

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E NATURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

**Estrutura da Diversidade de Braconidae (Hymenoptera)
em duas reservas de Mata Atlântica**

Caroline Ferreira Coutinho

**Vitória, ES
Março, 2019**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E NATURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

**Estrutura da Diversidade de Braconidae (Hymenoptera)
em Duas Reservas de Mata Atlântica**

Caroline Ferreira Coutinho
Orientador: Alexandre Pires Aguiar, Ph.D.

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas (Biologia Animal) da Universidade Federal do Espírito Santo como requisito para a obtenção do grau de Mestre em Biologia Animal

**Vitória, ES
Março, 2019**

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Alexandre Pires Aguiar, por ter me recebido em seu laboratório de forma solícita, pela oportunidade de auxiliar no meu crescimento como Bióloga e por compartilhar os conhecimentos com paciência e boa vontade.

À Universidade Federal do Espírito Santo e ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, por dar o suporte necessário para me tornar mestre. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de Mestrado e ao Programa de Apoio à Pós-graduação – PROAP/CAPES, por disponibilizar parte dos recursos necessários para o trabalho de campo.

Aos professores do PPGBAN por fazerem parte e agregarem conhecimentos à minha formação.

Aos motoristas da UFES que transportaram a equipe com segurança e paciência nas excursões de campo.

Aos amigos do Laboratório de Parasitoides Interessantes (LAPIS), Fernanda, Gabriel, Marcus e Mariana por todo apoio, por auxiliar em momentos de dúvidas e pela convivência harmoniosa desde os primeiros dias no laboratório.

À minha mãe, Zuleica, por ter dedicado seu tempo para nos receber da melhor forma possível em seu sítio em Santa Teresa, localizado próximo à REBIO Augusto Ruschi, onde ficamos hospedados e tivemos um ponto de apoio para realizar as coletas. Ao meu tio José Francisco que gentilmente fez o transporte de todos que participaram das coletas, do sítio até a Reserva.

Ao analista ambiental da REBIO Augusto Ruschi, Thomaz D. de Novaes, e à secretária Angélica por gentilmente fornecer informações sobre a reserva.

Aos Guardas ambientais da REBIO de Duas Bocas e Augusto Ruschi, Francisco, Alcimar, Lucínio e Eduardo pela segurança e companhia na Reserva.

Aos amigos da turma de mestrado 2017/1 por estarem sempre unidos, ajudando uns aos outros nos momentos mais difíceis e pela ótima convivência.

À minha família e amigos que viveram comigo essa realização, principalmente ao meu noivo Luan por todo amor e compreensão nesses dois anos. À todos aqueles que direta ou indiretamente participaram de toda a trajetória.

Sumário

1. INTRODUÇÃO	11
2. MATERIAL & MÉTODOS	13
2.1 Áreas de Estudo.....	13
2.2 Tipos de vegetação	13
2.3 Conceitos.....	13
2.4 Amostragem	13
2.5 Morfoespecação e Identificação.....	15
2.6 Representatividade	16
2.7 Análise de dados.....	16
2.7.1 Banco de dados.....	17
2.7.2 Abundância.....	17
2.7.3 Riqueza.....	17
2.7.5 Similaridade faunística	19
2.7.6 Estrutura temporal	19
3. RESULTADOS.....	19
3.1 Representatividade	19
3.2 Amostragens.....	22
3.3 Abundância	23
3.2.1 Abundância das subfamílias.....	23
3.2.2 Abundância nas Reservas	24
3.2.3 Abundância por tipo de vegetação	25
3.3 Riqueza.....	29
3.3.1 Riqueza das subfamílias	29
3.3.2 Riqueza nas Reservas	33
3.3.3 Riqueza por tipo de vegetação.....	36
3.4 Diversidade	40
3.4.1 Diversidade nas Reservas	40
3.4.2 Diversidade nos tipos de vegetação.....	41
3.5.1 Similaridade entre as reservas	42
3.5.2 Similaridade por tipo de vegetação	42
3.6 Estrutura temporal	43
3.6.1 Estrutura temporal nas Reservas	43
3.6.2 Estrutura temporal por tipo de vegetação.....	45
4. DISCUSSÃO.....	47
4.1 Representatividade	47
4.2 Amostragem	47
4.3 Abundância	48
4.3.1 Abundância das subfamílias.....	48
4.3.2 Abundância nas Reservas	49
4.3.3 Abundância nos tipos de vegetação.....	49

4.4 Riqueza.....	49
4.4.1 Riqueza das subfamílias	49
4.4.2 Riqueza nas Reservas	50
4.4.3 Riqueza nos tipos de vegetação.....	51
4.5 Diversidade	51
4.5.1 Diversidade nas Reservas	51
4.5.2 Diversidade nos tipos de vegetação.....	52
4.6 Similaridade.....	52
4.6.1 Similaridade nas reservas	52
4.6.2 Similaridade nos tipos de vegetação	52
4.7 Sazonalidade.....	53
4.7.1 Sazonalidade nas reservas	53
4.7.2 Sazonalidade nos tipos de vegetação.....	53
5. CONCLUSÃO	55
REFERÊNCIAS	56

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Informações sobre reserva, tipo de vegetação, coordenadas e altitude dos pontos amostrais.

Tabela 2. Total de indivíduos de Braconidae coletados, por subfamília e nível de identificação atingido.

Tabela 3. Número de amostras obtidas por reserva, por vegetação e tipo de armadilha.

Tabela 4. Esforço amostral com as armadilhas Malaise e Moericke, em dias-armadilha.

Tabela 5. Totais para indivíduos coletados para cada subfamília de Braconidae, em cada Reserva, por armadilha.

Tabela 6. Totais para indivíduos em dias-armadilha, coletados para cada subfamília de Braconidae, em cada Reserva, por armadilha.

Tabela 7. Total de indivíduos por subfamília, nas duas reservas, por tipo de vegetação em ambas armadilhas.

Tabela 8. Indivíduos capturados em Malaise, por dia-armadilha, por subfamília, em cada reserva e por tipo de vegetação.

Tabela 9. Indivíduos capturados em Moericke, por dia-armadilha, por subfamília, em cada reserva e por tipo de vegetação.

Tabela 10. Total de espécies de Braconidae por subfamília em cada reserva.

Tabela 11. Total de espécies de Braconidae por subfamília em cada reserva em comparação com o total de espécies conhecidas para o Brasil.

Tabela 12. Total de espécies por subfamília de Braconidae em cada reserva em coletas com Malaise.

Tabela 13. Total de espécies de Braconidae por subfamília em cada reserva em coletas com Moericke.

Tabela 14. Riqueza das espécies de Braconidae nas Reservas, por tipo de vegetação.

Tabela 15. Ordem de dominância das subfamílias de Braconidae na RBAR e RBDB.

Tabela 16. Total das espécies observadas e estimativa da riqueza de Braconidae nas reservas, por armadilha.

Tabela 17. Total de espécies de Braconidae (riqueza) nas duas reservas, por tipo de vegetação.

Tabela 18. Espécies capturadas com Malaise, por subfamília, em cada reserva, por tipo de vegetação em dias-armadilha.

Tabela 19. Espécies capturadas com Moericke, por subfamília, em cada reserva, por tipo de vegetação em dias-armadilha.

Tabela 20. Riqueza observada das espécies de Braconidae nas reservas, por tipo de vegetação, com extrapolação para igual número de amostras.

Tabela 21. Número de espécies exclusivas em cada estação do ano e total nas duas reservas.

Tabela 22. Total de espécies de Braconidae por tipo de vegetação e por estação.

LISTA DE FIGURAS

Figuras 1-2. Mapas com os pontos amostrais nas duas reservas.

Figura 3. Hábito comum de representantes da família Braconidae.

Figura 4. Árvore filogenética para as subfamílias de Braconidae da região Neotropical.

Figura 5. Principais grupos hospedeiros e modos de parasitismo para as subfamílias de Braconidae.

Figura 6-9. Representação do esforço amostral.

Figura 10. Gráfico de Whittaker representando o padrão de distribuição das espécies na RBAR (verde) e RBDB (preto).

Figura 11. Abundância de Braconidae na RBAR (AR) e RBDB (DB).

Figura 12. Abundância de Braconidae na RBAR (AR) e RBDB (DB) em Mata Primária e Mata Secundária.

Figura 13. Abundância de Braconidae na RBAR (AR) e RBDB (DB) em áreas de Mata Primária (1) e Mata Secundária (2), para cada subfamília em armadilhas Moericke.

Figuras 14-15. Gráficos *ranking*/abundância para RBAR e RBDB, respectivamente, mostrando o padrão de distribuição das espécies de Braconidae.

Figuras 16-18. Curvas de acumulação de espécies de Braconidae para a RBAR.

Figuras 19-21. Curvas de acumulação de espécies de Braconidae para a RBDB.

Figuras 22-24. Curvas de rarefação com extrapolação para igual número de amostras, para riqueza de espécies de Braconidae na RBAR (preto) e na RBDB (vermelho) para Malaise, Moericke, e dados combinados de ambas armadilhas.

Figura 25. Riqueza de Braconidae na RBAR (AR) e RBDB (DB). em áreas de Mata Primária (1) e Mata Secundária (2), para cada subfamília em ambas as armadilhas.

Figura 26. Riqueza de Braconidae na RBAR (AR) e RBDB (DB). em áreas de Mata Primária (1) e Mata Secundária (2), para cada subfamília em armadilhas Malaise.

Figura 27. Riqueza de Braconidae na RBAR (AR) e RBDB (DB) em áreas de Mata Primária (1) e Mata Secundária (2), para cada subfamília em armadilhas Moericke..

Figura 28-30. Curvas de rarefação com extrapolação para igual número de amostras, para riqueza de espécies de Braconidae na MP (preto) e na MS (vermelho) para Malaise, Moericke.

Figuras 31-33. Perfis de diversidade de Braconidae obtido através da série de Hill, comparando a RBAR (preto) com a RBDB (vermelho).

Figuras 34. Perfis de diversidade de Braconidae obtido através da série de Hill, comparando a MP (preto) com a MS (vermelho) da RBAR.

Figuras 35. Perfis de diversidade de Braconidae obtido através da série de Hill, comparando a MP (preto) com a MS (vermelho) da RBDB.

Figuras 36. Perfis de diversidade de Braconidae obtido através da série de Hill, comparando a MP (preto) com a MS (vermelho) de ambas as reservas.

Figura 37. Diagramas de Venn para espécies de Braconidae exclusivas e compartilhadas entre a RBAR e RBDB.

Figuras 38-40. Diagramas de Venn para espécies de Braconidae exclusivas e compartilhadas nos tipos de vegetação.

Figura 41-42. Fenologia das espécies (eixo y) de Braconidae coletadas na RBAR.

Figura 43-44. Média do número de indivíduos por amostra, com barras de erro padrão.

Figura 45. Número de espécies extrapolados para o mesmo número de amostras de Braconidae nas duas reservas.

Figura 46-47. Média do número de indivíduos por amostra, com barras de erro padrão.

Figura 48. Número de espécies extrapolados para o mesmo número de amostras de Braconidae nos tipos de vegetação.

RESUMO

Um estudo comparativo de Braconidae (Hymenoptera) foi conduzido em duas reservas na Mata Atlântica, a Reserva Biológica Augusto Ruschi (RBAR) e a Reserva Biológica de Duas Bocas (RBDB). As coletas foram realizadas em um ciclo anual, compreendendo todas as estações do ano, com armadilhas Malaise e Moericke. Um total de 17 subfamílias foram investigadas, representando 3421 exemplares em 403 espécies. Abundância, riqueza, diversidade, similaridade faunística e, em menor grau, a sazonalidade, foram comparativamente investigados entre reservas e tipos de vegetação (i.e., Mata Primária vs. Mata Secundária). A estrutura de abundância das espécies foi similar entre reservas, e entre MP e MS de cada reserva. A riqueza de espécies foi maior na RBAR (321 vs. 287 na RBDB), mas a diversidade na RBDB foi maior se consideradas ambas as armadilhas. A similaridade faunística entre as reservas foi de apenas 39%, além de 40-46% de espécies exclusivas em cada reserva. Em quase todos os níveis de análise MP e MS foram desiguais, com MP apresentando valores superiores. A maioria das espécies foi coletada na primavera, com diferenças significativas de similaridade faunística entre as diferentes estações do ano. Os resultados sugerem que a estrutura observada da diversidade de Braconidae nas reservas pode talvez ser um fenômeno abrangente na Mata Atlântica.

Palavras-chave: parasitoides, reservas, diversidade, conservação

ABSTRACT

A comparative study of Braconidae (Hymenoptera) was conducted in two reserves in the Atlantic Forest, the *Reserva Biológica Augusto Ruschi* (RBAR) and *Reserva Biológica de Duas Bocas* (RBDB). Sampling was performed along a full annual cycle, using Malaise and Moericke traps. A total of 17 subfamilies were investigated, representing 3421 specimens and 403 species. Abundance, richness, diversity, faunistic similarity and, to a lesser degree, seasonality, were comparatively investigated between reserves and types of vegetation (i.e., Primary vs. Secondary forests). Abundance structure was similar between Reserves and between types of vegetation. Species richness was highest for RBAR (321 vs. 287 for RBDB), but the diversity in RBDB was highest if considering both traps pooled together. Faunistic similarity between the reserves was only 39%, with 40-46% of exclusive species in each of them. At nearly all levels of analysis, MP and MS were dissimilar, with MP showing higher values. Most species were collected during spring, but there was significant changes in species composition through the seasons. The results suggest that the observed structure of Braconidae biodiversity may represent a more generalized phenomenon in fragments of Atlantic forest.

Key words: parasitoids, reserves, diversity, conservation.

1. INTRODUÇÃO

Braconidae são vespas parasitoides que atuam como agentes reguladores e indicadores da presença ou ausência de insetos herbívoros (Matthews, 1974; LaSalle, 1993; Shaw *et al.*, 2002). Há aproximadamente 14.890 espécies descritas e 40.000 estimadas de Braconidae em todo o mundo, representando a segunda maior família de Hymenoptera (Wharton *et al.*, 2017). Ocorrem em todas as áreas e não apresentam preferência por regiões tropicais ou temperadas, e habitats úmidos ou secos (Sharkey, 1993). São vespas pequenas e ativas, a maioria de coloração preta, castanha ou alaranjada, com estágios larvais que se desenvolvem sobre ou no interior de outros insetos, incluindo larvas de Lepidoptera, Coleoptera e Diptera, ninfas de Psocoptera, Hemiptera, Aphididae, Isoptera e Hemiptera, além de parasitar adultos de Coleoptera e Hymenoptera (Sharkey, 1993).

Devido à íntima associação com seus hospedeiros, possuem adaptações comportamentais e biológicas manifestadas na morfologia do adulto (Wharton, 2017). Além disso, o grupo é largamente utilizado no controle de insetos-praga para a agricultura (Gonzalez & Ruíz 2000; Cirelli *et al.*, 2003; Reis-Filho *et al.*, 2004; Valente *et al.*, 2018).

Atividades humanas podem modificar a estrutura da vegetação que resulta na simplificação do habitat (Fahrig, 2003; Harper *et al.*, 2005) e, conseqüentemente, reduzem a biodiversidade, alterando a composição da comunidade de diferentes grupos taxonômicos, como mamíferos, abelhas e vespas (Ebeling *et al.*, 2012; August, 1983; Antonini *et al.*, 2016).

Insetos parasitoides possuem uma complexa relação com seus hospedeiros, o que os torna vulneráveis aos impactos ambientais (Cagnolo, 2009). LaSalle e Gauld (1993) destacam himenópteros parasitoides como um grupo que desempenha um papel fundamental na manutenção da diversidade de outros grupos de animais e plantas, através de interações profundas e altamente especializadas. Além disso, podem ser empregados para avaliar os efeitos da fragmentação florestal, pois participam do funcionamento dos ecossistemas naturais, sendo capazes de suprimir populações de insetos herbívoros (Kruess & Tscharrntke, 2000).

Parasitoides participam de mais de 50% das cadeias alimentares de ambientes terrestres, como em florestas úmidas (LaSalle & Gauld, 1991), porém, estudos sobre a estrutura de sua comunidade nos trópicos são escassos (LaSalle & Gould, 1993; Godfray, 1994; LaSalle, 1993).

As florestas tropicais abrigam dois terços da biodiversidade terrestre (Gardner *et al.*, 2009), contudo, somente uma pequena parcela dessas áreas resiste aos impactos humanos (Kareiva *et al.*, 2007). Menos de 10% de todo bioma da floresta tropical está dentro de áreas protegidas (Schmitt *et al.*, 2009). A agricultura, produção de madeira e a ocupação humana estão reduzindo as florestas tropicais, gerando conseqüências devastadoras para a biodiversidade (Gibson *et al.*, 2011).

O estudo da diversidade da fauna tropical de insetos tem sido um dos maiores desafios dos ecólogos (Lewis *et al.*, 2002). Há uma grande disponibilidade de inventários de espécies para certos táxons, mas os processos que geram e mantêm a diversidade de insetos tropicais ainda são pouco conhecidos (Lewis *et al.*, 2002). Nem sempre há uma relação com as fontes de variação que influenciam no padrão de distribuição das espécies, tais como tipos de vegetação e distribuição geográfica (Sääksjärvi *et al.*, 2006; Poulin *et al.*, 2011; Wolda, 1978). Além disso, pesquisas em diversidade demandam tempo, recursos e frequentemente enfrentam problemas na investigação como desigualdades amostrais, falta de acessibilidade ao habitat e a falta de familiaridade com a biota (Magurran, 2013).

Há alguns estudos publicados sobre a diversidade de Braconidae, no Brasil, Península Ibérica e Espanha (*e.g.*, Cirelli & Penteado-Dias, 2003; Scatolini & Penteado-Dias, 2003; Jiménez-Peydró *et al.*, 2011; Pérez-Rodríguez *et al.*, 2013; Falcó-Gari *et al.*, 2014), mas não existe qualquer trabalho comparativo publicado sobre a estrutura da diversidade de Braconidae, por exemplo, comparando duas ou mais reservas. Estudos mais recentes sobre a estrutura da

diversidade foram de Jimenéz-Peydró *et al.* (2011), onde compararam a diversidade de Opiinae em diferentes áreas de uma floresta da Espanha, e Pérez-Rodríguez *et al.* (2013) que compararam a diversidade de Microgastrinae em diferentes áreas da mesma floresta. São estudos, portanto, limitados a uma subfamília.

Não há investigações sobre a estrutura da diversidade de Braconidae na Mata Atlântica, e, aparentemente, também não há investigações detalhadas sobre as diferenças na diversidade entre Mata Primária e secundária. Desse modo, uma das investigações também propostas neste estudo foi comparar a fauna de Braconidae em Mata Primária e secundária. A vegetação primária é formada por florestas antigas que sofreram pouco ou nenhum distúrbio humano recente e que são fundamentais para a manutenção da biodiversidade tropical; já as áreas de vegetação secundária, que são degradadas e exploradas pelo homem e pelo avanço da agricultura, seguem aumentando (Gibson, 2011).

Diversos estudos têm observado que diferentes tipos de vegetação apresentam mudanças na abundância e composição de espécies de Braconidae em função do estado de conservação do local (*e.g.*, Chay-Hernández *et al.*, 2006; Idris & Hasmawati, 2002; Querino *et al.*, 2011; Barbieri & Dias, 2012). Barbieri & Dias (2012) compararam a diversidade de Braconidae em três áreas distintas: pastagem degradada, Mata Secundária e área em processo de regeneração, na região do Médio Vale do Paraíba, São Paulo, e Scatolini & Pentead-Dias (2003) analisaram a diversidade de gêneros de Braconidae em três áreas do Estado do Paraná que sofreram a retirada de madeira e apresentam diferentes graus de preservação. Rastello & Pentead-Dias (2006), compararam a diversidade de Microgastrinae em três áreas: mata ciliar, mata mesófila e área degradada, na Unidade de Conservação de Teixeira Soares. Contudo, ao que parece, não há trabalhos publicados comparando a diversidade de Braconidae em Mata Primária e secundária da Mata Atlântica.

Estudos que envolvem diversidade de espécies são bem fundamentados se forem realizados de forma comparativa, porém, devem ser feitos com cautela, pois a falta de padronização dos estudos pode levar a diferentes conclusões sobre a riqueza de espécies (Baltanás, 1992; Magurran, 2013). Partindo desse princípio, o objetivo deste estudo foi comparar e caracterizar a estrutura da diversidade de Braconidae em duas Reservas da Mata Atlântica, de fácil acesso e submetidas ao mesmo desenho amostral, em um ciclo anual completo, em áreas com características distintas como relevo e pluviosidade, o que possibilitou a tomada de conclusões concretas sobre a variação da biodiversidade do grupo. O objetivo deste trabalho foi procurar por evidências qualitativas e/ou quantitativas sobre qualquer tipo de estrutura observável ou aparente para Braconidae dentro das florestas investigadas, buscando, no processo, caracterizar as possíveis diferenças entre reservas, tipos de vegetação (Mata Primária e secundária) e, em menor grau, entre as estações do ano.

2. MATERIAL & MÉTODOS

2.1. Áreas de Estudo

Duas reservas localizadas no Espírito Santo foram escolhidas para este estudo: Reserva Biológica Duas Bocas (RBDB) e Reserva Biológica Augusto Ruschi (RBAR). A vegetação predominante de ambas é composta por Mata Atlântica Ombrófila Densa.

A RBDB fica localizada no município de Cariacica (20°16'S, 40°28'W). Possui 2910 hectares, com altitudes que variam de 200 a 780 m. Conta com estações para receber pesquisadores, sala para conferências/aulas, biblioteca e museu. É administrada pelo Instituto Estadual de Meio Ambiente (IEMA, 2019).

A RBAR está localizada no município de Santa Teresa (19°45'S 40°27'W). A reserva possui 3.598 hectares, com altitudes que variam de 80 a 1100 m. O clima é tropical de altitude com temperaturas médias de 19, 9°C.

2.2. Tipos de vegetação

As duas reservas possuem áreas de Mata Primária (MP) e Mata Secundária (MS). Na RBAR, a MP possui aparente exploração seletiva em algumas áreas e MS no limite norte. É administrada pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (MMA, 2016). A RBDB conta com porções de MP nas áreas mais altas, e de áreas de MS com 60 anos de regeneração nas áreas mais baixas, onde predominam jaqueiras (*Antocarpus heterophylla*, Moraceae) (Boni *et al.*, 2009).

2.3. Conceitos

Os termos floresta primária e floresta secundária são amplamente utilizados na literatura (Chokkalingam & Jong, 2001). A floresta primária pode ser percebida como um tipo de “floresta de clímax” para uma determinada região e ambiente, e que se acredita ser relativamente estável (Chokkalingam & Jong, 2001). A floresta secundária refere-se então a florestas sucessionais que se desenvolvem após o desmatamento da floresta original (Chokkalingam & Jong, 2001).

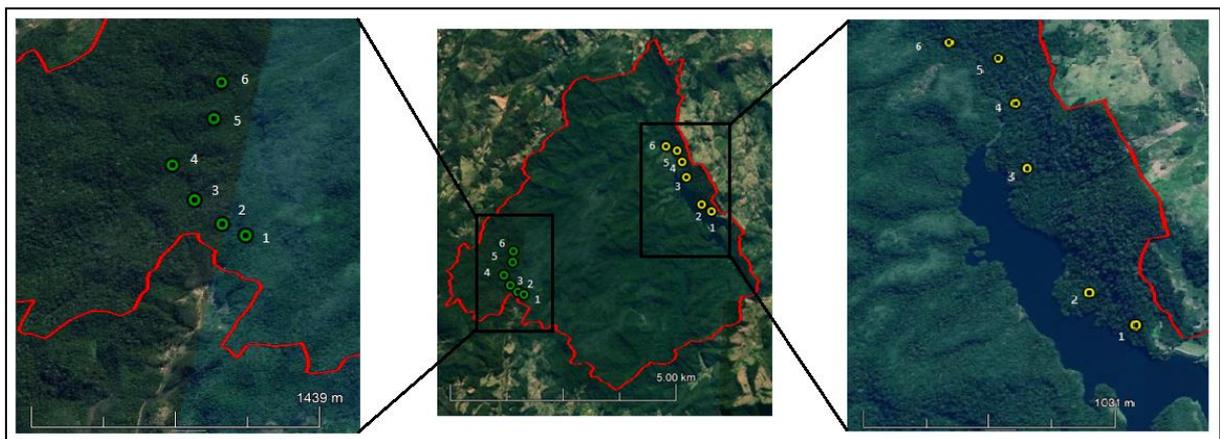
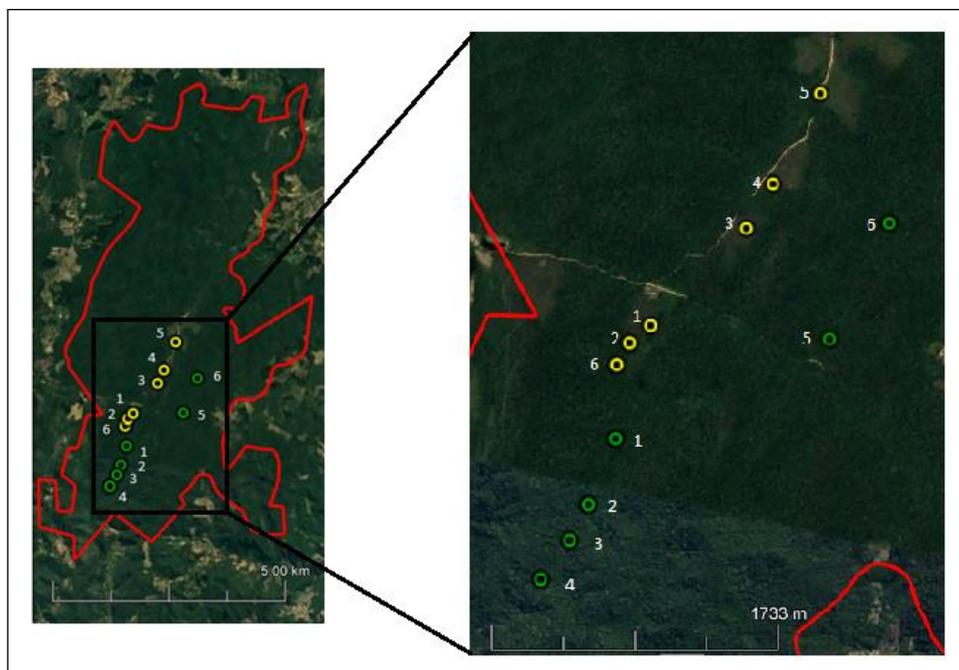
No Brasil, O Ministério do Meio Ambiente, por meio do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA (1993), reconhece as definições para vegetação primária e secundária, na qual a vegetação primária é aquela em que os efeitos das ações antrópicas são mínimos e que não afetam significativamente suas características originais de estruturas de espécies, com grande diversidade biológica. A vegetação secundária é aquela que resulta de processos naturais de sucessão posterior à supressão total ou parcial da vegetação primária por ações antrópicas ou causas naturais e que pode conter resquícios da vegetação primária.

2.4. Amostragem

Existe grande variedade de condições climáticas nos trópicos que podem afetar a sazonalidade dos insetos: na maioria das áreas as estações não são bem marcadas e a duração e severidade da estação seca e chuvosa varia de um local para outro (Wolda, 1978a; Wolda, 1978b). Estudos mostram indícios de que a abundância de insetos sofre alterações entre as estações do ano, principalmente onde há alternância de estações secas e chuvosas (*e.g.*, Wolda, 1978a; Wolda, 1978b, Wolda & Fisk, 1981). As espécies vegetais das florestas tropicais tendem a apresentar padrões fenológicos distintos, onde as florações, frutificações e aparecimento de folhas podem ocorrer em qualquer momento do ano (Marques *et al.*, 2004; Opler *et al.*, 1980). Jervis *et al.* (1993) observaram que existe uma sincronia entre o período de vôo dos Braconidae e o período de floração das plantas, que são fontes energéticas importantes para a ovogênese e também no sucesso pela busca de hospedeiros. Assim como observado por Cirelli & Penteado-Dias (2003),

nota-se que as espécies de Braconidae também podem variar ao longo do ano. Dessa forma, para que as amostragens expressassem melhor a fenologia dos Braconidae, foram realizadas 4 coletas, de 3 em 3 meses, durante um ciclo anual, no período de julho de 2016 a abril de 2017, abrangendo as 4 estações. É importante destacar que as coletas foram realizadas no meio de cada estação, onde sua característica é mais marcante. Armadilhas Malaise (Townes, 1972) foram utilizadas, 6 nas áreas de MP e outras 6 nas áreas de MS (Figs 1-2), em um total de 12 armadilhas em cada reserva.

O desenho amostral adotado reflete o esforço máximo que poderia ser realizado com a equipe fixa (duas pessoas), em função das distâncias, horários e acessibilidade dos pontos em cada reserva. As armadilhas foram montadas, e subsequentemente recolhidas, em dias os mais próximos possíveis em cada reserva, normalmente envolvendo três dias de trabalho numa reserva, continuados imediatamente com mais três dias de trabalho na reserva seguinte.



Figuras 1 e 2. Mapa com os pontos amostrais nas duas reservas. **RBAR**, os pontos em vermelho correspondem a áreas de MP e pontos em verde correspondem a áreas de MS. **RBDB**, os pontos em laranja correspondem a áreas de MS e os pontos em azul as áreas de MP.

As armadilhas permaneceram no campo por 14-15 dias consecutivos, com os frascos coletores, preenchidos com álcool 92%. A orientação das armadilhas Malaise foi a sugerida por Townes (1972), voltados para o norte devido a maior recepção de luz, o que aumenta a eficiência de captura. Também foram utilizadas 480 armadilhas Moericke, desenvolvidas por Moericke (1950, 1951) nas áreas de MP e secundária das reservas, montadas no mesmo dia de instalação ou recolhimento das Malaise, permanecendo 24 horas no campo. Preenchidas com 300 ml de água com gotas de detergente, foram dispostas linearmente, com distância de 8 metros de entre elas, com 20 unidades em cada lado das Malaise. A solução contendo os espécimes coletados na Moericke foi filtrada em um filtro de poliéster, lavados com álcool 90% e armazenados em álcool 95%. O conteúdo das 20 amostras de cada lado das Malaise foi reunido em uma só amostra. Os espécimes coletados nas duas armadilhas foram armazenados em potes de plástico contendo álcool e com a respectiva etiqueta de identificação.

A altitude e os pontos amostrais no campo foram georreferenciados com auxílio de um GPS Gamin GPSMAP 60CSx. As médias das leituras das coordenadas realizadas do lado leste e oeste de cada Malaise foram calculadas para marcação do posicionamento das armadilhas como referência para reinstalação nas coletas seguintes (Tab. 1).

Tabela 1. Informações sobre reserva, tipo de vegetação, coordenadas e altitude dos pontos amostrais. RBDB = REBIO de Duas Bocas; RBAR = REBIO Augusto Ruschi; MP = Mata Primária; MS = Mata Secundária.

Reserva	Tipo de vegetação	Pontos	Coordenadas		Altitude (m)
RBAR	MP	1	19°54'56.3"S	40°33'09.7"W	781
		2	19°55'09.3"S	40°33'11.8"W	777
		3	19°55'16.4"S	40°33'13.5"W	775
		4	19°55'24.4"S	40°33'17.4"W	772
		5	19°54'30.0"S	40°32'30.5"W	749
		6	19°54'05.3"S	40°32'23.2"W	802
	MS	1	19°54'33.6"S	40°33'08.8"W	762
		2	19°54'37.7"S	40°33'12.1"W	764
		3	19°54'11.3"S	40°32'53.4"W	816
		4	19°54'01.4"S	40°32'50.2"W	803
		5	19°53'41.0"S	40°32'45.0"W	789
		6	19°54'39.7"S	40° 33'10.8"W	810
RBDB	MP	1	20°17'26.4"S	40°31'08.2"W	561
		2	20°17'24.6"S	40°31'12.8"W	577
		3	20°17'19.9"S	40°31'19.3"W	557
		4	20°17'12.5"S	40°31'25.9"W	518
		5	20°17'02.6"S	40°31'20.1"W	513
		6	20°16'54.4"S	40°31'20.7"W	501
	MS	1	20°16'19.5"S	40°28'50.2"W	190
		2	20°16'14.4"S	40°28'58.6"W	214
		3	20°15'53.6"S	40°29'12.5"W	185
		4	20°15'41.8"S	40°29'16.8"W	195
		5	20°15'33.0"S	40°29'21.8"W	185
		6	20°15'29.8"S	40°29'31.3"W	172

2.5. Morfoespeciação e Identificação

Todos os Braconidae capturados foram triados, montados a seco e etiquetados. A preparação adequada dos exemplares é essencial para sua morfoespeciação e identificação. Com auxílio de

uma pinça e de uma lupa, os apêndices foram estendidos para fora do corpo, afastando-os uns dos outros para melhor visibilidade de todas as regiões. As asas foram parcialmente afastadas para facilitar a visualização da nervação alar, importante para a identificação de Braconidae (Wharton *et al.*, 2017).

O primeiro passo para a morfoespeciação dos Braconidae foi a separação de subfamílias, realizada com base no Manual de identificação dos Gêneros de Braconidae do Novo Mundo (Wharton *et al.*, 2017). Em seguida, machos e fêmeas foram separados. Os machos foram reconhecidos pela presença do edeago, localizado entre as placas volares, e lateral a estas, um par de parâmeros; nas fêmeas foi localizado um par de bainhas que protegem o ovipositor e o próprio ovipositor (Quicke, 2015).

Os machos de Braconidae frequentemente apresentam características menos marcantes do que as fêmeas e por vezes estão associados a um tamanho corporal menor, o que pode tornar os machos mais difíceis de identificar (Quicke, 2015). Por isso, a morfoespeciação foi realizada meticulosamente, primeiro com as fêmeas e, posteriormente, os machos foram morfoespeciados e associados a elas.

Para entomólogos interessados em estudos de inventários faunísticos, principalmente em regiões como florestas tropicais, a ordenação de exemplares em morfoespécies para alguns táxons de artrópodes pode ser mais rápida e genuína do que para muitas plantas e alguns vertebrados (Kremen *et al.*, 1993, Oliver e Beattie, 1996; Pik *et al.*, 1999); Trueman *et al.*, 1997). A morfoespeciação foi realizada respeitando as singularidades de cada subfamília baseadas nos caracteres descritos por Wharton *et al.* (2017), sendo possível, em alguns casos, identificar os gêneros de alguns exemplares. Esse processo foi semelhante à identificação de espécies de um trabalho de revisão taxonômica. As etapas de morfoespeciação e identificação foram realizadas pela autora, com acompanhamento frequente do orientador.

2.6. Representatividade

Neste estudo foram coletados indivíduos de 19 das 34 subfamílias de Braconidae descritas para o Novo Mundo (Wharton *et al.*, 2017). Apenas as subfamílias que puderam ser meticulosamente morfoespeciadas foram utilizadas, e por isso os Alysiinae e Microgastrinae não foram incluídos nas análises. Todas as outras 17 subfamílias foram consideradas, representando amplamente todos os clados principais de Braconidae: Doryctinae, Cheloninae, Rogadinae, Hormiinae, Blacinae, Euphorinae, Opiinae, Braconinae, Helconinae, Agathidinae, Meteorinae, Cenocoelinae, Orgilinae, Macrocentrinae, Homolobinae, Gnampodontinae e Cardiochilinae. Na figura 3 estão alguns representantes dessa família.



Figura 3. Hábito de representantes da família Braconidae. A, Doryctinae (*Spatius* sp.); B, Braconinae (*Iphiaulax* sp.); C, Cheloninae (*Chelonus* sp.); D, Rogadinae (*Spinaria* sp.). **Créditos:** A, Ball (2017); B, Horstman (2014); C, Ball (2016); D, Horstman (2013).

2.7. Análise de dados

2.7.1. Banco de dados

Os dados de subfamílias e morfoespécies foram armazenados em uma base de dados online, customizada para esse trabalho. Esse sistema é capaz de gerar um amplo número de tabelas, gráficos, análises estatísticas e índices ecológicos, tais como curvas de *ranking*/abundância, curvas de acumulação de espécies, estimadores de riqueza e curvas de Hill, etc, assim que o banco de dados é atualizado. Há um conjunto de análises pré-definidas, e ampla possibilidade de gerar outras análises, de acordo com a demanda do usuário. As fórmulas necessárias para analisar dos dados foram implementadas primariamente de acordo com Magurran (2013), além de outros.

2.7.2. Abundância

Para compensar diferenças amostrais, os valores de abundância foram representados na forma de número de indivíduos capturados por dias-armadilha, como em Aguiar & Santos (2010). Isso é facilmente obtido dividindo-se o número de espécimes pelo número de dias-armadilha Malaise ou Moericke. O número de dias-armadilha é calculado multiplicando-se o número de armadilhas de cada ponto amostral pelo total de dias que as armadilhas permaneceram no campo. Nas análises comparativas entre MP vs. MS, os valores absolutos foram utilizados diretamente, porque as amostragens foram muito parecidas nas duas reservas.

Curvas de *ranking*/abundância, ou gráficos de Whittaker, foram utilizados para representar dados de distribuição da abundância das espécies. Esse tipo de gráfico é obtido através da ordenação das espécies das mais comuns para as mais raras no eixo X e o valor de importância no eixo Y, normalmente apresentado em escala logarítmica (Melo, 2008). O comprimento da curva indica a riqueza de espécies, curvas mais inclinadas representam menor equitabilidade, e quanto maior a área sob a curva (curva menos inclinada), maior é a equitabilidade (Melo, 2008).

A vantagem de ordenar as espécies nesses gráficos é que pode-se extrair um grande volume de informações (Magurran, 2004) e que padrões contrastantes de riqueza de espécies são destacados (Magurran, 2013).

As abundâncias nesse tipo de gráfico são usualmente apresentadas em formato de \log_{10} , no eixo X, para que espécies que possuem muitos indivíduos possam ser acomodadas na mesma representação gráfica (Magurran, 2013). No entanto, em assembleias que possuem número muito alto de espécies, a transformação logarítmica pode omitir diferenças na uniformidade (Magurran, 2013). Por isso, neste estudo, só foi utilizada a escala \log_{10} para táxons com poucas espécies.

O teste não paramétrico Kolmogorov-Smirnov foi realizado no programa PAST 3.10 para comparar as curvas, onde D é ou grau de diferença entre as amostras e p é a probabilidade da hipótese H_0 estar correta, i.e., de que não existe diferença significativa nas amostras (Hammer *et al.*, 2001).

2.7.3 Riqueza

As curvas de acumulação de espécies são um meio de estimar a riqueza e espécies (Magurran, 2013) que marcam o número cumulativo de espécies registradas como função do esforço amostral (Cowell & Coddington, 1994). Essas curvas foram utilizadas a fim de apurar se a amostragem nas duas reservas foi eficiente.

Devido à dificuldade de coletar todas as espécies de um local, especialmente em regiões tropicais, os estimadores não paramétricos fornecem estimativas de riqueza de espécies de uma área com poucas amostras ou que não seguem uma distribuição normal (Santos, 2003).

Estimadores são a solução mais indicada para dados com diferentes distribuições de abundância (Santos, 2003).

Como frisado por Magurran (2013), os estimadores são fáceis de entender e usar. Além disso, podem ser facilmente trabalhados com o programa EstimateS (Colwell, 2016), que calcula índices de diversidade e uma gama de estimadores de riqueza de espécies, como Chao1, Chao2 e Jackknife1. Esses índices e estimadores foram também gerados no sistema online customizado para este trabalho.

Para estimar a riqueza total de espécies foram utilizados os estimadores de riqueza Chao2 e Jackknife1. Silva e Coddington (1996), observaram em seus estudos com aranhas tropicais que os estimadores Chao1 e Chao2 forneceram estimativas mais altas e realistas em casos de subamostragem do que Jackknife1. No entanto, por Jackknife ser um estimador mais conservador, a concordância entre ele e outros estimadores produzem resultados mais robustos (Magurran, 2013).

O número total de amostras foram diferentes nas duas reservas, por isso, para comparar a riqueza entre locais diferentes, utilizamos a técnica para estimar a riqueza de espécies extrapolando o número de amostras, descrita por Chao *et al.* (2014), que é feita no programa EstimateS (Colwell, 2016), através de uma curva de acumulação, com cálculo das curvas de rarefação para índices de diversidade.

2.7.4 Diversidade

Existem inúmeros índices de diversidade (Magurran, 2013) e um dos maiores desafios nesse tipo de estudo é encontrar critérios para a escolha de um índice de diversidade (Melo, 2008). Patil & Taillie (1982) estudaram como o índice de Shannon e o índice de Simpson estavam associados, utilizando as mesmas relações matemáticas de Hill (1973), e perceberam que diferentes índices de diversidade podem produzir padrões distintos quando empregados para comparar comunidades. Por exemplo, se utilizarmos dois índices para comparar duas comunidades, cada um dará um peso diferente para espécies raras (Melo, 2008).

O que diferencia os índices é o peso relativo dado para a equitabilidade em relação à riqueza de espécies, que pode gerar contradição entre índices distintos aplicados a um mesmo conjunto de dados (Melo, 2008). Hill (1973), baseado na investigação de Rényi (1961) sobre entropia, utilizou perfis de diversidade para descrever a relação entre índices, nomeados série de Rényi ou de Hill.

Um perfil de diversidade é representado por um gráfico que traça os valores de vários índices possíveis para um mesmo conjunto de dados (Melo, 2008). Dependendo do peso que damos para a equitabilidade, temos diversos valores possíveis de alfa. Por exemplo, quando $\alpha = 0$, o índice é igual à riqueza, $\alpha = 1$ corresponde ao índice de Shannon e $\alpha = 2$ corresponde ao índice de Simpson (Melo, 2008).

Dessa forma perfis de diversidade foram utilizados para comparar a diversidade em cada reserva e tipo de vegetação. Um fator que deve ser levado em consideração na série de Hill é quando as curvas se cruzam. A interpretação de qual área comparável é mais diversa, nesse caso, depende do índice utilizado. Tóthmérész (1995) sugere que quando há interceptação das curvas, as áreas não podem ser comparadas. Isso porque dependendo do valor de alfa escolhido, a diversidade de A pode ser maior que B, ou o inverso, e ainda a diversidade de A pode ser igual à B, por exemplo (Melo, 2008).

Frequentemente, utiliza-se a riqueza de espécies, que é o número de espécies de uma área, para medir a diversidade (Wilsey *et al.* 2005). No entanto, é quase impossível contar todas as espécies de uma área, e ainda, comunidades são passíveis de entrada e saída de imigrantes (Melo, 2008). No início do século XX, Arrhenius (1921), estudando um distrito floral, constatou que quanto maior o esforço amostral, maior o número de espécies encontradas. Devido à essa dependência, a comparação entre comunidades com diferentes esforços amostrais não é

possível (Melo, 2008). Uma solução seria então utilizar técnicas de extrapolação para amostras menores e obter uma estimativa da riqueza de espécies esperadas se o tamanho da amostra menor fosse aumentado para o mesmo tamanho da amostra maior (Melo *et al.*, 2003). Caso sejam considerados dados de abundância para comparar a diversidade em duas áreas, pode-se utilizar a randomização.

Dessa forma, para calcular a série de Hill, a área com menor número de amostras foi utilizada como parâmetro e as amostras da outra área foram randomizadas 100 vezes, onde em cada aleatorização é selecionado um número de amostras igual ao da área utilizada como parâmetro, igualando o número de amostras das áreas a serem comparadas. O total de 100 vezes corresponde ao valor default para randomizações do programa EstimateS (Colwell, 2016).

2.7.5 Similaridade faunística

Diagramas de Venn foram utilizados para comparar a fauna de Braconidae entre as reservas e tipos de vegetação. Os diagramas foram construídos através de software criado especificamente para este trabalho, com base na biblioteca Matplotlib-venn (Tretyakov, 2017). O aplicativo gera círculos com áreas que se sobrepõem proporcionalmente ao número de espécies exclusivas e as que ocorrem ao mesmo tempo em áreas que foram comparadas.

Utilizamos o índice de similaridade de Jaccard, que expressa a proporção de espécies compartilhadas entre as amostras em relação ao número total de espécies, para analisar a semelhança taxonômica entre as reservas e tipos de vegetação (Magurran, 2013). Onde necessário, foi utilizada a extrapolação do número de espécies para a reserva como um todo e para as áreas de MP e MS para os dados inseridos nos diagramas de Venn. Para a extrapolação foi feita a soma das espécies observadas (**A**) e a soma do total de espécies extrapoladas nas duas áreas (**B**). Para gerar o total de espécies em comum, subtraímos (**B**) do total de espécies observadas nas duas áreas, gerando um total de espécies em comum às duas áreas. O máximo possível de espécies, nas duas áreas combinadas, será então se considerarmos que as espécies a mais, dos valores extrapolados de cada área, são espécies exclusivas de cada área, ou seja, nenhuma das espécies extrapoladas ocorre em comum entre duas áreas. Sendo assim, basta diminuir do valor (**B**) as espécies que há em comum nas duas áreas, que é o valor (**C**). Esse será o valor máximo possível extrapolado para as duas áreas compartilhadas. Um valor médio extrapolado para as duas áreas combinadas pode ser calculado com base na proporção observada de espécies em comum nas duas áreas C/A . Subtraindo a proporção acima do valor máximo possível extrapolado, é então gerado o valor médio extrapolado.

2.7.6 Estrutura temporal

Para representar a disposição das espécies em cada estação do ano, em cada reserva, foi realizada a diagonalização com a média ponderada da data de recolhimento das amostras. Para verificar a existência de diferenças na abundância e riqueza das espécies nas reservas e tipos de vegetação ao longo das estações do ano, foi utilizada a média do número de indivíduos e do número de espécies por amostra, com barras de erro padrão.

3. RESULTADOS

3.1 Representatividade

A Figura 4 representa a filogenia para braconídeos da região Neotropical. Com base na árvore filogenética de Quicke (2015) e estudos de Li *et al.* (2003) e Sharanowski *et al.*, (2011), incluímos Meteorinae em Euphorinae na árvore filogenética (Fig. 4), já que as análises atuais apoiam essa junção (Sharanowski *et al.*, 2011). No entanto, como os limites de Euphorinae e Meteorinae não estão definitivamente claros e a identificação das subfamílias deste estudo

foram baseadas em Wharton *et al.* (2017), que tratam as duas subfamílias separadamente, os dados obtidos e as análises foram apresentadas considerando Euphorinae e Meteorinae como subfamílias distintas.

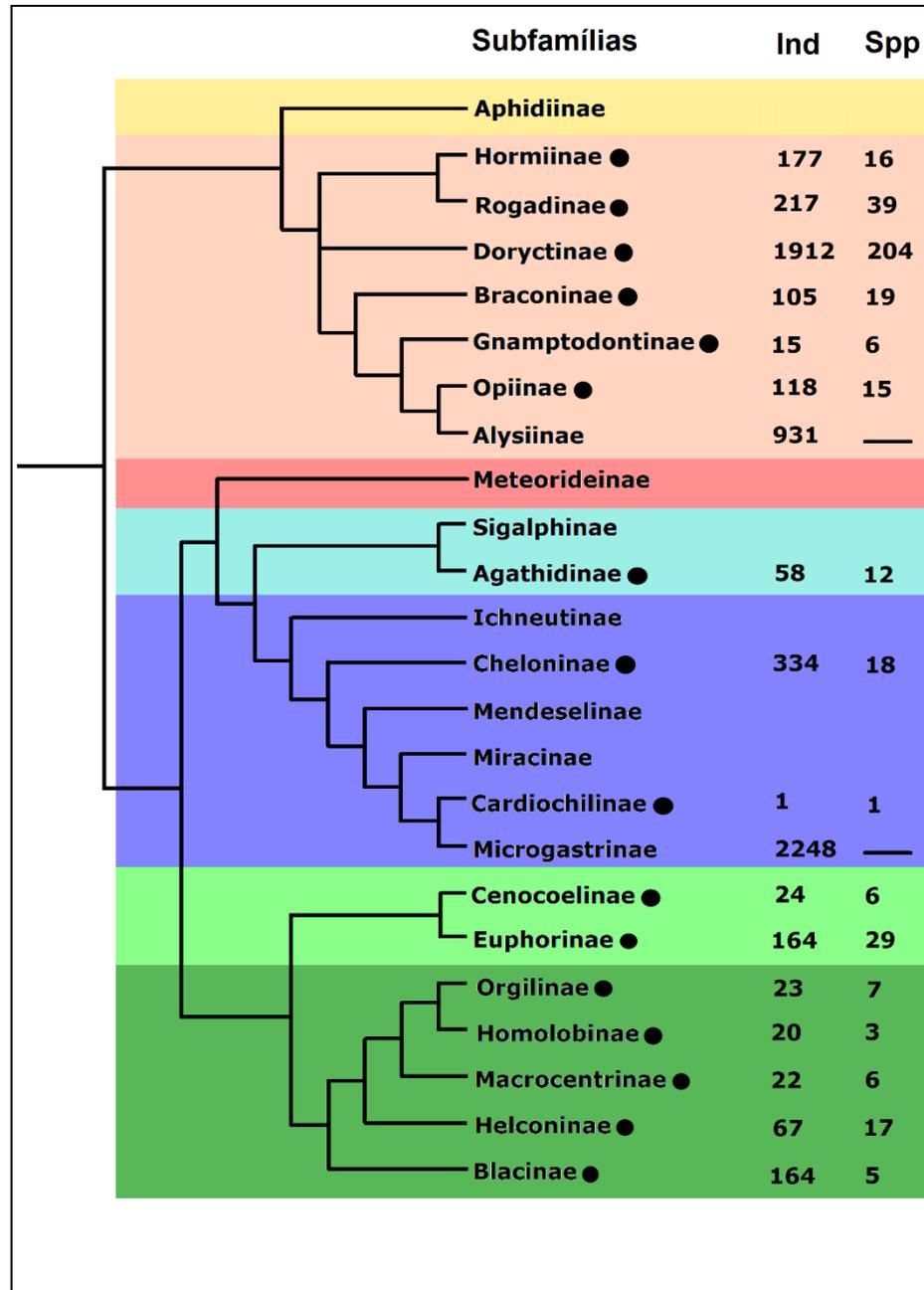


Figura 4. Árvore filogenética para as subfamílias de Braconidae da região Neotropical, com base na filogenia de Quicke (2015) e análise genética de Sharanowski *et al.* (2011). Os blocos coloridos de cima para baixo indicam os nomes informais dos grupos sugerido por Sharanowski *et al.* (2011); aphidioids, cyclostome, sigalphoides, microgastroids, euphoroides e helconoids. **Legenda:** *Ind*, número total de indivíduos capturados neste estudo; *Spp*, Número de espécies. Estão representadas todas as subfamílias que ocorrem na região Neotropical, com destaque em **círculos pretos** para as subfamílias coletadas e que puderam ser precisamente morfoespeciadas. Note-se que morfoespeciação para Alysiinae e Microgastrinae não foi concluída, e por isso o número de espécies não é fornecido.

Tabela 2. Total de indivíduos de Braconidae coletados, por subfamília, com porcentagem aproximada do total e nível de trabalho com morfoespecação atingido. Os grupos considerados neste trabalho estão indicados como morfoespeciados. *Não identificados*, exemplares não identificados em nível de subfamília, mas que não pertencem àquelas identificadas.

Subfamílias	Total	%	Morfoespecação
Microgastrinae	2248	33	Incompleta
Doryctinae	1912	28	✓
Alysiinae	931	14	Incompleta
Cheloninae	334	5	✓
Rogadinae	217	3	✓
Hormiinae	177	3	✓
Blacinae	164	2	✓
Outros	156	2	Não identificados
Euphorinae	136	2	✓
Opiinae	118	2	✓
Braconinae	105	2	✓
Helconinae	67	1	✓
Agathidinae	58	1	✓
Meteorinae	28	<1	✓
Cenocoelinae	24	<1	✓
Orgilinae	23	<1	✓
Macrocentrinae	22	<1	✓
Homolobinae	20	<1	✓
Gnamptodontinae	15	<1	✓
Cardiochilinae	1	<1	✓
Total	6756	100	-

Somente três das subfamílias de Braconidae identificadas neste estudo são ectoparasitoides idiobiontes e predominantemente parasitoides de Lepidoptera e Coleoptera (Wharton *et al.*, 2017; Ameri *et al.*, 2016; Quicke, 2005): Braconinae, Doryctinae e Hormiinae. Todas são filogeneticamente relacionadas no complexo Cyclostome (Fig. 5).

Complexos	Subfamílias	Hospedeiro	Parasitismo
Cyc	Hormiinae	Lep	Ecto
Cyc	Rogadinae	Lep	Endo
Cyc	Doryctinae	Col, Lep, Hym, Fit	Ecto (Endo)
Cyc	Braconinae	Lep	Endo
Cyc	Gnamptodontinae	Lep	Endo?
Cyc	Opiinae	Dipt	Endo
Sig	Agathidinae	Lep	Endo
Mic	Cheloninae	Lep	Endo
Mic	Cardiochilinae	Lep	Endo
Eup	Cenocoelinae	Col	Endo
		Col, Hym, Neu, Het,	
Eup	Euhorinae	Pso	Endo
Hel	Orgilinae	Lep	Endo
Hel	Homolobinae	Lep	Endo
Hel	Macrocentrinae	Lep	Endo
Hel	Helconinae	Col	Endo
Hel	Blacinae	Col	Endo

Figura 5. Principais grupos hospedeiros e modos de parasitismo para as subfamílias de Braconidae, baseados em Quicke (2015) e Wharton *et al.* (2017). Complexos: Cyc, *Ciclóstomos*; Sig, *Sigalfoide*; Mic, *Microgastroide*; Eup, *Euphoroide*; Hel, *Helconoide*. Hospedeiros: Col, Coleoptera. Lep, Lepidoptera; Hym, Hymenoptera; Dipt, Diptera; Fit, Fitófagos; Neu, Neuroptera; Het, Heteroptera; Pso, Psocoptera. Modo de parasitismo: Endo, endoparasitoides; Ecto, ectoparasitoides

3.2 Amostragens

As coletas com Malaise em ambas as reservas foram bem-sucedidas, gerando resultados regulares e dados abundantes (Tabs 3, 4). Apesar da ausência da Malaise 6 na RBAR na MS no inverno, as coletas com essa armadilha foram contínuas (Figs 6-9). A ausência da Malaise no ponto 6 foi devido à dificuldade de encontrar um ponto adequado, mas, a partir da segunda excursão, todos os pontos foram adequadamente definidos. Na RBDB, as amostras foram prejudicadas por fortes chuvas. Na MS (primavera) houve restrição de tempo, e no outono (ponto 4 da MS) gado bovino de propriedades vizinhas invadiram a reserva e destruíram as Moericke em um dos pontos (Fig. 9, Outono, Ponto 4), com destruição parcial também daquelas nos pontos anterior e posterior (Pontos 3 e 5).

Tabela 3. Número de amostras obtidas por reserva, por vegetação e tipo de armadilha. MP, Mata Primária; MS, Mata Secundária.

Local	Malaise	Moericke	Total
RBAR	47	35	82
MP	24	10	34
MS	23	15	38
RBDB	48	48	96
MP	24	24	48
MS	24	24	48
Total MP	48	34	82
Total MS	47	39	86
Total Reserva	95	83	178

Tabela 4. Esforço amostral com as armadilhas Malaise e Moericke, em dias-armadilha. Número de amostras para cada localidade e tipo de armadilha.

Localidade		Malaise	Moericke
	MP	368	406,7
	MS	346	630,7
RBAR	Total	714	1037,3
	MP	360	960
	MS	360	887,2
RBDB	Total	720	1847,2
Total		1434	2884,5

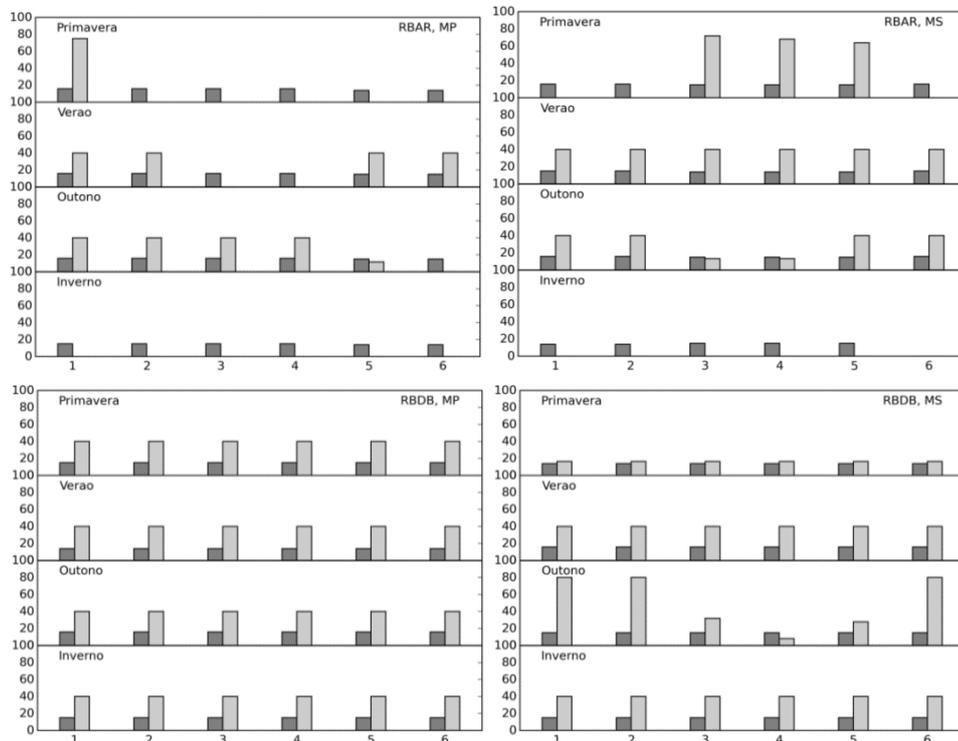


Figura 6-9. Representação do esforço amostral. O eixo Y indica os dias-armadilha e o eixo X cada ponto amostral, nas duas reservas e nas estações do ano. As Malaise estão representadas pela cor cinza escuro e as Moericke em cinza claro. *RBAR*, Reserva Biológica Augusto Ruschi; *RBDB*, Reserva Biológica Duas Bocas; *MP*, Mata Primária; *MS*, Mata Secundária.

3.3 Abundância

3.2.1 Abundância das subfamílias

Cinco subfamílias se destacam por sua ausência nas duas reservas nas coletas com armadilhas Moericke: Cenocoelinae, Macroentrinae, Homolobinae, Gnaptodontinae e Cardiochilinae. Além disso, observa-se a ausência de Braconinae na RBDB e de Helconinae na RBAR em armadilhas Moericke.

De acordo com a tabela 5, as subfamílias mais abundantes foram: Doryctinae (53,6% do total da RBAR e 57,6% do total da RBDB), Cheloninae (10,8% na RBAR e 8,9% na RBDB), Rogadinae (6,0% na RBAR e 6,5% na RBDB). Assim como Rogadinae, as demais subfamílias

de Braconidae não ultrapassaram 7% do total de indivíduos nas duas reservas. Analisando o número de indivíduos por dia-armadilha (Tab. 6), a ordem de abundância por subfamília permaneceu a mesma.

No total, a RBDB apresentou maior abundância do que RBAR. No entanto, das 17 subfamílias identificadas, sete possuem mais indivíduos na RBAR do que na RBDB, são elas: Blacinae, Hormiinae, Opiinae, Orgilinae, Meteorinae, Gnampodontinae e Cardiochilinae. Em armadilhas Moericke, somente duas (Euphorinae e Braconinae) apresentaram maiores valores de abundância na RBAR e em Malaise, seis (Rogadinae, Blacinae, Helconinae, Agathidinae, Cenocoelinae e Orgilinae) apresentaram maior abundância na RBDB do que na RBAR (Tab. 5).

3.2.2 Abundância nas Reservas

No total, foram coletados 6756 exemplares nas duas reservas. Desse total, utilizamos apenas as subfamílias que foram totalmente morfoespeciadas, num total de 3421 exemplares, dos quais 1478 foram capturados na RBAR e 1943 na RBDB, quase 14% a mais (Tab. 5).

Se considerarmos o total de indivíduos coletados para cada subfamília, o valor para a RBDB com armadilhas Moericke foi maior (Tab. 5). Mas, quando o esforço amostral é representado em dias-armadilha (Tab. 6, coluna Moericke, Malaise), a abundância da RBAR e RBDB é muita próxima em armadilhas Moericke. Já para armadilhas Malaise, a abundância da RBAR foi maior que a RBDB.

Pela análise do gráfico de Whittaker (ranking/abundância), (Fig. 10) e da comparação pelo teste não-paramétrico Kolmogorov-Smirnov ($D=0.17647$, $p=0,8447$), não houve diferença significativa nas curvas de distribuição, demonstrando que as duas reservas compartilham a mesma estrutura de abundância.

Tabela 5. Totais para indivíduos coletados para cada subfamília de Braconidae, em cada Reserva, por armadilha. Os valores destacados em verde indicam os casos onde o total de indivíduos foi maior na RBAR do que na RBDB e os valores em amarelo indicam os casos onde o total de indivíduos da RBDB foi maior que na RBAR. **Legenda:** AR, Reserva Biológica Augusto Ruschi; DB, Reserva Biológica Duas Bocas; MP, Mata Primária; MS, Mata Secundária.

Subfamília	Total		Total	Moericke		Malaise	
	AR	DB		AR	DB	AR	DB
Doryctinae	791	1121	1912	609	994	182	127
Cheloninae	161	173	334	16	46	145	127
Rogadinae	90	127	217	8	35	82	92
Euphorinae	87	90	177	7	5	91	33
Braconinae	35	129	164	2	0	57	46
Blacinae	98	38	136	8	59	27	70
Hormiinae	63	55	118	26	61	61	29
Opiinae	59	46	105	16	27	47	28
Helconinae	16	51	67	0	7	16	44
Agathidinae	10	48	58	1	1	9	47
Cenocoelinae	13	15	28	0	0	8	16
Macrocentrinae	8	16	24	0	0	15	7
Homolobinae	6	17	23	0	0	13	7
Orgilinae	15	7	22	1	2	5	15
Meteorinae	13	7	20	2	7	11	8
Gnampodontinae	12	3	15	0	0	12	3
Cardiochilinae	1	0	1	0	0	1	0
Total	1478	1943	3421	696	1244	782	699

Tabela 6. Totais para indivíduos por dias-armadilha, coletados para cada subfamília de Braconidae, em cada Reserva, para cada tipo de armadilha. Os valores destacados em verde indicam a reserva que apresenta maior número de indivíduos em armadilhas Moericke e os valores destacados em amarelo indicam a reserva que apresenta maior número de indivíduos em armadilhas Malaise. **Legenda:** RBAR, Reserva Biológica Augusto Ruschi; RBDB, Reserva Biológica de Duas Bocas; MP, Mata Primária; MS, Mata Secundária.

Subfamília	Total		Moericke		Malaise	
	RBAR	RBDB	RBAR	RBDB	RBAR	RBDB
Doryctinae	791	1121	0,587	0,538	0,255	0,176
Cheloninae	161	173	0,015	0,025	0,203	0,176
Rogadinae	90	127	0,008	0,019	0,115	0,128
Euphorinae	87	90	0,007	0,003	0,127	0,046
Braconinae	35	129	0,002	0,000	0,080	0,064
Blacinae	98	38	0,008	0,032	0,038	0,097
Hormiinae	63	55	0,025	0,033	0,085	0,040
Opiinae	59	46	0,015	0,015	0,066	0,039
Helconinae	16	51	0,000	0,004	0,022	0,061
Agathidinae	10	48	0,001	0,001	0,013	0,065
Cenocoelinae	13	15	0,000	0,000	0,011	0,022
Macrocentrinae	8	16	0,000	0,000	0,021	0,010
Homobolinae	6	17	0,000	0,000	0,018	0,010
Orgilinae	15	7	0,001	0,001	0,007	0,021
Meteorinae	13	7	0,002	0,004	0,015	0,011
Gnamptodontinae	12	3	0,000	0,000	0,017	0,004
Cardiochilinae	1	0	0,000	0,000	0,001	0,000
Total	1478	1943	0,671	0,673	1,095	0,971

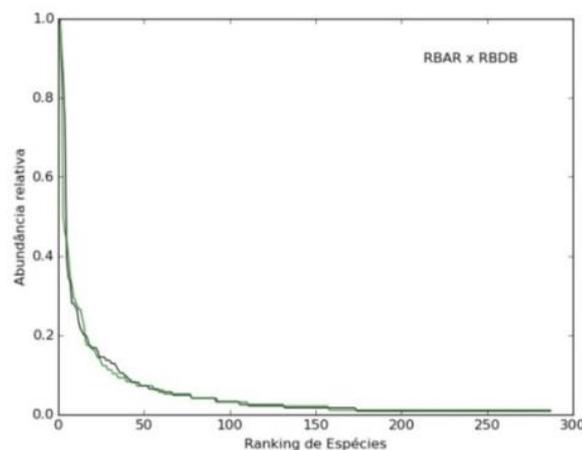


Figura 10. Gráfico de Whittaker representando o padrão de distribuição das espécies na RBAR (verde) e RBDB (preto). Não houve diferença significativa nas curvas, teste Kolmogorov-Smirnov (Número de espécies, 403, $D=0.17647$, $p=0,8447$). Eixos: Y , abundância relativa de cada espécie; X , espécies ordenadas de mais para a menos abundante. RBAR (verde) e RBDB (preto).

3.2.3 Abundância por tipo de vegetação

Considerando os tipos de vegetação (Tab. 7), 2238 indivíduos (67,2%) foram coletados em MP e 1183 (34,6%) em MS. A MP é 1,8 vezes mais abundante que a MS. O número de indivíduos

é sempre maior em MP, tanto no total observado quando no total em dias-armadilha (Tabs. 7-9).

Avaliando a abundância de indivíduos em dias-armadilha (Tabs 8-9, colunas TT MP e TT MS), a MP continua sendo o tipo de vegetação onde há maior abundância, sendo 1,7 vezes maior do que a MS em armadilhas Malaise. Em Moericke a diferença entre MP e MS é ainda maior, onde MP é 2,2 vezes mais abundante que a MS.

Analisando as subfamílias separadamente, observa-se que apesar da MP apresentar maiores valores de abundância, no geral, algumas subfamílias são mais abundantes na MS. (Fig. 11). Considerando dados de Malaise na RBAR (Fig. 12), a abundância de Cheloninae e Opiinae são, respectivamente, 1,2 e 1,3 vezes maior na MS. Na RBDB, a abundância de Agathidinae é consideravelmente maior (6,7 vezes maior na MP do que na MS).

Já nas armadilhas Moericke (Fig. 13), na RBAR, a abundância de Cheloninae e Rogadinae são, respectivamente, 1,06 e 1,14 vezes maior na MS. Na RBDB, a abundância de Rogadinae e Meteorinae foram consistentemente maiores na MS (4,5 e 7,0 vezes maior, respectivamente).

De acordo com o gráfico de ranking/abundância (Figs 13-14) e da comparação pelo teste não-paramétrico Kolmogorov-Smirnov, na MP e MS da RBAR ($D=0.41178$, $p=0,0992$) e da RBDB ($D=0.23529$, $p=0,4991$), as curvas não são significativamente diferentes, indicando que a estrutura da abundância de Braconidae na MP e MS nas duas reservas são significativamente parecidas. Mesmo assim, contudo, é interessante notar que a curva da MP está claramente acima da MS na RBAR (Fig. 14), sugerindo que há sim algum tipo de diferença estrutural na abundância de Braconidae nesses dois tipos de vegetação na RBAR.

Tabela 7. Total de indivíduos por subfamília, nas duas reservas, por tipo de vegetação em ambas as armadilhas. Destacados em azul estão os valores de cada subfamília que foi mais abundante na MS. Observa-se que o total de indivíduos foi distintamente maior na MP tanto entre as reservas quanto em ambas as reservas. **Legendas:** RBAR, Reserva Biológica Augusto Ruschi; RBDB, Reserva Biológica de Duas Bocas; MP, Mata primária; MS, Mata Secundária; TT MP, total de indivíduos na Mata Primária; TT MS, total de indivíduos na Mata Secundária.

Subfamília	RBAR		RBDB		Total		Total
	MP	MS	MP	MS	TT MP	TT MS	
Doryctinae	450	341	820	301	1270	642	1912
Cheloninae	74	87	128	45	202	132	334
Rogadinae	64	26	60	67	124	93	217
Hormiinae	51	36	64	26	115	62	177
Blacinae	29	6	95	34	124	40	164
Euphorinae	55	43	28	10	83	53	136
Opiinae	29	34	40	15	69	49	118
Braconinae	45	14	37	9	82	23	105
Helconinae	14	2	48	3	62	5	67
Agathidinae	8	2	7	41	15	43	58
Meteorinae	11	2	6	9	17	11	28
Cenocoelinae	8	0	15	1	23	1	24
Orgilinae	5	1	10	7	15	8	23
Macrocentrinae	11	4	4	3	15	7	22
Homolobinae	10	3	4	3	14	6	20
Gnamptodontinae	6	6	2	1	8	7	15
Cardiochilinae	0	1	0	0	0	1	1
Total	870	608	1368	575	2238	1183	3421

Tabela 8. Indivíduos capturados em **Malaise**, por dia-armadilha, por subfamília, em cada reserva e por tipo de vegetação. Os destaques em verde indicam os maiores valores para MP e os destaques em amarelo indicam os maiores valores para MS. Observa-se que o total de indivíduos foi distintamente maior na MP tanto nas reservas separadamente quanto em ambas. **Legendas:** *RBAR*, Reserva Biológica Augusto Ruschi; *RBDB*, Reserva Biológica Duas Bocas; *MP*, Mata primária; *MS*, Mata Secundária; *TT MP*, total de indivíduos na Mata Primária; *TT MS*, total de indivíduos na Mata Secundária.

Subfamília	RBAR		RBDB		TT MP	TT MS	Total
	MP	MS	MP	MS			
Doryctinae	0,296	0,211	0,225	0,128	0,261	0,169	0,215
Cheloninae	0,185	0,223	0,247	0,106	0,216	0,163	0,190
Rogadinae	0,166	0,061	0,147	0,108	0,157	0,085	0,121
Euphorinae	0,139	0,116	0,067	0,025	0,103	0,069	0,086
Braconinae	0,122	0,035	0,103	0,025	0,113	0,030	0,072
Blacinae	0,065	0,009	0,144	0,050	0,104	0,030	0,068
Hormiinae	0,103	0,066	0,053	0,028	0,078	0,047	0,063
Opiinae	0,057	0,075	0,047	0,031	0,052	0,052	0,052
Helconinae	0,038	0,006	0,114	0,008	0,076	0,007	0,042
Agathidinae	0,019	0,006	0,017	0,114	0,018	0,061	0,039
Cenocoelinae	0,022	0,000	0,042	0,003	0,032	0,001	0,017
Macrocentrinae	0,030	0,012	0,011	0,008	0,021	0,010	0,015
Homolobinae	0,027	0,009	0,011	0,008	0,019	0,008	0,014
Orgilinae	0,011	0,003	0,028	0,014	0,019	0,008	0,014
Meteorinae	0,027	0,003	0,014	0,008	0,021	0,006	0,013
Gnamptodontinae	0,016	0,017	0,006	0,003	0,011	0,010	0,010
Cardiochilinae	0,000	0,003	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001
Total	1,323	0,853	1,275	0,667	1,299	0,758	1,033

Tabela 9. Indivíduos capturados em **Moericke**, por dia-armadilha, por subfamília, em cada reserva e por tipo de vegetação. Os destaques em verde indicam os maiores valores para MP e os destaques em amarelo indicam os maiores valores para MS. Observa-se que o total de indivíduos foi distintamente maior na MP tanto nas reservas separadamente quanto em ambas. **Legendas:** *RBAR*, Reserva Biológica Augusto Ruschi; *RBDB*, Reserva Biológica de Duas Bocas; *MP*, Mata Primária; *MS*, Mata Secundária; *TT MP*, total de indivíduos na Mata Primária; *TT MS*, total de indivíduos na Mata Secundária.

Subfamília	RBAR		RBDB		TT MP	TT MS	Total
	MP	MS	MP	MS			
Doryctinae	0,838	0,425	0,770	0,287	0,790	0,345	0,556
Hormiinae	0,032	0,021	0,047	0,018	0,042	0,019	0,030
Blacinae	0,012	0,005	0,045	0,018	0,035	0,013	0,023
Cheloninae	0,015	0,016	0,041	0,008	0,033	0,011	0,021
Opiinae	0,020	0,013	0,024	0,005	0,023	0,008	0,015
Rogadinae	0,007	0,008	0,007	0,032	0,007	0,022	0,015
Euphorinae	0,010	0,005	0,004	0,001	0,006	0,003	0,004
Meteorinae	0,002	0,002	0,001	0,007	0,001	0,005	0,003
Helconinae	0,000	0,000	0,007	0,000	0,005	0,000	0,002
Orgilinae	0,002	0,000	0,000	0,002	0,001	0,001	0,001
Agathidinae	0,002	0,000	0,001	0,000	0,001	0,000	0,001
Braconinae	0,000	0,003	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001
Cardiochilinae	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Cenocoelinae	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Gnamptodontinae	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Homolobinae	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Macrocentrinae	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Total	0,942	0,496	0,947	0,378	0,945	0,427	0,673

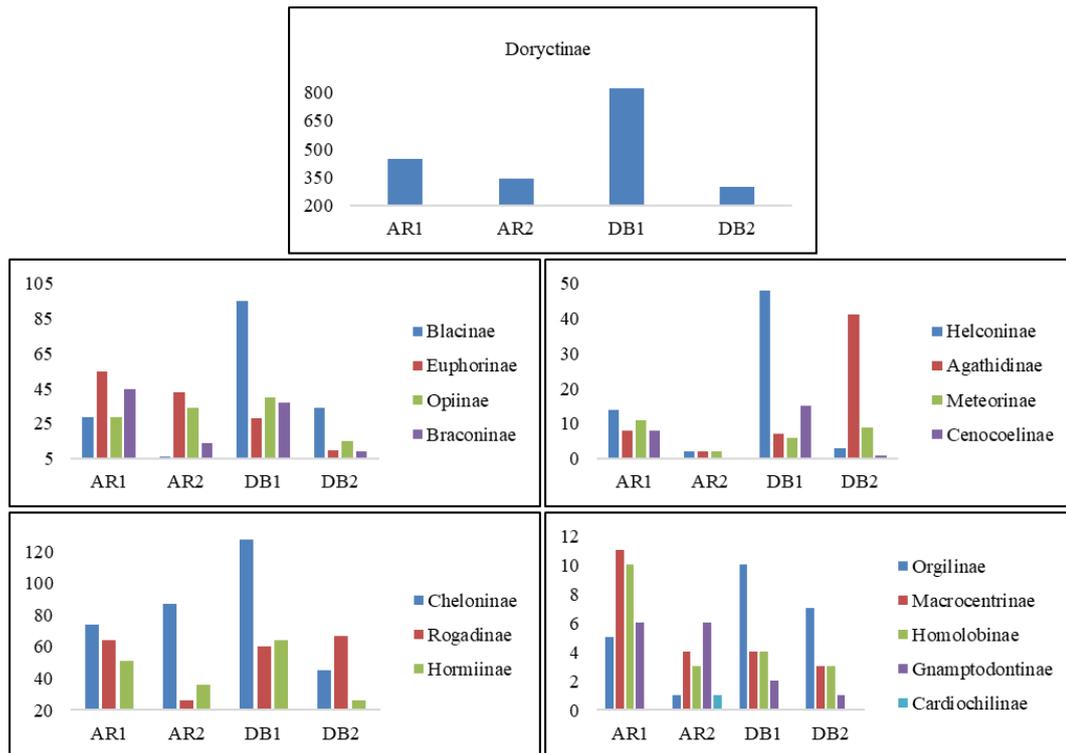


Figura 11. Abundância de Braconidae na RBAR (AR) e RBDB (DB), em áreas de Mata Primária (1) e Mata Secundária (2), para cada subfamília em ambas as armadilhas. Legenda colorida para as respectivas figuras.

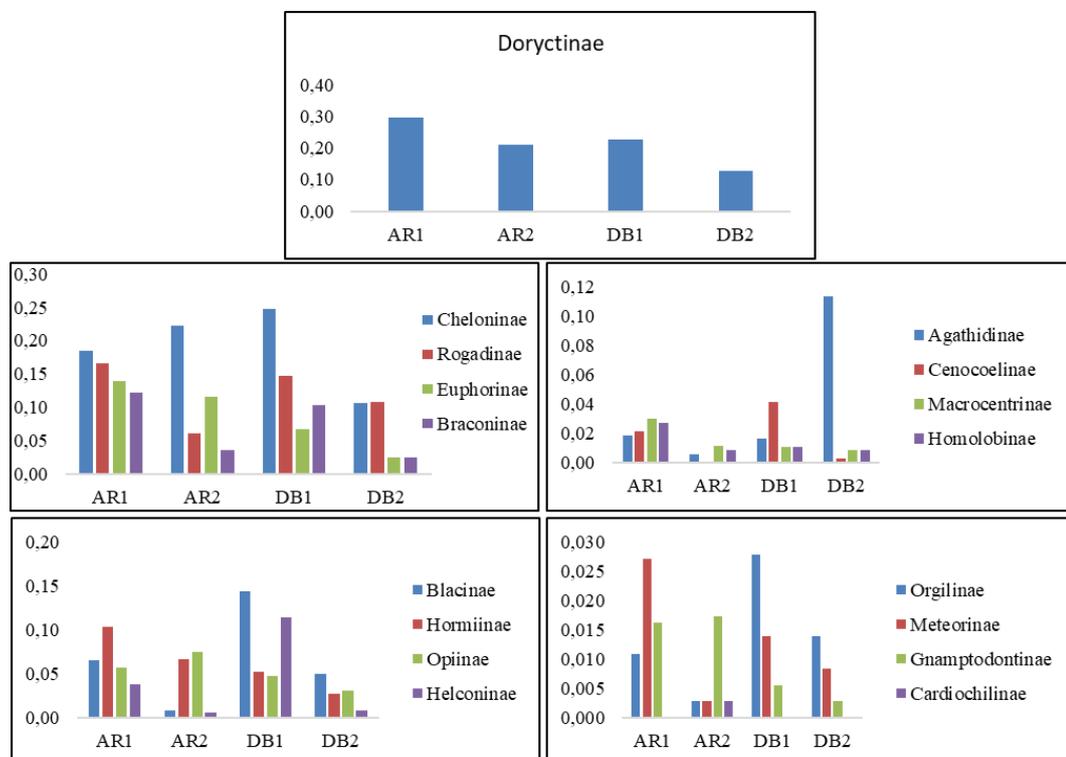


Figura 12. Abundância de Braconidae na RBAR (AR) e RBDB (DB), em áreas de Mata Primária (1) e Mata Secundária (2), para cada subfamília em armadilhas **Malaise**. Legenda colorida para as respectivas figuras.

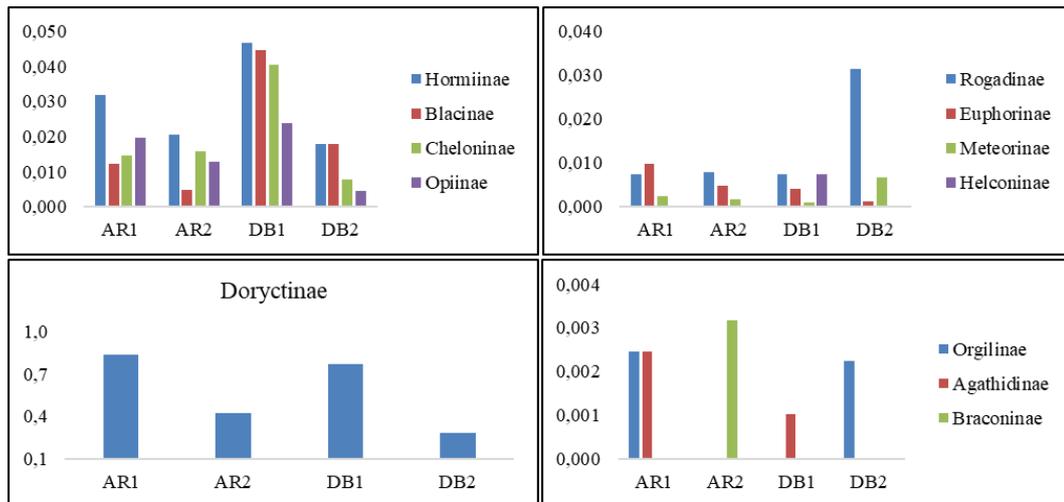
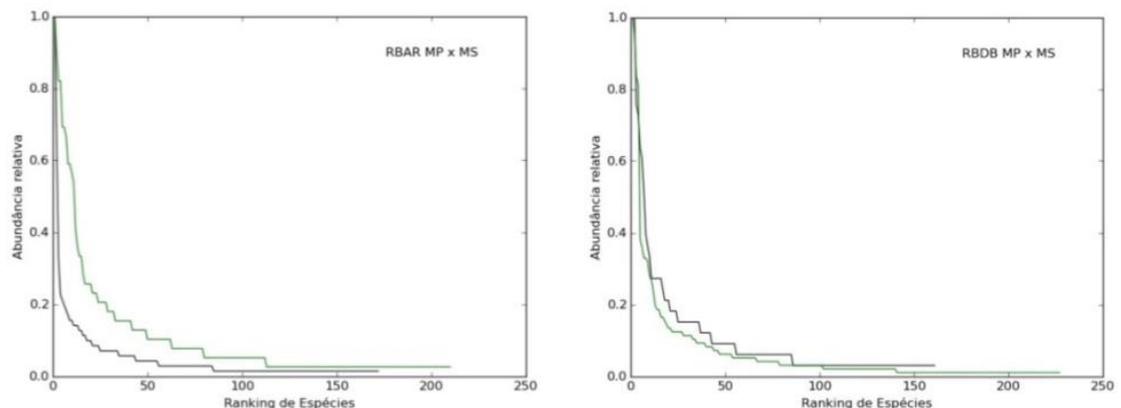


Figura 13. Abundância de Braconidae na RBAR (AR) e RBDB (DB) em áreas de Mata Primária (1) e Mata Secundária (2), para cada subfamília em armadilhas *Moericke*. Cardiochilinae, Cenocoelinae, Gnamptodontinae, Homolobinae e Macrocentrinae estão ausentes na representação gráfica pois o número de indivíduos em dias-armadilha foi zero. Legenda colorida para as respectivas figuras.



Figuras 14-15. Gráficos *ranking*/abundância para RBAR e RBDB, respectivamente, mostrando o padrão de distribuição das espécies de Braconidae. *MP*, Mata Primária (verde); *MS*, Mata Secundária (preto). Eixos: Y, abundância relativa de cada espécie; X, espécies ordenadas da mais para a menos abundante. Em ambos os casos, as curvas não são significativamente diferentes.

3.3 Riqueza

3.3.1 Riqueza das subfamílias

Considerando o total de espécies observadas ou por reservas, as cinco subfamílias com maior riqueza foram Doryctinae (204 espécies), seguida de Rogadinae (39 espécies), Euphorinae (20 espécies), Braconinae (19 espécies) e Cheloninae (18 espécies).

A riqueza observada das subfamílias neste estudo é próxima à diversidade conhecida para cada grupo no Brasil (Tab. 11, colunas BR e Total, com Correlação de Pearson, $p = 0,665$). O total de espécies de quatro subfamílias representaram um valor maior do total conhecido para o Brasil (Tab. 12, valores destacados em verde na coluna TT %BR). Da maior para a menor estão Meteorinae (4,5 vezes mais espécies do que o total conhecido para o Brasil), Euphorinae (1,5x), Helconinae (1,4x) e Doryctinae (1,2x). Foram coletados 57% do total de espécies

conhecidas no Brasil para as subfamílias estudadas. A quantidade de espécies observadas de Doryctinae são gigantescas e se destaca às demais subfamílias.

Observando os valores extrapolados para ambas as armadilhas (Tab. 10), em Malaise (Tab. 12) e Moericke (Tab. 13, esse valor pode ser ainda maior. As espécies destacadas na tabela 11, correspondem à porcentagem de espécies capturadas em relação ao total de espécies conhecidas para o Brasil: em verde estão destacadas as subfamílias capturadas que superaram em número de espécies o total de espécies conhecidas para o Brasil, são elas, Doryctinae, Euphorinae, Helconinae e Meteorinae e Macrocentrinae. Apesar das demais subfamílias apresentarem um percentual menor do total conhecido para o Brasil, os valores extrapolados indicam que as espécies foram extensamente amostradas.

Tabela 10. Total de espécies de Braconidae por subfamília em cada reserva. As colunas MP, MS e TT (RBAR) representam a extrapolação do número de espécies da RBAR, que igualam ao número de amostras da RBDB (extrapolação de 34 amostras da MP e 38 da MS para 48 amostras). Os valores extrapolados estão acompanhados dos valores observados na forma de expoente. Na coluna TT (RBAR) estão representados os valores extrapolados (de 82 amostras na RBAR e 96 amostras na RBDB para 96 amostras) acompanhados pelos valores observados na forma de expoente. **Legenda:** RBAR, Reserva Biológica Augusto Ruschi; RBDB, Reserva Biológica Duas Bocas; MS, Mata Primária; MS, Mata Secundária; TT, Total observado de espécies.

Subfamília	RBAR			RBDB			Total
	MP	MS	TT	MP	MS	TT	
Doryctinae	123,1 ⁽¹⁰¹⁾	120,0 ⁽⁹⁹⁾	178,8 ⁽¹⁵⁰⁾	115	91	146	204
Rogadinae	26,1 ⁽¹⁹⁾	18,9 ⁽¹³⁾	33,7 ⁽²⁵⁾	19	17	28	39
Euphorinae	14,3 ⁽¹⁰⁾	19,2 ⁽¹¹⁾	26,1 ⁽¹⁶⁾	10	5	12	20
Braconinae	14,9 ⁽¹⁰⁾	9,7 ⁽⁶⁾	16,4 ⁽¹¹⁾	13	5	15	19
Cheloninae	13,9 ⁽¹¹⁾	9,9 ⁽⁸⁾	23,5 ⁽¹⁵⁾	11	6	12	18
Helconinae	13,4 ⁽⁸⁾	2,5 ⁽²⁾	24,1 ⁽⁹⁾	13	3	14	17
Hormiinae	11,2 ⁽¹¹⁾	14,1 ⁽⁹⁾	16,1 ⁽¹³⁾	12	7	13	16
Opiinae	18 ⁽¹⁰⁾	9,4 ⁽⁹⁾	16,4 ⁽¹³⁾	8	6	9	15
Agathidinae	8,8 ⁽⁵⁾	1 ⁽¹⁾	8 ⁽⁶⁾	4	7	9	12
Meteorinae	8 ⁽⁶⁾	2,6 ⁽²⁾	8,7 ⁽⁶⁾	5	3	7	9
Orgilinae	7,6 ⁽⁴⁾	0 ⁽¹⁾	4,8 ⁽⁴⁾	6	4	7	7
Cenocoelinae	2 ⁽²⁾	0 ⁽⁰⁾	2 ⁽²⁾	4	1	5	6
Gnamptodontinae	3,8 ⁽³⁾	3,1 ⁽³⁾	5,2 ⁽⁵⁾	1	1	2	6
Macrocentrinae	7,5 ⁽⁵⁾	8,5 ⁽⁴⁾	6,9 ⁽⁶⁾	1	2	2	6
Blacinae	3,9 ⁽³⁾	2 ⁽²⁾	3,4 ⁽³⁾	3	2	4	5
Homolobinae	2 ⁽²⁾	1 ⁽¹⁾	2 ⁽²⁾	2	1	2	3
Cardiochilinae	0 ⁽⁰⁾	0 ⁽¹⁾	1 ⁽¹⁾	0	0	0	1
Total	278,5⁽²¹⁰⁾	221,9⁽¹⁷²⁾	377,1⁽²⁸⁷⁾	227	161	287	403

Tabela 11. Total de espécies de Braconidae por subfamília em cada reserva em comparação com o total de espécies conhecidas para o Brasil (acc. Gadelha *et al.*, 2018). Os valores destacados em verde representam o percentual maior do total conhecido para o Brasil e os valores destacados em amarelo representam o percentual menor do total conhecido para o Brasil. Os valores destacados em negrito azul e vermelho correspondem, respectivamente, ao total de espécies conhecidas para o Brasil e o total de espécies identificadas neste estudo. **Legenda:** RBAR, Reserva Biológica Augusto Ruschi; RBDB, Reserva Biológica Duas Bocas; BR, total de espécies por subfamília conhecida para o Brasil; TT, Total observado de espécies.

Subfamília	RBAR		RBDB		TT	Total
	BR	% BR	% BR	% BR	% BR	
Doryctinae	162	92,6%	90,1%	125,9%	204	
Rogadinae	68	36,8%	41,2%	57,4%	39	
Euphorinae	13	123,1%	92,3%	153,8%	20	
Braconinae	154	7,1%	9,7%	12,3%	19	
Cheloninae	25	60,0%	48,0%	72,0%	18	
Helconinae	12	75,0%	116,7%	141,7%	17	
Hormiinae	27	48,1%	48,1%	59,3%	16	
Opiinae	91	14,3%	9,9%	16,5%	15	
Agathidinae	79	7,6%	11,4%	15,2%	12	
Meteorinae	2	300,0%	350,0%	450,0%	9	
Orgilinae	16	25,0%	43,8%	43,8%	7	
Cenocoelinae	25	8,0%	20,0%	24,0%	6	
Gnamptodontinae	11	45,5%	18,2%	54,5%	6	
Macrocentrinae	6	100,0%	33,3%	100,0%	6	
Blacinae	9	33,3%	44,4%	55,6%	5	
Homolobinae	4	50,0%	50,0%	75,0%	3	
Cardiochilinae	3	33,3%	0,0%	33,3%	1	
Total	707	40,6%	40,6%	57,0%	403	

Tabela 12. Total de espécies por subfamília de Braconidae em cada reserva em coletas com **Malaise**. A coluna em verde representa a extrapolação do número de espécies na RBAR (citar material e métodos) de 23 para 24 amostras, já que a MS da RBAR teve uma amostra a menos. Na coluna TT (RBAR) estão representados os valores extrapolados (de 47 amostras na RBAR de Malaise e 48 amostras na RBDB para 48 amostras). Os valores extrapolados estão acompanhados pelos valores absolutos em expoente. **Legenda:** *RBAR*, Reserva Biológica Augusto Ruschi; *RBDB*, Reserva Biológica de Duas Bocas; *MP*, Mata Primária; *MS*, Mata Secundária; *TT*, Total observado de espécies.

Subfamília	RBAR			RBDB			Total
	MP	MS	TT	MP	MS	TT	
Doryctinae	62	61,8 ⁽⁵⁰⁾	101,2 ⁽⁹²⁾	52	39	79	133
Rogadinae	19	12,9 ⁽¹¹⁾	28,1 ⁽²⁴⁾	19	15	27	37
Euphorinae	10	12,7 ⁽¹⁰⁾	18,7 ⁽¹¹⁾	13	5	15	19
Braconinae	10	7,8 ⁽⁶⁾	15,0 ⁽¹⁵⁾	10	5	12	19
Cheloninae	9	9,5 ⁽⁸⁾	17,0 ⁽¹³⁾	9	6	10	16
Helconinae	8	2,4 ⁽²⁾	19,8 ⁽⁹⁾	12	3	13	16
Hormiinae	9	11,2 ⁽⁷⁾	12,5 ⁽¹²⁾	7	5	8	14
Opiinae	5	7,7 ⁽⁷⁾	15,5 ⁽⁶⁾	4	7	9	12
Agathidinae	7	1 ⁽¹⁾	12,5 ⁽⁹⁾	7	5	9	12
Meteorinae	5	1 ⁽¹⁾	6,7 ⁽⁵⁾	4	2	5	8
Orgilinae	3	1 ⁽¹⁾	3,2 ⁽³⁾	6	3	7	7
Cenocoelinae	2	0 ⁽⁰⁾	2 ⁽²⁾	4	1	5	6
Gnamptodontinae	3	3 ⁽³⁾	5,2 ⁽⁵⁾	1	1	2	6
Macrocentrinae	5	8,4 ⁽⁴⁾	6,9 ⁽⁶⁾	1	2	2	6
Blacinae	3	2,3 ⁽²⁾	3,4 ⁽³⁾	3	2	4	5
Homolobinae	2	1 ⁽¹⁾	2 ⁽²⁾	2	1	2	3
Cardiochilinae	0	0 ⁽⁰⁾	1 ⁽¹⁾	0	0	0	1
Total	162,0	124,3⁽¹¹⁵⁾	270,7⁽²¹⁸⁾	154	102	209	320

Tabela 13. Total de espécies de Braconidae por subfamília em cada reserva em coletas com **Moericke**. As colunas destacadas em verde representam a extrapolação do número de espécies (citar metodologia) da RBAR na MP e MS para igual número de amostras da RBDB, aumentando de 10 amostras da MP e 15 amostras da MS para 24 amostras. Na coluna TT (RBAR) estão representados os valores extrapolados (de 47 amostras na RBAR de Malaise e 48 amostras na RBDB para 48 amostras). Os valores extrapolados estão acompanhados pelos valores absolutos em expoente. **Legenda:** *RBAR*, Reserva Biológica Augusto Ruschi; *RBDB*, Reserva Biológica de Duas Bocas; *MP*, Mata Primária; *MS*, Mata Secundária; *TT*, Total observado de espécies.

Subfamília	RBAR			RBDB			Total
	MP	MS	TT	MP	MS	TT	
Doryctinae	93,5 ⁽⁷⁰⁾	80,3 ⁽⁶⁵⁾	126,7 ⁽⁹⁷⁾	99	71	121	147
Hormiinae	5,8 ⁽⁵⁾	5,1 ⁽⁵⁾	7,9 ⁽⁷⁾	8	5	9	11
Cheloninae	10,7 ⁽⁵⁾	2 ⁽²⁾	12,0 ⁽⁶⁾	8	2	8	10
Rogadinae	2,2 ⁽²⁾	7,3 ⁽⁴⁾	5,6 ⁽⁴⁾	3	6	7	10
Euphorinae	2 ⁽²⁾	4,9 ⁽³⁾	5,7 ⁽⁴⁾	2	1	3	5
Opiinae	3,4 ⁽³⁾	6,9 ⁽⁴⁾	5,8 ⁽⁵⁾	2	2	4	5
Meteorinae	1 ⁽¹⁾	1 ⁽¹⁾	2,5 ⁽²⁾	1	2	3	4
Agathidinae	1 ⁽¹⁾	0 ⁽⁰⁾	1 ⁽¹⁾	1	0	1	2
Blacinae	1 ⁽¹⁾	1 ⁽¹⁾	1 ⁽¹⁾	2	1	2	2
Helconinae	0 ⁽⁰⁾	0 ⁽⁰⁾	0 ⁽⁰⁾	2	0	2	2
Orgilinae	1 ⁽¹⁾	0 ⁽⁰⁾	1 ⁽¹⁾	0	2	2	2
Braconinae	0 ⁽⁰⁾	1 ⁽¹⁾	1 ⁽¹⁾	0	0	0	1
Cardiochilinae	0 ⁽⁰⁾	0 ⁽⁰⁾	0 ⁽⁰⁾	0	0	0	0
Cenocoelinae	0 ⁽⁰⁾	0 ⁽⁰⁾	0 ⁽⁰⁾	0	0	0	0
Gnamptodontinae	0 ⁽⁰⁾	0 ⁽⁰⁾	0 ⁽⁰⁾	0	0	0	0
Homolobinae	0 ⁽⁰⁾	0 ⁽⁰⁾	0 ⁽⁰⁾	0	0	0	0
Macrocentrinae	0 ⁽⁰⁾	0 ⁽⁰⁾	0 ⁽⁰⁾	0	0	0	0
Total	119,6⁽⁹¹⁾	109,5⁽⁸⁶⁾	170,2⁽¹²⁹⁾	128	92	162	201

3.3.2 Riqueza nas Reservas

Foram encontradas 403 espécies de Braconidae para as 17 subfamílias estudadas, sendo 287 (71%) espécies na RBAR e também 287 espécies na RBDB (Tab. 14). Na RBAR, as cinco subfamílias mais ricas em espécies foram, respectivamente, Doryctinae, Rogadinae, Euphorinae, Cheloninae e Hormiinae. Já na RBDB, as cinco mais ricas em espécie foram Doryctinae, Rogadinae, Braconinae, Helconinae e Hormiinae. Das 17 subfamílias, apenas 6 ocupam a mesma posição de dominância nas duas reservas, são elas: Doryctinae, Rogadinae, Hormiinae, Agathidinae, Homolobinae e Cardiochilinae (Tab. 15).

Com a extrapolação do número de amostras (de 92 na RBAR e 96 na RBDB para 96 amostras nos dois casos), a riqueza é de 321 espécies na RBAR vs. 287 na RBDB. As curvas de acumulação da RBAR, para Malaise, Moericke e total, não mostram estabilização, ou seja, não tendem para uma assíntota (Figs 16-18). Segundo os estimadores de riqueza Jackknife1 e Chao2, foram coletados entre 67,7 e 55,7% do total de espécies na RBAR (Tab. 16).

A curva de acumulação para Malaise na RBDB parece não tender para uma assíntota. Porém, a curva de Moericke e a curva de ambas as armadilhas sugerem estabilização (Figs 19-21). Segundo os estimadores de riqueza Jackknife1 e Chao2, foram coletados entre 70,9 e 64,1% do total de espécies estimadas para a RBDB (Tab. 16). Ao comparar as estimativas das

duas reservas, observa-se que há maior concordância entre Jackknife1 e Chao2 na RBDB (diferença de 6.8%) do que na RBAR (12.0%).

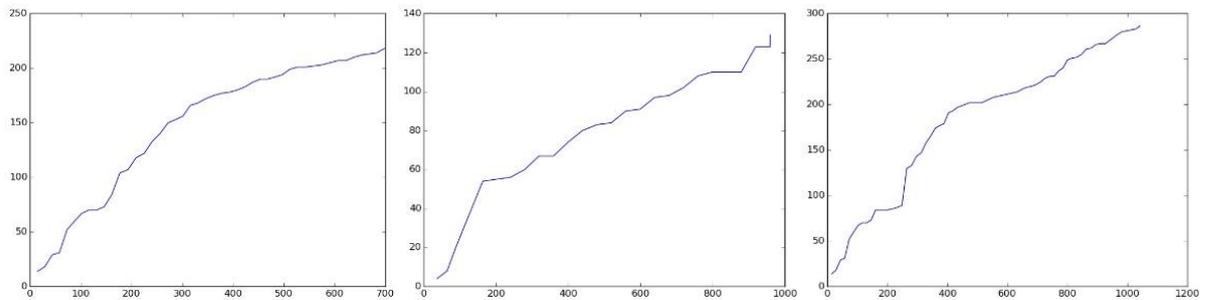
Embora exatamente o mesmo número de espécies tenha sido observado nas duas reservas, os resultados das extrapolações para igual número de amostras, e também o cálculo de curvas de rarefação (Figs 22-24) deixam claro que a RBAR é um mais rica em espécies do que RBDB, seja em coletas apenas com Malaise, apenas com Moericke, ou com as duas armadilhas combinadas.

Tabela 14. Riqueza das espécies de Braconidae nas Reservas, por tipo de vegetação. As colunas destacadas em verde representam o total de espécies por subfamília em cada reserva. Nota-se que a riqueza de espécies foi muito similar nas duas reservas. **Legenda:** RBAR, Reserva Biológica Augusto Ruschi; RBDB, Reserva Biológica Duas Bocas; MP, Mata Primária; MS, Mata Secundária.

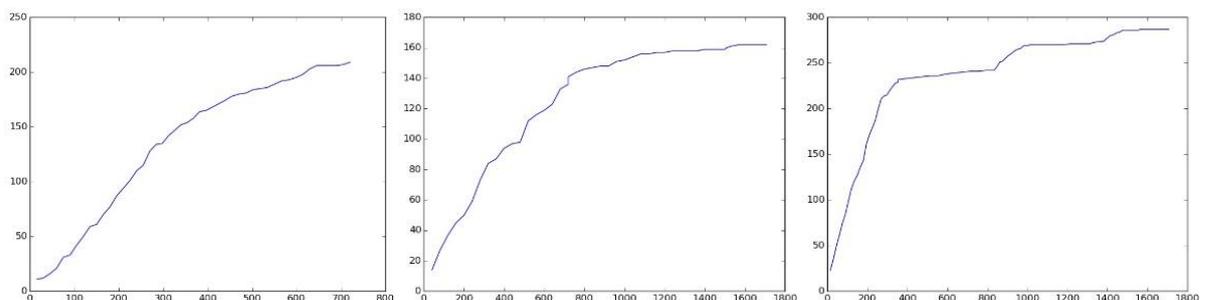
Subfamília	RBAR			RBDB			Total
	MP	MS	Total	MP	MS	Total	
Doryctinae	101	99	150	115	91	146	204
Rogadinae	19	13	25	19	17	28	39
Euphorinae	10	11	16	10	5	12	20
Braconinae	10	6	11	13	5	15	19
Cheloninae	11	8	15	11	6	12	18
Helconinae	8	2	9	13	3	14	17
Hormiinae	11	9	13	12	7	13	16
Opiinae	10	9	13	8	6	9	15
Agathidinae	5	1	6	4	7	9	12
Meteorinae	6	2	6	5	3	7	9
Orgilinae	4	1	4	6	4	7	7
Cenocoelinae	2	0	2	4	1	5	6
Gnamptodontinae	3	3	5	1	1	2	6
Macrocentrinae	5	4	6	1	2	2	6
Blacinae	3	2	3	3	2	4	5
Homolobinae	2	1	2	2	1	2	3
Cardiochilinae	0	1	1	0	0	0	1
Total	210	172	287	227	161	287	403

Tabela 15. Ordem de dominância das subfamílias de Braconidae na RBAR e RBDB. As subfamílias destacadas em verde correspondem à mesma ordem de dominância nas duas reservas. **Legenda:** RBAR, Reserva Biológica Augusto Ruschi; EBDB, Reserva Biológica Augusto Ruschi; *Sub Dom*, subfamília dominante.

RBAR		RBDB	
<i>Sub Dom</i>	Total	<i>Sub Dom</i>	Total
Doryctinae	150	Doryctinae	146
Rogadinae	25	Rogadinae	28
Euphorinae	16	Braconinae	15
Cheloninae	15	Helconinae	14
Hormiinae	13	Hormiinae	13
Opiinae	13	Euphorinae	12
Braconinae	11	Cheloninae	12
Helconinae	9	Opiinae	9
Agathidinae	6	Agathidinae	9
Macrocentrinae	6	Meteorinae	7
Meteorinae	6	Orgilinae	7
Gnamptodontinae	5	Cenocoelinae	5
Orgilinae	4	Blacinae	4
Blacinae	3	Gnamptodontinae	2
Cenocoelinae	2	Macrocentrinae	2
Homolobinae	2	Homolobinae	2
Cardiochilinae	1	Cardiochilinae	0
Total	287	Total	287



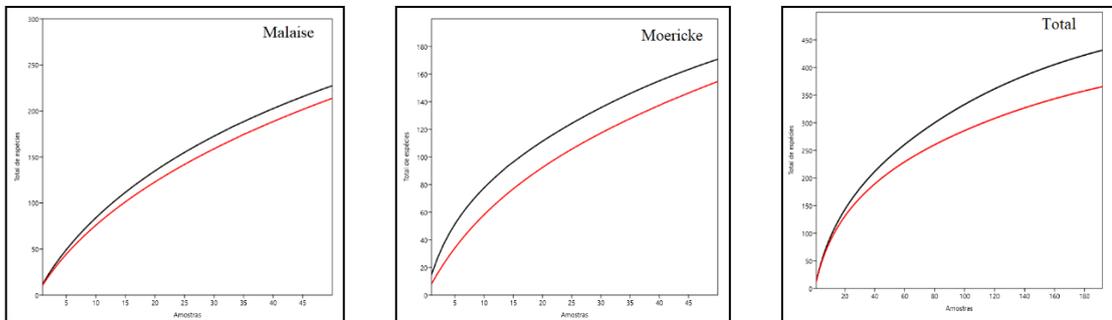
Figuras 16-18. Curvas de acumulação de espécies de Braconidae para a RBAR, para Malaise, Moericke e Total (ambas armadilhas), respectivamente. Eixo *x*: esforço amostral em dias-armadilha; eixo *y*: número cumulativo de espécies.



Figuras 19-21. Curvas de acumulação de espécies de Braconidae para a RBDB, para Malaise, Moericke e Total (ambas armadilhas), respectivamente. Eixo *x*: esforço amostral em dias-armadilha; eixo *y*: número cumulativo de espécies.

Tabela 16. Total das espécies observadas e estimativa da riqueza de Braconidae nas reservas, por armadilha. **Legenda:** *Spp obs*, total de espécies observadas; *Jackknife1*, estimador Jackknife1 para o total de espécies; %, porcentagem de espécies observadas em relação ao respectivo estimador; *Chao2*, estimador Chao2 para o total de espécies.

Reserva	Armadilha	Spp Obs	Jackknife1	%	Chao2	%
RBAR	Malaise	218	328.5	66.4%	352.1	60.0%
	Moericke	129	189.7	68.0%	239.2	53.9%
	Total	287	424.6	67.6%	514.9	55.7%
RBDB	Malaise	209	323.6	64.6%	384.5	54.4%
	Moericke	162	229.7	70.5%	332.0	48.8%
	Total	287	404.6	70.9%	447.9	64.1%



Figuras 22-24. Curvas de rarefação com extrapolação para igual número de amostras, para riqueza de espécies de Braconidae na RBAR (preto) e na RBDB (vermelho) para Malaise, Moericke, e dados combinados de ambas armadilhas. 1, Extrapolação para 48 amostras de Malaise (de 47 amostras na RBAR e 48 na RBDB para 48). 2, Extrapolação para 48 amostras de Moericke (de 35 na RBAR e 48 na RBDB para 48). 3, Ambas as armadilhas, com extrapolação para 96 amostras (de 82 na MP e 96 na MS).

3.3.3 Riqueza por tipo de vegetação

Considerando valores observados, foram capturadas 17% mais espécies na MP (304 espécies) do que na MS (260 espécies), mesmo com a MP tendo menor esforço amostral (Tab. 17). O número absoluto de espécies foi sempre maior para MP, tanto para RBAR, RBDB quanto para ambas as reservas (Tab. 17).

Mesmo em análises separadas por subfamílias da MP e MS nas reservas, fica claro que, no geral, a riqueza de espécies de Braconidae é superior na MP, seja no total observado ou em dias-armadilha (Tabs 17-19, Figs 25-27).

Comparando a riqueza de MP e MS a partir das curvas de rarefação com extrapolação para igual número de amostras (Fig. 28-30.), é evidente que a MP é mais rica em espécies que MS tanto se analisarmos armadilhas Malaise, Moericke quanto em ambas as armadilhas. Pela extrapolação das amostras de ambas armadilhas, a riqueza observada da MP alcançaria ao menos 250,8 espécies, ou 33% maior do que a MS, com 188,1 espécies (Tab. 20).

Tabela 17. Total de espécies de Braconidae (riqueza) nas duas reservas, por tipo de vegetação. Em negrito estão os tipos de vegetação mais ricos em espécies nas duas reservas. **Legendas:** *RBAR*, Reserva Biológica Augusto Ruschi; *RBDB*, Reserva Biológica de Duas Bocas. *MP*, Mata Primária; *MS*, Mata Secundária.

Subfamílias	RBAR			RBDB			TT MP	TT MS	Total
	MP	MS	Total	MP	MS	Total			
Doryctinae	101	99	150	115	91	146	145	146	204
Rogadinae	19	13	25	19	17	28	28	23	39
Euphorinae	10	11	16	10	5	12	16	14	20
Braconinae	10	6	11	13	5	15	17	9	19
Cheloninae	11	8	15	11	6	12	14	12	18
Helconinae	8	2	9	13	3	14	15	4	17
Hormiinae	11	9	13	12	7	13	14	11	16
Opiinae	10	9	13	8	6	9	12	11	15
Agathidinae	5	1	6	4	7	9	7	7	12
Meteorinae	6	2	6	5	3	7	9	3	9
Orgilinae	4	1	4	6	4	7	7	5	7
Cenocoelinae	2	0	2	4	1	5	5	1	6
Gnaptodontinae	3	3	5	1	1	2	3	4	6
Macrocentrinae	5	4	6	1	2	2	5	5	6
Blacinae	3	2	3	3	2	4	4	3	5
Homolobinae	2	1	2	2	1	2	3	1	3
Cardiochilinae	0	1	1	0	0	0	0	1	1
Total	210	172	287	227	161	287	304	260	403

Tabela 18. Espécies capturadas com **Malaise**, por subfamília, em cada reserva, por tipo de vegetação em dias-armadilha. Comparando os valores de MP e MS na RBAR e RBDB e Total de MP e MS, estão destacados em verde os valores de MP que são maiores do que da MS e em amarelo estão os valores de MS que são maiores do que da MP. **Legenda:** *RBAR*, Reserva Biológica Augusto Ruschi; *RBDB*, Reserva Biológica de Duas Bocas. *MP*, Mata Primária; *MS*, Mata Secundária; TT, total.

Subfamília	RBAR		RBDB		TT MP	TT MS	Total
	MP	MS	MP	MS			
Doryctinae	0,168	0,145	0,144	0,108	0,042	0,037	0,031
Rogadinae	0,052	0,032	0,053	0,042	0,013	0,009	0,009
Braconinae	0,027	0,017	0,036	0,014	0,008	0,004	0,004
Euphorinae	0,027	0,029	0,028	0,014	0,008	0,006	0,004
Cheloninae	0,024	0,023	0,025	0,017	0,006	0,005	0,004
Helconinae	0,022	0,006	0,033	0,008	0,007	0,002	0,004
Opiinae	0,024	0,020	0,019	0,014	0,005	0,004	0,003
Agathidinae	0,014	0,003	0,011	0,019	0,003	0,003	0,003
Hormiinae	0,019	0,020	0,019	0,014	0,004	0,004	0,003
Meteorinae	0,014	0,003	0,011	0,006	0,004	0,001	0,002
Orgilinae	0,008	0,003	0,017	0,008	0,003	0,002	0,002
Cenocoelinae	0,005	0,000	0,011	0,003	0,002	0,000	0,001
Gnaptodontinae	0,008	0,009	0,003	0,003	0,001	0,002	0,001
Macrocentrinae	0,014	0,012	0,003	0,006	0,002	0,002	0,001
Blacinae	0,008	0,006	0,008	0,006	0,002	0,001	0,001
Homolobinae	0,005	0,003	0,006	0,003	0,001	0,000	0,001
Cardiochilinae	0,000	0,003	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Total	0,440	0,332	0,428	0,283	0,113	0,084	0,074

Tabela 19. Espécies capturadas com **Moericke**, por subfamília, em cada reserva, por tipo de vegetação em dias-armadilha. Comparando os valores de MP e MS na RBAR e RBDB e Total de MP e MS, estão destacados em verde os valores de MP que são maiores do que da MS e em amarelo estão os valores de MS que são maiores do que da MP. **Legenda:** RBAR, Reserva Biológica Augusto Ruschi; RBDB, Reserva Biológica de Duas Bocas. MP, Mata Primária; MS, Mata Secundária; TT, total.

Subfamília	RBAR		RBDB		TT MP	TT MS	Total
	MP	MS	MP	MS			
Doryctinae	0,172	0,103	0,103	0,080	0,056	0,045	0,034
Rogadinae	0,012	0,008	0,008	0,006	0,004	0,003	0,003
Braconinae	0,012	0,003	0,008	0,002	0,004	0,001	0,002
Euphorinae	0,005	0,006	0,003	0,007	0,002	0,004	0,002
Cheloninae	0,005	0,005	0,002	0,001	0,001	0,002	0,001
Helconinae	0,007	0,006	0,002	0,002	0,001	0,002	0,001
Opiinae	0,002	0,002	0,001	0,002	0,001	0,001	0,001
Agathidinae	0,002	0,000	0,001	0,000	0,001	0,000	0,000
Hormiinae	0,002	0,002	0,002	0,001	0,001	0,000	0,000
Meteorinae	0,000	0,000	0,002	0,000	0,001	0,000	0,000
Orgilinae	0,002	0,000	0,000	0,002	0,000	0,001	0,000
Cenocoelinae	0,000	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Gnampodontinae	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Macrocentrinae	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Blacinae	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Homolobinae	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Cardiochilinae	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Total	0,224	0,136	0,133	0,104	0,074	0,060	0,047

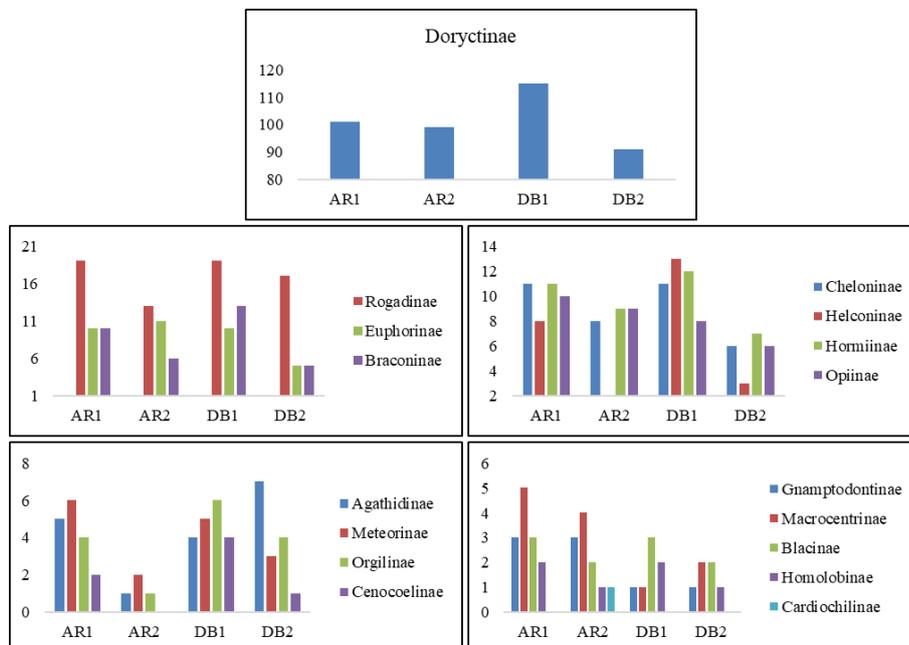


Figura 25. Riqueza de Braconidae na RBAR (AR) e RBDB (DB). em áreas de Mata Primária (1) e Mata Secundária (2), para cada subfamília em ambas as armadilhas. Legenda colorida para as respectivas figuras.

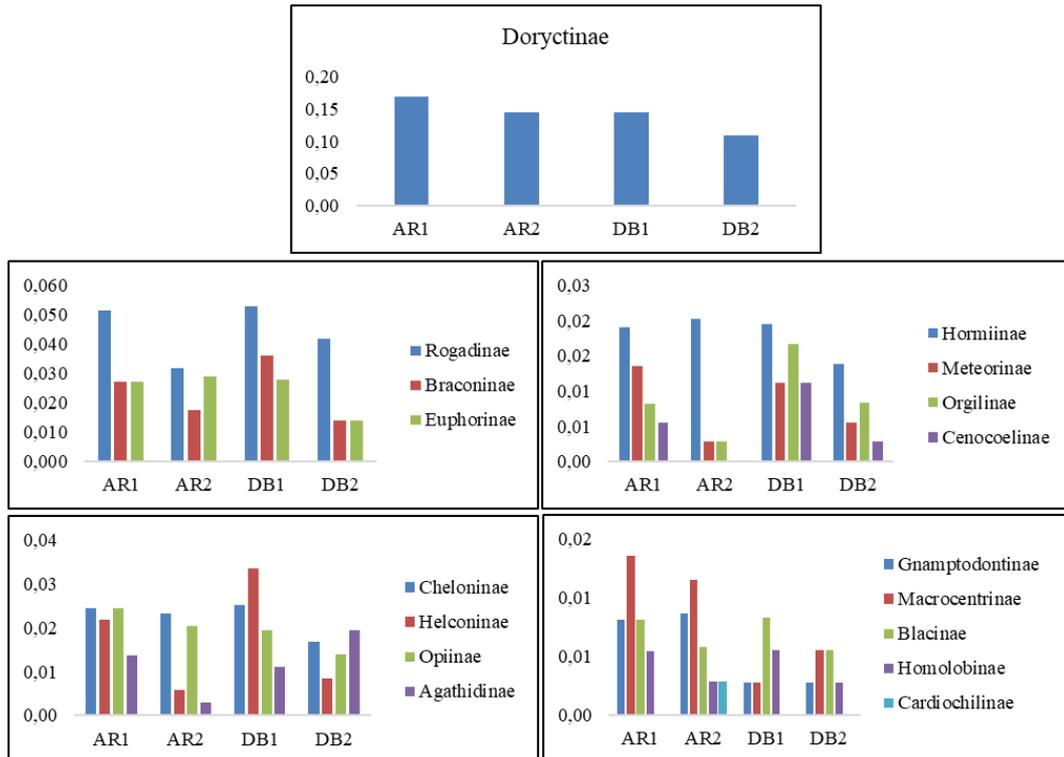


Figura 26. Riqueza de Braconidae na RBAR (AR) e RBDB (DB), em áreas de Mata Primária (1) e Mata Secundária (2), para cada subfamília em armadilhas **Malaise**. Legenda colorida para as respectivas figuras.

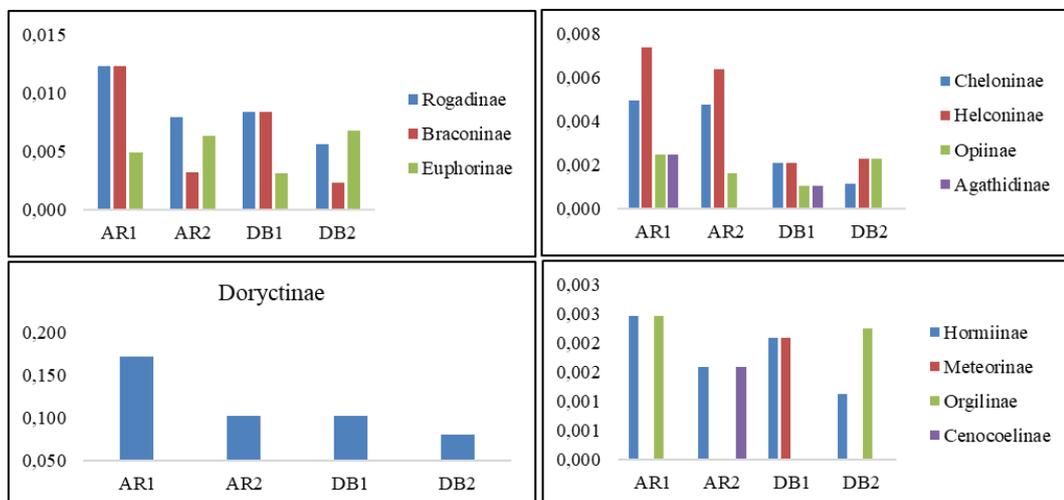


Figura 27. Riqueza de Braconidae na RBAR (AR) e RBDB (DB) em áreas de Mata Primária (1) e Mata Secundária (2), para cada subfamília em armadilhas **Moericke**. Gnaptodontinae, Macrocentrinae, Blacinae, Homolobinae, Cardiophilinae estão ausentes na representação gráfica pois o número de indivíduos em dias-armadilha foi zero em todas as reservas e tipos de vegetação. Legenda colorida para as respectivas figuras.

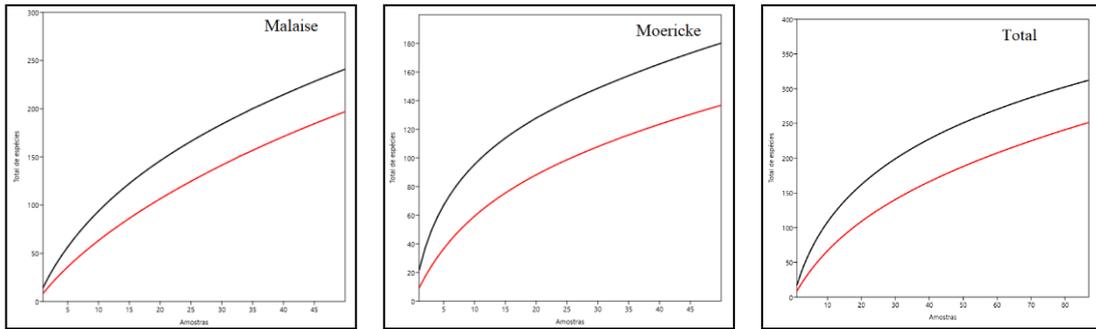


Figura 28-30. Curvas de rarefação com extrapolação para igual número de amostras, para riqueza de espécies de Braconidae na MP (preto) e na MS (vermelho) para Malaise, Moericke, e dados combinados de ambas armadilhas. X, Extrapolação para 50 amostras de **Malaise** (47 amostras na RBAR e 48 na RBDB). X, Extrapolação para 50 amostras de **Moericke** (35 na RBAR e 48 na RBDB). X, **Total**, Ambas as armadilhas com extrapolação para 96 mostras (82 na RBAR e 96 na RBDB).

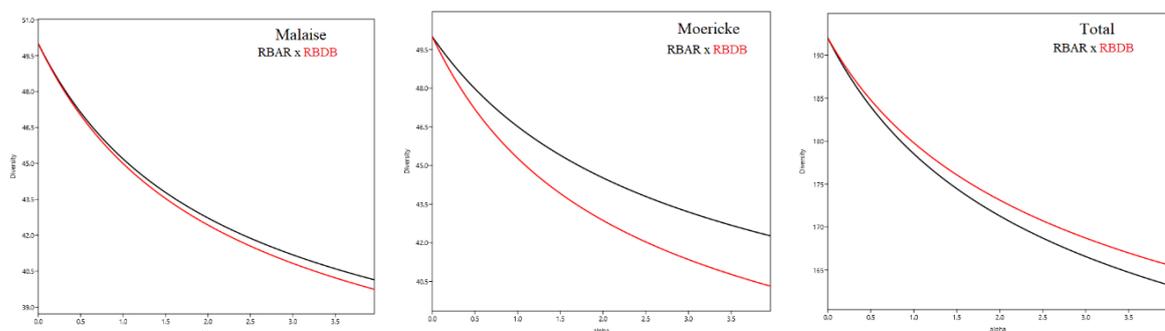
Tabela 20- Riqueza observada das espécies de Braconidae nas reservas, por tipo de vegetação, com extrapolação para igual número de amostras. **Legenda:** RBAR, Reserva Biológica Augusto Ruschi; RBDB, Reserva Biológica de Duas Bocas. MP, Mata Primária; MS, Mata Secundária.

Local	Vegetação	Riqueza obs
RBAR	MP	252,9
	MS	197,4
RBDB	MP	232,6
	MS	154,6
Total	MP	250,8
	MS	188,1

3.4 Diversidade

3.4.1 Diversidade nas Reservas

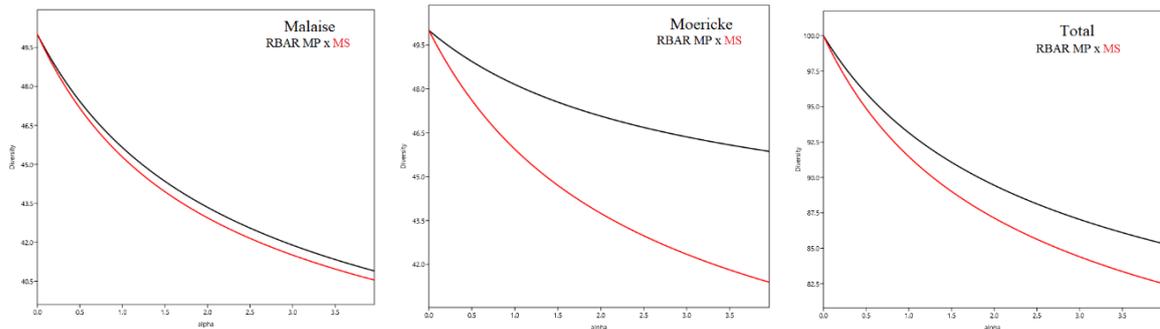
A diversidade de Braconidae na RBAR foi maior do que na RBDB quando consideramos dados de Malaise e Moericke, mesmo as curvas de Malaise sendo tão próximas. No Entanto, considerando ambas as armadilhas o que acontece é o oposto: a diversidade da RBDB é superior à RBAR (Figs 31-32).



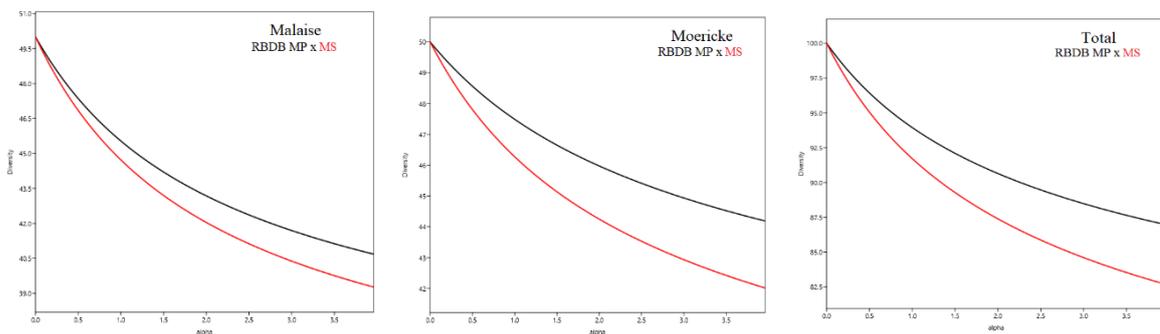
Figuras 31-33. Perfis de diversidade de Braconidae obtido através da série de Hill, comparando a RBAR (preto) com a RBDB (vermelho). Randomização para a área mais amostrada (citar metodologia). A, Dados de Malaise; B, Dados de Moericke; C, Dados de ambas as armadilhas.

3.4.2 Diversidade nos tipos de vegetação

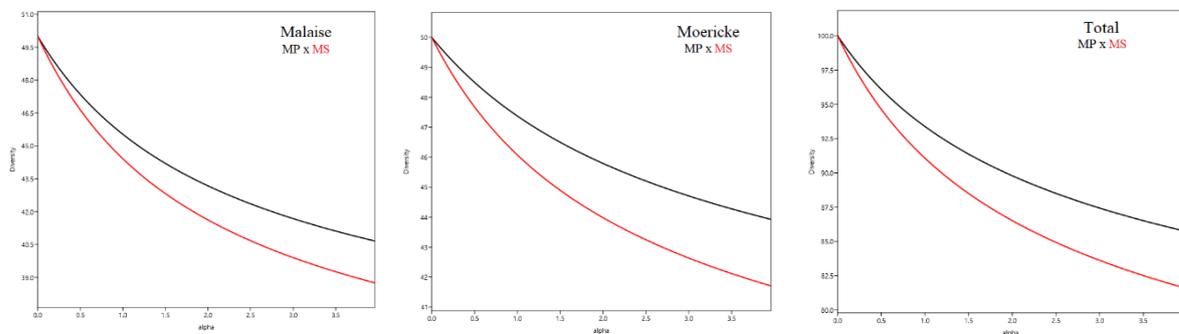
Na RBAR, mesmo em Malaise, onde as curvas foram bem próximas, a diversidade de Braconidae na MP da foi sempre maior do que na MS em todos os níveis analisados (Fig. 34). Observa-se ainda que a diversidade da MP foi muito maior da MS em armadilhas Moericke. Na RBDB, A diversidade da MP em Malaise, Moericke e ambas as armadilhas foi distintamente maior do que na MS (Fig. 35). O mesmo ocorreu para a MP e MS como um todo: em todos os níveis analisados a diversidade da MP é maior do que em MS (Fig. 36).



Figuras 34. Perfis de diversidade de Braconidae obtido através da série de Hill, comparando a MP (preto) com a MS (vermelho) da RBAR. Randomização para a área mais amostrada (citar metodologia). A, Dados de Malaise; B, Dados de Moericke; C, Dados de ambas as armadilhas.



Figuras 35. Perfis de diversidade de Braconidae obtido através da série de Hill, comparando a MP (preto) com a MS (vermelho) da RBDB. Randomização para a área mais amostrada (citar metodologia). A, Dados de Malaise; B, Dados de Moericke; C, Dados de ambas as armadilhas.



Figuras 36. Perfis de diversidade de Braconidae obtido através da série de Hill, comparando a MP (preto) com a MS (vermelho) de ambas as reservas. Randomização para a área mais amostrada (citar metodologia). A, Dados de Malaise; B, Dados de Moericke; C, Dados de ambas as armadilhas.

3.5 Similaridade

3.5.1 Similaridade entre as reservas

Pelo índice de similaridade de Jaccard, as duas reservas são faunisticamente muito distintas, apresentando apenas 39% de similaridade total entre suas espécies de Braconidae (Fig 37). Observa-se ainda que 46% das espécies foram coletadas exclusivamente na RBAR e 40% foram exclusivas da RBDB.

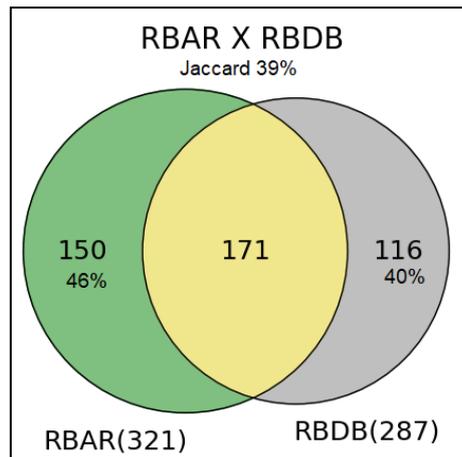


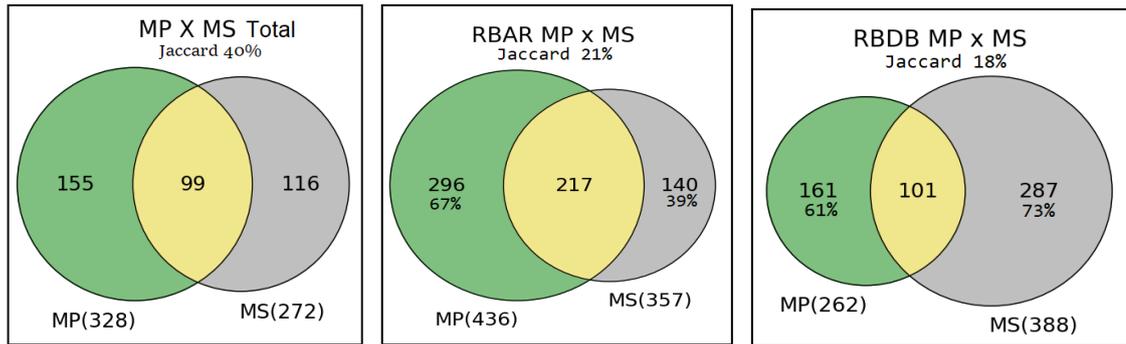
Figura 37. Diagrama de Venn comparando espécies exclusivas vs. compartilhadas entre RBAR e RBDB, com extrapolação do número de amostras de 82 (obtidas) para 96 na RBAR, igualando, portanto, a 96 amostras obtidas para a RBDB. Entre parênteses consta o total observado ou extrapulado de espécies para cada reserva. As porcentagens indicam a proporção de espécies exclusivas em cada reserva.

3.5.2 Similaridade por tipo de vegetação

Pelo índice de similaridade de Jaccard, MP e MS apresentam 40% de similaridade faunística, onde 49% são exclusivas da MP e 39% exclusivas da MS (Fig. 38). A composição faunística da MP e MS é muito distinta, com 38% de similaridade entre as espécies de Braconidae.

Na RBAR, MP e MS apresentam 21% de similaridade faunística e a composição faunística é muito distinta, onde 67% das espécies são exclusivas da MP e 39% são exclusivas da MS (Fig. 39) Na RBDB, MP e MS apresentam 18% de similaridade faunística, onde 61% da composição de espécies são exclusivos de MP e 73% são exclusivos de MS (Fig. 40)

Considerando a exclusividade das espécies, na análise dos tipos de vegetação total e na RBAR, a MP apresentou maior número de espécies exclusivas, ao contrário do que ocorreu na RBDB, onde MS teve maior número de espécies exclusivas.



Figuras 38-40. Diagramas de Venn para espécies de Braconidae exclusivas e compartilhadas nos tipos de vegetação. Entre parênteses estão o total de espécies em cada reserva. As porcentagens das espécies coletadas exclusivamente estão indicadas abaixo do número de espécies que ocorrem exclusivamente em cada reserva. Foi realizada a extrapolação para a análise do total de MP e MS (de 82 amostras na MP e 86 amostras na MS para 96 amostras) e para a RBAR MP e MS (de 34 amostras na RBAR na MP e 38 amostras na MS para 48 amostras). Para a RBDB não houve extrapolação do número de amostras, já que as coletas foram equivalentes.

3.6 Estrutura temporal

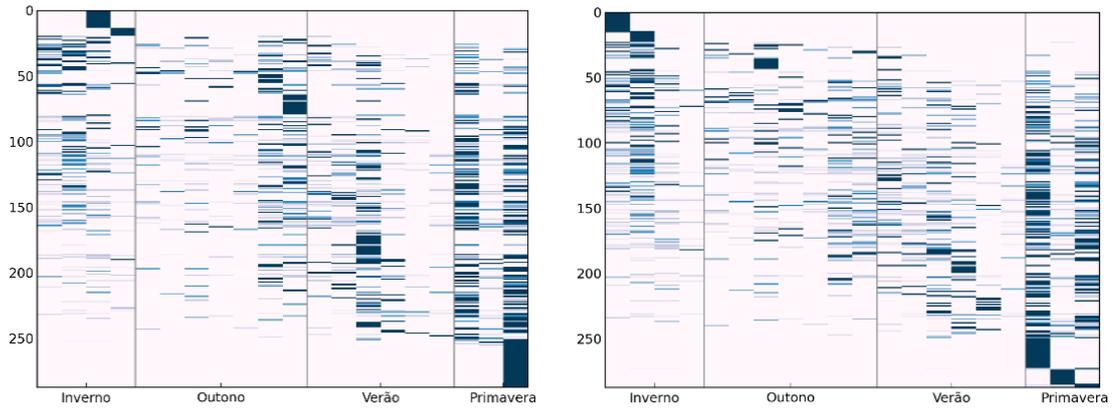
3.6.1 Estrutura temporal nas Reservas

Para ambas as reservas, foram coletadas 259 espécies na primavera, 192 no verão (47%), 191 no outono (47%), 189 espécies no inverno (46% do total). Do total de espécies exclusivas de cada estação, 41 espécies foram coletadas no inverno (10% do total), 30 no outono (7%), 70 na primavera (17%) e 39 no verão (9%).

Nas figuras 40-41 estão representadas as espécies coletadas em cada reserva de acordo com a média ponderada da data de recolhimento das amostras, revelando a disposição das espécies em cada estação do ano. Há uma grande aglomeração de espécies na primavera, mas também um grande número de espécies nas demais estações, com pouca variação entre verão, inverno e outono. Em ambas as reservas, muitas espécies foram coletadas exclusivamente na primavera, como pode ser observado nas barras comprimidas de cor azul mais intensa (Fig. 41-42). A estação que apresentou maior número de espécies exclusivas foi a primavera, sendo RBAR com 60 espécies (20% do total) e na RBDB, 56 espécies (19%). Mesmo que a primavera seja a estação com mais espécies exclusivas tanto na RBAR quanto na RBDB, nota-se que ainda há muitas espécies exclusivas para as outras estações (Tab. 21).

Vinte e três espécies na RBAR (8%) e 40 na RBDB (13%) ocorreram em todas as estações. Na RBAR, 71 espécies (24%) e na RBDB, 83 espécies (28%) ocorrem em pelo menos três estações.

O número médio de indivíduos por amostra na RBAR é significativamente superior na primavera. Já para a RBDB não há diferença significativa entre as estações, apesar da primavera apresentar, visualmente, maior média de indivíduos por amostra (Fig. 43-44). Devido à ausência das coletas com Moericke na RBAR, no inverno, foi realizada a extrapolação para igual número de amostras. Em ambas reservas a primavera continua sendo a estação com maior número de espécies, permanecendo com um grande número de espécies nas demais estações (Fig. 45).



Figuras 41-42. Fenologia das espécies (eixo y) de Braconidae coletadas na RBAR (à esquerda) e na RBDB (à direita). As espécies estão organizadas no eixo vertical de acordo com a média ponderada do dia de coleta (número do dia no ano), produzindo a diagonalização observada de inverno (no topo) para primavera (na base). A intensidade de cor é diretamente proporcional à frequência de cada espécie, com valores normalizados de 0.0 (mais claro) a 1.0 (mais escuro). Cada coluna dentro de cada estação equivale a um evento de coleta separado.

Tabela 21. Número de espécies exclusivas em cada estação do ano e total nas duas reservas. **Legendas:** Excl, total de espécies exclusivas na respectiva estação para a respectiva reserva, %Excl, porcentagem de espécies exclusivas na respectiva estação, em relação ao total de espécies observadas na reserva, TT, total de espécies, %TT, porcentagem em relação ao total de espécies observadas na reserva, EXT, total de espécies extrapoladas para igual número de amostras (24 amostras na RBAR e RBDB por estação). Em destaque o total de espécies nas estações na RBAR, total observado e total extrapolado.

Estação	RBAR				RBDB				
	Excl	% Excl	Total	% Total	EXT	Excl	% Excl	Total	% Total
Primavera	60	20	160	55	182	56	19	186	64
Verão	37	12	130	45	140	31	10	122	42
Outono	36	12	135	47	143	17	5	110	38
Inverno	25	8	84	29	139	32	11	143	49

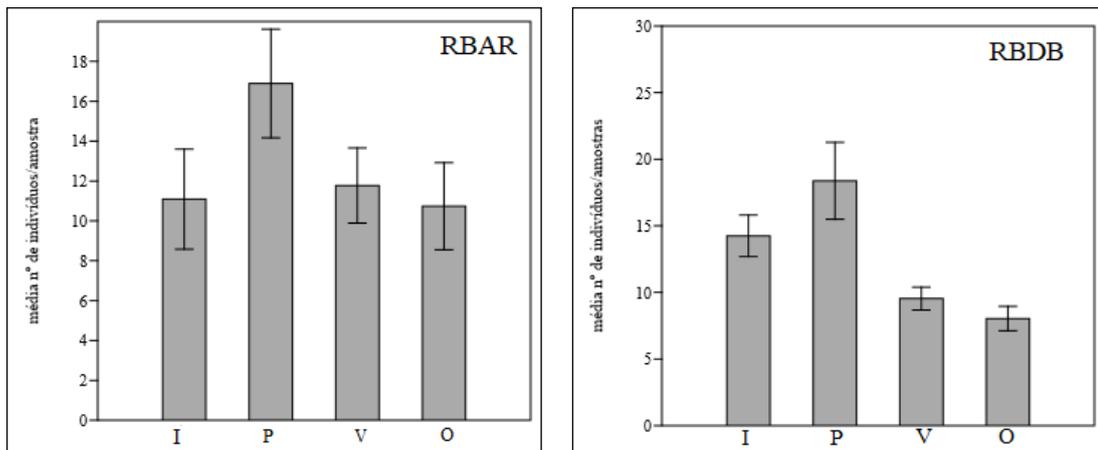


Figura 43-44. Média do número de indivíduos por amostra, com barras de erro padrão. **X1,** RBAR, valores combinados para ambas armadilhas e nos tipos de vegetação Legenda, **X2,** RBDB, valores combinados para ambas armadilhas e nos tipos de vegetação. **Legenda:** RBAR, Reserva Biológica Augusto Ruschi, RBDB, Reserva Biológica Duas Bocas, I, inverno, P, primavera, V, verão, O, outono.

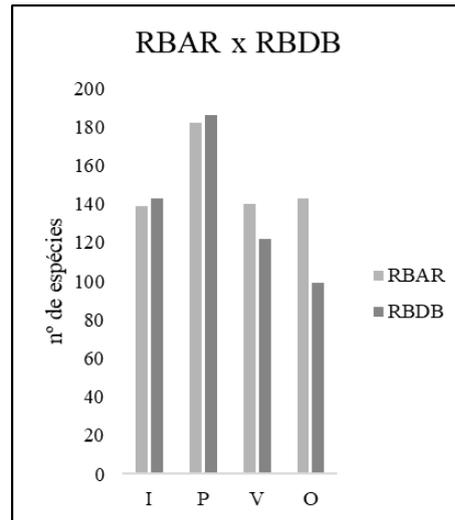


Figura 45. Número de espécies extrapolados para o mesmo número de amostras de Braconidae nas duas reservas (extrapolação para 24 amostras na RBAR), com barras de erro padrão. **Legenda:** RBAR, Reserva Biológica Augusto Ruschi, RBDB, Reserva Biológica Duas Bocas.

3.6.2 Estrutura temporal por tipo de vegetação

De acordo com a tabela 22, há aumento do número de espécies na MP da RBAR, com menores valores para o inverno, seguido pelo outono e verão, em direção aos valores mais altos na primavera. Já na MS, não há uma sequência clara como observado na MP. Na RBDB não há uma sequência clara de aumento ou diminuição do número de espécies entre as estações. Na MP, por exemplo, a primavera apresentou maior número de espécies, já na MS, o inverno se destaca por apresentar o maior número de espécies, porém não há diferenças marcantes no número de espécies entre as estações.

O número médio de indivíduos por amostra na MP deixa claro que a primavera foi significativamente superior em relação às demais estações (Fig. 46-47). Já na MS, não houve diferença significativa entre as estações. Pela extrapolação para igual número de amostras, a MP é superior em número de espécies em todas as estações, com destaque novamente para a primavera (Fig. 48).

Tabela 22. Total de espécies de Braconidae por tipo de vegetação e por estação. Vale lembrar que houve uma coleta a menos com Moericke na RBAR, inverno. **Legenda:** CP, correlação Pearson entre as colunas de dados da MP e MS; P, primavera; V, verão; O, outono; I, inverno; Excl, espécies exclusivas.

Veg	Estação	RBAR		RBDB		Total	
		Spp	Excl	Spp	Excl	Spp	Excl
MP	Primavera	115	47	153	54	205	55
	Verão	98	32	89	21	146	30
	Outono	86	24	74	17	132	20
	Inverno	65	18	96	18	135	25
MS	Primavera	84	38	62	27	128	51
	Verão	61	19	59	19	102	30
	Outono	84	40	65	16	118	34
	Inverno	29	13	84	34	106	33

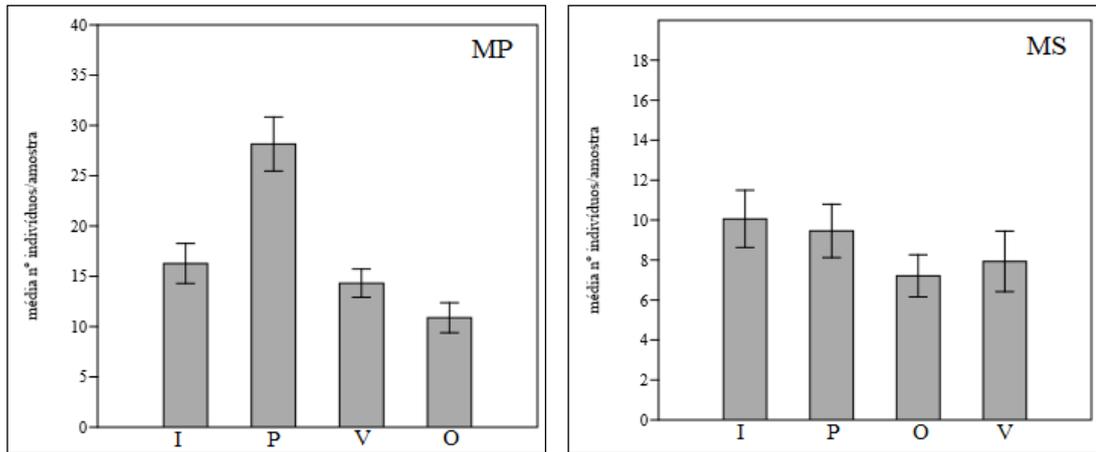


Figura 46-47. Média do número de indivíduos por amostra, com barras de erro padrão. **45,** MP, valores combinados para ambas armadilhas e ambas as reservas. **46,** MS, valores combinados para ambas armadilhas e em ambas reservas. **Legenda:** MP, Mata Primária, MS, Mata Secundária, I, inverno, P, primavera, V, verão, O, outono.

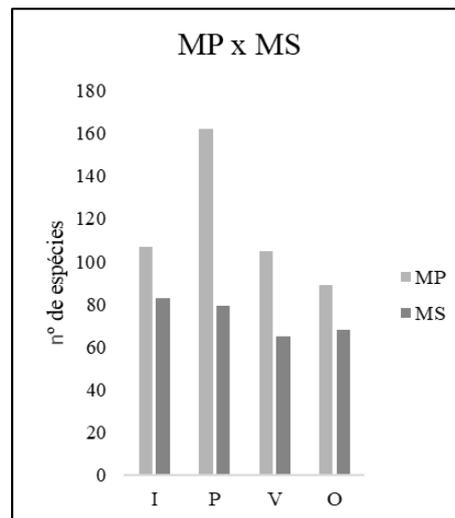


Figura 48. Número de espécies extrapolados para o mesmo número de amostras de Braconidae nos tipos de vegetação (12 amostras em cada estação), com barras de erro padrão. **Legenda:** RBAR, Reserva Biológica Augusto Ruschi, RBDB, Reserva Biológica Duas Bocas.

4. DISCUSSÃO

4.1 Representatividade

Em geral, os Braconidae são separados em dois grupos: os ciclóstomos, que apresentam o labro exposto e côncavo e os não ciclóstomos, nos quais o labro é coberto pelo clipeo e, quando exposto, não é côncavo (Wharton *et al.*, 2017; Tobias, 1967; Achterberg, 1984; Quicke & Achterberg, 1990; Wharton, 1993). Todos os membros da linhagem dos não ciclóstomos são endoparasitoides cenobiontes, enquanto os ciclóstomos demonstram ampla gama de modos de vida (Tobias, 1967; Achterberg, 1984; Maêto, 1987).

Braconidae, em sua maioria, são parasitoides primários de outros insetos e são normalmente associados a um único hospedeiro (Hanson & Gauld 1995). Os hospedeiros mais comuns são larvas de Lepidoptera, Coleoptera e Diptera (Hanson & Gauld 1995; Wharton, 2017). Em Braconidae existe uma diferença clara entre parasitoides (Wharton *et al.*, 2017): endoparasitoides geralmente depositam seus ovos dentro de um hospedeiro e as larvas desenvolvem-se internamente rodeadas por tecidos hospedeiros úmidos (Quicke, 2015) e os ectoparasitoides são aqueles que põem ovos externamente e cujas larvas completam a alimentação do exterior, rodeadas por ar (Quicke, 2015). Braconidae endoparasitoides geralmente são coinobiontes (Wharton, 1993). Mesmo temporariamente paralisados, os hospedeiros continuam a se desenvolver por um período de tempo. Eles passam a maior parte de seu período de desenvolvimento dentro do hospedeiro, em contato íntimo com os tecidos e com o sistema imunológico do hospedeiro comprometido por substâncias injetadas pela fêmea durante a oviposição (Wharton *et al.*, 2017). Ectoparasitoides são geralmente idiobiontes (Wharton *et al.*, 2017), com estágios imaturos que se alimentam externamente do hospedeiro que foi atacado e paralisado pela fêmea parasitoide (Wharton, 1993; Wharton *et al.*, 2017, Quicke, 2015). Os ovos podem ser colocados diretamente no hospedeiro ou, frequentemente, próximo ao hospedeiro após este ter sido paralisado (Wharton, 2017).

Apesar de haver considerável discordância entre os especialistas em Braconidae sobre as relações entre as subfamílias, várias linhagens ou agrupamentos são aceitos (Whitfield, 1992). Complexos informais baseados em supostas relações filogenéticas também têm sido propostos para explicar a filogenia do grupo (Tobias, 1967; Achterberg, 1984; Maêto, 1987; Wharton, 1993; Belshaw *et al.*, 1998).

Dos seis complexos propostos por Sharanowski *et al.* (2011), *Aphidioide*, *Ciclóstomos*, *Helconoide*, *Euphoroide*, *Sigalphoide* e *Microgastroide*, cinco abrangem as subfamílias identificadas neste estudo, com exceção do complexo *Aphidioide*. As subfamílias morfoespeciadas estão filogeneticamente relacionadas e exibem uma mudança gradativa nos principais grupos de hospedeiros e modo de parasitismo que permeiam os clados (Figura 4), o que tornou possível realizar análises comparativas e discussões com base nessas observações.

Além disso, estudos que mais se assemelham a este, como Pérez-Rodrigues *et al.* (2013) e Jiménez-Peydró & Peris-Felipo (2011), se concentraram em uma subfamília. Dessa forma, consideramos que a quantidade de indivíduos e espécies coletados geraram dados robustos para analisarmos os Braconidae como um todo.

4.2 Amostragem

Estudos comparativos sobre a diferença na composição das espécies de Braconidae em diferentes áreas da Mata Atlântica não são incomuns (e.g., Scatolini & Pentead-Dias, 2003; Cirelli & Pentead-Dias, 2003; Barbieri & Dias, 2012). No entanto, a comparação entre reservas semelhantes em termos climáticos e de altitude, submetidas ao mesmo método de coletas, compreendendo todas as estações de um mesmo ano para ambas, até então são inéditas e produzem conclusões mais robustas para ambos os locais. A robustez também está ligada a

um amplo esforço amostral e de diversas técnicas, como foi abordado neste estudo. Além disso, as reservas possuem critérios claros que as tornam equivalentes pelo seu estado de conservação (são Unidades de Conservação), categorizadas como Reserva Biológica (SNUC, 2000).

Uma das grandes dificuldades de se realizar estudos comparativos está no número de amostras tomadas ou do volume de habitat considerado, que podem influenciar diretamente no número de espécies registradas (Begon *et al.*, 2006). Estudos que buscam aprimorar métodos para o levantamento de fauna de Braconidae, demonstram que utilizar somente um método de coleta pode ser tendencioso para alguns grupos e por vezes não ser suficiente (Wharton *et al.*, 2017; Noyes, 1989; Owen & Owen, 1974). Dessa forma, para evitar contradições nas análises, as duas reservas foram submetidas ao mesmo desenho amostral de modo concomitante.

Zampieron (2009) destaca a dificuldade de se utilizar armadilhas Moericke na captura de insetos, principalmente devido à exposição a chuvas, que as coloca em situação de menor eficiência de captura quando comparadas às armadilhas Malaise, que são eficientes na interceptação de voo e na preservação dos insetos capturados por um maior período de tempo. Apesar dos imprevistos possíveis na utilização das Moericke, Nunes *et al.* (2014) destacam que essas armadilhas são capazes de capturar gêneros específicos de Braconidae, e que é necessário utilizar múltiplos métodos para estudar a diversidade do grupo. Utilizar armadilhas Moericke neste estudo foi bastante arriscado devido às perdas pelas chuvas e à exposição a outros animais. Contudo, existe a técnica de Chao *et al.* (2014) que extrapola o número de amostras e corrige possíveis lacunas de amostragem em duas áreas, que foi bastante utilizada no presente estudo a fim de corrigir possíveis erros de amostragem.

4.3 Abundância

4.3.1 Abundância das subfamílias

Doryctinae, Cheloninae e Rogadinae foram as subfamílias mais abundantes tanto na RBAR quanto na RBDB. Essas três subfamílias também estão entre as mais abundantes na APA de Descalvado (Cirelli & Penteado-Dias, 2003). Rogadinae e Doryctinae também estão entre as subfamílias mais abundantes em áreas de mata nativa do Paraná (Scatolini & Penteado-Dias, 2003) e no Parque Natural Municipal, em Rondônia (Gadelha *et al.*, 2012).

Os Doryctinae foram os mais abundantes neste estudo. Cirelli & Penteado-Dias (2003) também constataram a dominância dos Doryctinae dentro dos idiobiontes, onde foram capturados 56% dos idiobiontes da APA de Descalvado. A maioria das espécies de Doryctinae são ectoparasitoides idiobiontes de coleópteros e vários táxons dessa subfamília parasitam larvas de Lepidoptera e Symphyta (Belokobylskij *et al.*, 2004). Cirelli & Penteado-Dias (2003) analisando a riqueza da fauna de Braconidae coletados por armadilha Malaise em remanescentes da APA de Descalvado, estudaram 253 exemplares de Doryctinae. Scatolini & Penteado-Dias (2003), analisando a fauna de Braconidae em 3 áreas do Estado do Paraná, coletaram com armadilhas Malaise durante um período de 12 meses 116 espécimes de Doryctinae.

Os Cheloninae são endoparasitoides solitários de ovos e larvas de Lepidoptera, que suspendem o desenvolvimento da larva do parasitoide (Shaw & Huddleston, 1991). Essa subfamília está associada a vários grupos economicamente importantes, por isso muitos estudos estão focados em sua biologia (Shaw & Huddleston, 1991). Cheloninae e Rogadinae estão entre os coinobiontes mais abundantes neste estudo, com 9% e 6% do total de indivíduos. Essa relação também foi observada por Cirelli & Penteado-Dias (2003), que encontraram valores muito próximos das duas subfamílias.

Os Rogadinae são cosmopolitas e bem representados, com doze gêneros ocorrendo no Novo Mundo (Shaw, 2017). Constituem um grupo grande e bastante heterogêneo, são endoparasitoides coinobiontes, mas, diferente das subfamílias que parasitam Lepidoptera, os

Rogadinae mumificam as larvas de seus hospedeiros. Todavia, há pouco conhecimento sobre sua distribuição, biologia e sobre os hospedeiros dos Rogadinae Neotropicais (Campos, 2001).

Observa-se que entre as subfamílias mais abundantes há uma transição entre o ectoparasitismo, com os Doryctinae representando os idiobiontes ectoparasitários de larvas ocultas de Lepidoptera, e o endoparasitismo, com Cheloninae e Rogadinae representando os endoparasitoides coinobiontes de larvas de Lepidoptera.

Das subfamílias capturadas nas armadilhas Moericke, somente Macroentrinae, e Homolobinae apresentam hábitos noturnos (Wharton *et al.*, 2017; Shaw & Huddleston, 1991). Esse hábito poderia explicar por que essas subfamílias não foram capturadas em Moericke, já que poderiam não ter enxergado a armadilha. No entanto, Macroentrinae e Homolobinae possuem um conjunto de caracteres associados a vespas parasitoides noturnas ou crepusculares, que geralmente apresentam coloração marrom-amarelado, antenas longas e ocelos bem desenvolvidos para visão noturna (Gauld & Huddleston, 1976). Como observado em campo, essas armadilhas puderam ser vistas nas trilhas mesmo à noite, principalmente quando iluminadas pela lua. Mesmo assim, nota-se a ausência desses grupos em coletas com Moericke. A ausência de algumas subfamílias em armadilhas Moericke não são incomuns. Yamada (2006), comparando diferentes técnicas de coleta, observaram ausência de Macrocentrinae e Gnamptodontinae nas coletas com Moericke.

A ausência de alguns táxons nessas armadilhas também foi observada por Aguiar & Santos (2010), que, ao investigar a eficiência de Malaise e Moericke na captura de Cryptini, verificaram que alguns gêneros são exclusivos de cada armadilha. Mazón & Bordera (2008) afirmam que a eficácia das armadilhas Moericke depende da resposta de cada grupo a essa armadilha, da estrutura do habitat e do grupo de insetos estudado, o que talvez possa explicar a ausência de Braconinae nas coletas com Moericke na RBDB e de Helconinae na RBAR. Apesar das cinco subfamílias mencionadas não terem sido coletadas em armadilhas Moericke, não é possível afirmar que elas não ocorrem nas duas reservas, já que foram coletadas com armadilhas Malaise. Além disso, é possível que a cor amarela da armadilha não seja atraente para essas subfamílias.

4.3.2 Abundância nas Reservas

As duas reservas possuem estruturas muito semelhantes de abundância de espécies: a minoria delas está representada por muitos indivíduos e a maioria por poucos indivíduos. Esse padrão também foi observado por Scatolini & Pentead-Dias (2003) e Cirelli & Pentead-Dias (2003) e para outros grupos taxonômicos como Ichneumonidae (Kumagai & Graf, 2000).

4.3.3 Abundância nos tipos de vegetação

A estrutura da abundância da MP e MS não são significativamente diferentes para ambas as reservas, mesmo que visualmente o gráfico de Whittaker deixe claro que abundância pode ser maior na MP do que na MS da RBAR. Por outro lado, a maior abundância em MP vista no gráfico de *ranking*/abundância da RBAB, possivelmente está relacionada ao tipo de vegetação. A mudança na abundância de espécies de Braconidae em função do estado de conservação de um local é um resultado que tem sido observado em diferentes tipos de vegetação (Idris e Hasmawati, 2002; Barbieri & Dias, 2012; Chay-Hernández *et al.*, 2006).

4.4 Riqueza

4.4.1 Riqueza das subfamílias

As subfamílias que apresentaram maior número de espécies foram Doryctinae, Cheloninae e Rogadinae. Os Doryctinae estão principalmente distribuídos na região tropical e subtropical (Zaldívar-Riverón *et al.*, 2008), com 1609 espécies descritas, 187 gêneros, sendo que 54

ocorrem no Brasil (Yu *et al.*, 2012). Tanto em total de espécies observadas quanto em dias-armadilha fica claro que Doryctinae é altamente dominante nas duas reservas, onde foram identificadas 42 espécies a mais das que são conhecidas para o Brasil (Gadella *et al.*, 2017). Rogadinae é cosmopolita e especiosa, com aproximadamente 800 espécies descritas em todo mundo (Shaw & Huddleston, 1991). São 68 espécies descritas no Brasil, 39 foram identificadas neste estudo. Euphorinae é uma subfamília com cerca de 375 espécies descritas para todo o mundo (Shaw, 1985), onde 13 espécies são conhecidas para o Brasil. Neste estudo foram encontradas 20 espécies de Euphorinae.

4.4.2 Riqueza nas Reservas

A amostragem foi mais eficiente na RDBD, além de haver maior concordância entre os estimadores Jackknife1 e Chao2 para RDBD do que para RBAR. Contudo, a riqueza em ambas pode ser muito maior do que o observado, já que as curvas de acumulação não estabilizaram. Ruiz-Guerra *et al.* (2015), comparando a riqueza de quatro tipos de uso da terra, coletando com armadilhas Moericke por um mês também não atingiram uma assíntota, indicando insuficiência amostral, porém, um modelo de extrapolação adotado sugeriu que com o aumento do esforço amostral, as diferenças de riqueza observada nos locais se manteriam. Cirelli & Pentead-Dias ao coletar braconídeos com Malaise em uma Área de Proteção Ambiental, sugeriram que amostragens de mais de 12 meses seriam suficiente para alcançar uma assíntota. Contudo, neste estudo, as coletas foram realizadas em um ciclo anual utilizando dois tipos de armadilhas, e mesmo assim as curvas de acumulação de espécies não estabilizaram, indicando que a riqueza de espécies nas duas reservas é alta, corroborando o padrão observado de riqueza de espécies tropicais. Em regiões tropicais, raramente as curvas de acumulação de espécies alcançam uma assíntota (Morrison *et al.*, 1979). Stout & Vandermeer (1975), por exemplo, constataram que os esforços de amostragem necessários para alcançar a assíntota da curva de acumulação de espécies podem ser muito maiores em habitats tropicais do que em locais temperados.

São conhecidas para o Brasil 894 espécies de Braconidae (Gadella *et al.*, 2017). As Reservas abrigam uma grande diversidade, com 57% do total de espécies descritas para o Brasil. Mesmo que o número de espécies seja grande, comparado ao que se encontra descrito para o Brasil, possivelmente muito mais espécies devem existir considerando ambas as reservas, como indicado pela grande proporção de *singletons* (37% do total) e *doubletons* (14% do total). Na maioria dos levantamentos de artrópodes tropicais a proporção de *singletons* e *doubletons* é consistentemente alta (Coddington *et al.*, 2009). Esse padrão também foi encontrado por Da Silva *et al.* (2016) estudando a fauna de himenópteros parasitoides em uma Unidade de Conservação no Rio Grande do Sul, Brasil (31% de *singletons* e 8% de *doubletons*).

O número total observado de espécies foi igual para ambas Reservas, no entanto, analisando os valores extrapolados caso nenhuma amostra fosse perdida, a RBAR é mais rica em espécies do que RDBD. Essa diferença pode ser ainda maior, como indicam os estimadores de riqueza, indicando que mais espécies poderiam ser encontradas. Era de se esperar que houvesse diferença na riqueza de espécies, já que as Reservas são diferentes, porém, a quantificação é única, já que estudos que quantificam de forma robusta o total de espécies de himenópteros parasitoides são raros. Contudo, Idris & Hasmawati (2002), comparando três reservas fragmentadas exploradas pela extração de madeira na Malásia, encontraram um total de 95 espécies em todas as reservas, porém, registraram somente dados de abundância em cada reserva separadamente. Idris *et al.* (2003) por sua vez, compararam a diversidade, abundância, similaridade e composição de espécies do gênero *Xanthopimpla* (Ichneumonidae, Pimplinae) nas mesmas reservas estudadas por Idris *et al.* (2003), porém registraram um total de 31 espécies com a proporção nas reservas de 15:7:9.

4.4.3 Riqueza nos tipos de vegetação

Considerando o total de espécies, MP foi mais rica do que a MS, mesmo com menor esforço amostral. Quando os dados são extrapolados para o mesmo número de amostras, a diferença entre MP e MS cai de 16% para 12%. Apesar disso, o número de espécies continua crescendo à medida que se aumenta a quantidade de amostras.

A influência das plantas sobre insetos herbívoros e seus parasitoides está relacionada com a diversidade e a concentração de recursos, e desse modo, ecossistemas complexos como florestas primárias podem suportar um número maior de espécies (Lawton & Strong Jr, 1981). Esses padrões podem ser observados para outro grupo taxonômico: Sääksjärvi *et al.* (2006) em seus estudos na Amazônia, observaram que a riqueza de espécies de Ichneumonidae em uma localidade foi positivamente associada à riqueza de espécies de plantas.

O maior número de indivíduos e espécies encontrados na MP pode estar relacionado ao fato de que esses locais fornecem mais microhabitats e proteção contra predadores, assim como maiores recursos e substratos de nidificação (Barbieri & Dias, 2012; Idris & Hasmawati, 2002; Maêto *et al.*, 2009; Santos *et al.*, 2007). Ruiz-Guerra *et al.* (2015), comparando a fauna de Braconidae em diferentes usos da terra, observaram que a riqueza de espécies foi maior na floresta tropical preservada do que na floresta secundária, coincidindo com estudos de Chay-Hernández *et al.* (2006). Assim sendo, Barbieri & Dias (2012), Delfín & Burgos (2000) e González & Ruíz (2000), sugerem que os braconídeos podem ser usados como indicadores biológicos de ecossistemas perturbados.

4.5 Diversidade

4.5.1 Diversidade nas Reservas

Estudiosos muitas vezes usam riqueza de espécies para medir a diversidade biológica (Magurran, 2013), simplesmente considerando o número de espécies de uma determinada área (Wisley *et al.*, 2005). No entanto, identificar todos os indivíduos de uma comunidade é extremamente difícil (Longino *et al.*, 2002), principalmente em se tratando de comunidades preservadas e com grande quantidade de invertebrados (Melo, 2008). Outro obstáculo é que as comunidades estão sujeitas a entrada e saída de migrantes que mudam a densidade populacional, revelando espécies que não eram encontradas anteriormente ao fluxo (Longino *et al.*, 2002).

Um outro modo de medir a diversidade é utilizando índices de diversidade (Magurran, 2013), que combinam dois atributos de uma comunidade: a riqueza de espécies e a equitabilidade, ou seja, proporção entre a diversidade observada e a máxima diversidade (Lloyd & Ghelardi, 1964). A equitabilidade mede a uniformidade, que é a distribuição da abundância entre as espécies de uma comunidade (Martins & Santos 1999). De forma genérica, o conceito de diversidade considerando equitabilidade pode ser explicado quando comparamos duas comunidades, uma delas onde as espécies possuem número igual de indivíduos e a outra onde as espécies possuem uma grande discrepância entre o número de indivíduos. Nesse caso, a primeira comunidade seria classificada como extremamente uniforme e a segunda desuniforme. Por exemplo, em duas florestas com 20 espécies de Braconidae coletadas em cada, a primeira área possui 10 indivíduos para cada espécie e a segunda varia de 10 a 50 indivíduos por espécie. A área de maior diversidade é a primeira, onde todas as espécies possuem a mesma representatividade, e por isso a equitabilidade é máxima.

Na literatura há vários índices de diversidade (Magurran, 2013). A dificuldade está em decidir qual deles usar devido à importância que cada um dá para a riqueza e para a equitabilidade. Por exemplo, um índice A pode indicar que uma comunidade X é mais diversa que Y, enquanto o índice B pode indicar o inverso (Tóthmérész 1995). Um exemplo é o Índice de Shannon, dá maior peso para a riqueza de espécies do que o índice de Simpson (Melo, 2008).

Uma solução para o uso de índices de diversidade que medem aspectos diferentes da distribuição das espécies é o uso de perfis de diversidade, como a série de Rényi ou de Hill. As Séries Rényi e Hill são diferentes apenas na parametrização e uma pode ser obtida da outra (Melo, 2008). A série de Hill apodera-se de vários índices de diversidade (Godinho-Ferreira *et al.*, 2010), e para estudos em ecologia é a generalização mais conhecida (Melo, 2008). Visando contornar diferentes interpretações dos índices, optou-se por adotar neste estudo a série de Hill. Comparações utilizando a série de Hill para estudos com Braconidae são escassos. Apenas Souza (2015) utilizou números de Hill para comparar a diversidade de Braconidae em quatro propriedades de cultivo orgânico. Para o grupo-irmão Ichneumonidae, somente Mazón & Bordera (2014) utilizaram números de Hill para comparar habitats de uma área protegida na Espanha. No entanto, as comunidades não puderam ser comparadas devido às curvas terem se cruzado, levando a não interpretação dos dados.

Assim sendo, a partir da análise da riqueza observada e da riqueza estimada pela extrapolação para igual número de amostras, a RBAR é mais rica em espécies, no entanto, considerando dados de ambas as armadilhas, a RBDB apresenta maior diversidade que a RBAR. Pelo fato de as reservas serem consideravelmente distintas em altitude e precipitação, diferenças na diversidade são esperadas. A novidade, no entanto, é a quantificação, já que não existem estudos comparando a estrutura da diversidade de Braconidae em duas reservas de Mata Atlântica.

A diferença na diversidade entre reservas foi também observada por Idris & Hasmawati (2002), que, investigando a fauna de Microgastrinae na Malásia, observaram que a diversidade entre as três reservas estudadas era significativamente diferente. Ao que tudo indica, a diversidade estaria positivamente influenciada pelo grau de perturbação do habitat, do tamanho e do grau de isolamento de uma reserva em particular.

4.5.2 Diversidade nos tipos de vegetação

Em todos os níveis analisados, a diversidade de Braconidae foi sempre maior na MP, corroborando com estudos de Maêto *et al.* (2009), Sääksjärvi *et al.* (2006) e Fraser *et al.* (2007) que mostram que a riqueza de espécies vegetais (que é alta em MP) é um indicador importante na alta diversidade de parasitoides.

4.6 Similaridade

4.6.1 Similaridade nas reservas

A similaridade das espécies entre as reservas foi representada a partir de diagramas de Venn e compõe um dado nunca descoberto para a RBAR e RBDB: as duas reservas são muito distintas faunisticamente.

O único estudo comparando reservas foi de Idris & Hasmawati (2002), que encontraram mais de 70% de similaridade faunística de Microgastrinae entre três fragmentos florestais na Malásia, com distância entre os fragmentos de 20, 35 e 75 km. Os resultados de Idris & Hasmawati (2002), sugerem que, quanto mais próximas as florestas, mais altas as porcentagens de espécies sobrepostas. No entanto, essa reflexão não explica a enorme diferença faunística entre RBAR e RBDB, já que em termos geográficos, somente 57 km separam as duas reservas. É surpreendente que mesmo reservas tão próximas podem abrigar uma diferença enorme de espécies, fato que eleva a importância da preservação da biodiversidade das reservas.

4.6.2 Similaridade nos tipos de vegetação

A similaridade entre MP e MS total para dados de ambas as reservas, foi diferente da similaridade da MP e MS na RBAR e RBDB. É curioso notar que a MP e MS na RBAR e na RBDB é menos semelhante entre si do que entre as próprias reservas. A diferença dentro das

reservas ocorre porque há diferenças na composição da MP e MS, que podem estar influenciando na composição faunística, já que segundo Fraser *et al.* (2007), a riqueza de parasitoides está associada à riqueza da vegetação. Idris & Hasmawati (2002) sugerem que o tamanho relativo das florestas pode não ser o fator mais importante para influenciar as espécies compartilhadas entre as florestas, mas sim a idade de regeneração das florestas. Ruíz-Guerra *et al.* (2015), comparando diferentes tipos de vegetação no México, identificaram menos de 18% de similaridade da fauna de Braconidae entre eles. A estrutura dos estratos da vegetação e sua distribuição espacial parece ter maior efeito sobre a estrutura da comunidade de parasitoides do local Chay-Hernández *et al.* (2006).

4.7 Sazonalidade

4.7.1 Sazonalidade nas reservas

Estudos que abordam a sazonalidade de Braconidae se concentram basicamente na discussão comparativa de subfamílias. Não foram encontrados estudos sobre a sazonalidade comparativa para espécies de Braconidae.

As figuras 40-41 não mostram uma diagonalização clara, sugerindo que a estrutura de Braconidae em ambas reservas é pouco estratificada. Há ainda poucas espécies coletadas em todas as estações, mesmo em pelo menos três estações, onde os valores foram maiores. Além disso, o padrão de estratificação nas duas reservas sugere que existe uma variação contínua de espécies ao longo das estações que podem ser estendidas para a Mata Atlântica como um todo, já que se tratam de duas reservas distintas.

Com dados combinados das duas reservas, as porcentagens de espécies observadas ou exclusivas de cada estação são muito parecidas. No entanto, observa-se uma alta proporção de espécies presentes no inverno em ambas as reservas (46% do total observado), sugerindo que o inverno tem forte influência na dinâmica da fauna de Braconidae nas reservas como um todo.

A estação que apresentou maior riqueza de espécies foi a primavera. Como observado por Jervis *et al.* (1993), o aumento da captura de Braconidae na primavera revela que o período de voo desses parasitoides coincide com o período de floração da vegetação, onde há mais disponibilidade de hospedeiros e fontes energéticas para sua sobrevivência. Brown Júnior & Freitas (2000) ressaltam ainda que as maiores abundâncias registradas de insetos se encontraram no fim dos períodos secos. No entanto, nota-se que o inverno, assim como o outono na RBAR, apresenta forte influência no número total de espécies. Arouca (2009), relatou picos de captura de Braconidae no inverno (julho e julho) e primavera (setembro e outubro), no Morro de Araçoiaba, Floresta Natural de Ipanema, São Paulo. Cirelli & Penteado-Dias (2003), analisando a fenologia dos Braconidae em cinco locais em um Área de Proteção Ambiental, registraram as maiores frequências no mês de setembro (primavera) e julho e agosto (inverno).

4.7.2 Sazonalidade nos tipos de vegetação

A maior riqueza de espécies da MP na primavera pode ser explicada pela influência da umidade na atividade das vespas parasitoides. Nessa época do ano, as chuvas se iniciam favorecendo as atividades dos insetos, porém, com a chegada do verão o grande volume de chuvas prejudica as atividades de voo e com a chegada do outono e inverno o clima se torna mais seco. Shapiro & Pikerling (2000), constataram que a comunidade de parasitoides que está em sincronia com os períodos de chuva e este é um fator importante na interação trófica em florestas tropicais. Segundo os mesmos autores, a dessecação pode limitar, por exemplo, a atividade de parasitoides que atacam Lepidoptera.

No entanto, o padrão observado na MP parece não ser suficiente para explicar a falta de linearidade ao longo das estações na MS. Aguiar-Menezes & Menezes (2001), estudando a

flutuação populacional de Opiinae em um ciclo anual, observaram que a umidade não contribuiu para as variações numéricas nas populações, mas que as flutuações do parasitoide estavam associadas às variações de seu hospedeiro.

5. CONCLUSÃO

Neste estudo constatamos que há uma organização clara das espécies de Braconidae dentro de duas reservas consideravelmente distintas de Mata Atlântica e que, portanto, provavelmente essa estrutura também ocorra em outros fragmentos florestais desse tipo de floresta. Há também uma visível estrutura de similaridade de riqueza, onde tanto as reservas quanto os tipos de vegetação são faunisticamente muito distintas.

É a primeira vez que a diferença da estrutura faunística de Braconidae entre duas reservas é objetivamente quantificada. Constatamos que as duas reservas de Mata Atlântica são muito distintas em sua composição de espécies, com apenas 39% de similaridade faunística entre elas, com 46% de espécies exclusivas na RBAR e 40% na RBDB. Esses dados deixam claro que cada reserva contribui para sustentar altos níveis de diversidade, e são portanto, crucialmente complementares.

A estrutura temporal de Braconidae sugere que as duas reservas apresentam clara variação na composição de espécies ao longo das estações, onde em uma das reservas observa-se que há um aumento no número de espécies na primavera, diminuindo em direção ao inverno, porém em outra não há uma linearidade clara para as espécies ao longo das estações.

A MP e MS são distintas para todos os níveis analisados (abundância, riqueza, diversidade, similaridade, sazonalidade). A similaridade entre MP e MS em cada reserva é menor do que entre as próprias reservas. A MP e MS (de ambas as reservas) são mais semelhantes entre si do que em reservas diferentes. Dessa forma, é possível que a umidade e regime de chuvas tenha mais influência na estrutura temporal da MP do que da MS, e por isso podemos supor que a MS dispõe de processos particulares que regem as atividades dos Braconidae.

REFERÊNCIAS

- Achterberg, C. (1993). Illustrated key to the subfamilies of the Braconidae (Hymenoptera: Ichneumonoidea). *Zool. Verh.*, v. 283, p. 189.
- Achterberg, C. (1984) Essay on the phylogeny of Braconidae (Hymenoptera: Ichneumonoidea). *Entomologisk Tidskrift*, 105, 41–58.
- Aguiar, A.P. & Santos, B.F. (2010) Discovery of potent, unsuspected sampling disparities for Malaise and Möricke traps, as shown for Neotropical Cryptini (Hymenoptera, Ichneumonidae). *Journal of Insect Conservation*, 14, 199–206.
- Aguiar-Menezes, E. L., & Menezes, E. B. (2001). Parasitismo sazonal e flutuação populacional de Opiinae (Hymenoptera: Braconidae), parasitóides de espécies de Anastrepha (Diptera: Tephritidae), em Seropédica, RJ. *Neotropical Entomology*, 30(4), 613-623.
- Ameri, A., Talebi, A. A., Rakhshani, E., & Beyarslan, A. (2016). A Review of the Subfamily Hormiinae (Hymenoptera: Braconidae) from Iran. *Journal of Insect Biodiversity and Systematics*, 1(2), 111-123.
- Antonini Y, Silveira RA, Oliveira M, Martins C, Oliveira R (2016) Orchid bee fauna responds to habitat complexity on a savanna area (Cerrado) in Brazil. *Sociobiology* 63(2):819–825
- Arrhenius, O. (1921). Species and area. *Journal of Ecology*, 9(1), 95-99.
- Arouca, R. G., & Penteado-Dias, A. M. (2009). First record of four Alysiniinae species (Hymenoptera, Braconidae) from Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 69(4), 1209-1210.
- August, P.V. (1983) The role of habitat complexity and heterogeneity in structuring tropical mammal communities. *Ecology*, 64:1495–1507.
- Ashmead, W. H. (1893). Synopsis of the Hormiinae of North America. *Transactions of the American Entomological Society (1890-)*, 20(1), 39-44.
- Ball, D. (2016) David Ball, <https://www.flickr.com/photos/davegball/29114610781> [acessado 15.fev.2018]
- Ball, D. (2017) David Ball, <https://www.flickr.com/photos/davegball/34924297295> [acessado 15.fev.2018]
- Baltanás, A. (1992). On the use of some methods for the estimation of species richness. *Oikos*, 484-492.
- Barbieri Junior, C. A., & Dias, A. M. P. (2012). Braconidae (Hymenoptera) fauna in native, degraded and restoration areas of the Vale do Paraíba, São Paulo state, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 72(2), 305-310.
- Begon, M., Townsend, C. R., & Harper, J. L. (2006). *Ecology: from individuals to ecosystems*.
- Belokobylskij, S. A., Zaldivar-Riveron, A., & Quicke, D. L. (2004). Phylogeny of the genera of the parasitic wasps subfamily Doryctinae (Hymenoptera: Braconidae) based on morphological evidence. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 142(3), 369-404.
- Belshaw, R., Fitton, M., Herniou, E., Gimeno, C., & Quicke, D. L. (1998). A phylogenetic reconstruction of the Ichneumonoidea (Hymenoptera) based on the D2 variable region of 28S ribosomal RNA. *Systematic Entomology*, 23(2), 109-123.
- Belokobylskij, S. A., Zaldivar-Riveron, A., & Quicke, D. L. (2004). Phylogeny of the genera of the parasitic wasps subfamily Doryctinae (Hymenoptera: Braconidae) based on morphological evidence. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 142(3), 369-404.
- Boni, R., Novelli, F. Z., & Silva, A. G. (2009). Um alerta para os riscos de bioinvasão de jaqueiras, *Artocarpus heterophyllus* Lam., na Reserva Biológica Paulo Fraga Rodrigues, antiga Reserva Biológica Duas Bocas, no Espírito Santo, Sudeste do Brasil. *CEP*, 29140, 500.
- Brown Jr, K. S., & Freitas, A. V. L. (2000). Atlantic forest butterflies: indicators for landscape conservation 1. *Biotropica*, 32(4b), 934-956.
- Campos, D. F. (2001). Lista de los géneros de avispa parasitoides Braconidae (Hymenoptera: Ichneumonoidea) de la región Neotropical. *Biota Colombiana*, 2(3).
- Canal Daza, N., Zucchi, R. A., SILVA, N., & Silveira Neto, S. (1995). Análise faunística dos parasitóides (Hymenoptera: Braconidae) de Anastrepha (Dip., Tephritidae) em Manaus e Iranduba, Estado do Amazonas. *Acta Amaz*, 25(3/4), 235-246.
- Cagnolo, L., Valladares, G., Salvo, A., Cabido, M., & Zak, M. (2009). Habitat fragmentation and species loss across three interacting trophic levels: effects of life-history and food-web traits. *Conservation Biology*, 23(5), 1167-1175.

- Chao, A., Gotelli, N.J., Hsieh, T.C., Sander, E.L., Ma, K.H., Colwell, R.K. & Ellison, A.M. (2014) Rarefaction and extrapolation with Hill numbers: a framework for sampling and estimation in species diversity studies. *Ecological Monographs*, 84, 45–67.
- Chay-Hernández, D. A., Delfín-González, H., & Parra-Tabla, V. (2006). Ichneumonoidea (Hymenoptera) community diversity in an agricultural environment in the state of Yucatan, Mexico. *Environmental entomology*, 35(5), 1286-1297
- Chokkalingam, U., & De Jong, W. (2001). Secondary forest: a working definition and typology. *The International Forestry Review*, 19-26.
- Coddington, J. A., Agnarsson, I., Miller, J. A., Kuntner, M., & Hormiga, G. (2009). Undersampling bias: the null hypothesis for singleton species in tropical arthropod surveys. *Journal of animal ecology*, 78(3), 573-584.
- Colwell, R. K. (2016) EstimateS, Version 9.1: Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples (Software and User's Guide). Freeware for Windows and Mac OS. URL <http://viceroy.eeb.uconn.edu/EstimateS> [acessado em outubro/2018].
- Colwell, R.; Coddington, J.A. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philos. Trans. R. Soc. London B series*, London, v. 345, p. 101-118,1994
- Cirelli, K. R. N., & Pentead-Dias, A. M. (2003). Fenologia dos Braconidae (Hymenoptera, Ichneumonoidea) da área de proteção ambiental (APA) de Descalvado, SP. *Revista Brasileira de Entomologia*, 47(1), 99-105.
- CONAMA (1993) Resolução nº 10, de 1 de outubro de 1993, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA; “Estabelece os parâmetros básicos para análise dos estágios de sucessão de Mata Atlântica”; publicada no Diário Oficial da União em 03/11/1993; Brasília, DF. URL www.systaxon.ufes.br/PDFs/AlexandreAguiar/CONAMA1993.pdf [acessado em outubro/2018].
- Da Silva, G. S. Jahnke, S. M., & Gonzalez Ferreira, M. L. (2016). Hymenoptera parasitoids in protected area of Atlantic Forest biomes and organic rice field: compared assemblages. *Revista Colombiana de Entomología*, 42(2), 110-117.
- Delfín González, H., & Burgos Ruíz, D. (2000). Los braconídeos (Hymenoptera: Braconidae) como grupo parámetro de biodiversidad en las selvas deciduas del Trópico: una discusión acerca de su posible uso. *Acta zoológica mexicana*, (79), 43-56.
- Dowton, M. (1999). Relationships among the cyclostome braconid (Hymenoptera: Braconidae) subfamilies inferred from a mitochondrial tRNA gene rearrangement. *Molecular phylogenetics and evolution*, 11(2), 283-287.
- LaSalle, J. (1993). Parasitic Hymenoptera, biological control and biodiversity. *Hymenoptera and Biodiversity*, 197-215.
- LaSalle, J., & Gauld, I. D. (1993). Hymenoptera: their biodiversity, and their impact on the diversity of other organisms. *Hymenoptera and biodiversity*, 1-26.
- LaSalle, J. & Gauld, I.D. (1991) Parasitic Hymenoptera and the biodiversity crisis. *Redia*, 74, 315–334.
- Lloyd, M., & Ghelardi, R. J. (1964). A table for calculating the equitability component of species diversity. *The Journal of Animal Ecology*, 217-225.
- Longino, J.T., Coddington, J.A. & Colwell, R.K. 2001. The ant fauna of a tropical rain forest: estimating species richness three different ways. *Ecology* 83(3):689-702.
- Delfín González, H., & Burgos Ruíz, D. (2000). Los braconídeos (Hymenoptera: Braconidae) como grupo parámetro de biodiversidad en las selvas deciduas del Trópico: una discusión acerca de su posible uso. *Acta zoológica mexicana*, (79), 43-56.
- Ebeling, A, Klein, A. M, Weisser W. W, Tschantke, T. (2012) Multitrophic effects of experimental changes in plant diversity on cavity-nesting bees, wasps, and their parasitoids. *Oecologia* 169:453–465.
- Falcó-Garí, J. V., Peris-Felipo, F. J., & Jiménez-Peydró, R. (2014). Diversity and phenology of the Braconid community (Hymenoptera: Braconidae) in the Mediterranean protected landscape of Sierra Calderona (Spain). *Open Journal of Ecology*, 4(04), 174.
- Fahrig, L. (2003). Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual review of ecology, evolution, and systematics*, 34(1), 487-515.
- Fraser, S.E.M., Dytham, C. & Mayhew, P.J. (2007) Determinants of parasitoid abundance and diversity in woodland habitats. *Journal of Applied Ecology*, 44, 352–361.

- Gadelha, S. D. S., Penteado-Dias, A. M., & Silva, A. D. A. (2012). Diversity of Braconidae (Insecta, Hymenoptera) of the Parque Natural Municipal de Porto Velho, Rondonia, Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia*, 56(4), 468-472.
- Gadelha SS, Tavares MT, Fernandes DRR, Shimbori EM 2018. Braconidae in Catálogo Taxonômico da Fauna do Brasil. PNUD. Disponível em: <<http://fauna.jbrj.gov.br/fauna/faunadobrasil/1546>>. Acesso em: 17 Dez. 2018.
- Gardner, T. A., Barlow, J., Chazdon, R., Ewers, R. M., Harvey, C. A., Peres, C. A., & Sodhi, N. S. (2009). Prospects for tropical forest biodiversity in a human-modified world. *Ecology letters*, 12(6), 561-582.
- Gauld, I. D., & Huddleston, T. (1976). The nocturnal Ichneumonoidea of the British Isles, including a key to genera. *Entomologist's Gazette*, 27(1), 35-49.
- Gibson, L., Lee, T. M., Koh, L. P., Brook, B. W., Gardner, T. A., Barlow, J., ... & Sodhi, N. S. (2011). Primary forests are irreplaceable for sustaining tropical biodiversity. *Nature*, 478(7369), 378.
- Godfray, H. C. J. (1994). Parasitoids: behavioral and evolutionary ecology. *Princeton University Press*.
- Godinho-Ferreira, P., Azevedo, A., & Rego, F. C. (2010). Alteração da diversidade de espécies arbóreas nos povoamentos florestais entre 1995 e 2005 (Portugal Continental). *Silva Lusitana*, 18(ESPECIAL), 39-50.
- Hammer, Ø., Harper, D.A.T & Ryan, P.D. (2001) PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4, 1–9.
- Hanson, P. E., & Gauld, I. D. (1995). *The Hymenoptera of Costa Rica* (No. 595.79 H95).
- Harper, K. A., Macdonald, S. E., Burton, P. J., Chen, J., Brosfoske, K. D., Saunders, S. C., ... & Esseen, P. A. (2005). Edge influence on forest structure and composition in fragmented landscapes. *Conservation Biology*, 19(3), 768-782.
- Hill, M.O. (1973) Diversity and evenness: a unifying notation and its consequences. *Ecology*, 54, 427–432.
- Horstman, J. (2014) Itchydogimages, <https://www.flickr.com/photos/itchydogimages/12784291514> [acessado 15.fev.2018]
- Horstman, J. (2013) Itchydogimages, <https://www.flickr.com/photos/itchydogimages/8378397195> [acessado 15.fev.2018]
- Horstmann, K., Floren, A., & Linsenmair, K. E. (2005). Ichneumonidae (Hymenoptera) from the canopy of tropical forests in Sabah, Malaysia: a comparison between primary and secondary forests. *Ecotropica*, 11, 41-52.
- Idris, A. B., & Hasmawati, Z. (2002). Ecological study of braconid wasps in different logged over forests with special emphasis on the Microgastrines (Hymenoptera: Braconidae). *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 5(11), 1255-1258.
- Idris, A. B., Hanidah, J., Gonzaga, A.D. & Azura, A.N. (2003) Diversity, Abundance, Species Composition and Similarity of Genus *Xanthopimpla* (Ichneumonidae: Pimplinae) in Logged and Fragmented Forests of the Langat Basin in Selangor, Malaysia. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 6, 55–62.
- IEMA – Instituto Estadual do Meio Ambiente. (2019) Reserva Biológica de Duas Bocas. Disponível em https://iema.es.gov.br/REBIO_Duas_Bocas [acessado em fevereiro/2019]
- Jervis, M. A., Kidd, N. A. C., Fitton, M. G., Huddleston, T., & Dawah, H. A. (1993). Flower-visiting by hymenopteran parasitoids. *Journal of natural history*, 27(1), 67-105.
- Jiménez-Peydró, R., & Peris-Felipo, F. J. (2011). Diversity and community structure of Opiinae (Hymenoptera: Braconidae) in the forest estate of Artikutza (Spain). *Florida Entomologist*, 472-479.
- Kareiva, P., Watts, S., McDonald, R., & Boucher, T. (2007). Domesticated nature: shaping landscapes and ecosystems for human welfare. *Science*, 316(5833), 1866-1869.
- Kremen, C., Colwell, R. K., Erwin, T. L., Murphy, D. D., Noss, R. A., & Sanjayan, M. A. (1993). Terrestrial arthropod assemblages: their use in conservation planning. *Conservation biology*, 7(4), 796-808.
- Kruess, A. (2003). Effects of landscape structure and habitat type on a plant-herbivore-parasitoid community. *Ecography*, 26(3), 283-290.
- Kumagai, A. F. & Graf, V. (2000) Ichneumonidae (Hymenoptera) de áreas urbana e rural de Curitiba, Paraná, Brasil. *Acta Biológica Paranaense*, 29, 153–168.

- LaSalle, J., & Gauld, I. D. (1991). Parasitic Hymenoptera and the biodiversity crisis. *Redia*, 74(3, Appendix), 315-334.
- LaSalle, J. (1993). Parasitic Hymenoptera, biological control and biodiversity. *Hymenoptera and Biodiversity*, 197-215.
- Lawton, J. H., & Strong Jr, D. R. (1981). Community patterns and competition in folivorous insects. *The American Naturalist*, 118(3), 317-338.
- Lewis, O. T., Memmott, J., Lasalle, J., Lyal, C. H., Whitefoord, C., & Godfray, H. C. J. (2002). Structure of a diverse tropical forest insect–parasitoid community. *Journal of Animal Ecology*, 71(5), 855-873.
- Li, Q., Wei, S. J., Tang, P., Wu, Q., Shi, M., Sharkey, M. J., & Chen, X. X. (2016). Multiple lines of evidence from mitochondrial genomes resolve phylogenetic relationships of parasitic wasps in Braconidae. *Genome biology and evolution*, 8(9), 2651-2662.
- Li, F.F., Chen, X. X., Piao, M.H., He, J.H. & Ma, Y. (2003) Phylogenetic relationships of the Euphorinae (Hymenoptera: Braconidae) based on the D2 variable region of 28S ribosomal RNA. *Entomotaxonomia*, 25, 217–226.
- Lloyd, M., & Ghelardi, R. J. (1964). A table for calculating the 'equitability' component of species diversity. *The Journal of Animal Ecology*, 217-225.
- Longino, J. T., Coddington, J., & Colwell, R. K. (2002). The ant fauna of a tropical rain forest: estimating species richness three different ways. *Ecology*, 83(3), 689-702.
- Maeto, K. (1987) A comparative morphology of the male internal reproductive organs of the family Braconidae (Hymenoptera, Ichneumonoidea). *Kontyu*, 55, 32–42.
- Magurran, A.E. (2013) *Medindo a Diversidade Biológica*. Editora UFPR, Curitiba, Paraná.
- Matthews, R. W. (1974). Biology of Braconidae. *Annual Review of Entomology*, 19(1), 15-32.
- Martins, F. R., & Santos, F. D. (1999). Técnicas usuais de estimativa da biodiversidade. *Revista Holos*, 1(1), 236-267.
- Marques, M. C., Roper, J. J., & Salvalaggio, A. P. B. (2004). Phenological patterns among plant life-forms in a subtropical forest in southern Brazil. *Plant Ecology*, 173(2), 203-213.
- Mazón, M. & Bordera, S. (2008) Effectiveness of two sampling methods used for collecting Ichneumonidae (Hymenoptera) in the Cabañeros National Park (Spain). *European Journal of Entomology*, 105, 879–888.
- MMA (2018) Ministério do Meio Ambiente. Relatório Parametrizado - Unidade de Conservação. Relatório gerado em <http://www.mma.gov.br/areas-protegidas/cadastro-nacional-de-ucs/consulta-gerar-relatorio-de-uc>. [acessado em outubro/2018]
- Melo, A. S. (2008) O que ganhamos 'confundindo' riqueza de espécies e equitabilidade em um índice de diversidade. *Biota Neotropica*, 8, 21–27.
- Moericke, V. (1950) Über das Farbsehen der Pflanzlause (Myzodes persicae Sulz.). *Zeitschrift für Tierpsychologie Beiheft*, 7, 265–275.
- Moericke, V. (1951) Eine Farbfrage zur Kontrolle des Fluges von Blattläusen, insbesondere der Pflanzlause, *Myzodes persicae* (Sulz.). *Nachrichten Dt Pflanzenschutz*, 3, 23–24.
- Morrison, G., Auerbach, M. & McCoy, E.D. (1979) Anomalous Diversity of Tropical Parasitoids: A General Phenomenon? *The American Naturalist*, 114, 303–307.
- Noyes, J. S. (1989). A study of five methods of sampling Hymenoptera (Insecta) in a tropical rainforest, with special reference to the Parasitica. *Journal of Natural History*, 23(2), 285-298.
- Nunes, J. F., Castro, C. S., & Ruíz, S. S. (2014). • Doryctinae (Hymenoptera: Braconidae) from Caetetus Ecological Station, a seasonal semideciduous forest in Gália, São Paulo, Brazil. *Ciência et Praxis*, 7(13), 27-30.
- Oliver, I., & Beattie, A. J. (1996). Invertebrate morphospecies as surrogates for species: a case study. *Conservation Biology*, 10(1), 99-109.
- Opler, P. A., Frankie, G. W., & Baker, H. G. (1980). Comparative phenological studies of treelet and shrub species in tropical wet and dry forests in the lowlands of Costa Rica. *The Journal of Ecology*, 167-188.
- Owen, D. F., & Owen, J. (1974). Species diversity in temperate and tropical Ichneumonidae. *Nature*, 249(5457), 583.
- Patil, G. P., & Taillie, C. (1982). Diversity as a concept and its measurement. *Journal of the American statistical Association*, 77(379), 548-561.

- Pérez-Rodríguez, J., Oltra-Moscardó, T., Peris-Felipo, F. J., & Jiménez-Peydró, R. (2013). Microgastrinae (Hymenoptera: Braconidae) in the Forest State of Artikutza (Navarra: Spain): Diversity and Community Structure. *Insects*, 4(3), 493-505.
- Pik, A. J., Oliver, I. A. N., & Beattie, A. J. (1999). Taxonomic sufficiency in ecological studies of terrestrial invertebrates. *Australian Journal of Ecology*, 24(5), 555-562.
- Poulin, R. (2011). *Evolutionary ecology of parasites*. Princeton university press.
- Querino, R. B., Couceiro, S. R. M., Queiroz, L. O., & Pentead-Dias, A. M. (2011). The spatial distribution of Hymenoptera parasitoids in a forest reserve in Central Amazonia, Manaus, AM, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 71(4), 865-871.
- Quicke, D. L. (2015). *The braconid and ichneumonid parasitoid wasps: biology, systematics, evolution and ecology*. John Wiley & Sons.
- Quicke, D. L. J., & Marsh, P. M. (1992). Two new species of Neotropical parasitic wasps with highly modified ovipositors (Hymenoptera: Braconidae: Braconinae and Doryctinae). *Proceedings of the Entomological Society of Washington*, 94(4), 559-567.
- Quicke, D.L.J. & Achterberg, C. (1990) Phylogeny of the subfamilies of the family Braconidae (Hymenoptera: Ichneumonoidea). *Zoologische Verhandelingen Leiden*, 258, 1–180.
- Reis Filho, W., Pentead, S., & Iede, E. T. (2004). Controle biológico de pulgão-gigante-do-pinus, *Cinara atlantica* (Hemiptera: Aphididae), pelo parasitóide *Xenostigmus bifasciatus* (Hymenoptera: Braconidae). *Embrapa Florestas-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)*.
- Rényi, A. (1961) On measures of entropy and information. *Proceedings of the 4th Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability* (ed. J. Neyman), Vol. 1, pp. 547–561. University of California Press, Berkeley, California.
- Restello, R. M., & Pentead-Dias, A. M. (2006). Braconidae diversity (Hymenoptera) from the Unidade de Conservação Teixeira Soares, Marcelino Ramos, RS, with emphasis on Microgastrinae. *Revista Brasileira de Entomologia*, 50(1), 80-84.
- Rodríguez-Palomera, M., Cambero-Campos, J., De Dios-Ávila, N., & Gerardo, K. (2017). Nota Científica. *Folia Entomológica Mexicana (nueva serie)*, 3(1), 12-14.
- Rodríguez-Palomera, M., Cambero-Campos, J., Luna-Esquivel, G., Robles-Bermúdez, A., & Cambero-Nava, K. G. (2017). Entomofauna asociada al cultivo de yaca (*Artocarpus heterophyllus* lam.) en Nayarit, México. *Entomología Mexicana*, 4, 220-223.
- Ruíz-Guerra, B., López-Acosta, J. C., Zaldivar-Riverón, A., & Velázquez-Rosas, N. (2015). Braconidae (Hymenoptera: Ichneumonoidea) abundance and richness in four types of land use and preserved rain forest in southern Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 86(1), 164-171.
- Santos, A. D. (2003). Estimativas de riqueza em espécies. *Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre*, 19-41.
- Sääksjärvi, I. E., Ruokolainen, K., Tuomisto, H., Haataja, S., Fine, P. V., Cárdenas, G., ... & Vargas, V. (2006). Comparing composition and diversity of parasitoid wasps and plants in an Amazonian rain-forest mosaic. *Journal of Tropical Ecology*, 22(2), 167-176.
- Scatolini, D., & Pentead-Dias, A. M. (2003). Análise faunística de Braconidae (Hymenoptera) em três áreas de mata nativa do Estado do Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Entomologia*, 47(2), 187-195.
- Schmitt, C. B., Burgess, N. D., Coad, L., Belokurov, A., Besançon, C., Boisrobert, L. & Kapos, V. (2009). Global analysis of the protection status of the world's forests. *Biological Conservation*, 142(10), 2122-2130.
- Shapiro, B. A., & Pickering, J. (2000). Rainfall and parasitic wasp (Hymenoptera: Ichneumonoidea) activity in successional forest stages at Barro Colorado Nature Monument, Panama, and La Selva Biological Station, Costa Rica. *Agricultural and Forest Entomology*, 2(1), 39-47.
- Sharanowski, B. J., Dowling, A. P., & Sharkey, M. J. (2011). Molecular phylogenetics of Braconidae (Hymenoptera: Ichneumonoidea), based on multiple nuclear genes, and implications for classification. *Systematic Entomology*, 36(3), 549-572.
- Shaw, S.R. (1985) A phylogenetic study of the subfamilies Meteorinae and Euphorinae (Hymenoptera: Braconidae). *Entomography* 3: 277-370.
- Shaw, S. R (2017). Subfamily Rogadinae. In: Wharton, R. A.; Marsh, P. M.; Sharkey, M. J. (Eds.). *Manual of the New World genera of the family Braconidae (Hymenoptera)*. Washington: The International Society of the Hymenopterists. 1997, p. 403-412.

- Sharkey, M. J. (1993). Family Braconidae. *Hymenoptera of the world: an identification guide to families*. Agriculture Canada, Ottawa, 362-395.
- Shaw, M. R., & Hochberg, M. E. (2002). The neglect of parasitic Hymenoptera in insect conservation strategies: The British fauna as a prime example. *Journal of Insect Conservation*, 138, 37-41.
- Shaw, M. R., & Huddleston, T. (1991). Classification and biology of braconid wasps. *Handbooks for the identification of British insects*, 7(11), 1-126.
- Silva, D., & Coddington, J. A. (1996). Spiders of Pakitza (Madre de Dios, Perú): species richness and notes on community structure.
- SNUC (2000) Lei nº 9.985, de 18 de Julho de 2000; do Congresso Nacional; “Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza”; publicada no Diário Oficial da União em 19/07/2000; Brasília, DF. URL http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9985.htm [acessado em dezembro/2018].
- Souza, A. E. R. D. A (2015). Diversidade de himenópteros parasitoides em agroecossistemas. Dissertação (Mestrado em Zoologia) – Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Brasília, Brasília.
- Stout, J., & Vandermeer, J. (1975). Comparison of species richness for stream-inhabiting insects in tropical and mid-latitude streams. *The American Naturalist*, 109(967), 263-280.
- Tobias, V.I. (1967) A review of the classification, phylogeny and evolution of the family Braconidae (Hymenoptera). *Entomologicheskoye Obozreniye*, 46, 645–669.
- Tóthmérész, B. (1995). Comparison of different methods for diversity ordering. *Journal of vegetation Science*, 6(2), 283-290.
- Townes, H.K. (1972) A light-weight Malaise trap. *Entomological News*, 83, 239–247.
- Tretyakov, K. (2017) matplotlib-venn 0.11.5. URL: <https://github.com/konstantint/matplotlibvenn>. [acessado em jan/2018].
- Trueman, J. W. H., & Cranston, P. S. (1997). Prospects for the rapid assessment of terrestrial invertebrate biodiversity. *Memoirs of the Museum of Victoria*, 56(2), 349-54.
- Valente, E. C. N., Broglio, S., Forti, M., Dias-Pini, N. D. S., Lima, A. S. T. D., & Micheletti, L. B. (2018). Record of *Digonogastra* sp. (Hymenoptera: Braconidae) parasitizing *Diatraea flavipennella* (Lepidoptera: Crambidae) in Alagoas, Brazil. *Revista Caatinga*, 31(2), 511-514.
- Yamada, M. V. (2006). Diversidade dos Braconidae (Hymenoptera: Ichneumonoidea) em remanescentes de Mata Atlântica Ombrófila Densa.
- Yu, D.S.; Achterberg C, Horstmann K., 2012. World Ichneumonoidea 2011. Taxonomy, biology, morphology and distribution. Taxapad CD. Vancouver, Canada.
- Zaldivar-Riverón, A., Mori, M., & Quicke, D. L. (2006). Systematics of the cyclostome subfamilies of braconid parasitic wasps (Hymenoptera: Ichneumonoidea): a simultaneous molecular and morphological Bayesian approach. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 38(1), 130-145.
- Zampieron, S. L. M. (2009). Perfil da Fauna de Hymenoptera Parasítica em um Fragmento de Cerrado pertencente ao Parque Nacional da Serra da Canastra (MG), a partir de duas Armadilhas de Captura. *Ciência ET Praxis*, 2(03), 61-68.
- Wharton, R. A. (1993). Bionomics of the Braconidae. *Annual Review of Entomology*, 38(1), 121-143.
- Wolda, H. (1978a). Fluctuations in abundance of tropical insects. *The American Naturalist*, 112(988), 1017-1045.
- Wolda, H. (1978b). Seasonal fluctuations in rainfall, food and abundance of tropical insects. *The Journal of Animal Ecology*, 369-381.
- Wolda, H., & Fisk, F. W. (1981). Seasonality of tropical insects. II. Blattaria in Panama. *The Journal of Animal Ecology*, 827-838.
- Wharton, R. A., Marsh, P. M., & Sharkey, M. J. (2017). *Manual of the New World genera of the family Braconidae (Hymenoptera)*.
- Whitfield, J. B. (1992). The polyphyletic origin of endoparasitism in the cyclostome lineages of Braconidae (Hymenoptera). *Systematic Entomology*, 17(3), 273-286.
- Wilsey, B. J., Chalcraft, D. R., Bowles, C. M., & Willig, M. R. (2005). Relationships among indices suggest that richness is an incomplete surrogate for grassland biodiversity. *Ecology*, 86(5), 1178-1184.