baillie, J.E.M., Bomhard, B., Brown, C., Bruno, J., Carpenter, K.E., Carr, G.M., Chanson, J., Chenery, A.M., Csirke, J., Davidson, N.C., Dentener, F., Foster, M., Galli, A., Galloway, J.N., Genovesi, P., Gregory, R.D., Hockings, M., Kapos, V., Lamarque, J.-F., Leverington, F., Loh, J., McGeoch, M.A., McRae, L., Minasyan, A., Morcillo, M.H., Oldfield, T.E.E., Pauly, D., Quader, S., Revenga, C., Sauer, J.R., Skolnik, B., Spear, D., Stanwell-Smith, D., Stuart, S.N., Symes, A., Tierney, M., Tyrrell, T.D., Vie, J.-C., & Watson, R., 2010. Global Biodiversity: indicators of recent declines. Science (328:5982), 1164–1168. doi:10.1126/science.1187512

Cardinale, B.J., Duffy, J.E., Gonzalez, A., Hooper, D.U., Perrings, C., Venail, P., Narwani, A., Mace, G.M., Tilman, D., A.Wardle, D., Kinzig, A.P., Daily, G.C., Loreau, M., Grace, J.B., Larigauderie, A., Srivastava, D.S., & Naeem, S., 2012. Corrigendum: biodiversity loss and its impact on humanity. Nature 489, 326–326. doi:10.1038/nature11373

Cardinale, B.J., Matulich, K.L., Hooper, D.U., Byrnes, J.E., Duffy, E., Gamfeldt, L., Balvanera, P., O'Connor, M.I., & Gonzalez, A., 2011. The functional role of producer diversity in ecosystems. Am. J. Bot. 98, 572–592. doi:10.3732/ajb.1000364

Carvalho, S., Tarragó, M.F.S., Biezanko, C.M., & Link, D., 1978. Lepidoptera de Santa Maria e arredores. II. Sphingidae*. Rev. Cent. Ciências Rurais 8, 71–77.

CDB, 2010. COP-10 - Conferência entre as partes em Nagóia, Japão, disponível em https://www.cbd.int/doc/meetings/cop/cop-10/official/cop-10-27-en.pdf, acessado em 03/01/17)

Ceballos, G., Ehrlich, P.R., Barnosky, A.D., Garcia, A., Pringle, R.M., & Palmer, T.M., 2015. Accelerated modern human-induced species losses: entering the sixth mass extinction. Sci. Adv. 1, e1400253–e1400253. doi:10.1126/sciadv.1400253

CECA, 2017. Coleção Entomológica do Curso de Agronomia/UEMA [WWW Document]. Rede SpeciesLink. URL http://www.splink.org.br (accessed 03/01/17).

Chiaravalloti, R.M., Delelis, C., Tofoli, C., Padua, C.V., Ribeiro, K.T., & Menezes, G.A., 2015. Federal protected areas management strategies in Brazil: sustainable financing, staffing, and local development. Natureza e Conservação. 13, 30–34. doi:10.1016/j.ncon.2015.05.003

Coelho, I.P., Neto, S., Dias, J.F.S., Forti, L.C., Chagas, E.F., & Lara, F.M., 1979. Fenologia e análise faunística da família Sphingidae (Lepidoptera); através de levantamentos com armadilha luminosa em Piracicaba SP. An. Soc. Entomológica Bras. 8, 295–307.

Costa, G.C., Nogueira, C., Machado, R.B., & Colli, G.R., 2010. Sampling bias and the use of ecological niche modeling in conservation planning: a field evaluation in a

biodiversity hotspot. Biodivers. Conserv. 19,883–899. doi:10.1007/s10531-009-9746-8

CPAC, 2017. Coleção Entomológica Embrapa Cerrados, Planaltina, DF.

Cruz-Neto, O., Machado, I.C., Duarte, 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. doi:10.1007/s10531-010-9975-x

Darrault, R.O., & Schlindwein, C., 2002. Esfingídeos (Lepidoptera, Sphingidae) no Tabuleiro Paraibano, nordeste do Brasil: abundância, riqueza e relação com plantas esfingófilas. Rev. Bras. Zool. 19, 429–443. doi:10.1590/S0101-81752002000200009

de Camargo, A.J.A., de Camargo, N.F., Corrêa, D.C. V., de Camargo, W.R.F., Vieira, E.M., Marini-Filho, O., & Amorim, F.W., 2016. Diversity patterns and chronobiology of hawkmoths (Lepidoptera, Sphingidae) in the Brazilian Amazon rainforest. J. Insect Conserv. 20, 629–641. doi:10.1007/s10841-016-9894-6

De Carvalho, D.L., Sousa-Neves, T., Cerqueira, P.V., Gonsioroski, G., Silva, S.M., Silva, D.P., & Santos, M.P.D., 2017. Delimiting priority areas for the conservation of endemic and threatened Neotropical birds using a niche-based gap analysis. PLoS One 12. doi:10.1371/journal.pone.0171838

Devictor, V., Julliard, R., Jiguet, F., 2008. Distribution of specialist and generalist species along spatial gradients of habitat disturbance and fragmentation. Oikos 117, 507–514. doi:10.1111/j.0030-1299.2008.16215.x

Di Minin, E., & Moilanen, A., 2014. Improving the surrogacy effectiveness of charismatic megafauna with well-surveyed taxonomic groups and habitat types. J. Appl. Ecol. 51, 281–288. doi:10.1111/1365-2664.12203

Diniz-Filho, J., Bini, L., Vieira, C., Blamires, D., Terrible, L., Bastos, R., de Oliveira, G., & Barreto, B., 2008. Spatial patterns of terrestrial vertebrate species richness in the Brazilian Cerrado. Zool. Stud. 47, 146–157.

Dirzo, R., Young, H.S., Galetti, M., Ceballos, G., Isaac, N.J.B., & Collen, B., 2014. Defaunation in the Anthropocene. Science (80-.). 345, 401–406. doi:10.1126/science.1251817

Duarte Júnior, J.A., & Schlindwein, C., 2008. Hawkmoth fauna of a northern Atlantic rain forest remnant (Sphingidae). J. Lepid. Soc. 62, 71–79.

Duarte Júnior, J.A., & Schlindwein, C., 2005a. Riqueza, abundância e sazonalidade de Sphingidae (Lepidoptera) num fragmento de Mata Atlântica de Pernambuco, Brasil. Rev. Bras. Zool. 22, 662–666. doi:10.1590/S0101-81752005000300022

Duarte Júnior, J.A., & Schlindwein, C., 2005b. The highly seasonal hawkmoth fauna

(Sphingidae: Lepidoptera) of the Caatinga, northeast Brazil: a case study in the state of Rio Grande do Norte. J. Lepid. Soc. 59, 212–218.

Duarte, J.S., Motta, C. da S., & Lourido, G.M., 2009. Primeiro registro de *Phanoxyla hystrix* (R. Felder, [1874]) (Lepidoptera, Sphingidae) para o estado de Rondônia, Brasil. Acta Amaz. 39, 225–227. doi:10.1590/S0044-59672009000100025

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, 123. doi:10.15560/4.2.123

DZUP-Lepidoptera, 2017. Coleção Entomológica Pe. Jesus Santiago Moure (Lepidoptera) [WWW Document]. Rede SpeciesLink. URL http://www.splink.org.br/ (accessed 03/01/17).

Eitschberger, U., 2005. Revision der Gattungen Amphimoea Rothschild & Jordan, 1903, *Cocytius* auct. (nec H übner, [1819]) und *Neococytius* Hodges, 1971 mit der Neugliederung der Gattung Cocytius auct. Neue Entomol. Nachrichten 59, 171–288.

Ellis, G., Cowling, R.M.J., Presseyt, R.L., Lombard, A.T., Desmet, P.G., & Ellis, A.G., 1999. Conservation from representation to persistence: for a requirements of conservation sustainable system areas in the species- rich mediterranean-climate desert of southern Africa. Divers. Distrib. 5, 51–71. doi:10.1046/j.1472-4642.1999.00038.x

Fahrig, L., 2010. Effects of Habitat Fragmentation on Biodiversity. Rev. Lit. Arts Am. 34, 487–515. doi:10.1146/132419

Favretto, M.A., 2012. Borboletas e mariposas (Insecta: Lepidoptera) da área urbana de Joaçaba, Santa Catarina, Brasil. EntomoBrasilisBrasilis 5, 167–169.

Fick, S.E., & Hijmans, R.J., 2017. WorldClim 2: new 1-km spatial resolution climate surfaces for global land areas. Int. J. Climatol. doi:10.1002/joc.5086

Fiocruz-CEIOC, 2017. Coleção Entomológica do Instituto Oswaldo Cruz [WWW Document]. Rede SpeciesLink. URL http://www.splink.org.br (accessed 03/01/17).

Freitas, A.V.L., & Marini-Filho, O.J., 2011. Plano de ação nacional para a conservação dos lepidópteros ameaçados de extinção. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, Brasília - DF. 64p.

GBIF, 2017. Global Biodiversity Information Facility [WWW Document]. URL http://www.gbif.org/ (accessed 15/01/17).

Gibbs, J.P., 2001. Demography versus habitat fragmentation as determinants of genetic variation in wild populations. Biol. Conserv. 100, 15–20. doi:10.1016/S0006-3207(00)00203-2

Griebler, C., & Avramov, M., 2015. Groundwater ecosystem services: a review. Freshw.

Sci. 34, 355–367. doi:10.1086/679903.

Gusmão, M.A.B., & Creão-Duarte, A.J., 2004. Diversidade e Análise Faunística de Sphingidae (Insecta, Lepidoptera) na Mata do Pau-Ferro, Areia, Paraíba, Brasil, com vista ao Monitoramento, in: Porto, K.C., Cabral, J.J.P., Tabarelli, M. (eds.), Brejos de Altitude em Pernambuco e Paraíba: História Natural, Ecologia e Conservação. Ministério do Meio Ambiente, Brasília - DF, pp. 179–200.

Hanski, I., 2015. Habitat fragmentation and species richness. J. Biogeogr. 42, 989–993. doi:10.1111/jbi.12478

Hanski, I., Ovaskainen, O., 2000. No Title. Nature 404, 755–758. doi:10.1038/35008063

Harden, C.P., Chin, A., English, M.R., Fu, R., Galvin, K.A., Gerlak, A.K., McDowell, P.F., McNamara, D.E., Peterson, J.M., Poff, N.L., Rosa, E.A., Solecki, W.D., & Wohl, E.E., 2014. Understanding human-landscape interactions in the "anthropocene." Environ. Manage. 53, 4–13. doi:10.1007/s00267-013-0082-0

Harris, G.M., Jenkins, C.N., & Pimm, S.L., 2005. Refining biodiversity conservation priorities. Conserv. Biol. 19, 1957–1968. doi:10.1111/j.1523-1739.2005.00307.x

Hawes, J., da Silva Motta, C., Overal, W.L., Barlow, J., Gardner, T.A., & Peres, C.A., 2009. Diversity and composition of Amazonian moths in primary, secondary and plantation forests. J. Trop. Ecol. 25, 281–300. doi:10.1017/S0266467409006038

Haxaire, J., 1995. Systématique et répartition des *Manduca* du groupe lefeburei (Guérin) (Lepidoptera, Sphingidae). Bull. la Société Entomol. Fr. 100, 277–286.

Haxaire, J., 2009. Deux nouvelles espèces de *Sphinx* brésiliens (Lepidoptera Sphingidae). Eur. Entomol. 2, 7–17.

Haxaire, J., Rougerie, R., Mielke, C.G.C., & Kitching, I.J., 2015. *Manduca exiguus* (Gehlen, 1942): a valid species from southern and south - eastern Brazil, Uruguay and northeastern Argentina (Lepidoptera: Sphingidae). Nachrichten des Entomol. Vereins Apollo 36, 49–54.

Hijmans, R.J., 2016. raster: Geographic Data Analysis and Modeling. R package version 2.5-8. https://CRAN.R-project.org/package=raster (accessed 03/01/17).

Hilty, J., & Merenlender, A., 2000. Faunal indicator taxa selection for monitoring ecosystem health. Biol. Conserv. 92, 185–197. doi:10.1016/S0006-3207(99)00052-X

IBGE, 2010. Limites geográficos de Estados do Brasil. Rio de Janeiro: IBGE. Disponível em http://mapas.ibge.gov.br/.

IBGE, 2004. Mapa de Biomas do Brasil, primeira aproximação. Rio de Janeiro: IBGE. Disponível em http://mapas.ibge.gov.br/.

Isbell, F., Calcagno, V., Hector, A., Connolly, J., Harpole, W.S., Reich, P.B., Scherer-

Lorenzen, M., Schmid, B., Tilman, D., van Ruijven, J., Weigelt, A., Wilsey, B.J., Zavaleta, E.S., & Loreau, M., 2011. High plant diversity is needed to maintain ecosystem services. Nature 477, 199–202. doi:10.1038/nature10282

Ives, A.R., & Carpenter, S.R., 2007. Stability and diversity of ecosystems. Science (80-.). 317, 58–62. doi:10.1126/science.1133258

Kitching, I.J., 2017. Sphingidae Taxonomic Inventory [WWW Document]. Sphingidae Taxon. Invent. URL http://sphingidae.myspecies.info/ (accessed 03/01/17).

Klink, C.A., & Machado, R.B., 2005. Conservation of the Brazilian Cerrado. Conserv. Biol. 19, 707–713. doi:10.1111/j.1523-1739.2005.00702.x

Krauss, J., Bommarco, R., Guardiola, M., Heikkinen, R.K., Helm, A., Kuussaari, M., Lindborg, R., Öckinger, E., Pärtel, M., Pino, J., Pöyry, J., Raatikainen, K.M., Sang, A., Stefanescu, C., Teder, T., Zobel, M., Steffan-Dewenter, I., 2010. Habitat fragmentation causes immediate and time-delayed biodiversity loss at different trophic levels. Ecol. Lett. 13, 597–605. doi:10.1111/j.1461-0248.2010.01457.x

Kremen, C., Colwell, R.K., Erwin, T.L., Murphy, D.D., Noss, R.F., & Sanjayan, M. A., 1993. Arthropod assemblages: their use in conservation planning. Conserv. Biol. 7, 796–808.

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 Biológica Parana. 18, 13–53.

Laroca, S., & Mielke, O.H.H., 1975. Ensaios sobre ecologia de comunidade em Sphingidae na Serra do Mar, Paraná, Brasil (Lepidoptera). Rev. Bras. Biol. 35, 1–19.

Le, S., Josse, J., & Husson, F., 2008. FactoMineR : an R Package for Multivariate Analysis. J. Stat. Softw. 25. doi:10.18637/jss.v025.i01 (accessed 03/01/17).

Le Tortorec, E., Helle, S., Käyhkö, N., Suorsa, P., Huhta, E., Hakkarainen, H., 2013. Habitat fragmentation and reproductive success: A structural equation modelling approach. J. Anim. Ecol. 82, 1087–1097. doi:10.1111/1365-2656.12075

Lepbarcoding, 2017. Lepidoptera Barcode of Life [WWW Document]. iBOL - Terr. Biosuveillance. URL http://lepbarcoding.org/ (accessed 03/01/17).

Lovejoy, T.E., 2006. Protected areas: a prism for a changing world. Trends Ecol. Evol. 21, 329–333. doi:10.1016/j.tree.2006.04.005

Machado, P.I.C., 2014. Estrutura e composição da comunidade de esfingídeos (Lepidoptera: Sphingidae) atraídos por luz da Estação Biológica de Boraceia, Salesópolis, São Paulo. Universidade de São Paulo, São Paulo. doi:10.11606/D.41.2014.tde-27012015-081554

Margules, C.R., 2000. Systematic conservation planning. Nature 405, 243–253. doi:10.1038/35012251

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. doi:10.1590/S0101-81751999000600023

Martin, A., Soares, A., & Bizarro, J., 2011. Guia dos Sphingidae da Serra dos Órgãos. REGUA Publications, Rio de Janeiro - RJ.

Matthews, T.J., Cottee-Jones, H.E., Whittaker, R.J., 2014. Habitat fragmentation and the species-area relationship: A focus on total species richness obscures the impact of habitat loss on habitat specialists. Divers. Distrib. 20, 1136–1146. doi:10.1111/ddi.12227

McGowan, P.J.K., Traylor-Holzer, K., & Leus, K., 2017. IUCN Guidelines for determining when and how *ex situ* management should be used in species conservation. Conserv. Lett. 10, 361–366. doi:10.1111/conl.12285

MCTP-Insetos, 2017. Coleção de Insetos do Museu de Ciências e Tecnologia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul [WWW Document]. Rede SpeciesLink. URL http://www.splink.org.br (accessed 03/01/17).

Mielke, C.G.C., & Haxaire, J., 2013. A hawk moths fauna of southern Maranhão state, Brazil, with description of a new species of *Orecta* Rothschild & Jordan, 1903 and the female of *Nyceryx mielkei* Haxaire, 2009 (Lepidoptera: Sphingidae). Nachrichten des Entomol. Vereins Apollo 34, 109–116.

MMA, 2016. Shapes das áreas prioritárias do Cerrado e Pantanal – 2ª atualização. Disponível em http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80049/Areas%20Prioritarias/Cerrado%20e%20Pantanal/AP_Cerrado_Pantanal_2%20atualizacao%2014nov16_UTF8.rar (accessed 02/05/2017).

MMA, 2017. Limites geográficos de unidades de conservação municipais, estaduais e federais, disponível em http://mapas.mma.gov.br/ms_tmp/ucstodas.shp.

Moilanen, A., 2007. Landscape zonation, benefit functions and target-based planning: unifying reserve selection strategies. Biol. Conserv. 134, 571–579. doi:10.1016/j.biocon.2006.09.008

Monteiro, R.F., Macedo, M. V., Nascimento, M.D.S., & Cury, R.S.F., 2007. Composição, abundância e notas sobre a ecologia de espécies de larvas de lepidópteros associadas a cinco espécies de plantas hospedeiras no Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, RJ. Rev. Bras. Entomol. 51, 476–483. doi:10.1590/S0085-56262007000400012

Morato, R.G., Ferraz, K.M.P.M.D.B., De Paula, R.C., & Campos, C.B. De, 2014.

Identification of priority conservation areas and potential corridors for Jaguars in the Caatinga Biome, Brazil. PLoS One 9. doi:10.1371/journal.pone.0092950

Moss, M.A., 1920. Sphingidae of Pará, Brazil. Novit. Zool. XXVII, 333–506.

Motta, C. da S., Aguilera-Peralta, F.J., & Andreazze, R., 1998. Aspectos da esfingofauna (Lepidoptera, Sphingidae), em área de terra-firme, no estado do Amazonas, Brasil. Acta Amaz. 28, 75–75. doi:10.1590/1809-43921998281092

Motta, C. da S., & Andreazze, R., 2001. Esfingofauna (Lepidoptera: Sphingidae) do Parque Nacional do Jaú e arredores, Amazonas, Brasil. Acta Amaz. 31, 643–643. doi:10.1590/1809-43922001314654

Motta, C. da S., & Andreazze, R., 2002. Sphingidae (Lepidoptera) de Querari, São Gabriel da Cachoeira, Amazonas, Brasil. Entomol. Vectores 9, 329–337.

Motta, C. da 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 Amaz. 21, 319–324.

Motta, C. da S., & Soares, A., 1997. *Baniwa yavitensis* Lichy, 1981 (Lepidoptera : Sphingidae) na Amazônia brasileira. Acta Amaz. 27, 303–308.

Motta, C. da S., & Xavier-Filho, F.F., 2005. Esfingídeos (Lepidoptera, Sphingidae) do município de Beruri, Amazonas, Brasil. Acta Amaz. 35, 457–462. doi:10.1590/S0044-59672005000400010

Myers, N., Mittermeier, R.A., Mittermeier, C.G., da Fonseca, G.A.B., & Kent, J., 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. Nature 403, 853–858. doi:10.1038/35002501

Newbold, T., Hudson, L.N., Hill, S.L.L., Contu, S., Lysenko, I., Senior, R.A., Börger, L., Bennett, D.J., Choimes, A., Collen, B., Day, J., De Palma, A., Díaz, S., Echeverria-Londoño, S., Edgar, M.J., Feldman, A., Garon, M., Harrison, M.L.K., Alhusseini, T., Ingram, D.J., Itescu, Y., Kattge, J., Kemp, V., Kirkpatrick, L., Kleyer, M., Correia, D.L.P., Martin, C.D., Meiri, S., Novosolov, M., Pan, Y., Phillips, H.R.P., Purves, D.W., Robinson, A., Simpson, J., Tuck, S.L., Weiher, E., White, H.J., Ewers, R.M., Mace, G.M., Scharlemann, J.P.W., & Purvis, A., 2015. Global effects of land use on local terrestrial biodiversity. Nature 520, 45–50. doi:10.1038/nature14324

Newman, B.J., Ladd, P., Brundrett, M., Dixon, K.W., 2013. Effects of habitat fragmentation on plant reproductive success and population viability at the landscape and habitat scale. Biol. Conserv. 159, 16–23. doi:10.1016/j.biocon.2012.10.009

NHM-London-ENT, 2017. Entomological collections. Natural History Museum London [WWW Document]. Rede SpeciesLink. URL http://splink.cria.org.br/ (accessed 03/01/17).

NMNH-Animalia-BR, 2017. Extant specimen and observation records. National Museum of Natural History, Smithsonian Institution. [WWW Document]. Rede SpeciesLink. URL http://www.splink.org.br (accessed 03/01/17).

OBIS-BR, 2017. Centro de Referência em Informação Ambiental [WWW Document]. Rede SpeciesLink. URL http://www.splink.org.br (accessed 03/01/17).

Oliveira, L.B. de, 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 de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Ecologia. Universidade de Brasília.

Parejo-Farnés, C., Robledo-Arnuncio, J.J., Albaladejo, R.G., Rubio-Pérez, E., Aparicio, A., 2017. Effects of habitat fragmentation on parental correlations in the seed rain of a bird-dispersed species. Tree Genet. Genomes 13, 1–11. doi:10.1007/s11295-017-1100-9

Phillips, S.J., & Dudík, M., 2008. Modeling of species distribution with Maxent: new extensions and a comprehensive evalutation. Ecography (Cop.). 31, 161–175. doi:10.1111/j.2007.0906-7590.05203.x

Phillips, S.J., Dudík, M., & Schapire., R.E., 2017. Maxent software for modeling species niches and distributions (Version 3.4.1). Available from url: http://biodiversityinformatics.amnh.org/open_source/maxent/ (accessed 02/05/2017).

Pimm, S.L., Jenkins, C.N., Abell, R., Brooks, T.M., Gittleman, J.L., Joppa, L.N., Raven, P.H., Roberts, C.M., & Sexton, J.O., 2014. The biodiversity of species and their rates of extinction, distribution, and protection. Science (80-). 344, 1246752–1246752. doi:10.1126/science.1246752

Potts, S.G., Imperatriz-Fonseca, V., Ngo, H.T., Aizen, M.A., Biesmeijer, J.C., Breeze, T.D., Dicks, L. V., Garibaldi, L.A., Hill, R., Settele, J., & Vanbergen, A.J., 2016. Safeguarding pollinators and their values to human well-being. Nature 540, 220–229. doi:10.1038/nature20588

Pressey, R.L., 1994. Ad hoc reservations - Forward or backward steps in developing representative reserve systems. Conserv. Biol. 8, 662–668. doi:10.1046/j.1523-1739.1994.08030662.x

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. An. Acad. Bras. Cienc. 85, 1177–1188. doi:10.1590/S0001-37652013000300017

Ribeiro, J.F., Walter, B.M.T., 2008. As principais fitofisionomias do bioma Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. de; RIBEIRO, J. F. (Ed.). Cerrado: ecologia e flora. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica: Planaltina, DF: Embrapa Cerrados,

2008. cap. 6, p. 151-212.

Rocha, G.F., Guimarães Ferreira, L., Clementino Ferreira, N., & Eduardo Ferreira, M., 2011. Detecção de desmatamentos no bioma Cerrado entre 2002 e 2009: padrões, tendéncias e impactos. Rev. Bras. Cartogr. 63, 341–349.

Rothschild, L.W., & Jordan, K., 1910. List of Sphingidae collected by the late W. Hoffmanns at Alliança, Rio Madeira, Amazonas, In: Hazell, Watson, Viney, L. (Ed.), Novitates Zoologicae. London and Aylesbury, pp. 447–455.

Sala, O.E., 2000. Global biodiversity scenarios for the year 2100. Science (80-). 287, 1770–1774. doi:10.1126/science.287.5459.1770

Salmona, Y.B., Paiva, A.O., Aparecido, E., & Matricardi, T., 2016. Estimates of future deforestation and emissions of CO 2 equivalent in the west of Bahia. Rev. Bras. Cartogr. (68) 1385–1395.

Sano, E.E., 2010. Mapeamento do Uso do Solo e Cobertura Vegetal Bioma Cerrado Ano-Base 2002. Brasília: MMA/SBF, 2010.

Santos, F.L., Casagrande, M.M., & Mielke, O.H.H., 2015. Saturniidae and Sphingidae (Lepidoptera, Bombycoidea) assemblage in Vossoroca, Tijucas do Sul, Paraná, Brazil. An. Acad. Bras. Cienc. 87, 843–860. doi:10.1590/0001-3765201520140368

Sempo, G., Canonge, S., Deneubourg, J.-L., 2013. From Aggregation to Dispersion: How Habitat Fragmentation Prevents the Emergence of Consensual Decision Making in a Group. PLoS One 8, e78951. doi:10.1371/journal.pone.0078951

Shabani, F., Kumar, L., & Ahmadi, M., 2016. A comparison of absolute performance of different correlative and mechanistic species distribution models in an independent area. Ecol. Evol. 6, 5973–5986. doi:10.1002/ece3.2332

Siewert Ricardo, R., & Silva, E.J.E., 2010. Contribution to the knowledge of the hawkmoths fauna in the state of Santa Catarina, Brazil (Lepidoptera: Sphingidae). Nachrichten des Entomol. Vereins Apollo 31, 63–66.

SinBiota, 2017. Sistema de Informação Ambiental do Programa Biota/Fapesp [WWW Document]. Rede SpeciesLink. URL http://www.splink.org.br (accessed 03/01/17)

Terraclass, 2013. Projeto TerraClass Cerrado: mapeamento do uso e cobertura vegetal do Cerrado, disponível em http://www.dpi.inpe.br/tccerrado/index.php?mais=1 (accessed 02/05/2017).

Tilman, D., 1996. Biodiversity: population versus ecosystem stability. Ecology 77, 350–363. doi:10.2307/2265614

UnB, 2017. Coleção Entomológica UnB. Instituto de Ciências Biológicas, Departamento de Zoologia - Universidade de Brasília.

UFES, 2017. Coleção Entomológica da Universidade Federal do Espírito Santo.

Vaglia, T., & Haxaire, J., 2009. Description d'un nouveau Sphingidae néotropical, *Xylophanes crenulata* (Lepidoptera , Sphingidae). Eur. Entomol. 1, 95–102.

Valladares, G., Salvo, A., Cagnolo, L., 2006. Habitat fragmentation effects on trophic processes of insect-plant food webs. Conserv. Biol. 20, 212–217. doi:10.1111/j.1523-1739.2006.00337.x

VanDerWal, J., Falconi, L., Januchowski, S., Shoo, L., & Storlie, C., 2014. SDMTools: Species Distribution Modelling Tools: tools for processing data associated with species distribution modelling exercises. R package version 1.1-221. https://CRAN.R-project.org/package=SDMTools.

Varela-Freire, A.A., 2004. Atividade de vôo de esfingídeos (Lepidoptera: Bombycoidea Sphingidae) em Área Protegida de Caatinga, Estação Ecológica do Seridó, Serra Negra do Norte/RN. Dissertação de Mestrado. Universidade do Amazonas.

Vieira, K.C.R., Moraes, S. de 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 Entomol. 98, 342–348. doi:10.1653/024.098.0153

YPM-ENT, 2017. Yale Peabody Museum. Entomological Collection.

Zegeye, H., 2017. *In situ* and *ex situ* conservation: complementary approaches for maintaining biodiversity Internacional Journal of Research in Environmental Studies4, 1–12.

ZUEC-LEP, 2017. Coleção de Lepidoptera do Museu de Zoologia da UNICAMP.

Apêndice 3.1. Registros de ocorrência Sphingidae (Lepidoptera) no Brasil (Dados compilados de 39 artigos científicos, três teses, duas dissertações, um livro, 14 bases de dados de coleções entomológicas e dados primários de levantamentos realizados no Parque Nacional Chapada dos Veadeiros, Parque Nacional Chapada Diamantina e Rio Pardo de Minas – MG, de fevereiro de 2009 a novembro de 2014).

Espécie	**Registros de ocorrência no Brasil**
Adhemarius daphne (Boisduval, [1875])	5
Adhemarius eurysthenes (R. Felder, [1874])	42
Adhemarius gagarini (Zikän, 1935)	21
Adhemarius gannascus (Stoll, 1790)	93
Adhemarius palmeri (Boisduval, [1875])	70
Adhemarius roessleri Eitschberger, 2002	6
Aellopos ceculus (Cramer, 1777)	27
Aellopos clavipes (Rothschild & Jordan, 1903)	3
Aellopos fadus (Cramer, 1775)	30
Aellopos tantalus (Linnaeus, 1758)	14
Aellopos titan (Cramer, 1777)	36
Agrius cingulata (Fabricius, 1775)	72
Aleuron carinata (Walker, 1856)	14
Aleuron chloroptera (Perty, [1833])	22
Aleuron iphis (Walker, 1856)	22
Aleuron neglectum Rothschild & Jordan, 1903	14
Aleuron prominens (Walker, 1856)	3
Aleuron ypanemae (Boisduval, [1875])	1
Amphimoea walkeri (Boisduval, [1875])	21
Amphonyx duponchel (Poey, 1832)	80
Amphonyx lucifer Rothschild & Jordan, 1903	52
Amphonyx mephisto (Haxaire & Vaglia, 2002)	7
Amphonyx rivularis Butler, 1875	28
Baniwa yavitensis Lichy, 1981	2
Callionima acuta (Rothschild & Jordan, 1910)	1
Callionima denticulata (Schaus 1895)	3
Callionima falcifera (Gehlen, 1943)	18
Callionima grisescens (Rothschild, 1894)	45
Callionima guiarti (Debauche, 1934)	12
Callionima inuus (Rothschild & Jordan, 1903)	48
Callionima nomius (Walker, 1856)	64
Callionima pan (Cramer, 1779)	50
Callionima parce (Fabricius, 1775)	101
Cocytius antaeus (Drury, 1773)	51
Enyo cavifer (Rothschild & Jordan, 1903)	11
Enyo gorgon (Cramer, 1777)	45
Enyo lugubris (Linnaeus, 1771)	74
Enyo ocypete (Linnaeus, 1758)	130
Enyo taedium Schaus, 1890	2
Erinnyis alope (Drury, 1773)	102
Erinnyis crameri (Schaus, 1898)	52
Erinnyis ello (Linnaeus, 1758)	131
Erinnyis impunctata Rothschild & Jordan, 1903	8
Erinnyis lassauxii (Boisduval, 1859)	49
Erinnyis obscura (Fabricius, 1775)	73
Erinnyis oenotrus (Cramer, 1780)	75
Eumorpha adamsi (Rothschild & Jordan, 1903)	20
Eumorpha analis (Rothschild & Jordan, 1903)	26
Eumorpha anchemolus (Cramer, 1779)	77
Eumorpha capronnieri (Boisduval, [1875])	15
Eumorpha fasciatus (Sulzer, 1776)	56
Eumorpha labruscae (Linnaeus, 1758)	56
Eumorpha megaeacus (Hübner, [1819])	18
Eumorpha obliquus (Rothschild & Jordan, 1903)	27
Eumorpha orientis (Daniel, 1949)	2
Eumorpha phorbas (Cramer, 1775)	18
Eumorpha satellitia (Linnaeus, 1771)	60
Eumorpha translineatus (Rothschild, 1895)	18
Eumorpha vitis (Linnaeus, 1758)	42
Eupyrrhoglossum sagra (Poey, 1832)	30

Espécie	Registros de ocorrência no Brasil
Eupyrrhoglossum venustum Rothschild & Jordan, 1910	4
Hemeroplanes longistriga (Rothschild & Jordan, 1903)	21
Hemeroplanes ornatus Rothschild, 1894	11
Hemeroplanes triptolemus (Cramer, 1779)	41
Hyles euphorbiarum (Guérin-Méneville & Percheron, 1835)	34
Isognathus allamandae Clark, 1920	36
Isognathus australis Clark, 1917	15
Isognathus caricae (Linnaeus, 1758)	74
Isognathus excelsior (Boisduval, [1875])	11
Isognathus leachii (Swainson, 1823)	25
Isognathus menechus (Boisduval, [1875])	28
Isognathus mossi Clark, 1919	3
Isognathus occidentalis Clark, 1929	2
Isognathus scyron (Cramer, 1780)	19
Isognathus swainsonii Felder & Felder, 1862	22
Lintneria justiciae (Walker, 1856)	27
Madoryx bubastus (Cramer, 1777)	12
Madoryx oiclus (Cramer, 1779)	20
Madoryx plutonius (Hübner, [1819])	38
Manduca albiplaga (Walker, 1856)	31
Manduca brasilensis (Jordan, 1911)	30
Manduca brunalba (Clark, 1929)	8
Manduca chinchilla (Gehlen, 1942)	1
Manduca clarki (Rothschild & Jordan, 1916)	1
Manduca contracta (Butler, 1875)	15
Manduca corumbensis (Clark, 1920)	3
Manduca dalica (Kirby, 1877)	21
Manduca diffissa (Butler, 1871)	72
Manduca exiguus (Gehlen, 1942)	8
Manduca florestan (Stoll, 1782)	85
Manduca gueneei (Clark, 1932)	6
Manduca hannibal (Cramer, 1779)	49
Manduca herbini Haxaire, [2014]	2
Manduca incisa (Walker, 1856)	31
Manduca janira (Jordan, 1911)	12

Espécie	Registros de ocorrência no Brasil
Manduca lefeburii (Guérin-Méneville, [1844])	45
Manduca leucospila (Rothschild & Jordan, 1903)	7
Manduca lichenea (Burmeister, 1855)	16
Manduca lucetius (Cramer, 1780)	36
Manduca manducoides (Rothschild, [1895])	12
Manduca prestoni (Gehlen, 1926)	4
Manduca rustica (Fabricius, 1775)	89
Manduca sexta (Linnaeus, 1763)	94
Manduca vestalis (Jordan, 1917)	2
Manduca violaalba (Clark, 1922)	12
Morcocytius mortuorum Rothschild & Jordan, 1910	1
Neococytius cluentius (Cramer, 1775)	64
Neogene corumbensis Clark, 1922	1
Neogene curitiba Jones, 1908	13
Neogene dynaeus (Hübner, [1827]—[1831])	37
Neogene reevei (Druce, 1882)	1
Nyceryx alophus (Boisduval, [1875])	31
Nyceryx brevis (Becker, V. O. 2001)	2
Nyceryx coffaeae (Walker, 1856)	26
Nyceryx continua (Walker, 1856)	25
Nyceryx ericea (Druce, 1888)	1
Nyceryx furtadoi Haxaire, 1996	3
Nyceryx janzeni Haxaire, 2005	3
Nyceryx magna (Felder, C. & Felder, R., 1874)	1
Nyceryx mielkei Haxaire, 2009	4
Nyceryx nephus (Boisduval, [1875])	3
Nyceryx nictitans (Boisduval, [1875])	33
Nyceryx riscus (Schaus, 1890)	20
Nyceryx stuarti (Rothschild, 1894)	11
Orecta comus Haxaire & Mielke, C., 2013	5
Orecta lycidas (Boisduval, [1875])	29
Oryba achemenides (Cramer, 1779)	13
Oryba kadeni (Schaufuss, 1870)	19
Pachygonidia caliginosa (Boisduval, 1870)	5
Pachygonidia mielkei Cadiou, 1997	4
Pachylia darceta Druce, 1881	25

Espécie	Registros de ocorrência no Brasil
Pachylia ficus (Linnaeus, 1758)	74
Pachylia syces (Hübner, [1819])	32
Pachylioides resumens (Walker, 1856)	83
Perigonia ilus Boisduval, 1870	2
Perigonia leucopus Rothschild & Jordan, 1910	4
Perigonia lusca (Fabricius, 1777)	56
Perigonia pallida Rothschild & Jordan, 1903	49
Perigonia passerina Boisduval, [1875]	8
Perigonia pittieri Lichy, 1962	2
Perigonia stulta Herrich-Schäffer, [1854]	28
Phanoxyla hystrix (R. Felder, 1874)	3
Phryxus caicus (Cramer, 1777)	22
Protambulyx astygonus (Boisduval, [1875])	20
Protambulyx eurycles (Herrich-Schäffer, [1854])	50
Protambulyx goeldii Rothschild & Jordan, 1903	7
Protambulyx strigilis (Linnaeus, 1771)	118
Protambulyx sulphurea Rothschild & Jordan, 1903	8
Pseudococytius beelzebuth (Boisduval, [1875])	28
Pseudosphinx tetrio (Linnaeus, 1771)	93
Unzela japix (Cramer, 1776)	27
Unzela pronoe Druce, 1894	3
Xylophanes aglaor (Boisduval, [1875])	28
Xylophanes amadis (Stoll, 1782)	13
Xylophanes anubus (Cramer, 1777)	39
Xylophanes ceratomioides (Grote & Robinson, 1867)	26
Xylophanes chiron (Drury, 1773)	102
Xylophanes cosmius Rothschild & Jordan, 1906	3
Xylophanes crenulata Vaglia & Haxaire, 2009	9
Xylophanes depuiseti (Boisduval, [1875])	3
Xylophanes elara (Druce, 1878)	20
Xylophanes epaphus (Boisduval, [1875])	7
Xylophanes ferotinus Gehlen, 1930	1
Xylophanes fosteri Rothschild & Jordan, 1906	3
Xylophanes furtadoi Haxaire, 2009	1
Xylophanes fusimacula (R. Felder, [1874])	1
Xylophanes guianensis (Rothschild, 1894)	10
Xylophanes haxairei Cadiou, 1985	1
Xylophanes hydrata Rothschild & Jordan, 1903	18
Xylophanes indistincta Closs, 1915	16
Xylophanes isaon (Boisduval, [1875])	43
Xylophanes libya (Druce, 1878)	5
Xylophanes loelia (Druce, 1878)	40
Xylophanes lolita Vaglia & Haxaire, 2008	2
Xylophanes marginalis Clark, 1917	12
Xylophanes mossi Clark, 1917	1
Xylophanes neoptolemus (Cramer, 1780)	1
Xylophanes obscurus Rothschild & Jordan, 1910	2
Xylophanes pearsoni Soares & Motta, 2002	1
Xylophanes pistacina (Boisduval, [1875])	27
Xylophanes pluto (Fabricius, 1777)	63
Xylophanes porcus (Hübner, [1823])	38
Xylophanes rufescens (Rothschild, 1894)	5
Xylophanes schausi (Rothschild, 1894)	22
Xylophanes tersa (Linnaeus, 1771)	140
Xylophanes thyelia (Linnaeus, 1758)	38
Xylophanes titana (Druce, 1878)	46
Xylophanes tyndarus (Boisduval, [1875])	35
Xylophanes undata Rothschild & Jordan, 1903	1
Xylophanes xylobotes (Burmeister, 1878)	31

Apêndice 3.2. Registros de ocorrência Saturniidae (Lepidoptera) no Brasil. Dados compilados de 12 bases de dados de coleções entomológicas e dados primários de levantamentos realizados no Parque Nacional Chapada dos Veadeiros, Parque Nacional Chapada Diamantina e Rio Pardo de Minas – MG, de fevereiro de 2009 a novembro de 2014).

Espécie	Registros de ocorrência no Brasil
Adeloneivaia acuta (Schaus, 1896)	34
Adeloneivaia boisduvalii (Doümet, 1859)	29
Adeloneivaia catharina (Bouvier, 1927)	2
Adeloneivaia catoxantha (W. Rothschild, 1907)	25
Adeloneivaia fallax Boisduval, 1872	2
Adeloneivaia jason (Boisduval, 1872)	5
Adeloneivaia minuta (Bouvier, 1927)	2
Adeloneivaia orientoandensis Brechlin & Meister, 2011	1
Adeloneivaia pelias (W. Rothschild, 1907)	3
Adeloneivaia sabulosa (W. Rothschild, 1907)	1
Adeloneivaia schurbarti Rêgo-Barros & Mielke, 1970	1
Adeloneivaia subangulata (Herrich-Schäffer, [1855])	54
Adelowalkeria eugenia (Druce, 1904)	3
Adelowalkeria flavosignata (Walker, 1865)	9
Adelowalkeria plateada (Schaus, 1905)	8
Adelowalkeria tristygma (Boisduval, 1872)	3
Almeidella approximans Schaus, 1920	4
Almeidella corrupta Schaus, 1900	1
Arsenura albopicta Jordan, 1922	3
Arsenura armida (Cramer, 1779)	24
Arsenura aspasia Herrich-Schäffer, [1853]	3
Arsenura batesii (R. Felder & Rogenhofer, 1874)	7
Arsenura beebei Fleming, 1945	2
Arsenura biundulata Schaus, 1906	4
Arsenura ciocolatina Draudt, 1930	14
Arsenura mossi Jordan, 1922	3
Arsenura orbignyana (Guérin-Méneville, [1844])	3
Arsenura pandora (Klug, 1836)	3
Arsenura ponderosa W. Rothschild, 1895	5
Arsenura sylla (Cramer, 1779)	11
Arsenura thomsoni Schaus, 1906	1
Arsenura xanthopus (Walker, 1855)	6
Austrolippa convergens Walker, 1855	1
Austrolippa cruenta Walker, 1855	2
Automerella aurora (Maassen e Weyding, 1885)	7
Automerella flexuosa Felder, C. & Felder, R., 1874	2
Automerina auletes (Herrich-Schäffer, [1854])	17
Automerina caudatula (R. Felder & Rogenhofer, 1874)	3
Automerina cypria (Gmelin, 1790)	13
Automeris amoena (Boisduval, 1875)	8
Automeris annulata Schaus, 1906	9
Automeris arminia (Stoll, 1781)	7
Automeris bahamata Brechlin & Meister, 2013	1
Automeris basalis (Walker, 1855)	5
Automeris beckeri Herrich-Schäffer, [1856]	3
Automeris bilinea (Walker, 1855)	7
Automeris cinctistriga Felder, C. & Felder, R., 1874	1
Automeris curvilinea Schaus, 1906	2
Automeris egeus (Cramer, 1775)	14
Automeris elcearaiana Brechlin & Meister, 2014	1
Automeris godartii (Boisduval, 1875)	4
Automeris goiasensis Lemaire, 1977	11
Automeris granulosa Conte, 1906	16
Automeris hamata Schaus, 1906	26
Automeris illustris (Walker, 1855)	28

Espécie	Registros de ocorrência no Brasil
Automeris inornata Walker, 1855	3
Automeris janus (Cramer, 1775)	1
Automeris larra (Walker, 1855)	9
Automeris lauroia Oiticica, 1965	6
Automeris liberia (Cramer, 1780)	41
Automeris melanops Walker, 1865	1
Automeris midea (Maassen & Weyding, 1885)	30
Automeris naranja Schaus, 1898	19
Automeris orestes (Boisduval, 1875)	3
Automeris ovalina Conte, 1906	2
Automeris paralarra Brechlin & Meister, 2011	2
Automeris rectilinea Bouvier, 1927	6
Automeris submacula Walker, 1855	4
Automeris tristis Boisduval, 1875	2
Automeris umbrosa Weymir, 1906	3
Automeris watsoni Lemaire, 1966	4
Caio romulus (Maassen, 1869)	4
Callodirphia arpi (Schaus, 1908)	7
Catacantha bahiginea Lemaire, 1966	2
Catacantha ferruginea Draudt, 1929	11
Catacantha latifasciata Bouvier, 1930	12
Catacantha obliqua Bouvier, 1930	4
Catacantha oculata Schaus, 1921	1
Cerodirphia apunctata Dias & Lemaire, 1991	4
Cerodirphia avenata (Draudt, 1930)	3
Cerodirphia bahiana Lemaire, 2002	2
Cerodirphia bahikani Brechlin & Meister, 2012	1
Cerodirphia mielkei Lemaire, 2002	1
Cerodirphia opis Schaus, 1892	8
Cerodirphia rubripes Draudt, 1930	2
Cerodirphia speciosa (Cramer, 1777)	9
Cerodirphia vagans Walker, 1855	3
Cerodirphia zikani Schaus, 1921	2

Espécie	Registros de ocorrência no Brasil
Cicia citrina (Schaus, 1904)	3
Cicia crocata (Boisduval, 1872)	1
Cicia norape Becker, 2001	1
Cicia pamala (Schaus, 1900)	7
Cicia pelota Schaus, 1905	1
Citheronia aroa (Schaus, 1896)	8
Citheronia brissotii Boisduval, 1868	7
Citheronia hamifera W. Rothschild, 1907	18
Citheronia laocoon (Cramer, 1777)	19
Citheronia phoronea (Cramer, 1779)	15
Citheronula armata (W. Rothschild, 1907)	2
Citheronula maranhensis Brechlin & Meister, 2014	1
Citioica anthonilis (Herrich-Schäffer, [1854])	19
Citioica guayensis Brechlin & Meister, 2011	1
Copaxa canella Walker, 1855	9
Copaxa decrescens Walker, 1855	11
Copaxa flavina Walker, 1865	1
Copaxa joinvillea Schaus, 1921	2
Copaxa mielkeorum Brechlin & Meister, 2010	1
Copaxa multifenestrata Herrich-Schäffer, 1858	1
Copaxa simson Maassen & Weymer, 1881	3
Copiopteryx derceto (Maassen, [1872])	5
Copiopteryx jehovah (Strecker, 1874)	5
Copiopteryx semiramis (Cramer, 1775)	26
Copiopteryx sonthonnaxi É. André, 1905	8
Dacunju jucunda (Walker, 1855)	3
Dirphia araucariae Jones, 1908	3
Dirphia avia (Stoll, 1780)	10
Dirphia curitiba (Draudt, 1930)	1
Dirphia dolosa Bouvier, 1929	4
Dirphia fornax (Druce, 1903)	3
Dirphia fraterna (R. Felder & Rogenhofer, 1874)	8

Espécie	Registros de ocorrência no Brasil
Dirphia moderata Bouvier, 1929	5
Dirphia monticola Zerny, 1924	2
Dirphia muscosa Schaus, 1898	3
Dirphia panamensis (Schaus, 1921)	45
Dirphia rubricauda Bouvier, 1929	14
Dirphia rufescens F. Johnson & Michener, 1948	3
Dirphia sombrero Le Cerf, 1934	2
Dirphia ursina Walker, 1855	1
Dirphiopsis ayuruoca Foetterle, 1902	3
Dirphiopsis brockmanni Mielke, Brosch & Naumann, 2008	1
Dirphiopsis delta Foetterle, 1902	2
Dirphiopsis epiolina (R. Felder & Rogenhofer, 1874)	6
Dirphiopsis multicolor Walker, 1855	2
Dirphiopsis trisignata (R. Felder & Rogenhofer, 1874)	4
Dirphiopsis wanderbilti Pearson, 1958	1
Dysdaemonia boreas (Cramer, 1775)	17
Dysdaemonia brasiliensis Becker, 2001	5
Dysdaemonia concisa Becker, 2001	1
Eacles adoxa Jordan, 1910	1
Eacles barnesi Schaus, 1905	15
Eacles bertrandi Lemaire, 1981	2
Eacles camposportoi Mendes, 1937	1
Eacles ducalis (Walker, 1855)	6
Eacles fairchildi May & Oiticica, 1941	11
Eacles guianensis Schaus, 1896	3
Eacles imperialis (Drury, 1773)	59
Eacles lemairei Rêgo-Barros & Tangerini, 1973	4
Eacles masoni Schaus, 1896	2
Eacles mayi Schaus, 1920	1
Eacles ormondei Schaus, 1889	1
Eacles penelope (Cramer, 1775)	28
Eubergia caisa (Berg. 1883)	15
Eubergioides bertha (Schaus, 1896)	1
Eudyaria venata Butler, 1871	2
Eudyaria zeta (Berg, 1885)	2
Gamelia abahiana Brechlin & Meister, 2012	1
Gamelia abas (Cramer, 1775)	5
Gamelia abasia Stoll, [1781]	6
Gamelia catharina Draudt, 1929	5
Gamelia pygmaea (Schaus, 1904)	2
Gamelia remissoides Lemaire, 1967	4
Grammopelta lineata (Schaus, 1906)	3
Heleconisa pagenstecheri Geyer, [1835]	2
Hidripa perdix (Maassen & Weyding, 1885)	2
Hylesia canitia (Cramer, 1780)	3
Hylesia cottica Schaus, 1932	1
Hylesia ebalus (Cramer, 1775)	13
Hylesia falcifera (Hübner, [1825])	7
Hylesia guianex Brechlin & van Schayck, 2016	5
Hylesia gyrex (Dyar, 1913)	3
Hylesia index Dyar, 1913	1
Hylesia indurata Dyar, 1910	18
Hylesia melanostigma (Herrich-Schäffer, [1855])	15
Hylesia metabus (Cramer, 1775)	11
Hylesia metapyrrha (Walker, 1855)	5
Hylesia murex Dyar, 1913	6
Hylesia nanus (Walker, 1855)	6
Hylesia nigricans Berg, 1875	4
Hylesia obtusa Dognin, 1923	8
Hylesia pallidex Dognin, 1923	2
Hylesia paulex Dognin, 1922	4
Hylesia pauper Dyar, 1913	2
Hylesia praeda Dognin, 1901	10
Hylesia pseudomoronensis Camargo, 2007	2
Hylesia remex Dyar, 1913	2
Hylesia rex Dyar, 1913	1
Hylesia rosrondoniex Brechlin & Meister, 2016	2
Hylesia schuessleri Strand, 1934	5
Hylesia scortina Draudt, 1929	8

Espécie	Registros de ocorrência no Brasil
Hylesia subcottica Lemaire, 2002	1
Hylesia tapareba Dyar, 1913	7
Hylesia teratex Draudt, 1929	6
Hylesia umbrata Schaus, 1911	3
Hylesia vindex Dyar, 1913	4
Hyperchiria bahisa Brechlin & Meister, 2012	2
Hyperchiria incisa (Walker, 1855)	16
Hyperchiria nausica (Cramer, 1779)	7
Hyperchiria orodina (Schaus, 1900)	33
Hyperchiria plicata Herrich-Schäffer, 1856	1
Ithomisa kinkelini Oberthür, 1881	1
Kentroleuca albilinea (Schaus, 1908)	10
Kentroleuca brunneategulata C. Mielke & Furtado, 2006	1
Kentroleuca dukinfieldi (Schaus, 1894)	2
Kentroleuca lineosa (Walker, 1855)	3
Kentroleuca novaholandensis Lemaire & Mielke, 2001	1
Kentroleuca spitzi Lemaire, 1971	3
Leucanella gibosa Conte, 1906	1
Leucanella maasseni (Moschler, 1872)	3
Leucanella memusae (Walker, 1855)	17
Leucanella newmani Lemaire, 1967	2
Leucanella viridescens (Walker, 1855)	11
Lonomia achelous (Cramer, 1777)	9
Lonomia antoniae Brechlin & Meister, 2015	2
Lonomia electra Druce, 1886	1
Lonomia leopoldina Brechlin & Meister, 2011	1
Lonomia maranhensis Brechlin, Meister & Mielke, 2011	2
Lonomia obliqua Walker, 1855	31
Lonomia parobliqua Brechlin, Meister & Mielke, 2011	7
Lonomia rufobahiana Brechlin & Meister, 2013	1
Loxolomia serpentina Maassen, 1869	10
Loxolomia winbrechlini Brechlin & Meister, 2013	1
Megaceresa pulchra (Bouvier, 1923)	5
Miielkesia paranaesis ???	1
Molippa basinoides Bouvier, 1926	3
Molippa convergens Walker, 1855	2
Molippa cruenta (Walker, 1855)	8
Molippa intermediata Brechlin & Meister, 2011	11
Molippa latemedia Druce, 1890	4
Molippa nibasa Maassen & Weyding, 1885	16
Molippa placida (Schaus, 1921)	10
Molippa sabina Walker, 1855	15
Molippa simillima Jones, 1907	20
Molippa strigosa Maassen & Weyding, 1885	1
Molippa superba (Burmeister, 1878)	3
Neocarnegia basirei (Schaus, 1892)	9
Oiticella brevis (Walker, 1855)	4
Oiticella convergens (Herrich-Schäffer, [1855])	9
Oiticella luteciae Bouvier, 1924	1
Othorene cadmus (Herrich-Schäffer, [1854])	2
Othorene cearaiana Brechlin & Meister, 2013	1
Othorene hodeva (Druce, 1904)	40
Othorene kitchingi Brechlin & Meister, 2013	2
Othorene purpurascens (Schaus, 1905)	15
Othorene winbrechlini (Schaus, 1905)	4
Oxytenis bicornis Jordan, 1924	1
Oxytenis leda Druce, 1906	1
Oxytenis maranhensis Brechlin & Meister, 2014	1
Oxytenis modaustralis Brechlin, Meister & Käch, 2014	1
Oxytenis modestia Cramer, 1780	8
Oxytenis naemia (Cramer, 1780)	3
Paradaemonia andensis (W. Rothschild, 1907)	1

Espécie	Registros de ocorrência no Brasil
Paradaemonia bahiana Brechlin & Meister, 2012	1
Paradaemonia balsasensis C. Mielke & Furtado, 2005	2
Paradaemonia berlai Oiticica, 1946	1
Paradaemonia castenea (W. Rothschild, 1907)	1
Paradaemonia mayi (Jordan, 1922)	3
Paradaemonia meridionalis Camargo, Mielke & Casagrande, 2007	5
Paradaemonia nycteris (Jordan, 1922)	1
Paradaemonia orsilochus (Maassen, 1869)	3
Paradaemonia platydesmia (W. Rothschild, 1907)	4
Paradaemonia pluto (Westwood, [1854])	2
Paradaemonia samba (Schaus, 1906)	2
Paradaemonia thelia (Jordan, 1922)	5
Periga acuta Mielke, C. & Meister, 2013	1
Periga alticola Mielke, C. & Santos, 2013	2
Periga bispinosa (Lemaire, 1972)	2
Periga camacana Brechlin & Meister, 2013	1
Periga circaustralis Brechlin, Meister & van Schayck, 2013	2
Periga circleopoldina Brechlin & Meister, 2013	1
Periga circumstans Walker, 1855	30
Periga cynira Cramer, 1777	1
Periga falcata (Walker, 1855)	5
Periga falcbahiana Brechlin & Meister, 2013	3
Periga foersteri Brechlin & Meister, 2013	1
Periga fuscbahiana Brechlin & Meister, 2013	1
Periga pulchra Mielke, C. & Brechlin, 2013	2
Periga spatulatoides Brechlin & Meister, 2013	1
Periphoba augur (Bouvier, 1929)	2
Periphoba courtini Lemaire, 1994	1
Periphoba galmeidai Mielke & Furtado, 2006	1
Periphoba hircia (Cramer, 1775)	9
Periphoba moseri Mielke & Furtado, 2006	1
Periphoba tangerini C. Mielke & Furtado, 2006	4
Peseudodirphia catarinensis (Lemaire, 1975)	1
Peseudodirphia eumedidoides (Vuillot, 1892)	4
Procitheronia fenestrata (W. Rothschild, 1907)	5
Procitheronia principalis (Walker, 1855)	2
Procitheronia purpurea Oiticica Filho, 1942	2
Prohylesia bahiana Brechlin, Meister & Mielke, 2012	1
Prohylesia bahikani Brechlin, Meister & Mielke, 2012	2
Prohylesia friburgensis (Schaus, 1915)	8
Prohylesia rosalinda Draudt, 1929	2
Prohylesia zikani Draudt, 1929	9
Pseudautomeris brasiliensis (Walker, 1855)	7
Pseudautomeris coronis (Schaus, 1913)	4
Pseudautomeris erubescens Boisduval, 1875	1
Pseudautomeris huebneri (Boisduval, 1875)	3
Pseudautomeris lata (Conte, 1906)	5
Pseudautomeris lata Conte, 1906	2
Pseudautomeris luteata (Walker, 1865)	5
Pseudautomeris salmonea Cramer, 1777	8
Pseudautomeris stawiarskii Gagárin, 1936	2
Pseudautomeris subcoronis Lemaire, 1967	1
Pseudodirphia agis (Cramer, 1775)	13
Pseudodirphia eumedidoides (Vuillot, 1892)	6
Pseudodirphia obliqua (Bouvier, 1924)	7
Psilopygida walkeri (Grote, 1867)	11
Psilopygida walkeri Grote, 1867	1

Espécie	Registros de ocorrência no Brasil
Psilopygoides oda (Schaus, 1905)	9
Ptiloscola cinerea (Schaus, 1900)	24
Ptiloscola photophila (W. Rothschild, 1907)	8
Rhescyntis hermes (W. Rothschild, 1907)	14
Rhescyntis hippodamia (Cramer, 1777)	25
Rhescyntis pseudomartii Lemaire, 1976	6
Rhescyntis reducta Camargo & Becker, 2001	9
Rothschildia arethusa (Walker, 1855)	11
Rothschildia aurota (Cramer, 1775)	22
Rothschildia belus (Maassen, [1873])	4
Rothschildia erycina (Shaw, [1796])	24
Rothschildia hesperus (Linnaeus, 1758)	17
Rothschildia hopfferi Felder, C. & Felder, R., 1859	5
Rothschildia jacobaeae (Walker, 1855)	15
Rothschildia lebeau Guérin Méneville, 1868	1
Schausiella arpi (Schaus, 1892)	7
Schausiella janeira (Schaus, 1892)	3
Schausiella longispina (W. Rothschild, 1907)	2
Schausiella maranhensis Brechlin & Meister, 2013	2
Schausiella polybia (Stoll, 1781)	7
Schausiella spitzi Travassos, 1958	18
Schausiella subochreata (Schaus, 1904)	3
Scolesa hypoxantha (W. Rothschild, 1907)	1
Scolesa jauffreti Mielke, Rougerie & Decaëns, 2012	2
Scolesa leucantha Boisduval, 1872	2
Scolesa nebulosa Lemaire, 1971	3
Scolesa totoma Schaus, 1900	11
Scolesa viettei Travassos, 1959	4
Syssphinx molina (Cramer, 1780)	71
Therinia lactucina Cramer, 1780	1
Therinia stricturaria Hübner, [1825]	1
Therinia transversaria Druce, 1887	1
Titaea lemoulti (Schaus, 1905)	8
Titaea orsinome Hübner, [1823]	10
Titaea tamerlan (Maassen, 1869)	10
Titaea timur (Fassl, 1915)	11
Travassosula subfumata (Schaus, 1921)	11

Apêndice 3.3. Espécies de Sphingidae (Lepidoptera) com distribuição potencial modelada para o Brasil pelo algoritmo de entropia máxima (Maxent) com registros de ocorrência compilados de 39 artigos científicos, três teses, duas dissertações, um livro, 14 bases de dados de coleções entomológicas e dados primários de levantamentos realizados no Parque Nacional Chapada dos Veadeiros, Parque Nacional Chapada Diamantina e Rio Pardo de Minas – MG, de fevereiro de 2009 a novembro de 2014).

Espécies	Registros de ocorrência	Ocorrência no Cerrado	Área potencial no Cerrado (km^2)	Área potencial no Cerrado (%)	AUC	Modelo validado
Adhemarius eurysthenes	42	não	275725	11,17	0,99	sim
Adhemarius gagarini	21	não	67100	2,72	0,91	não
Adhemarius gannascus	93	sim	778475	31,53	0,92	sim
Adhemarius palmeri	70	sim	585050	23,69	0,88	sim
Aellopos ceculus	27	sim	808800	32,75	0,88	sim
Aellopos fadus	30	sim	1363325	55,21	0,88	sim
Aellopos tantalus	14	sim	1987375	80,48	0,92	sim
Aellopos titan	36	sim	1620750	65,64	0,87	sim
Agrius cingulata	71	sim	1189325	48,16	0,88	sim
Aleuron carinata	14	sim	951175	38,52	0,71	não
Aleuron chloroptera	22	sim	844850	34,21	0,75	não
Aleuron iphis	22	sim	488475	19,78	0,87	sim
Aleuron neglectum	14	sim	1711325	69,30	0,66	não
Amphimoea walkeri	21	não	519000	21,02	0,92	sim
Amphonyx duponchel	80	sim	1670800	67,66	0,86	sim
Amphonyx lucifer	52	sim	603125	24,42	0,91	sim
Amphonyx rivularis	28	sim	924575	37,44	0,86	sim
Callionima falcifera	18	não	1377650	55,79	0,94	sim
Callionima grisescens	45	sim	1673425	67,77	0,89	sim
Callionima guiarti	12	sim	2382550	96,49	0,87	sim
Callionima inuus	48	sim	548875	22,23	0,90	sim
Callionima nomius	64	sim	918425	37,19	0,90	sim
Callionima pan	50	sim	936475	37,92	0,86	sim
Callionima parce	101	sim	1790250	72,50	0,85	sim
Cocytius antaeus	51	sim	726775	29,43	0,89	sim
Enyo cavifer	11	não	1511000	61,19	0,83	não
Enyo gorgon	45	sim	641425	25,98	0,85	sim
Enyo lugubris	74	sim	1347625	54,57	0,84	não
Enyo ocypete	130	sim	1917350	77,65	0,88	sim
Erinnyis alope	102	sim	1195450	48,41	0,86	sim
Erinnyis crameri	52	sim	952850	38,59	0,90	sim
Erinnyis ello	131	sim	1009650	40,89	0,91	sim
Erinnyis lassauxii	49	sim	618050	25,03	0,90	sim
Erinnyis obscura	73	sim	1673200	67,76	0,83	não
Erinnyis oenotrus	75	sim	1280275	51,85	0,87	sim
Eumorpha adamsi	20	sim	2143250	86,79	0,95	sim
Eumorpha analis	26	sim	1084225	43,91	0,97	sim
Eumorpha anchemolus	77	sim	856425	34,68	0,90	sim
Eumorpha capronnieri	15	não	170750	6,91	0,92	não

Eumorpha fasciatus	56	sim	979775	39,68	0,90	sim
Eumorpha labruscae	56	sim	714850	28,95	0,88	sim
Eumorpha megaeacus	18	não	280950	11,38	0,82	não
Eumorpha obliquus	27	sim	311575	12,62	0,97	sim
Eumorpha phorbas	18	não	594850	24,09	0,85	sim
Eumorpha satellitia	60	sim	1439100	58,28	0,88	sim
Eumorpha translineatus	18	não	420150	17,01	0,98	sim
Eumorpha vitis	42	sim	1989750	80,58	0,84	não
Eupyrrhoglossum sagra	30	sim	475675	19,26	0,91	sim
Hemeroplanes longistriga	21	não	234550	9,50	0,98	não
Hemeroplanes ornatus	11	não	1557525	63,07	0,83	não
Hemeroplanes triptolemus	41	sim	996450	40,35	0,85	sim
Hyles euphorbiarum	34	sim	637525	25,82	0,94	sim
Isognathus allamandae	36	sim	1406450	56,96	0,87	sim
Isognathus australis	15	sim	936575	37,93	0,97	sim
Isognathus caricae	74	sim	1868125	75,65	0,88	sim
Isognathus excelsior	11	não	348000	14,09	0,89	sim
Isognathus leachii	25	sim	922400	37,35	0,86	sim
Isognathus menechus	28	sim	1325025	53,66	0,88	sim
Isognathus scyron	19	não	145125	5,88	0,94	não
Isognathus swainsonii	22	não	440300	17,83	0,89	sim
Lintneria justiciae	27	não	221000	8,95	0,98	não
Madoryx bubastus	12	sim	1814925	73,50	0,60	não
Madoryx oiclus	20	sim	1409875	57,10	0,89	sim
Madoryx plutonius	38	sim	1355600	54,90	0,83	não
Manduca albiplaga	31	sim	358600	14,52	0,90	sim
Manduca brasilensis	30	sim	794075	32,16	0,95	sim
Manduca contracta	15	sim	2328725	94,31	0,94	sim
Manduca dalica	21	não	335050	13,57	0,92	sim
Manduca diffissa	72	sim	857800	34,74	0,89	sim
Manduca florestan	85	sim	1055200	42,73	0,88	sim
Manduca hannibal	49	sim	580775	23,52	0,91	sim
Manduca incisa	31	sim	504800	20,44	0,96	sim
Manduca janira	12	não	1553775	62,92	0,99	sim
Manduca lefeburii	45	sim	842950	34,14	0,87	sim
Manduca lichenea	16	não	217675	8,82	0,98	não
Manduca lucetius	36	sim	916950	37,13	0,87	sim
Manduca manducoides	12	sim	2359100	95,54	0,82	não
Manduca rustica	89	sim	1084400	43,91	0,90	sim
Manduca sexta	94	sim	1153650	46,72	0,88	sim
Manduca violaalba	12	sim	2235900	90,55	0,87	sim
Neococytius cluentius	64	sim	635300	25,73	0,85	sim
Neogene curitiba	13	sim	2304950	93,34	0,83	não
Neogene dynaeus	37	sim	1477125	59,82	0,96	sim
Nyceryx alophus	31	sim	473275	19,17	0,97	sim
Nyceryx coffaeae	26	sim	1148300	46,50	0,88	sim
Nyceryx continua	25	sim	278000	11,26	0,96	sim
Nyceryx nictitans	33	não	112325	4,55	0,99	não

Nyceryx riscus	20	sim	2158125	87,40	0,72	não
Nyceryx stuarti	11	sim	1051350	42,58	0,82	não
Orecta lycidas	29	sim	548350	22,21	0,96	sim
Oryba achemenides	13	não	668575	27,08	0,90	sim
Oryba kadeni	19	não	596450	24,15	0,89	sim
Pachylia darceta	25	sim	517475	20,96	0,86	sim
Pachylia ficus	74	sim	1345450	54,49	0,85	sim
Pachylia syces	32	sim	485675	19,67	0,93	sim
Pachylioides resumens	83	sim	1450225	58,73	0,88	sim
Perigonia lusca	56	sim	1709250	69,22	0,81	não
Perigonia pallida	49	sim	1676775	67,90	0,88	sim
Perigonia stulta	28	sim	352050	14,26	0,92	sim
Phryxus caicus	22	sim	965350	39,09	0,83	não
Protambulyx astygonus	20	sim	854000	34,58	0,94	sim
Protambulyx eurycles	50	sim	1132275	45,85	0,88	sim
Protambulyx strigilis	118	sim	1076800	43,61	0,91	sim
Pseudococytius beelzebuth	28	sim	687075	27,82	0,93	sim
Pseudosphinx tetrio	93	sim	1320725	53,49	0,88	sim
Unzela japix	27	sim	593100	24,02	0,81	não
Xylophanes aglaor	28	sim	387500	15,69	0,99	sim
Xylophanes amadis	13	não	1150425	46,59	0,70	não
Xylophanes anubus	39	sim	544100	22,03	0,93	sim
Xylophanes ceratomioides	26	não	223525	9,05	0,99	não
Xylophanes chiron	101	sim	1066925	43,21	0,88	sim
Xylophanes elara	20	não	199750	8,09	0,93	não
Xylophanes guianensis	10	não	587375	23,79	0,93	sim
Xylophanes hydrata	18	não	575875	23,32	0,99	sim
Xylophanes indistincta	16	não	405775	16,43	0,99	sim
Xylophanes isaon	43	não	129200	5,23	0,99	não
Xylophanes loelia	40	não	221400	8,97	0,90	não
Xylophanes marginalis	12	não	1395500	56,51	0,99	sim
Xylophanes pistacina	27	sim	899950	36,45	0,88	sim
Xylophanes pluto	63	sim	660075	26,73	0,93	sim
Xylophanes porcus	38	sim	394350	15,97	0,94	sim
Xylophanes schausi	22	não	306625	12,42	0,98	sim
Xylophanes tersa	140	sim	871250	35,28	0,91	sim
Xylophanes thyelia	38	não	203025	8,22	0,92	não
Xylophanes titana	46	não	382075	15,47	0,94	sim
Xylophanes tyndarus	35	sim	1131350	45,82	0,89	sim
Xylophanes xylobotes	31	não	230650	9,34	0,99	não

Apêndice 3.4. Espécies de Saturniidae (Lepidoptera) com distribuição potencial modelada para o Brasil pelo algoritmo de entropia máxima (Maxent) com registros de ocorrência compilados de 12 bases de dados de coleções entomológicas e dados primários de levantamentos realizados no Parque Nacional Chapada dos Veadeiros, Parque Nacional Chapada Diamantina e Rio Pardo de Minas – MG, de fevereiro de 2009 a novembro de 2014).

Espécies	Registros de ocorrência	Ocorrência no Cerrado	Área potencial no Cerrado (km^2)	Área potencial no Cerrado (%)	AUC	Modelo validado
Adeloneivaia acuta	34	sim	1.261.725	51,10	0,91	sim
Adeloneivaia boisduvalii	29	sim	1.455.150	58,93	0,89	sim
Adeloneivaia catoxantha	25	sim	635.550	25,74	0,95	sim
Adeloneivaia subangulata	54	sim	2.285.425	92,55	0,87	sim
Arsenura armida	25	sim	1.902.875	77,06	0,81	não
Arsenura ciocolatina	14	sim	929.075	37,62	0,94	sim
Arsenura sylla	11	sim	2.464.175	99,79	0,80	não
Automerina auletes	17	sim	2.342.800	94,88	0,84	não
Automerina cypria	13	sim	1.919.200	77,72	0,85	sim
Automeris egeus	14	sim	2.169.100	87,84	0,83	não
Automeris goiasensis	11	sim	2.354.700	95,36	0,86	sim
Automeris granulosa	16	sim	2.459.025	99,58	0,95	sim
Automeris hamata	26	sim	1.455.875	58,96	0,92	sim
Automeris illustris	29	sim	1.278.250	51,77	0,94	sim
Automeris liberia	41	não	74.100	3,00	0,99	não
Automeris midea	30	sim	1.240.900	50,25	0,95	sim
Automeris naranja	21	sim	1.604.325	64,97	0,92	sim
Catacantha ferruginea	11	não	1.329.975	53,86	0,98	sim
Catacantha latifasciata	12	sim	2.305.075	93,35	0,86	sim
Citheronia hamifera	18	sim	1.218.125	49,33	0,95	sim
Citheronia laocoon	19	sim	2.425.125	98,21	0,86	sim
Citheronia phoronea	15	sim	2.127.675	86,16	0,92	sim
Citioica anthonilis	19	sim	1.707.950	69,17	0,86	sim
Copaxa decrescens	13	não	1.772.125	71,77	0,87	sim
Copiopteryx semiramis	26	sim	2.123.425	85,99	0,91	sim
Dirphia avia	10	sim	2.397.300	97,08	0,82	não
Dirphia panamensis	45	sim	1.034.075	41,88	0,93	sim
Dirphia rubricauda	14	sim	2.236.300	90,56	0,94	sim
Dysdaemonia boreas	17	sim	1.256.800	50,90	0,95	sim
Eacles barnesi	15	não	328.350	13,30	0,98	sim
Eacles fairchildi	11	sim	2.317.500	93,85	0,87	sim
Eacles imperialis	61	sim	2.180.775	88,31	0,93	sim
Eacles penelope	29	sim	967.400	39,18	0,93	sim
Eubergia caisa	15	sim	2.361.150	95,62	0,96	sim
Hylesia ebalus	13	sim	2.376.700	96,25	0,78	não
Hylesia indurata	18	não	481.150	19,49	0,98	sim
Hylesia melanostigma	15	não	226.475	9,17	0,99	não
Hylesia metabus	11	sim	976.775	39,56	0,92	sim
Hylesia praeda	10	sim	1.539.175	62,33	0,95	sim
Hyperchiria incisa	17	não	2.114.400	85,63	0,92	sim

Hyperchiria orodina	33	sim	1.646.975	66,70	0,92	sim
Kentroleuca albilinea	10	sim	2.466.975	99,90	0,86	sim
Leucanella memusae	18	sim	2.366.575	95,84	0,86	sim
Leucanella viridescens	11	sim	2.281.800	92,41	0,58	não
Lonomia obliqua	31	sim	677.075	27,42	0,97	sim
Loxolomia serpentina	17	não	1.139.275	46,14	0,96	sim
Molippa intermediata	11	não	529.825	21,46	0,98	sim
Molippa nibasa	16	sim	2.268.025	91,85	0,83	não
Molippa placida	10	sim	1.157.925	46,89	0,94	sim
Molippa sabina	15	sim	1.591.550	64,45	0,90	sim
Molippa simillima	20	não	226.125	9,16	0,99	não
Othorene hodeva	40	sim	1.889.975	76,54	0,93	sim
Othorene purpurascens	15	sim	2.397.875	97,11	0,72	não
Periga circumstans	33	sim	1.179.900	47,78	0,97	sim
Pseudodirphia agis	13	sim	2.415.350	97,81	0,69	não
Psilopygida walkeri	11	sim	2.369.500	95,96	0,87	sim
Ptiloscola cinerea	24	sim	2.395.250	97,00	0,80	não
Rhescyntis hermes	14	não	827.025	33,49	0,95	sim
Rhescyntis hippodamia	25	sim	2.045.275	82,83	0,91	sim
Rothschildia arethusa	11	sim	1.772.375	71,78	0,72	não
Rothschildia aurota	22	sim	1.095.825	44,38	0,86	sim
Rothschildia erycina	24	sim	964.825	39,07	0,88	sim
Rothschildia hesperus	17	sim	2.453.550	99,36	0,77	não
Rothschildia jacobaeae	17	sim	312.675	12,66	0,96	sim
Schausiella spitzi	18	sim	2.265.200	91,73	0,93	sim
Scolesa totoma	11	não	551.775	22,35	0,97	sim
Syssphinx molina	74	sim	2.317.075	93,83	0,84	não
Titaea orsinome	10	sim	2.350.325	95,18	0,91	sim
Titaea tamerlan	11	sim	2.469.325	100,00	0,71	não
Titaea timur	11	sim	1.548.625	62,71	0,93	sim
Travassosula subfumata	12	sim	2.469.325	100,00	0,76	não

Apêndice 3.5. Métricas de paisagem selecionadas para diagnóstico do estado de fragmentação das formações vegetacionais remanescentes no bioma Cerrado (Mapa de Uso e Cobertura Vegetal do Cerrado - Terraclass, 2013).

Métrica	Parâmetro	Q1 n = 55	Q2 n = 375	Q3 n = 158	Q4 n = 268
Número de fragmentos ("patches")	Média	11.9	126.2	247.4	511.5
	Mínima	1	1	1	8
	Máxima	26	460	711	1339
	Desvio padrão	6.7	95.9	163.5	254.4
Densidade de borda ("edge")	Média	0.0005	0.0025	0.0058	0.0101
	Mínima	0.0001	0.0003	0.0021	0.0033
	Máxima	0.0014	0.0079	0.0234	0.0259
	Desvio padrão	0.0003	0.0014	0.0024	0.0035
Maior índice de fragmento ("lpi")	Média	0.9606	0.8915	0.5991	0.2992
	Mínima	0.4568	0.4178	0.2072	0.0292
	Máxima	1.0000	1.0000	1.0000	0.8208
	Desvio padrão	0.1162	0.1319	0.1937	0.1887
Área média de fragmento ("mpa") em hectares	Média	30955	2376	369	165
	Mínima	5020	51	10	9
	Máxima	149705	12265	1395	1154
	Desvio padrão	31432	2368	233	153
Índice de formato médio de fragmento ("msi")	Média	1.9293	1.9761	2.1125	2.3482
	Mínima	1.1438	1.4130	1.5628	1.8528
	Máxima	2.6210	2.6657	2.5970	2.9392
	Desvio padrão	0.2922	0.1731	0.1523	0.1766
Área core média de fragmentos ("mpca") em hectares	Média	30633	2266	316	127
	Mínima	4809	39	4	3
	Máxima	148452	11985	1262	979
	Desvio padrão	31259	2328	216	135
Tamanho efetivo de malha ("mesh") em hectares	Média	223384	149061	43816	14931
	Mínima	8696	51	10	17
	Máxima	300779	286222	142999	101764
	Desvio padrão	82547	77222	37823	19507

Apêndice 3.6. Lista de municípios com áreas prioritárias para conservação de Sphingidae e Saturniidae (Lepidotera) no bioma Cerrado.

Município	Área prioritária (km^2)
BA	
Barra	22
Barreiras	194
Buritirama	43
Correntina	22
Luís Eduardo Magalhães	215
Santa Maria da Vitória	22
São Desidério	194
BA Total	**710**
DF	**0**
Brasília	4.776
DF Total	**4.776**
GO	**0**
Abadia de Goiás	323
Abadiânia	645
Adelândia	22
Água Fria de Goiás	1.958
Águas Lindas de Goiás	280
Alexânia	1.226
Alto Paraíso de Goiás	1.829
Americano do Brasil	65
Anápolis	775
Anicuns	882
Aparecida de Goiânia	495
Araçu	65
Aragoiânia	151
Araguapaz	237
Arenópolis	22
Aurilândia	280
Avelinópolis	129
Baliza	22
Barro Alto	1.011
Bela Vista de Goiás	22
Bom Jardim de Goiás	258
Bonfinópolis	22
Brazabrantes	258
Buriti de Goiás	280
Cabeceiras	22
Cachoeira de Goiás	86
Caiapônia	2.302
Campestre de Goiás	86
Campinaçu	280
Campinorte	1.484
Campo Limpo de Goiás	43
Campos Belos	86
Carmo do Rio Verde	151
Catalão	731
Caturaí	22
Cavalcante	1.635
Ceres	237
Cezarina	129
Cidade Ocidental	237
Cocalzinho de Goiás	2.324
Colinas do Sul	22
Córrego do Ouro	129
Corumbá de Goiás	882
Cristalina	387
Crixás	280
Cromínia	86
Cumari	366
Damolândia	22
Davinópolis	237
Edéia	65
Faina	796
Fazenda Nova	108
Firminópolis	108
Flores de Goiás	43
Formosa	2.646
Formoso	65
Gameleira de Goiás	904
Goianápolis	258
Goiandira	43
Goianésia	1.743
Goiânia	581
Goianira	129
Goiás	2.431
Guapó	301
Guaraíta	473
Guarinos	129
Heitoraí	409
Hidrolândia	538
Hidrolina	796
Indiara	194
Inhumas	818

Município	Área prioritária (km^2)
Ipiranga de Goiás	65
Itaberaí	1.979
Itaguari	22
Itaguaru	516
Itapaci	775
Itapuranga	1.076
Itauçu	129
Ivolândia	108
Jandaia	22
Jaraguá	1.463
Jataí	43
Jesúpolis	151
Joviânia	86
Leopoldo de Bulhões	882
Luziânia	237
Mairipotaba	387
Mara Rosa	86
Mimoso de Goiás	1.054
Monte Alegre de Goiás	731
Montividiu	108
Morro Agudo de Goiás	473
Mossâmedes	667
Nazário	495
Nerópolis	409
Niquelândia	7.745
Nova América	237
Nova Glória	538
Nova Iguaçu de Goiás	129
Nova Roma	559
Nova Veneza	86
Novo Brasil	22
Novo Gama	108
Ouro Verde de Goiás	194
Ouvidor	258
Padre Bernardo	3.141
Palestina de Goiás	538
Palmeiras de Goiás	796
Paraúna	775
Petrolina de Goiás	818
Pilar de Goiás	645
Piranhas	86
Pirenópolis	2.668
Planaltina	3.012
Pontalina	129
Professor Jamil	22
Rialma	495
Rianápolis	387
Rio Verde	280
Rubiataba	796
Sanclerlândia	151
Santa Bárbara de Goiás	344
Santa Isabel	990
Santa Rita do Novo Destino	667
Santa Rosa de Goiás	237
Santo Antônio de Goiás	22
Santo Antônio do Descoberto	1.011
São Domingos	366
São Francisco de Goiás	323
São João d'Aliança	2.001
São Luís de Montes Belos	323
São Luíz do Norte	775
São Patrício	387
Senador Canedo	86
Silvânia	258
Taquaral de Goiás	301
Teresina de Goiás	344
Terezópolis de Goiás	43
Três Ranchos	172
Trindade	839
Turvânia	452
Uruaçu	1.441
Uruana	430
Valparaíso de Goiás	172
Varjão	581
Vila Boa	65
Vila Propício	1.764
GO Total	**88.057**
MA	**0**
Água Doce do Maranhão	108
Alto Parnaíba	194
Amarante do Maranhão	495
Araioses	1.140
Balsas	1.140
Barra do Corda	4.604
Barreirinhas	172
Buriti Bravo	1.269
Buritirana	43
Carolina	1.527
Cidelândia	43

Município	Área prioritária (km^2)
Colinas	624
Davinópolis	43
Dom Pedro	86
Esperantinópolis	516
Estreito	516
Fernando Falcão	1.915
Fortuna	344
Gonçalves Dias	43
Governador Eugênio Barros	818
Governador Luiz Rocha	796
Graça Aranha	559
Grajaú	6.798
Humberto de Campos	1.011
Icatu	43
Igarapé Grande	172
Imperatriz	753
Itaipava do Grajaú	22
Jatobá	172
Jenipapo dos Vieiras	108
João Lisboa	129
Joselândia	1.076
Lago da Pedra	1.269
Lago do Junco	194
Lago dos Rodrigues	280
Lagoa do Mato	1.205
Lagoa Grande do Maranhão	258
Loreto	387
Magalhães de Almeida	108
Parnarama	538
Passagem Franca	1.527
Paulino Neves	65
Paulo Ramos	22
Poção de Pedras	452
Presidente Dutra	818
Primeira Cruz	1.162
Riachão	108
Sambaíba	366
Santo Amaro do Maranhão	237
Santo Antônio dos Lopes	86
São Domingos do Maranhão	624
São Francisco do Brejão	22
São Francisco do Maranhão	323
São João dos Patos	86
São José dos Basílios	129
São Raimundo do Doca Bezerra	194
São Roberto	43
Senador La Rocque	194
Sítio Novo	108
Tasso Fragoso	301
Tuntum	1.011
Tutóia	559
Vila Nova dos Martírios	22
MA Total	**39.973**
MG	**0**
Abadia dos Dourados	1.162
Araguari	990
Araxá	990
Arceburgo	43
Augusto de Lima	344
Baldim	624
Barão de Cocais	22
Belo Horizonte	22
Bom Jesus do Amparo	194
Buenópolis	194
Buritis	473
Caeté	108
Capetinga	215
Capim Branco	108
Carmo do Paranaíba	65
Cascalho Rico	344
Cássia	344
Claraval	65
Conceição do Mato Dentro	237
Congonhas do Norte	86
Conquista	194
Coromandel	3.227
Couto de Magalhães de Minas	258
Cruzeiro da Fortaleza	237
Datas	194
Delfinópolis	323
Diamantina	2.560
Douradoquara	516
Estrela do Sul	710
Felício dos Santos	65
Francisco Dumont	65
Funilândia	22
Gouveia	818
Grupiara	237
Guarda-Mor	387

Município	Área prioritária (km^2)
Guimarânia	344
Ibiá	710
Ibiraci	904
Indianópolis	710
Iraí de Minas	387
Itabira	688
Itambé do Mato Dentro	215
Itamogi	387
Itaú de Minas	108
Jaboticatubas	947
Jacuí	215
Jequitibá	22
Joaquim Felício	65
Lagamar	667
Lagoa Formosa	688
Lagoa Santa	215
Lassance	645
Matozinhos	65
Medeiros	65
Monjolos	172
Monte Carmelo	968
Monte Santo de Minas	258
Morro do Pilar	215
Nova Ponte	409
Nova União	86
Paracatu	43
Passos	301
Patos de Minas	1.786
Patrocínio	2.582
Pedrinópolis	237
Pedro Leopoldo	215
Perdizes	3.076
Pratápolis	108
Presidente Kubitschek	22
Presidente Olegário	1.872
Ribeirão das Neves	86
Rio Paranaíba	65
Romaria	516
Sabará	172
Sacramento	3.614
Santa Juliana	624
Santa Luzia	86
Santana de Pirapama	581
Santana do Riacho	559
São Gonçalo do Rio Abaixo	43
São Gonçalo do Rio Preto	129
São Roque de Minas	366
São Sebastião do Paraíso	430
São Tomás de Aquino	452
Serra do Salitre	1.162
Serro	43
Sete Lagoas	108
Tapira	1.119
Taquaraçu de Minas	387
Uberaba	301
Varjão de Minas	172
Vazante	409
Vespasiano	65
MG Total	**48.320**
MS	**0**
Anastácio	1.355
Aquidauana	43
Bodoquena	237
Chapadão do Sul	65
Miranda	65
Nioaque	108
Porto Murtinho	1.549
MS Total	**3.421**
MT	**0**
Acorizal	43
Brasnorte	43
Campos de Júlio	1.635
Comodoro	3.593
Dom Aquino	22
Jaciara	65
Jangada	43
Juína	624
Poxoréo	194
Primavera do Leste	129
Santo Antônio do Leverger	366
Sapezal	258
MT Total	**7.014**
PA	**0**
Conceição do Araguaia	22
Santa Maria das Barreiras	323
Santana do Araguaia	43
PA Total	**387**

Município	Área prioritária (km^2)
PI	**0**
Antônio Almeida	108
Baixa Grande do Ribeiro	6.734
Bertolínia	22
Bom Jesus	3.614
Buriti dos Lopes	237
Caxingó	43
Currais	1.527
Gilbués	1.506
Ilha Grande	129
Landri Sales	280
Luís Correia	108
Manoel Emídio	22
Monte Alegre do Piauí	323
Murici dos Portelas	258
Parnaíba	258
Redenção do Gurguéia	495
Ribeiro Gonçalves	2.539
Santa Filomena	4.367
Sebastião Leal	1.248
Uruçuí	4.367
PI Total	**28.183**
PR	**0**
Arapoti	323
Jaguariaíva	667
Piraí do Sul	731
São José da Boa Vista	108
Sengés	1.377
Telêmaco Borba	43
Tibagi	882
Ventania	65
PR Total	**4.195**
SP	**0**
Altinópolis	516
Americana	22
Analândia	344
Angatuba	559
Anhembi	409
Aramina	22
Arandu	430
Araraquara	301
Araras	43

Município	Área prioritária (km^2)
Areiópolis	22
Artur Nogueira	108
Avaré	861
Batatais	624
Bofete	237
Bom Sucesso de Itararé	108
Botucatu	1.807
Brodowski	172
Brotas	1.248
Buri	904
Buritizal	151
Cajuru	129
Campina do Monte Alegre	22
Campinas	22
Capão Bonito	65
Cássia dos Coqueiros	108
Cerqueira César	280
Charqueada	43
Conchal	151
Conchas	194
Cordeirópolis	86
Coronel Macedo	215
Corumbataí	473
Cosmópolis	301
Cristais Paulista	753
Descalvado	215
Dois Córregos	172
Dourado	22
Espírito Santo do Pinhal	194
Franca	280
Guará	22
Guareí	43
Holambra	108
Ibaté	495
Igarapava	65
Ipeúna	258
Iracemápolis	22
Itaberá	1.484
Itaí	1.076
Itapetininga	882
Itapeva	1.011
Itapira	129
Itararé	796
Itatinga	1.033
Itirapina	387

Município	Área prioritária (km^2)
Itirapuã	129
Ituverava	258
Jaguariúna	151
Jeriquara	237
Lençóis Paulista	151
Limeira	452
Manduri	43
Mogi Guaçu	108
Moji Mirim	516
Nova Campina	301
Nova Odessa	22
Nuporanga	108
Orlândia	65
Paranapanema	796
Pardinho	108
Patrocínio Paulista	968
Paulínia	43
Pedregulho	366
Piracicaba	968
Piraju	215
Pirassununga	86
Pratânia	387
Restinga	473
Ribeirão Bonito	86
Ribeirão Corrente	65
Rifaina	215
Riversul	43
Sales Oliveira	151
Santa Cruz da Conceição	65
Santa Lúcia	22
Santa Maria da Serra	473
Santo Antônio da Alegria	538
Santo Antônio de Posse	22
São Carlos	968
São João da Boa Vista	22
São Joaquim da Barra	22
São José da Bela Vista	194
São José do Rio Pardo	43
São Manuel	344
São Pedro	688
Sumaré	65
Taquarituba	323
Taquarivaí	86
Tejupá	108
Torrinha	129
Vargem Grande do Sul	22
SP Total	**32.056**
TO	**0**
Abreulândia	925
Ananás	215
Angico	323
Aragominas	323
Araguacema	3.141
Araguaína	1.097
Araguanã	280
Araguatins	710
Arraias	1.140
Augustinópolis	215
Axixá do Tocantins	151
Babaçulândia	1.420
Bandeirantes do Tocantins	323
Brasilândia do Tocantins	22
Buriti do Tocantins	43
Cachoeirinha	86
Campos Lindos	818
Carmolândia	151
Carrasco Bonito	366
Caseara	151
Colinas do Tocantins	237
Colméia	151
Couto Magalhães	1.334
Darcinópolis	1.312
Divinópolis do Tocantins	258
Dois Irmãos do Tocantins	4.066
Filadélfia	129
Fortaleza do Tabocão	516
Goianorte	1.592
Goiatins	108
Guaraí	323
Ipueiras	43
Itaguatins	65
Lagoa do Tocantins	495
Lizarda	495
Luzinópolis	43
Mateiros	1.033
Miracema do Tocantins	237
Miranorte	602
Monte do Carmo	2.108
Muricilândia	258

Município	Área prioritária (km^2)
Nazaré	237
Nova Olinda	151
Novo Acordo	2.711
Palmas	194
Palmeiras do Tocantins	904
Paranã	516
Pau D'Arco	323
Pequizeiro	172
Piraquê	237
Ponte Alta do Tocantins	3.270
Porto Nacional	86
Praia Norte	387
Presidente Kennedy	65
Recursolândia	1.377
Riachinho	65
Rio dos Bois	151
Rio Sono	430
Sampaio	65
Santa Tereza do Tocantins	495
Santa Terezinha do Tocantins	172
São Bento do Tocantins	1.183
São Félix do Tocantins	1.334
São Miguel do Tocantins	602
São Valério da Natividade	237
Silvanópolis	194
Sítio Novo do Tocantins	65
Taguatinga	151
Tupirama	22
Wanderlândia	538
TO Total	**43.630**
Total Cerrado	**300.722**

Apêndice 3.7. Áreas prioritárias para conservação de Sphingidae e Saturniidae (Lepidoptera) em Unidades de Conservação de Proteção Integral no Cerrado.

Esfera / UC	Área prioritária (km^2)
Federal	
Estação Ecológica de Iquê	86,06
Estação Ecológica de Uruçuí-Una	516,33
Estacao Ecologica Serra Geral do Tocantins	258,17
Parque Nacional da Chapada das Mesas	387,25
Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros	279,68
Parque Nacional da Serra da Canastra	301,20
Parque Nacional da Serra da Cipó	301,20
Parque Nacional das Nascentes do Rio Parnaiba	301,20
Parque Nacional das Sempre Vivas	150,60
Parque Nacional de Brasília	344,22
Parque Nacional dos Lençois Maranhenses	107,57
Reserva Biológica da Contagem	43,03
Federal Total	**3.076,49**
Estadual	
Estação Ecológica de Angatuba	107,57
Estação Ecológica de Avaré	107,57
Estação Ecológica de Itapeva	43,03
Estação Ecológica de Paranapanema	43,03
Estação Ecológica de São Carlos	43,03
Estação Ecológica do Barreiro Rico	21,51
Estação Ecológica Ibicatu	21,51
Estação Ecológica Itaberá	21,51
Monumento Natural Estadual Lapa Vermelha	43,03
Parque Estadual Altamiro de Moura Pacheco	107,57
Parque Estadual Biribiri	107,57
Parque Estadual da Serra do Cabral	193,63
Parque Estadual da Serra dourada	86,06
Parque Estadual das Furnas do Bom Jesus	129,08
Parque Estadual de Terra Ronca	21,51
Parque Estadual do descoberto	43,03
Parque Estadual do Jalapão	236,65
Parque Estadual do Limoeiro	43,03
Parque Estadual Rio Preto	64,54
Parque Estadual Serra do Intendente	86,06
Parque Estadual Serra do Sobrado	64,54
Parque Estadual Serra Verde	43,03
Parque Estadual Vale do Códo	64,54
Refúgio de Vida Silvestre Estadual Macaúbas	129,08
Reserva Biológica do Rio descoberto	43,03
Estadual Total	**1.914,74**
Municipal	
Parque Natural Municipal do Setor Santa Cruz	21,51
Parque Natural Municipal do Tabuleiro	21,51
Municipal Total	**43,03**
Total (Proteção Integral)	**5.034,26**

Apêndice 3.8. Áreas prioritárias para conservação de Sphingidae e Saturniidae (Lepidoptera) em Unidades de Conservação de Uso Sustentável no Cerrado.

Esfera / UC	Área prioritária (km^2)
Federal	
APA Carste da Lagoa Santa	279,68
APA da Bacia do Rio descoberto	107,57
APA da Bacia do Rio São Bartolomeu	430,28
APA delta do Parnaiba	1.549,00
APA do Planalto Central	6.583,27
APA Morro da Pedreira	1.226,29
APA Serra da Ibiapaba	193,63
Área de Relevante Interesse Ecológica Matão de Cosmópolis	43,03
Floresta Nacional de Brasília	150,60
Floresta Nacional de Capão Bonito	129,08
Reserva Extrativista do Recanto das Araras de Terra Ronca	21,51
Reserva Extrativista do Ciriáco	21,51
Reserva Extrativista Extremo Norte do Tocantins	215,14
Reserva Extrativista Mata Grande	150,60
RPPN Catedral do Jalapão	43,03
RPPN Fazenda São Miguel	21,51
RPPN Joaquim Theodoro de Moraes	43,03
RPPN Nascentes do Rio Tocantins	86,06
RPPN Pau Terra	21,51
RPPN Reserva Fazenda Bonito de Cima IV	43,03
RPPN Reserva Fazenda Bonito de Cima VII	43,03
RPPN Reserva Fazenda Hr - douradinho	21,51
RPPN Reserva Fazenda Recanto das Águas Claras	43,03
RPPN Reserva Fazenda São Bernardo II	43,03
RPPN Reserva Fazenda São Miguel II	21,51
RPPN Reserva Natural do Tombador	43,03
RPPN São Bartolomeu	21,51
RPPN Soluar	43,03
Federal Total	**11.639,04**
Estadual	
Apa Corumbataí Botucatu Tejupa Perimetro Botucatu	2.474,10
Apa Corumbataí, Botucatu E Tejupá Perimetro Corumbataí	3.313,15
Apa do Lago Paranoá	21,51
Apa Piracicaba Juqueri Mirim Área I	172,11
Apa Piracicaba Juquerí-Mirim Area Ii	64,54
APA Águas Vertentes	344,22
APA da Foz do Rio das Preguiças - Pequenos Lençóis - Região Lagunar Adjacente	236,65
APA da Serra das Galés E da Portaria	107,57
APA da Serra dourada	516,33
APA das Nascentes de Araguaina	279,68
APA de Upaon-Açu / Miritiba / Alto Preguiças	2.345,02
APA dos Pireneus	430,28
APA Dunas E Veredas do Baixo Médio São Francisco	64,54
APA Estadual da Escarpa devoniana	2.818,33
APA Fazenda Capitão Eduardo	43,03
APA Ilha do Bananal/Cantão	7.164,14
APA Jalapão	387,25
APA João Leite	946,61
APA Pouso Alto	3.851,00
APA Serra da Jibóia	344,22
APA Serra do Lajeado	129,08
APA Serra Geral de Goiás	64,54
Arie Cruls	21,51
Arie do Bosque	43,03
Arie do Córrego Mato Grande	21,51
Arie dom Bosco	43,03
RPPN Ecocerrado Brasil	21,51
Rppn Floresta das Aguas Perenes	86,06
Estadual Total	**26.354,58**
Municipal	
APA do Itacuru	150,60
Municipal Total	**150,60**
Total Geral	**38.144,21**

Apêndice 3.9. Áreas prioritárias para conservação indicadas pelo Ministério do Meio Ambiente e áreas prioritárias para conservação de Sphingidae e Saturniidae (Lepidoptera) pelo presente estudo. (Shapes das áreas prioritárias do Cerrado e Pantanal – 2ª atualização. Disponível em http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80049/Areas%20Prioritarias/Cerrado%20e%20Pantanal/AP_Cerrado_Pantanal_2%20atualizacao%2014nov16_UTF8.rar. Acesso em 02/05/2017).

Área prioritária	MMA, 2016 (km²)	Presente estudo (km²)
Extremamente alta		
Córrego Agachi	7.947	108
Carste Lagoa Santa		3.636
Chapada da Contagem		6.540
Conceição do Tocantins		65
Crixás		667
Diamantina		3.657
Entorno PN Nascentes do Parnaíba	2.434	43
Entorno TI Bacuruzinho	90.942	1.140
Itapetininga	142	86
Itararé	4.563	430
Lizarda		22
Mosaico Cipo Intendente		2.280
Nascente Uruçui	25.702	775
Nioaque		430
Pirenópolis		3.012
Rio Areial		43
Rio Caiapó	29.301	344
Rio Corumbá		1.786
Rio da Meia Ponte		3.507
Rio Manso		65
Rio Miranda - Pantanal	14.305	151
Rio Ponte de Pedra		473
Rio Prata		43
Rio São Bartolomeu		5.766
Rio Sucuriiju		947
Riozinho		3.442
Serra de Caldas		968
Serra do Cabral		731
Serra do Quilombo	93.661	1.743
Extremamente alta Total	**268.997**	**42.899**
Muito alta		
Araxá	129.065	1.764
Aurora do Tocantins		237
Barra Bonita		3.335
Barra do Garças		22
Bertolínea		1.549
Caiapônia		1.291
Caseara	128.205	1.484
Couto de Magalhães		3.120
Doverlândia		688
Entorno PE Serra Dourada	109.198	1.743
Entorno TI Kanela - TI Porquinhos	6.473	258
Entorno TI Sangradouro / Volta Grande		215
Entrono PN Chapada dos Veadeiros	98.947	1.054
Formosa	82.187	1.205
Formoso		237
Jaguariaiva	159.801	2.151
Jataí		22
Lagoa do Tocantins	150.136	1.614
Mambaí		22
Mococa	4.125	151
Niquelândia		2.237
Pedregulho	2.036	194
Piranhas		301
Ponte Alta		4.238
Pouso Alto		1.958
Recursolândia		1.441
Ribeirão Mutum		344
Rio Aquidabã		882

Rio Araguaia II		65
Rio Araguari		5.249
Rio Corrente		43
Rio Coxipó		22
Rio Cuiabá-Mirim		43
Rio das Velhas		22
Rio do Cervo		323
Rio dos Bois		2.108
Rio Formiga	3.174	280
Rio Jacaré-Pepira		624
Rio Maranhão	110.534	1.850
Rio Mutum	377	22
Rio Negro		215
Rio Paranã		839
Rio Paraopeba		194
Rio Pardo		710
Rio Piracanjuba	34.980	710
Rio Sono		4.131
Rio Traíras		1.441
Rio Turvo - GO		129
Rio Uruçui-Vermelho		1.463
Rio Urucuia	355	65
Sacramento	49.675	1.312
Serra da Prata		1.033
Serra de São Bartolomeu	87.813	968
Uruaçu		3.937
Muito alta Total	**1.157.079**	**61.551**
Alta		
Aragominas	188.874	1.893
Barreirinhas		172
Bodoquena		22
Buritirama		43
Entorno ESEC Serra Geral do Tocantins	15.618	409
Entorno PN Chapada das Mesas		4.862
Guaraí		818
Ibiá	3.180	108
Itirapina	22.361	839
Lagoas marginais	6.615	258
Matões		43
Porto Nacional		22
Presidente Olegário		990
Ribeirão Arrais	270	22
Rio Cana Brava		731
Rio das Tabocas	648	65
Rio Lajeado - TO		5.615
Rio Moji-Guaçu		1.011
Rio Nabileque	10.438	108
Rio Parnaíba	45.854	538
Rio Parnaiba - Balsas		882
Rio Parnaiba II		4.561
Rio São Marcos	2.077	22
Rio São Valério		258
Rio Sapucaí		2.474
Rio Tarumã		516
São Bento do Tocantins	60.844	1.205
São Domingos	11.796	258
Tapira	183.940	2.237
Vazante		2.022
Alta Total	**552.514**	**33.002**
Área Protegida		
Estação Ecológica de Avaré	39	108
Estação Ecológica de Paranapanema	14	43
Estação Ecológica Angatuba	75	108
Estação Ecológica de Águas Emendadas	600	129
Estação Ecológica de Itapeva	2	43
Estação Ecológica de Itirapina	96	86
Estação Ecológica de São Carlos	2	43
Estação Ecológica de Uruçuí-Una	11.011	172
Estação Ecológica do	47	22

Jardim Botânico		
Estação Ecológica Itaberá	2	22
Parque Estadual Biribiri	1.103	129
Parque Estadual Cerca Grande	1	22
Parque Estadual da Serra do Cabral	2.120	194
Parque Estadual da Serra dourada	5.396	387
Parque Estadual das Furnas do Bom Jesus	133	129
Parque Estadual de Terra Ronca	2.359	86
Parque Estadual do descoberto	40	43
Parque Estadual do Guartelá	17	43
Parque Estadual do Jalapão	17.890	237
Parque Estadual do Limoeiro	86	86
Parque Estadual do Mirador		43
Parque Estadual Serra do Intendente	1.293	194
Parque Estadual Serra do Sobrado	4	22
Parque Estadual Serra Verde	1	22
Parque Estadual Vale do Códo	19	43
Parque Nacional da Chapada das Mesas	1.623	22
Parque Nacional da Serra da Canastra	10.602	108
Parque Nacional da Serra da Cipó	5.057	323
Parque Nacional das Nascentes do Rio Parnaiba		129
Parque Nacional de Brasília	3.097	151
Parque Nacional dos Lençois Maranhenses	7.888	108
Reserva Biológica da Contagem	36	22
Reserva Biológica do Guará		22
Reserva Biológica do Rio descoberto	9	43
Reserva Biológica São Sebastião do Paraiso	8	43
Área Protegida Total	**70.671**	**3.421**
Terra Indigena		
TI Apinayé	5.740	86
TI Bacurizinho	107.211	1.700
TI Cana Brava/Guajajara	60.322	947
TI Carretão I	18	22
TI Enawenê-Nawê		129
TI Kadiwéu		172
TI Kanela	76.270	1.291
TI Kraolandia		22
TI Morro Branco		22
TI Nambikwara		3.550
TI Parque do Aripuanã		43
TI Pirineus de Souza	2.348	172
TI Porquinhos dos Canela-Apãnjekra		1.764
TI Urucu/Juruá	645	108
Terra Indigena Total	**252.554**	**10.025**
Total Cerrado	**2.301.816**	**300.722**

Conclusões gerais

Este estudo apresentou o primeiro panorama da diversidade e distribuição de Sphingidae no Brasil, onde grande parte da riqueza neotropical foi caracterizada quanto a distribuição, composição, riqueza e abundância nos biomas brasileiros. Foi revelado alto grau de compartilhamento de espécies entre os biomas e padrões de riqueza e endemismo na Amazônia e Mata Atlântica associados a influência de altos índices de precipitação e umidade relativa do ar. Foram identificadas lacunas de conhecimento da biodiversidade de Sphingidae nas regiões Norte e Nordeste, no bioma Pantanal e na maioria das Unidades de Conservação, áreas potencialmente prioritárias para realização de futuros esforços de levantamentos.

A investigação dos padrões de atividade temporal diária das assembleias de Sphingidae e Saturniidae no Cerrado indicou sobreposição e deslocamento da atividade para o final da noite, sugerindo uma possível estratégia anti-predação. Para Sphingidae, as diferenças par a par podem ser o resultado da competição interespecífica por recursos alimentares, de diferentes necessidades metabólicas de forrageamento ou ainda do efeito de fatores abióticos afetando de maneira diferenciada espécies com tamanhos corpóreos distintos.

A identificação das áreas prioritárias para conservação de Sphingidae e Saturniidae no Cerrado revelou que a maior parte destas ainda não está protegida nem contemplada nas prioridades de conservação para o Bioma, e que o risco a conservação tende a aumentar com o avanço da fragmentação da vegetação nativa remanescente pela expansão das fronteiras agrícolas e ocupações humanas.

Diante das ameaças à conservação da biodiversidade desses lepidópteros nos biomas brasileiros, este estudo deverá contribuir de maneira eficaz para a priorização de medidas de conservação *in-situ* e subsidiar substancialmente as ações de pesquisa e conservação com indicação das lacunas de conhecimento, recomendação de novos estudos e indicação de áreas prioritárias para a proteção e conservação desta representativa proporção da biodiversidade brasileira.