

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E RECURSOS  
NATURAIS

**Vespas Parasitoides (Hymenoptera: Ichneumonoidea,  
Braconidae) do Cerrado do Brasil Central**

Julia Gibertoni Gomes

São Carlos, SP  
2021

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E RECURSOS  
NATURAIS

**Vespas Parasitoides (Hymenoptera: Ichneumonoidea,  
Braconidae) do Cerrado do Brasil Central**

Julia Gibertoni Gomes

Tese apresentada ao Programa de Pós-  
Graduação em Ecologia e Recursos Naturais  
da Universidade Federal de São Carlos como  
parte dos requisitos para a obtenção do título de  
Doutora em Ciências, área de concentração:  
Ecologia e Recursos Naturais

Orientadora: Angelica Maria Penteado Martins Dias

São Carlos, SP  
2021



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Centro de Ciências Biológicas e da Saúde  
Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais

---

**Folha de Aprovação**

---

Defesa de Tese de Doutorado da candidata Julia Gibertoni Gomes, realizada em 29/06/2021.

**Comissão Julgadora:**

Profa. Dra. Angélica Maria Penteado Martins Dias (UFSCar)

Prof. Dr. Manoel Martins Dias Filho (UFSCar)

Profa. Dra. Odete Rocha (UFSCar)

Prof. Dr. Nelson Wanderley Perfoto (IB)

Profa. Dra. Denise Scatoïni (PM-São Carlos)

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.  
O Relatório de Defesa assinado pelos membros da Comissão Julgadora encontra-se arquivado junto ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais.

## **Agradecimentos**

A minha orientadora, Prof. Angelica, pelo todo apoio, ajuda e oportunidade em desenvolver esse projeto.

Ao INCT Hympar e Capes pelo financiamento que permitiu que esse trabalho fosse desenvolvido

Ao Dr. Nelson W. Perioto e Dr. Rogeria Lara por todo o planejamento das amostragens, triagem e fornecimento do material coletado utilizado no presente estudo.

Ao Prof. Jim Whitfield pela oportunidade de parceria, toda paciência, ajuda e amizade.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais.

Ao Prof. Dr. Manoel Martins Dias, Eduardo Shimbori e Luiza Figueiredo pelas contribuições como membros da comissão de qualificação.

Aos meus colegas de laboratório Allan Macedo de Mello, Luis Felipe Almeida, Carolina Caetano, Francielle Oliveira, Priscilla Higa, Ferreira Timoteo e Isabela Watanabe por todo apoio e companhia. Especialmente em memória de João Pascoal da Silva Ferreira, eu vou sempre guardar um pedaço de bolo de aniversário para você.

Aos meus amigos que fazem da vida mais leve e os problemas suportáveis.

A minha mãe, meu pai, minha sobrinha Fernanda, Ipa e Olivia por todo apoio, permitindo que fosse possível completar mais essa etapa da vida e conhecimento.

## Lista de Figuras

Figura 1 -Comparativo morfológico entre Braconidae e Ichneumonidae: fusão parcial das veias C e R da asa anterior (a), Trocanelo presente(b), primeiro esterno metasomal com parte esclerotizada e parte posterior membranosa (c) Ovipositor quase sempre exposto (d).

Figura 2 - Distribuição das savanas pelo mundo, com dados de sazonalidade das chuvas e temperatura. Fonte: Hutley e Setterfield (2008)

Figura 3 - Mapa com a classificação e distribuição dos usos do solo do Cerrado. Fonte: Rajao *et al.* (2020)

Figura 4 - Mapa dos pontos amostrais no Cerrado do Parque Nacional Grande Sertão Veredas, MG

Figura 5 - Armadilhas Malaise e luminosa instaladas no Cerrado do Parque Nacional Grande Sertão Veredas, MG

Figura 6 – Mapa dos pontos amostrais no Cerrado não queimado e queimado do Parque Nacional Chapada dos Veadeiros, GO

Figura 7 - Armadilhas Malaise instaladas no Cerrado não queimado do Parque Nacional Chapada dos Veadeiros. GO

Figura 8 - Armadilhas Malaise instaladas no Cerrado queimado do Parque Nacional Chapada dos Veadeiros, GO

Figura 9 – Mapa com indicação das áreas com ocorrência de fogo dentro dos limites do PNGSV, MG, entre os anos 2011e 2017. Fonte: de Faria (2019)

Figura 10 - Abundância de espécimes das subfamílias de Braconidae amostradas amostrados nas armadilhas Malaise no Cerrado do Parque Nacional Grande Sertão Veredas, MG

Figura 11 – Abundância de espécimes das Subfamílias de Braconidae amostradas nas Armadilhas Luminosas no Cerrado do Parque Nacional Grande Sertão Veredas, MG

Figura 12 - Abundância de espécimes amostrados nas armadilhas Malaise no Parque Nacional Grande Sertão Veredas, MG, entre junho de 2018 e maio de 2019

Figura 13 - Curva de rarefação e desvio padrão da riqueza de gêneros de acordo com o esforço amostral para o Parque Nacional Grande Sertão Veredas, MG

Figura 14 – Abundância de espécimes das Subfamílias de Braconidae amostradas no Cerrado não queimado do Parque Nacional Chapada dos Veadeiros, GO

Figura 15 – Abundâncias de espécimes das Subfamílias de Braconidae amostradas no Cerrado queimado do Parque Nacional Chapada dos Veadeiros, GO

Figura 16 - Abundância de espécimes amostrados nas armadilhas Malaise no Cerrado não queimado do Parque Nacional Chapada dos Veadeiros, GO, entre os meses de junho e 2018 e maio de 2019

Figura 17 - Curva de rarefação e desvio padrão da riqueza de gêneros de acordo com o esforço amostral para o Cerrado não queimado do Parque Nacional Chapada dos Veadeiros, GO

Figura 18 - Curva de rarefação e desvio padrão da riqueza de gêneros de acordo com o esforço amostral para o Cerrado queimado do Parque Nacional Chapada dos Veadeiros, GO

Figura 19- Gráfico NMDS mostrando a diversidade beta e distribuição dos gêneros de Braconidae entre as parcelas do Cerrado do Parque Nacional Grande Sertão Veredas (MS) e do Parque Nacional Chapada dos Veadeiros (M)

Figura 20 - Gráfico NMDS mostrando a diversidade beta das parcelas de cerrado não queimado (M) e cerrado queimado (MQ) do Parque Nacional Chapada dos Veadeiros, GO

Figura 21- Visão geral Subfamília Acampsohelconinae, *Urosigalphus sp.*

Figuras 22-25 - Visão geral Subfamília Agathidinae. 22. *Alabagrus sp.*, 23. *Earinus sp.*, 24. *Lyptopilus sp.*, 25. *Pharpa sp.*

Figuras 26-29 -Visão geral Subfamília Agathidinae. 26. *Plesiocoelus sp.*, 27 *Therophilus sp.*, 28. *Trachagathis sp.*, 29. *Zelomorpha sp.*

Figuras 30-32 - Visão geral Subfamília Alysiinae. 30. *Dinotrema sp.*, 31. *Gnathopleura sp.*, 32. *Phaenocarpa sp.*

Figuras 33 - 36 - Visão geral Subfamília Aphidiinae 33. *Aphaereta sp.*, 34. *Diaretiella sp.*, 35. *Euaphidius sp.*, 36. *Lysiphlenus sp.*

Figuras 37- 41 - Visão geral Subfamília Brachistinae. 37. *Blacus sp.*, 38. *Eubazus sp.*, 39. *Mesoxiphum sp.*, 40. *Nealiolus sp.*, 41. *Triaspis sp.*

Figuras 42-46 -Visão geral Subfamília Braconinae. 42. *Bracon sp.*, 43. *Cyanopterus sp.*, 44. *Digonogastra sp.*, 45. *Hemibracon sp.*, 46. *Vipio sp.*

Figura 47 - Visão geral Subfamília Cardiochilinae, *Cardiochiles sp.*

Figuras 48 – 52 - Visão geral Subfamília Cheloninae. 48. *Adelius sp.*, 49. *Chelonus sp.*, 50. *Dentigaster sp.*, 51. *Phanerotoma sp.*, 52. *Pseudophanerotoma sp.*,

Figuras 53-58 - Visão geral Subfamília Doryctinae. 53. *Acanthorhogas sp.*, 54. *Barbalhoa sp.*, 55. *Callihormius sp.*, 56. *Coiba sp.*, 57. *Concurtisella sp.*, 58. *Doryctinus sp.*

Figuras 59-64 -Visão geral Subfamília Doryctinae. 59. *Echphylyus sp.*, 60. *Glyptocolastes sp.*, 61. *Heredius sp.*, 62. *Iare sp.*, 63. *Johnsonius sp.*, 64. *Labania sp.*

Figuras 65-70 - Visão geral Subfamília Doryctinae. 65. *Leptodoryctes sp.*, 66. *Nervellius sp.*, 67. *Notiospathius sp.*, 68. *Panama sp.*, 69. *Percnobracon sp.*, 70. *Ptesimogastroides sp.*

Figuras 71-74 - Visão geral Subfamília Doryctinae. 71. *Heterospilus sp.*, 72. *Semirhytus sp.*, 73. *Spathius sp.*, 74. *Stenocorse sp.*

Figuras 75-78 - Visão geral Subfamília Euphorinae. 75. *Aridelus sp.*, 76. *Centistes sp.*, 77. *Euphoriella sp.*, 78. *Leiophron sp.*

Figuras 79-81 - Visão geral Subfamília Euphorinae. 79. *Meteorius sp.*, 80. *Microctonus sp.*, 81. *Peristenus sp.*

Figuras 82-83 - Visão geral Subfamília Gnamptodontinae. 82. *Gnamptodon sp.*, 83. *Pseugnaptodon sp.*

Figuras 84-85 - Visão geral Subfamília Homolobinae, *Exasticolus sp.*

Figuras 86-89 - Visão geral Subfamília Hormiinae. 86. *Allobracon sp.*, 87. *Hormius sp.*, 88. *Rhysipolis sp.* 89. Subfamília Pambolinae, *Pambolus sp.*

Figura 90 - Visão geral Subfamília Ichneutinae, *Proterops sp.*

Figuras 91-94 - Visão geral Subfamília Macrocentrinae. 91. *Austrozele sp.*, 92. *Dolichozele sp.*, 93 *Hymenochaonia sp.*, 94. *Macrocentrus sp.*

Figura 95. Visão geral Subfamília Microgastrinae. *Diolcogaster sp.*

Figura 96. Visão geral Subfamília Miracinae. *Centistidae sp.*

Figuras 97-98. Visão geral Subfamília Opiinae. 97. *Opius sp.*, 98. *Utetes sp.*

Figuras 99-102. Visão geral Subfamília Orgilinae. 99. *Doryctorgilus sp.*, 100. *Orgilus sp.*, 101. *Podorgilus sp.*, 102. *Stantonia sp.*

Figuras 103-109. Visão geral Subfamília Rogadinae. 103. *Aleiodes sp.*, 104. *Choreborogas sp.*, 105. *Clinocentrus sp.*, 106. *Cystomastax sp.*, 107. *Stiropius sp.*, 108. *Triraphis sp.*, 109. *Yelicones sp.*

.

## **Lista de Tabelas**

Tabela 1 - Localidades amostrais nos Parques Nacionais Chapada dos Veadeiros, GO, e Grande Sertão Veredas, MG, com as coordenadas geográficas e altitude das armadilhas instaladas em cada.

Tabela 2 – Abundância dos gêneros de Braconidae amostradas nos cerrados do Parque Nacional Grande Sertão Veredas (P.N.GSV), MG, e Chapada dos Veadeiros (P.N.CV) e cerrado queimado (P.N. CVQ), GO, com a biologia predominante em cada subfamília (C- cenobiontes, I- idiobiontes). Para os gêneros de Microgastrinae consta apenas a presença (P) no P.N.CV.

Tabela 3 - Dados de Riqueza de gêneros, de Diversidade (H') e de Equitabilidade (J') de Braconidae nos Cerrados estudados nos Parques Nacionais Chapada dos Veadeiros, GO, e Grande Sertão Veredas, MG.

Introdução

Objetivos

Material e Métodos

Resultados e Discussão

Considerações finais e Conclusões

Referências

## Resumo

Ainda é escasso o conhecimento sobre os invertebrados no Cerrado brasileiro, que é a savana tropical com maior biodiversidade e alto endemismo de espécies vegetais e animais. Este trabalho teve como objetivo o conhecimento das vespas parasitoides da família Braconidae deste bioma, que são especializadas na utilização de outros insetos, sua maioria herbívora, para o desenvolvimento de sua prole. O estudo foi realizado nos Parques Nacionais Chapada dos Veadeiros (PNCV) e Grande Sertão Veredas (PNGSV), localizados no Cerrado Central brasileiro, onde estimamos a diversidade, riqueza e abundância da fauna de Braconidae, verificando também as diferenças ocorridas no cerrado que havia sofrido com incêndios florestais com o cerrado não queimado do Parque Nacional Chapada dos Veadeiros. Foram amostrados 69 gêneros e 21 subfamílias no PNGSV, sendo as subfamílias Doryctinae, Microgastrinae e Braconinae as de maior abundância de espécimes amostrados. No PNCV não queimado foram 68 gêneros em 21 subfamílias e no PNCV queimado foram amostrados 72 gêneros em 21 subfamílias, sendo as subfamílias de maior abundância Microgastrinae e Homolobinae no PNCV e Braconinae no PNCV queimado. A diversidade beta, calculado pela dissimilaridade de Sorensen, entre PNCV e PNGSV variou cerca de 15%, já a diversidade beta entre os cerrados não queimado e queimado do PNCV teve variação de 30%, sendo que o PNCV queimado apresentou grande heterogeneidade entre os pontos. Novas espécies foram encontradas em ambos os parques, sendo descrito um novo gênero da subfamília Hormiinae no PNGSV. Os resultados deste trabalho se fazem de grande relevância para o conhecimento da fauna de parasitoides no Cerrado e para suas interações biológicas.

## **Abstract**

There is still little knowledge about invertebrates in the Brazilian Cerrado, the most diverse tropical savanna with high endemism of plant and animal species. This work aimed to understand the parasitoid wasps of the Braconidae family of this biome, that are specialized in the use of other insects, mostly herbivores, for the development of their offspring. The study was carried out on the Chapada dos Veadeiros (PNCV) and Grande Sertão Veredas (PNGSV) National Parks, located in the Central Brazilian Cerrado, where we estimated the diversity, richness and abundance of the Braconidae fauna, also verifying the differences that occurred in the cerrado that had suffered with forest fires with the intact cerrado of the Chapada dos Veadeiros National Park. A total of 69 genera and 21 subfamilies were sampled in the PNGSV, with the subfamilies Doryctinae, Microgastrinae and Braconinae being the most abundant. In the intact PNCV there were 68 genera in 21 subfamilies and in the burned PNCV 72 genera were sampled in 21 subfamilies, being the subfamilies with greater abundance Microgastrinae and Homolobinae in the PNCV and Braconinae in the burned PNC. The beta diversity between PNCV and PNGSV varied 15%, and 30% between the intact and burned cerrados of the PNCV. The burned PNCV showed great heterogeneity between the points. New species were found in both parks, and a new genus from the subfamily Hormiinae has been described in PNGSV. The results of this work are of great relevance for the knowledge of the fauna of parasitoids in the Cerrado and for their biological interactions.

# Introdução

## 1.1 *Vespas parasitoides*

A ordem Hymenoptera é uma das mais especiosas dentre os animais, com cerca de 115 mil espécies descritas (FERNÁNDEZ e SHARKEY, 2006). Formada por abelhas, formigas e vespas, a ordem apresenta grande diversidade morfológica e biológica, com seus integrantes explorando os mais diversos modos de vida, podendo ser herbívoros, predadores, polinizadores e parasitoides. Anteriormente dividida em duas subordens que atualmente não são válidas taxonomicamente, mas que comumente ainda são usadas como modo de divisão artificial, Symphyta e Apocrita, formada por Aculeata (superfamílias Apoidea, Vespoidea e Chrysoidea) e as demais superfamílias de vespas parasitoides (SHARKEY, 2007).

O hábito parasitoide dos Hymenoptera teve início ainda na base da ordem, com a mudança de estratégia em himenópteros que eram anteriormente fitófagos (FERNÁNDEZ e SHARKEY, 2006).

Ichneumonoidea é uma grande superfamília de Hymenoptera, composta por vespas de hábito predominantemente parasitoide pertencentes a duas famílias, Ichneumonidae e Braconidae que possuem semelhanças em sua biologia e morfologia, mas diferenças morfológicas principalmente nas veias das asas (Figura 1).

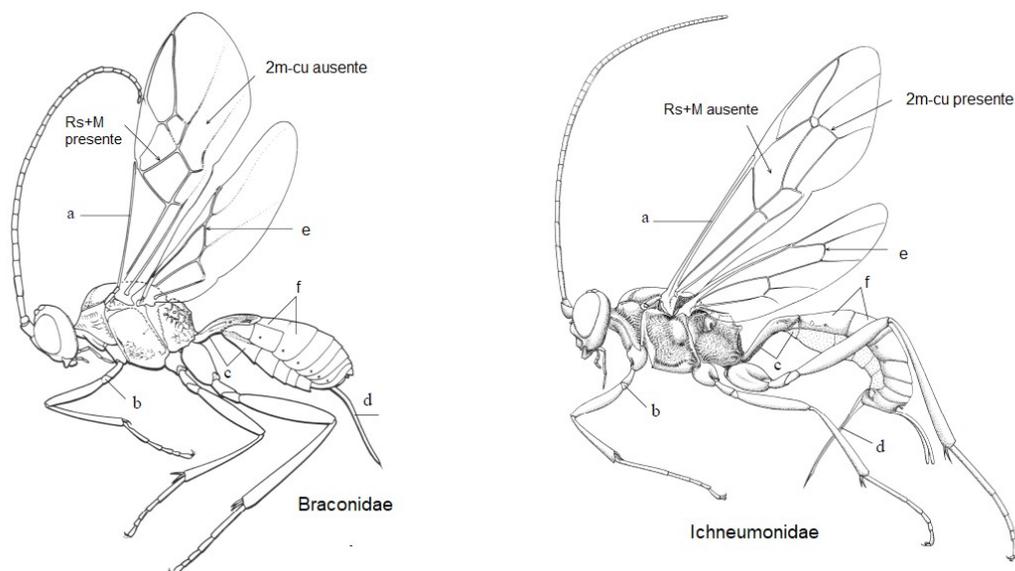


Figura 1: Comparativo morfológico entre Braconidae e Ichneumonidae: fusão parcial das veias C e R da asa anterior (a), Trocântelo presente(b), primeiro esterno metasomal com parte esclerotizada e parte posterior membranosa (c) Ovipositor quase sempre exposto (d)

A família Braconidae é composta em quase sua totalidade por vespas parasitoides, possui mais de 19 mil espécies descritas (YU *et al.*, 2016) número que pode chegar a cerca de 50 mil (DOLPHIN e QUICKE ,2001). Os adultos possuem modo de vida livre, mas suas larvas necessitam de um hospedeiro para servir de alimento para completarem o seu ciclo de vida (GODFRAY ,1994), sendo que os hospedeiros serão fatalmente afetados por essa interação e, por conta disso são consideradas especialistas de topo de cadeia trófica, regulando muitas interações ecossistêmicas. Os hospedeiros mais comuns são as fases larvais das ordens Lepidoptera, Coleoptera e Diptera, mas praticamente todos insetos fitófagos são hospedeiros viáveis para os parasitoides, podendo ainda ocorrer em aracnídeos.

Como parasitoides, o seu desenvolvimento larval acarreta a morte do hospedeiro, podendo ser endoparasitoides e ectoparasitoides, idiobiontes ou cenobiontes. Nos idiobiontes, o desenvolvimento do hospedeiro é paralisado após a oviposição, ocorre geralmente de forma ectoparasitoide, ou endoparasitoide quando a fase do hospedeiro é pupal. Os hospedeiros geralmente estão protegidos em estruturas vegetais o que os protege de predação. Como seu desenvolvimento é cessado após a oviposição, os hospedeiros acabam não sobrevivendo muito tempo, o que faz com que o desenvolvimento das larvas das vespas desse tipo de estratégia tenha um desenvolvimento rápido, sendo generalistas na escolha dos hospedeiros. Nos cenobiontes, o desenvolvimento do hospedeiro continua após a oviposição, sendo em sua maioria endoparasitoides para não correr o risco de ser desprendido do corpo do hospedeiro pela sua atividade ou esforço. São vespas com maior especificidade na escolha dos hospedeiros, que normalmente estão expostas. Produzem maior quantidade de ovos, desenvolvimento larval longo e fase adulta curta (QUICKE, 2015).

A biologia das vespas parasitoides varia entre as subfamílias e gêneros, mas em grande parte é possível presumir qual tipo de estratégia uma espécie adota e os possíveis hospedeiros de acordo com dados de estudos realizados anteriormente, já que essas características podem ser mantidas no nível de subfamília, sendo, no entanto, mais comum a similaridade em nível de tribo e gênero (HAWKINS, 1994).

Os Braconidae ciclóstomos, com peças bucais modificadas com clipeo côncavo, são um exemplo de grupo que são quase em sua totalidade idiobiontes ectoparasitoides.

A necessidade de hospedeiros para seu desenvolvimento, grande parte formada por herbívoros, faz com que os parasitoides sejam uma das principais causas de mortalidade de

insetos fitófagos na natureza (HAWKINS *et al.*, 1997), muitos deles considerados pragas agrícolas. Os parasitoides então atuam como organismos de topo de cadeia trófica, tendo grande poder regulador das comunidades (ANDERSON *et al.*, 2011). Os parasitoides incluem grande número de espécies de incidência rara e especialistas quanto aos seus hospedeiros, estando desta forma mais vulneráveis à extinção, o que pode servir com efeito cascata no desequilíbrio dos ecossistemas (STENBACKA *et al.*, 2010; SANDERS *et al.*, 2013). Sua presença e diversidade são sinalizadores de qualidade do ambiente e do ecossistema (LASALLE e GAULD, 1991) e possuem grande importância econômica por sua utilização no controle biológico, com estimativas de que existem cerca de cinco espécies parasitoides para cada espécie de inseto herbívoro (HAWKINS *et al.*, 1992).

Jones *et al.* (2009) estimaram que a biodiversidade ainda desconhecida de Braconidae tem origem pontual em regiões como a Neotropical, pouco estudadas ao longo da história da taxonomia do grupo e com conhecida alta biodiversidade (FERNÁNDEZ, 2000) possuindo cerca de 30% das espécies da família.

Por ser um grupo que só recentemente teve um maior foco e ainda carece de trabalhos taxonômicos de descrição, atualizações e revisões, as vespas parasitoides tropicais da família Braconidae não possuem muitos trabalhos de base ecológicas que possam contribuir para a manutenção de suas populações, que vêm sendo afetadas pelo desmatamento, uso de inseticidas cada vez mais alarmantes ou pelo aquecimento global. Atualmente vem crescendo o número de artigos publicados que utilizam os insetos, e, em especial as vespas parasitoides como indicadores do estado de preservação ambiental.

## 1.2. *Cerrado*

As savanas, que tiveram origem no final do Mioceno, há cerca de 8 milhões de anos (CERLING *et al.*, 1997), recobrem um quinto da cobertura terrestre do planeta, o equivalente a uma área de cerca de 33 milhões de km<sup>2</sup> (BEERLING e OSBORNE, 2006), sendo 27,6 milhões de km<sup>2</sup> formados por savanas tropicais e aproximadamente 5 milhões de km<sup>2</sup> composto por savanas em regiões temperadas, presentes nos EUA, Europa Meridional e na Rússia (HUTLEY e SETTERFIELD, 2008) (Figura 2).

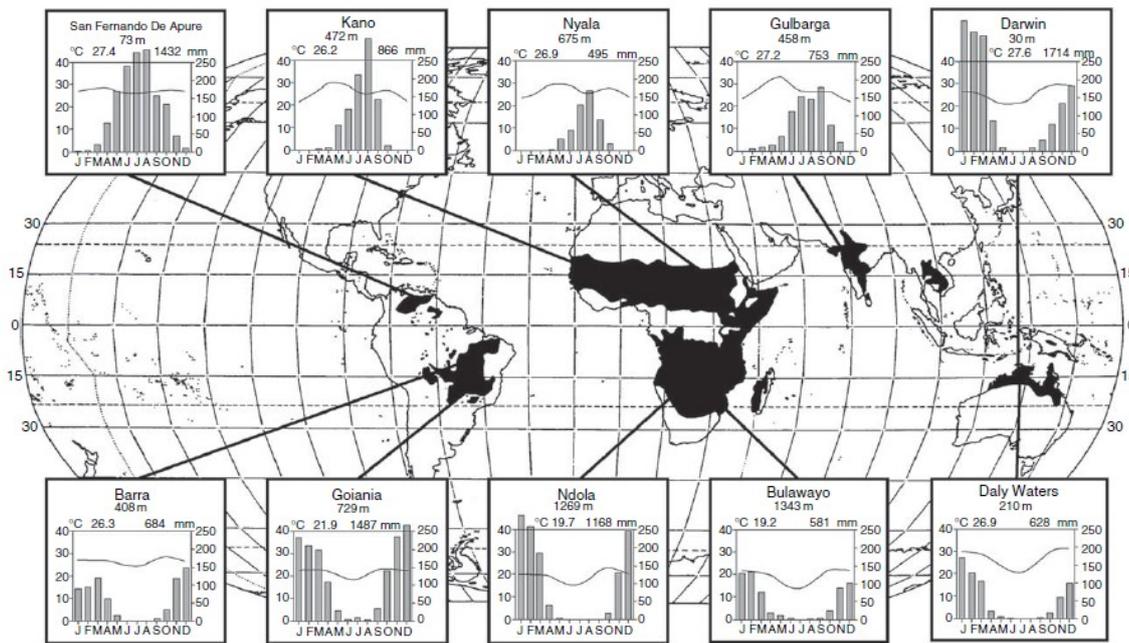


Figura 2. Distribuição das savanas pelo mundo, com dados de sazonalidade das chuvas e temperatura. Fonte: Hutley e Setterfield (2008)

Por ser um bioma distribuído em mais de 20 países (HUTLEY e SETTERFIELD, 2008), sua definição e constituição vegetal apresenta similaridades e diferenças de acordo com a região e continente, mas podemos classifica-lo como um bioma que apresenta tanto vegetação arbustiva como arbórea e com predominância de gramíneas C4, se diferenciando de pastagens e de florestas. A vegetação tende a ter desenvolvimento e crescimento na estação chuvosa e senescência ou dormência na estação seca, ao qual está suscetível ao fogo (HUTLEY e SETTERFIELD, 2008). As savanas são o ecossistema que mais extensivamente sofrem com queimadas (VAN DER WELF *et al.*, 2010), podendo ter grande frequência nas áreas com menor incidência de chuvas com queimadas ocorrendo ao menos uma vez a cada quatro anos (CRUTZEN e ANDREAE, 1991), fazendo com que as savanas sejam responsáveis globalmente por 62% das emissões de carbono causadas por queimadas (VAN DER WELF *et al.*, 2017). O rápido crescimento da vegetação após as queimadas faz, no entanto, com que a maior parte do carbono liberado seja recapturado (LANDRY e MATTHEWS, 2016). O fogo é o principal fator que afeta a distribuição das savanas, seguido pelo tipo de solo e a sazonalidade das chuvas (STAVER *et al.*, 2011).

O termo *cerrado*, utilizado no Brasil para nomear nossas savanas, muito provavelmente pela dificuldade enfrentada no adentramento nessa vegetação (OLIVEIRA-

FILHO e RATTER, 2002). Ele é a savana tropical com maior riqueza de espécies, com ocorrência de muitas espécies de vertebrados e plantas exclusivos desse ambiente (STRASSBURG *et al.*, 2017). Das cerca de 10 mil espécies vegetais presentes, aproximadamente 80% são endêmicas desse bioma (LENTHALL *et al.*, 1999). É o segundo bioma em extensão no país, cobrindo cerca de 2 milhões de km<sup>2</sup> e com 50% da sua cobertura original ainda existente (RIBEIRO e WALTER, 1998). Apenas 7,5% da sua cobertura está legalmente protegida pela criação de UCs (SIMON *et al.*, 2009), e somente a partir de 2001 foi implementada pelo Código Florestal (BRASIL, 2001) a obrigatoriedade da criação de uma Reserva Legal em toda propriedade rural no Cerrado, preservando o mínimo de 35% da área total da propriedade, número que nem sempre é mantido (Figura 3), o que coloca a maioria do Cerrado em risco.

Por ser um ecossistema facilmente revertido para cultivo de soja e cana ou simplesmente transformado em pasto, as áreas existentes de Cerrado sofrem muita pressão antrópica e perda de habitat para o agronegócio. Aproximadamente 20% da soja produzida no Brasil com destino à União Europeia está associada ao desmatamento ilegal do bioma, que acarreta na perda da biodiversidade local e grande aumento das emissões de carbono (RAJAO *et al.*, 2020).

Somente entre os anos de 2002 e 2011 o cerrado perdeu 9% da sua cobertura original. O estado de Goiás aparece como o segundo em área desmatada, seguido por Minas Gerais, que perderam entre 2001 e 2020 mais de 4 milhões de hectares cada (INPE, 2021), sendo estimado que até 2050 o bioma perca cerca de 34% da sua cobertura atual, o que acarretará na extinção de aproximadamente 480 espécies vegetais (STRASSBURG *et al.*, 2017).

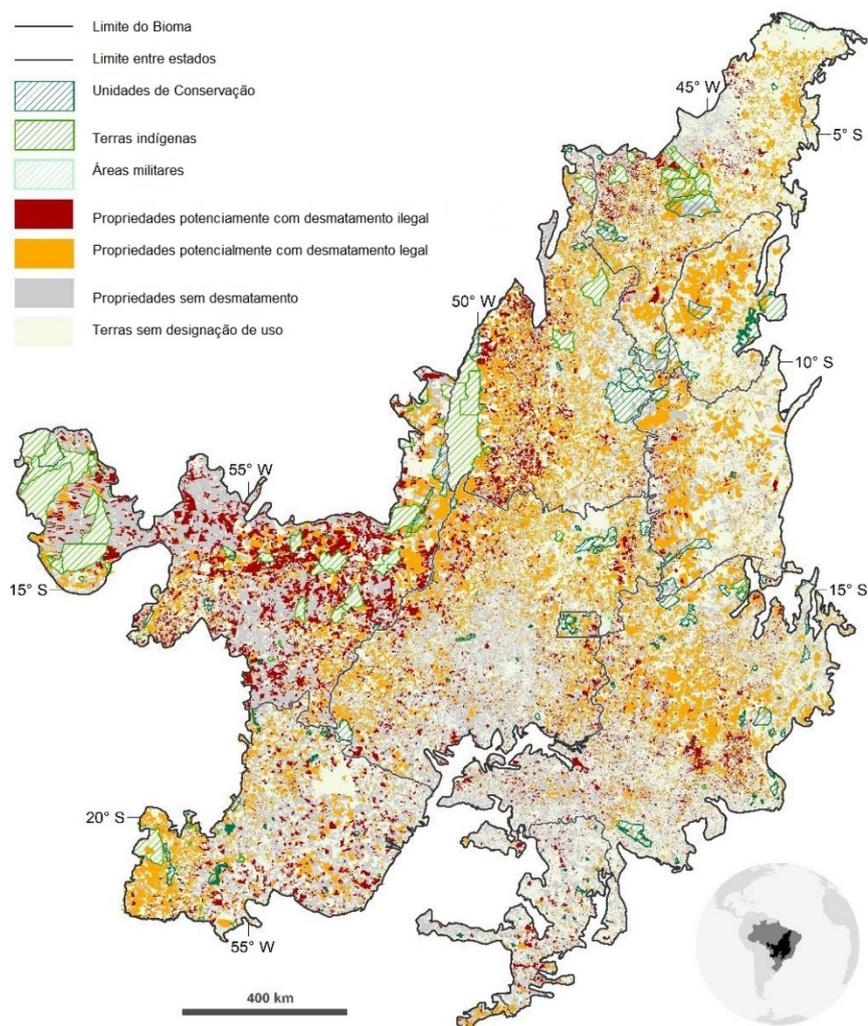


Figura 3. Mapa com a classificação e distribuição dos usos do solo do Cerrado. Fonte: Rajao *et al.* 2020

### 1.2.2 Fitofisionomias do Cerrado

As fitofisionomias de um bioma são caracterizadas pelas formas e tipo de vegetação, que engloba a flora e o ambiente, o tipo de crescimento e as mudanças que ocorrem a cada estação (EINTEN, 1979, RIBEIRO e WALTER, 1998). A vegetação do Cerrado pode ser dividida, para melhor entendimento, como arbórea e arbustiva.

Os termos utilizados atualmente para as diferentes fitofisionomias do Cerrado foram propostos por Ribeiro e Walter (1998), que descreveram 11 fitofisionomias que são encontradas no bioma dentre 3 classificações principais: formações florestais, savânicas e campestres.

As formações florestais do tipo Mata Ciliar e Mata de Galeria são florestas ripárias que rodeiam os cursos de rios que permeiam o cerrado e muitas vezes são de difícil distinção em campo de sua transição com as demais formações florestais (OLIVEIRA-FILHO e RATTER, 2002). As Matas Ciliares são florestas semidecíduas presentes nas margens de rios de médio e grande porte, as Matas de Galeria são perenifólia e recobrem as margens de rios de pequeno porte e córregos.

A Mata Seca, como o nome sugere, não está associada a nenhum corpo d'água. A vegetação difere nos níveis de caducifolia no período seco, podendo ser perenifólias, semidecíduas e decíduas. O Cerradão é onde ocorre uma maior abundância arbórea, sendo a cobertura de árvores maior que 50% de sua área.

As formações savânicas possuem duas fitofisionomias que são classificadas pela presença e predominância de apenas uma espécie vegetal. O Palmeiral possui cobertura de apenas uma espécie de palmeira arbórea, comumente espécies de *Acrocomia*, *Syagrus* ou *Attalea*. A Vereda é formada pela palmeira *Mauritia flexuosa* e está condicionada a presença de afloramento de lençol freático e sua vegetação não forma dossel.

O Cerrado *sensu stricto* é uma formação savânica e representa o cerrado propriamente dito em definições gerais. Ele é dominado por espécies arbóreas retorcidas com tamanho entre 3 e 8 metros de altura e presença de espécies arbustivas e subarbustivas. Os espécimes dessa fitofisionomia apresentam características que permitem a sua manutenção nesses ambientes mesmo com recorrentes queimadas e secas, com cortiça grossa nas espécies lenhosas e gemas apicais mais protegidas e xilopódios. São exemplos dessa vegetação as espécies *Annona crassiflora*, *Erythroxylum suberosum*, *Kelmeyera coriacea* *Tocoyena formosa* (RATTER *et al.*, 1996).

O Parque Cerrado é onde ocorrem os 'murundus', que são elevações no solo, provavelmente formadas por ação de cupins, onde "ilhas" de vegetação arbórea similar ao cerrado *stricto sensu* se instalam.

### 1.2.3 Dinâmica com o fogo

O Domínio do Cerrado do centro do Brasil possui diversas formas de vegetação florestais e suas transições para as savanas são diferentes em cada caso, seja em termos de diferença de composição florística ou de condições ambientais (BUENO *et al.*, 2018).

Algumas características morfológicas estão presentes em grande parte da vegetação do Cerrado e são fundamentais para sua sobrevivência nesse ecossistema suscetível ao fogo,

como a cortiça mais grossa das espécies arbóreas e arbustivas, alocação de nutrientes e reserva de água em órgão subterrâneos que permitem o rebrotamento após o fogo. A presença de órgãos subterrâneos espessados, como xilopódios, raízes gemíferas e raízes tuberosas, está presente em aproximadamente 50% das espécies vegetais e permitindo que a vegetação sobreviva a estiagem dos meses secos e as queimadas (MANTOVANI e MARTINS, 1988, VIHALVA e APPEZZATO, 2006).

A vegetação de gramíneas C4 são dependentes de grande incidência de luminosidade solar e não sobrevivem em lugares sombreados. Essas gramíneas são altamente suscetíveis ao fogo, que por sua vez acaba inabilitando que florestas de copa fechada se instalem nas savanas (HOFFMANN *et al.*, 2012, CHARLES-DOMINIQUE *et al.*, 2018). A interceptação de luz por parte da vegetação da savana faz com que essas espécies endêmicas dificilmente prosperem nas florestas sombreadas que se encontram com a savana (CHARLES-DOMINIQUE *et al.*, 2018). Florestas úmidas geralmente não propagam fogo, mas em épocas secas e quentes o acúmulo de matéria orgânica presente em florestas pode facilitar o alastramento de queimadas, o que pode ser devastador para as florestas tropicais brasileiras, que são sensíveis ao fogo e apresentam menor capacidade de recuperação do que a vegetação do cerrado (STAVER *et al.*, 2011).

Espécies savânicas endêmicas do Cerrado alocam mais nutrientes nos caules do que nas folhas e assim conseguem atingir um tamanho de resistência ao fogo com menos nutrientes do que espécies florestais, mas isso também retarda o tempo em que as espécies do Cerrado consigam formar copas fechadas sem serem interrompidas por eventuais queimadas (SILVA *et al.* 2013).

No Brasil, o uso de fogo é proibido pelo artigo 38 do Código Florestal (BRASIL, 2012), sendo apenas permitido em Unidades de Conservação mediante adequação do Plano de Manejo para o uso das queimadas prescritas em vegetação pirofítica e a criação de aceiros para limitar a propagação dos incêndios florestais. Mas as reservas particulares e comunidades tradicionais são impedidas de fazer uso de fogo para manutenção da vegetação.

O Manejo Integrado do Fogo (MIF) é uma estratégia que utiliza geonálises para reconhecer áreas mais suscetíveis a queimadas, identificar áreas que já sofreram com incêndios florestais anteriormente e a proposição de queimadas prescritas considerando as variáveis locais, com o uso de técnicas para ignição e controle do fogo (DE FARIA, 2019). A utilização desses modelos já ocorre em diversas localidades (FERNANDES *et al.*, 2013, ALCANIZ *et al.*, 2020), como em savanas africanas (VAN WILGEN *et al.*, 2014), nos EUA (TOLEDO *et al.*, 2014) e na Austrália (ALTANGEREL e KULL, 2013).

A discussão para a implementação de MIF em áreas de Cerrado ainda é vista com controvérsia (DURIGAN e RATTER, 2016). O primeiro projeto piloto desenvolvido sobre o MIF no Brasil ocorreu em três unidades de conservação de proteção integral: Parque Nacional da Chapada das Mesas (PNCM) no Maranhão, Parque Estadual do Jalapão (PEJ) e Estação Ecológica Serra Geral do Tocantins (ESSGT), com os objetivos principais de alteração da época do fogo na área de preservação para evitar incêndios do final da estação seca, que possuem potencial de propagação maior, proteção de vegetação com maior sensibilidade ao fogo e maior preparo por parte dos funcionários, tanto para a tomada de decisões como para o manejo do fogo (SCHMIDT *et al.*, 2017). Já no Parque Nacional da Serra da Canastra, um projeto de MIF foi elaborado para tentar controlar as frequentes queimadas de grande proporção que ocorrem por ação de incendiários e que afetam a biodiversidade do parque (DE SOUZA *et al.*, 2016).

A supressão do fogo nas Unidades de Conservação (UC) permitiram o maior desenvolvimento e aumento da quantidade das árvores e da fitofisionomia Cerradão, formada tanto por espécies arbóreas savânicas como florestais (HOFFMANN *et al.*, 2012).

As queimadas no cerrado não são raras e ocorrem de maneira natural, iniciadas por raios, uma vez que são comuns na época chuvosa (RAMOS-NETO, 2000). Como a prática de manejo de fogo é incomum no Brasil e nas UC, há um grande acúmulo de matéria orgânica nos cerrados, o que acarreta em incêndios de grandes proporções e de difícil controle. Além disso, o monitoramento das queimadas é importante para identificar sua origem natural ou antrópica provinda do uso do fogo no cultivo agrícola nas proximidades.

A vegetação do cerrado pode levar de 2 a 3 anos para se recuperar dos impactos de queimadas sem controle (DE FARIA, 2019), sendo importante evitar a reincidência numa área já afetada para que não acarrete em perda da diversidade vegetal.

O fogo é um dos principais distúrbios existentes que afetam e modelam as estruturas de ecossistemas (SIMON e PENNINGTON, 2012). Acredita-se que alguns insetos sejam ‘adaptados ao fogo’ e isso em grande parte reflete em como as condições ambientais ideais para a sobrevivência dessas espécies são atreladas às modificações ocorridas nesse ecossistema, que não existiriam se não fosse pela presença frequente de queimadas (NEW, 2014).

## **Objetivos**

Objetivo geral:

A contribuição para o conhecimento taxonômico e ecológico da família Braconidae no Cerrado do Brasil Central.

Objetivos específicos:

- a. Relacionar o número de gêneros de Braconidae nas áreas de Cerrado do Brasil Central;
- b. descrever a diversidade por localidade e fornecer subsídios para comparações da composição de espécies e estrutura das comunidades estudadas;
- c. implementar os acervos de coleções taxonômicas de Hymenoptera parasitoides, fonte de conhecimento da biodiversidade brasileira, procedentes das áreas estudadas;
- d. verificar os impactos causados pelos incêndios florestais na fauna de Braconidae;
- e. Possível descrição de novas espécies

## Material e Métodos

Os locais escolhidos para o estudo foram o Parque Nacional Grande Sertão Veredas (PNGSV), com sede na cidade Chapada Gaúcha, MG (Figura 4), e o Parque Nacional Chapada dos Veadeiros (PNCV), com sede na cidade de Alto Paraíso de Goiás, GO (Figura 6).

O início das amostragens aconteceu em períodos distintos para os dois Parques Nacionais para atender aos dois diferentes objetivos deste trabalho. No PNGSV, os espécimes foram amostrados no período de um ano compreendido entre maio de 2018 e maio de 2019 com a utilização de cinco armadilhas do tipo Malaise (Figura 5; Tabela 1), durante esse período também foram utilizadas armadilhas luminosas a cada 3 meses. A armadilha Malaise é um método de captura de insetos por interceptação do voo, em que a armadilha feita de tecido fino construída em formato de tenda e com frasco coletor com álcool é instalada no meio da vegetação.

No PNCV a amostragem começou em fevereiro de 2018 e se estendeu até maio de 2019, sendo que a escolha dos locais onde seriam instaladas as armadilhas partiu da facilidade do acesso e a proximidade com as áreas que haviam sofrido com queimadas poucos meses antes do início da amostragem, em setembro de 2017, com o intuito de verificar as possíveis alterações após os incêndios florestais que ocorreram na área. Foram instaladas no total 10 armadilhas do tipo Malaise (Tabela 1), 5 em parte de cerrado não queimado (Figura 7), ou seja, que não sofreram com queimadas ou incêndios florestais recentemente, e 5 em região do cerrado que foram atingidas pelas queimadas de 2017 (Figura 8).

Para as comparações entre os dois Parques foram utilizados somente os dados entre maio de 2018 e maio de 2019, obtidos com uso de armadilhas Malaise.

Os frascos das armadilhas foram trocados a cada 15 dias, as amostras foram triadas e os espécimes da família Braconidae foram separados e identificados em nível de gênero quando possível, exceto para a subfamília Microgastrinae, que por ser numerosa e com grande plasticidade morfológica apenas algumas amostras foram selecionadas para identificação. A bibliografia utilizada foi Wharton *et al.* (1997), Marsh (2002), Sharkey e van Achterberg (2017), Quicke *et al.* (2018), Sharkey (2019), Sharkey *et al.* (2020).

O material coletado e identificado encontra-se depositado na coleção taxonômica do Departamento de Biologia e Ecologia Evolutiva da Universidade Federal de São Carlos (DBCUC).

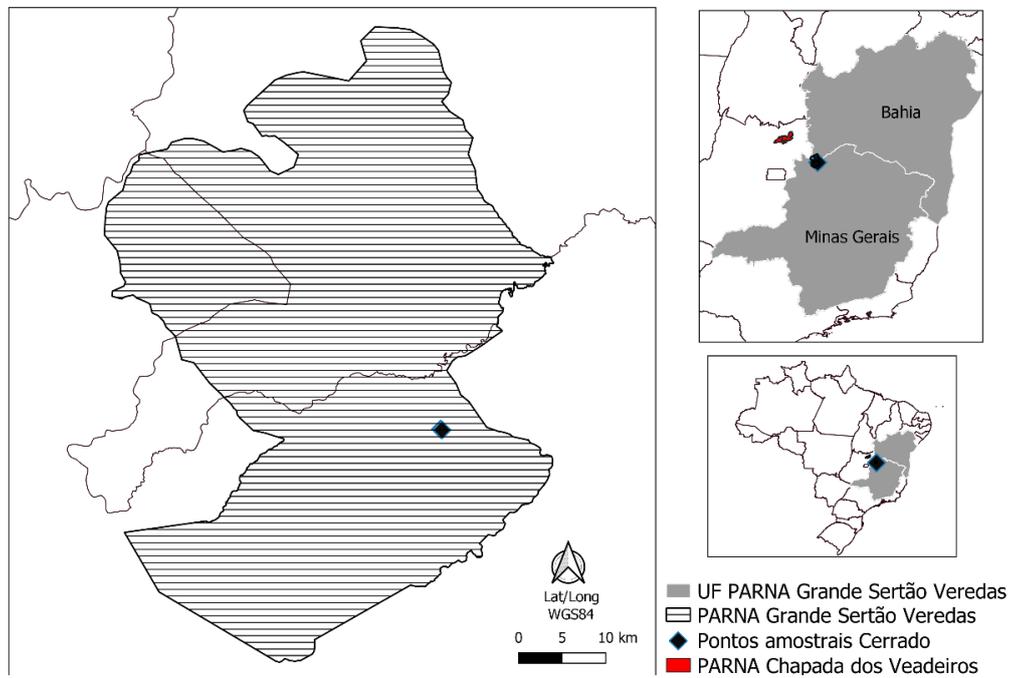


Figura 4. Mapa dos pontos amostrais no Cerrado do Parque Nacional Grande Sertão Vereda, MG



Figura 5: : Armadilhas Malaise e Luminosa no Cerrado do Parque Nacional Grande Sertão Veredas, MG

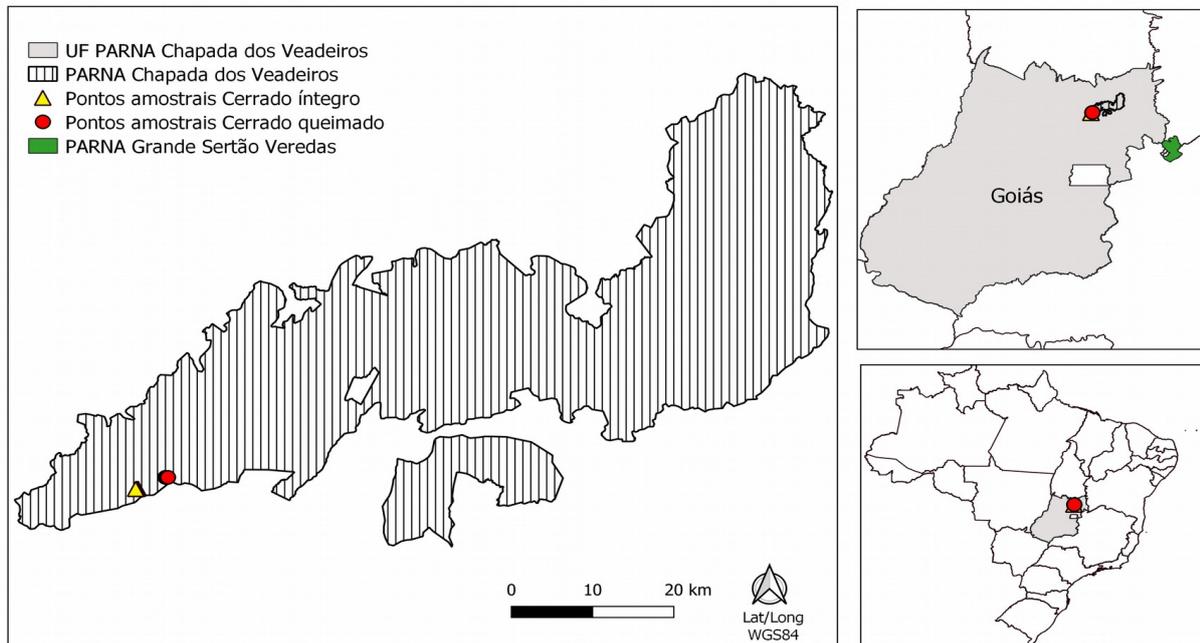


Figura 6: Mapa dos pontos amostrais no Cerrado não queimado e queimado do Parque Nacional Chapada dos Veadeiros, GO



Figura 7 Armadilhas Malaise instaladas no Cerrado do Parque Nacional Chapada dos Veadeiros, GO



Figura 8. Armadilhas Malaise instaladas no Cerrado queimado do Parque Nacional Chapada dos Veadeiros, GO

Tabela 1: Coordenadas geográficas e altitude dos locais amostrais no cerrado dos Parques Nacionais Chapada dos Veadeiros, GO, e Grande Sertão Veredas, MG

Localidade	Coordenadas	Altitude(m)
Parque Nacional Grande Sertão Veredas – Cerrado		
	15°10'29.6"S/45°43'17.6"O	764
	15°10'30.6"S/45°43'16.6"O	764
	15°10'31.7"S/45°43'14.9"O	764
	15°10'32.0"S/45°43'13.5"O	764
Parque Nacional Chapada dos Veadeiros – Cerrado não queimado		
	14°08'34"S/47°46'00"O	1133
	14°08'34"S/47°46'08"O	1135
	14°08'36"S/47°46'04"O	1137
	14°08'36"S/47°46'07"O	1138
	14°08'36"S/47°46'10"O	1140
Parque Nacional Chapada dos Veadeiros – Cerrado queimado		
	14°07'43"S/47°44'08"O	1191
	14°07'43"S/47°44'06"O	1193
	14°07'44"S/47°44'04"O	1194
	14°07'44"S/47°44'00"O	1195
	14°07'43"S/47°43'57"O	1199

### ***Locais Amostrais***

#### **Parque Nacional Grande Sertão Veredas (PNGSV)**

Criado em 1989 pelo Decreto Presidencial No 97.658 de 12/04/89 depois de toda uma mobilização por parte de cientistas e ambientalistas pela criação de uma unidade de

conservação que abrangesse a riqueza única do Cerrado na região dos Gerais, que compreende do noroeste de Minas Gerais, oeste da Bahia até o sul do Piauí. Foi nomeado em homenagem a obra literária de Guimarães Rosa, que tem como pano de fundo a região e cidades abrangidas pelo parque para a descrição da vida do sertanejo. O Parque possui área de 83.363 hectares e o cerrado stricto sensu é a fitofisionomia com maior abrangência na área do parque, que junto com o Cerradão ocupam 68% de sua cobertura.

O parque faz parte da região geomorfológica conhecida como Planalto do São Francisco, que é constituído por chapadas areníticas cobertas por vegetação nativa do cerrado das fitofisionomias cerrado stricto sensu, campo sujo, campo limpo, carrasco e nas drenagens de pouca profundidade, como as lagoas, ocorrem as veredas.

O clima regional é sub úmido, com temperaturas com amplitude entre 40°C e 16°C e regime tropical de chuvas, com duas estações bem marcadas, a seca se iniciando em maio e a chuvosa começando em outubro (FUNATURA, 2003).

O Plano de Manejo do PNGSV não prevê a utilização de Manejo Integrado do Fogo. Nos últimos anos, nenhum incêndio de grande proporção afetou a área do PNGSV (DE FARIA, 2019) (Figura 9), não sendo possível avaliar sobre o foco do impacto de queimadas no presente trabalho nas áreas do parque.

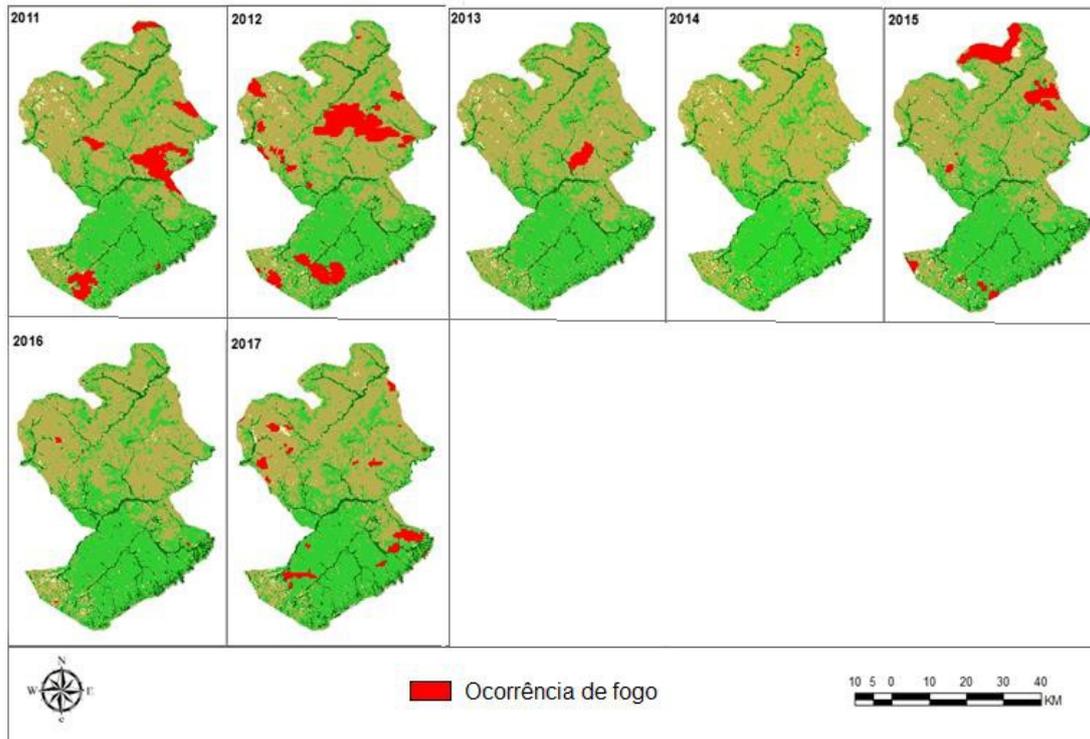


Figura 9: Mapas com indicação das áreas com ocorrência de fogo dentro dos limites do PNGSV, MG, entre os anos de 2011 e 2017. Fonte: de Faria,2019

### Parque Nacional Chapada dos Veadeiros (PNCV)

O Parque Nacional Chapada dos Veadeiros foi criado em 1961 pelo Decreto presidencial nº 49.875, de 11 de janeiro e em 2001 foi considerado Patrimônio Natural da Humanidade pela UNESCO. No ato de sua criação o PNCV foi nomeado como Parque Nacional do Tocantins e possuía área de aproximadamente 625 mil hectares.

Desde o início a unidade de conservação sofreu fortes críticas e pressão por parte da população do entorno e proprietários das terras que foram “atingidas” pela criação do PNCV. Principalmente por este motivo o parque teve redução drástica da sua área em dois momentos: em 1972 pelo Decreto nº 70.492 de 11 de maio, que alterou também o nome do parque para o atual, já que sua área não mais se estendia até o Rio Tocantins e em 1981 pelo decreto presidencial nº 86.596 de 17 de novembro, quando o parque foi reduzido à 65.000 hectares, tamanho que vigorou até 2017. A ampliação para o tamanho atual de 240 mil hectares ocorreu através do Decreto sem número de 05 de junho de 2017, que passou a abranger os municípios de Alto Paraíso de Goiás, Cavalcante, Nova Roma, Teresina de Goiás e São João d' Aliança (PEDREIRA, 2005).

A região do parque apresenta regime climático do tipo tropical semi úmido, com verão quente e inverno frio e seco, com temperaturas anuais variando entre mínimo de 10°C e máximo de 36°C. O período chuvoso (novembro – março) apresenta precipitação média superior a 100 mm mensais e o período seco (maio – agosto) com grande variação, mas normalmente muito inferior a 10 mm mensais.

A vegetação de cerrado presente no PNCV é majoritariamente composta por Cerrado *sensu stricto* com 2/3 de cobertura das terras. Cerca de 10% da cobertura é de savana estacional do tipo Campo rupestre e Campo úmido e 2,5% de veredas. Há a presença de outras formas de florestas, como mata ciliar e de galeria (ICMBIO, 2009).

### ***Análises de dados***

Utilizamos curvas de rarefação com os gêneros de ambos os Parques e parcelas do PNCV para determinar a qualidade da riqueza amostrada, que foram obtidas pelo programa R (R Core Team 2019) a partir das análises realizadas através do programa ESTIMATES 9.1.0 (COLWELL, 2013) utilizando o estimador de riqueza Jackknife de primeira ordem para comparação.

Calculamos os índices de diversidade de Shannon-Wiener ( $H'$ ), Equitabilidade de Pielou ( $J'$ ), abundância e riqueza dos locais. A normalidade das amostragens foi testada com Shapiro-Wilk e a comparação dos índices foi realizada pelo teste de Kruskal-Wallis.

A diversidade beta dos gêneros amostrados nas armadilhas Malaise nos Cerrado não queimado e queimado do PNCV e entre os cerrados PNCV e PNGSV foram testadas no R (*betapart*) por meio do índice de Dissimilaridade de Sorensen usando dados de presença-ausência dos gêneros, onde a matriz *Turnover* ou substituição de espécies consiste na troca de espécies/gêneros entre os locais amostrais e a matriz aninhamento consiste na perda/ganho de espécies/gêneros entre as parcelas, sem que ocorra a substituição delas. Essas análises foram representadas graficamente pelo método de ordenação denominado Escalonamento Multidimensional Não-Métrico (NMDS) (pacote R *vegan* e *MASS*)

## Resultados e Discussão

### Parque Nacional Grande Sertão Veredas

Ao todo foram amostrados 2.185 espécimes de Braconidae entre maio de 2018 e maio de 2019, sendo 1.893 obtidos nas 5 armadilhas Malaise instaladas no PNGSV e 292 espécimes obtidos nas armadilhas luminosas. Os espécimes amostrados pertencem a 69 gêneros e 21 subfamílias (Tabela 2)

A subfamília Cenocoeliinae foi a única que foi amostrada apenas no PNGSV, representada pelo gênero *Cenocoelius*. Os gêneros *Sacirema*, *Compsobraconoides* (Braconinae), *Iare*, *Labania*, *Panama* (Doryctinae), *Townesilitus* (Euphorinae), *Gnathopleura* (Alysiinae) e *Pseudophanerotoma* (Cheloninae), foram encontrados apenas no Parque Nacional Grande Sertão Veredas.

As subfamílias com maior abundância nas armadilhas Malaise foram Doryctinae, Microgastrinae e Braconinae, seguidas por Euphorinae e Opiinae (Figura 10). Os gêneros mais abundantes foram *Bracon*, *Heterospilus*, *Opius* e *Microctonus*. Doryctinae apresentou o maior número de gêneros, com 15 gêneros amostrados. As subfamílias com menor abundância nessa localidade foram Cardiochilinae e Cenocoeliinae. Em relação à abundância dos gêneros de Braconidae por tipo de biologia, 61% dos indivíduos coletados são endoparasitoides cenobiontes, enquanto que 37% são ectoparasitoides idiobiontes.

Quanto à distribuição dos táxons ao longo do período amostral, no PNGSV o mês de dezembro de 2018 foi o com maior número de espécimes amostrados e o de abril de 2019 foi o de menor número (Figura 12).

A curva de rarefação das amostragens do PNGSV teve tendência a uma assíntota, sem atingi-la (Figura 13).

Nas armadilhas luminosas foram amostrados 32 gêneros distribuídos em 12 subfamílias (Figura 11). Os gêneros *Labania*, *Blacus* e *Yelicones* foram amostrados apenas nesse tipo de armadilha e o gênero *Hormius* teve metade da sua abundância total obtida nessas armadilhas luminosas. As subfamílias com maior abundância de espécimes foram Doryctinae, Brachistinae e Rogadinae. Em relação à abundância dos gêneros de Braconidae por tipo de biologia, 52% dos indivíduos coletados são endoparasitoides cenobiontes, enquanto que 48% ectoparasitoides idiobiontes.

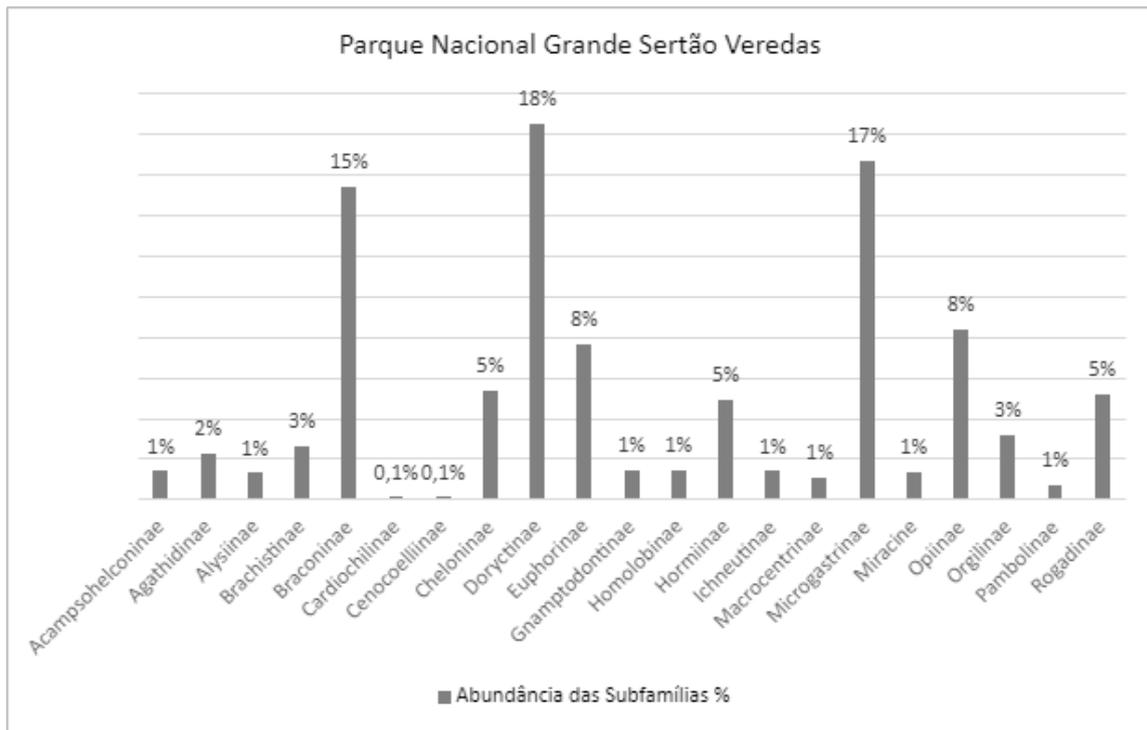


Figura 10. Abundância de espécimes das subfamílias de Braconidae amostradas nas armadilhas Malaise no Cerrado do Parque Nacional Grande Sertão Veredas, MG

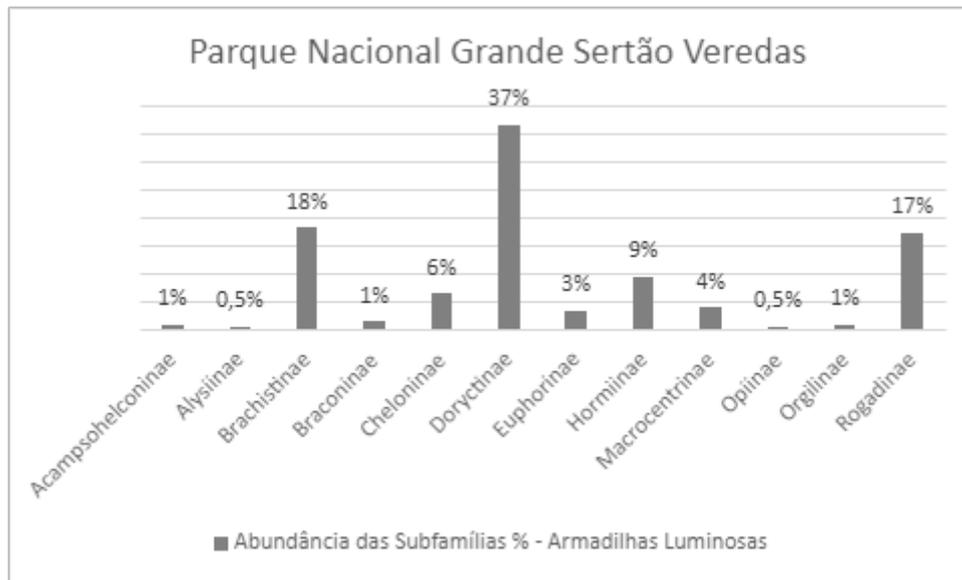


Figura 11. Abundância de espécimes das Subfamílias de Braconidae amostradas nas Armadilhas Luminosas no Cerrado do Parque Nacional Grande Sertão Veredas, MG

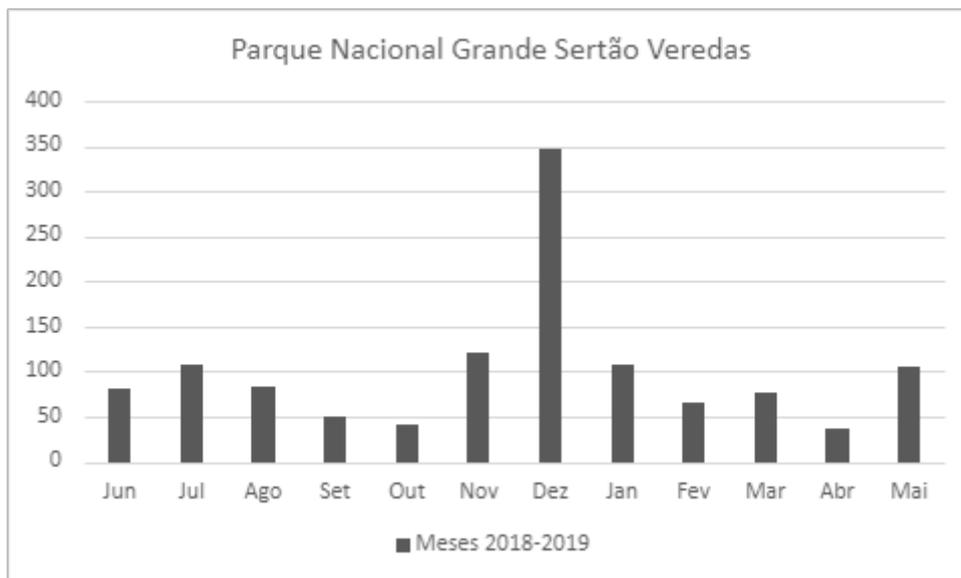


Figura 12: Abundância de espécimes amostrados nas armadilhas Malaise no Parque Nacional Grande Sertão Veredas, MG, entre junho de 2018 e maio de 2019

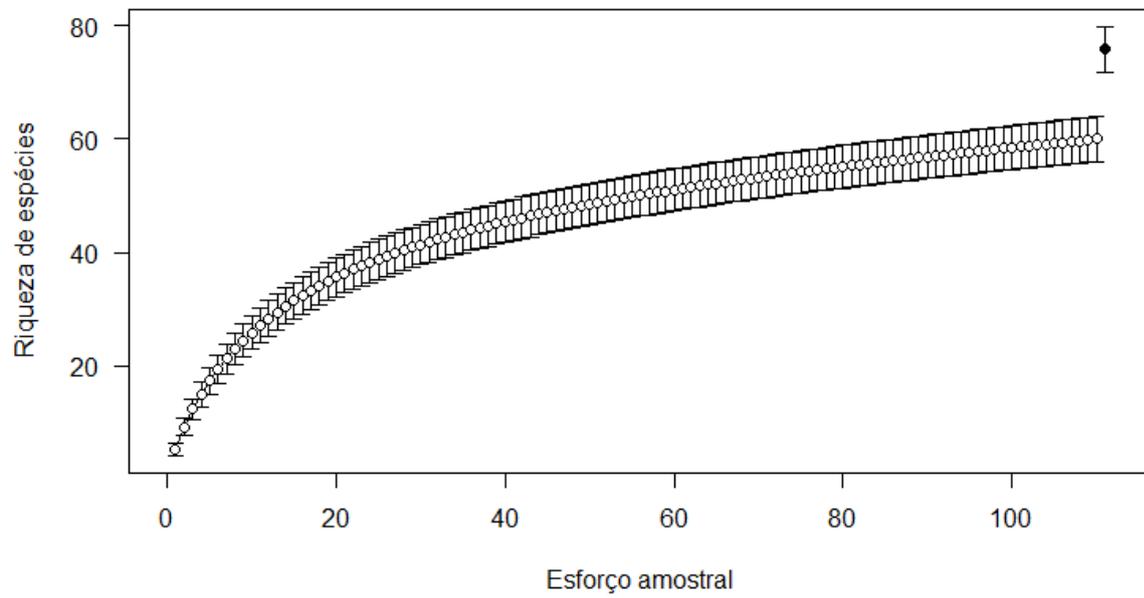


Figura 13: Curva de rarefação e desvio padrão da riqueza de gêneros de acordo com o esforço amostral para o Parque Nacional Grande Sertão Veredas, MG

### Parque Nacional Chapada dos Veadeiros

Ao todo foram amostrados 4.314 espécimes de Braconidae no cerrado não queimado entre maio de 2018 e maio de 2019, pertencentes a 21 subfamílias e 68 gêneros (Tabela 2). Na área do Cerrado queimado foram amostrados 2.483 espécimes em 21 subfamílias e 72 gêneros.

*Amyosoma* (Braconinae), *Therophylus*, *Earinus*, *Pharpa*, *Alabagrus*, *Plesiocoelus* (Agathidinae), *Nervellius*, *Acanthorhogas*, *Heterospathius*, *Concurtisella*, *Rhaconotus*, *Semirhytus*, *Callihormius*, *Percnobracon*, *Spathius*, *Doryctinus*, *Gymnobracon* (Doryctinae), *Dinotrema*, *Phaenocarpa*, *Coelinus* (Alysiinae), *Podorgilus*, *Stantonia* (Orgilinae), *Lysiphlebus*, *Euaphidius*, *Diaeretiella* (Aphidiinae) e *Hemibracon* (Braconinae) foram amostrados apenas no Parque Nacional Chapada dos Veadeiros.

As subfamílias Microgastrinae, Homolobinae e Braconinae foram as mais abundantes no PNCV não queimado, seguidas por Rogadinae e Cheloninae. As subfamílias Alysiinae, Aphidiinae e Cardiochilinae foram as de menor abundância (Figura 14). Os gêneros *Exasticolus*, *Bracon* e *Chelonus* foram os de maior abundância. Doryctinae foi a subfamília que apresentou maior número de gêneros, com 15 gêneros amostrados.

No PNCV Queimado a subfamília Braconinae foi a mais abundante, seguida por Microgastrinae, Doryctinae, Opiinae e Rogadinae; Alysiinae e Aphidiinae foram as menos abundantes (Figura 15). Foram amostrados 18 gêneros de Doryctinae, sendo a subfamília com maior número de gêneros entre as demais. Os gêneros *Bracon*, *Heterospilus* e *Opius* foram os de maior abundância.

Considerando-se a biologia dos grupos amostrados, no PNCV cerrado não queimado, 77% dos indivíduos coletados foram endoparasitoides cenobiontes, enquanto que 23% foram ectoparasitoides idiobiontes. Para o PNCV cerrado queimado a proporção foi de 63% endoparasitoides cenobiontes e 37% ectoparasitoides idiobiontes.

No mês de novembro de 2018 mais espécimes foram amostrados pelas armadilhas Malaise, o de fevereiro de 2019 foi o de menor número (Figura 16).

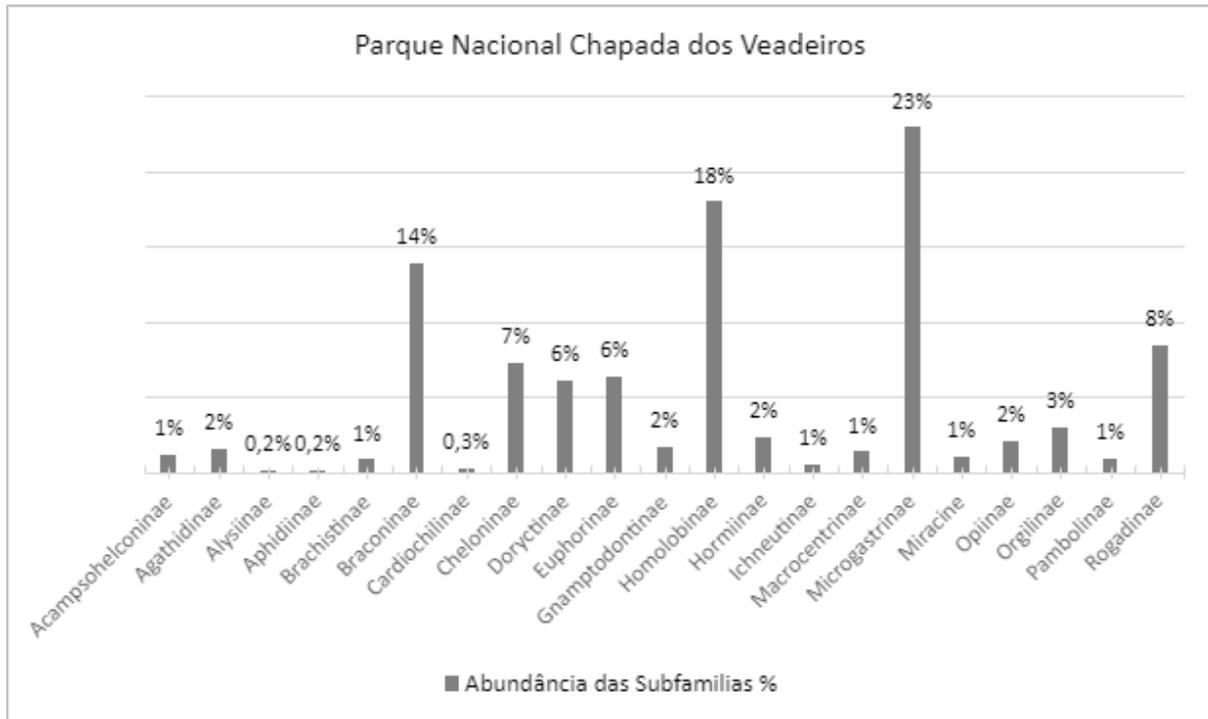


Figura 14: Abundância de espécimes das Subfamílias de Braconidae amostradas no Cerrado do Parque Nacional Chapada dos Veadeiros, GO

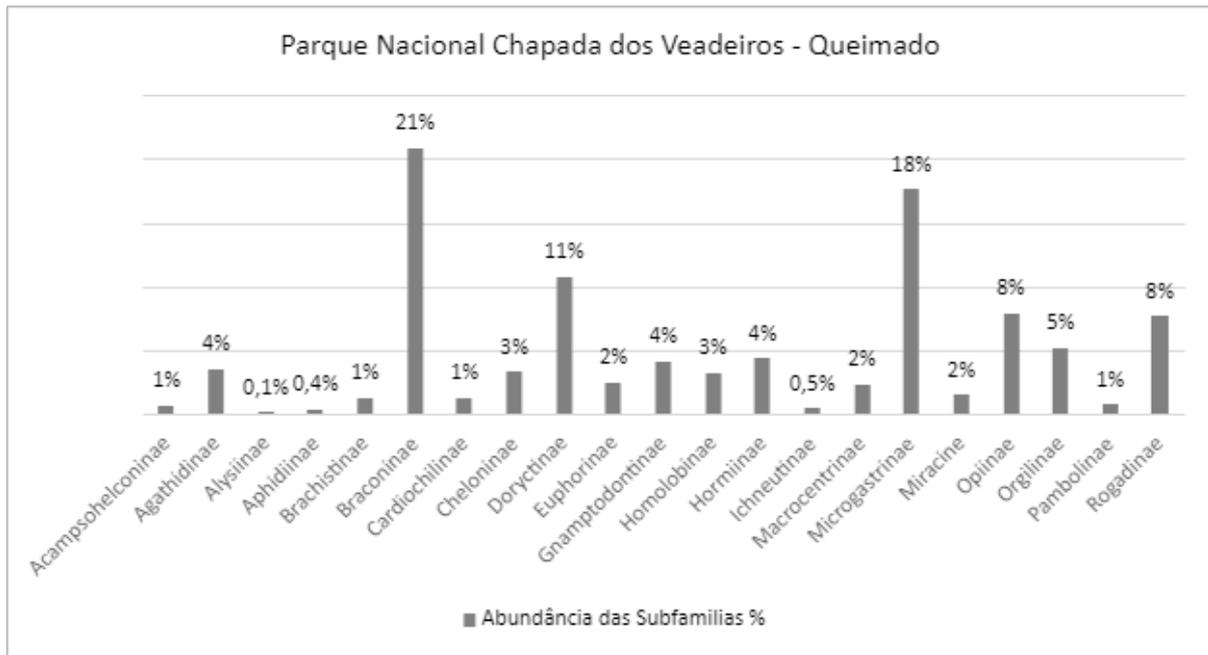


Figura 15. Abundância de espécimes das Subfamílias de Braconidae amostradas no Cerrado queimado do Parque Nacional Chapada dos Veadeiros, GO

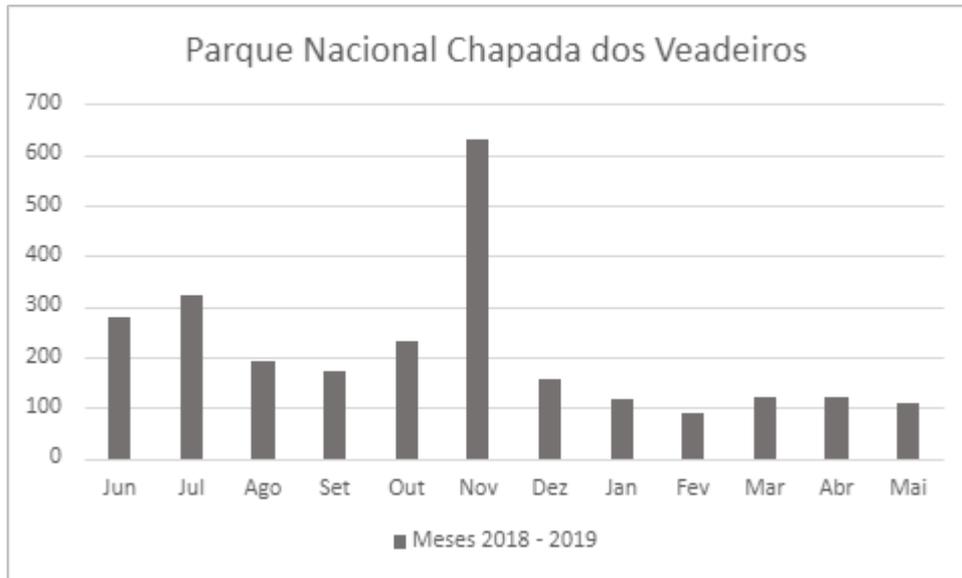


Figura 16. Abundância de espécimes amostrados nas armadilhas Malaise no Cerrado não queimado do Parque Nacional Chapada dos Veadeiros, GO, entre os meses de junho de 2018 e maio de 2019

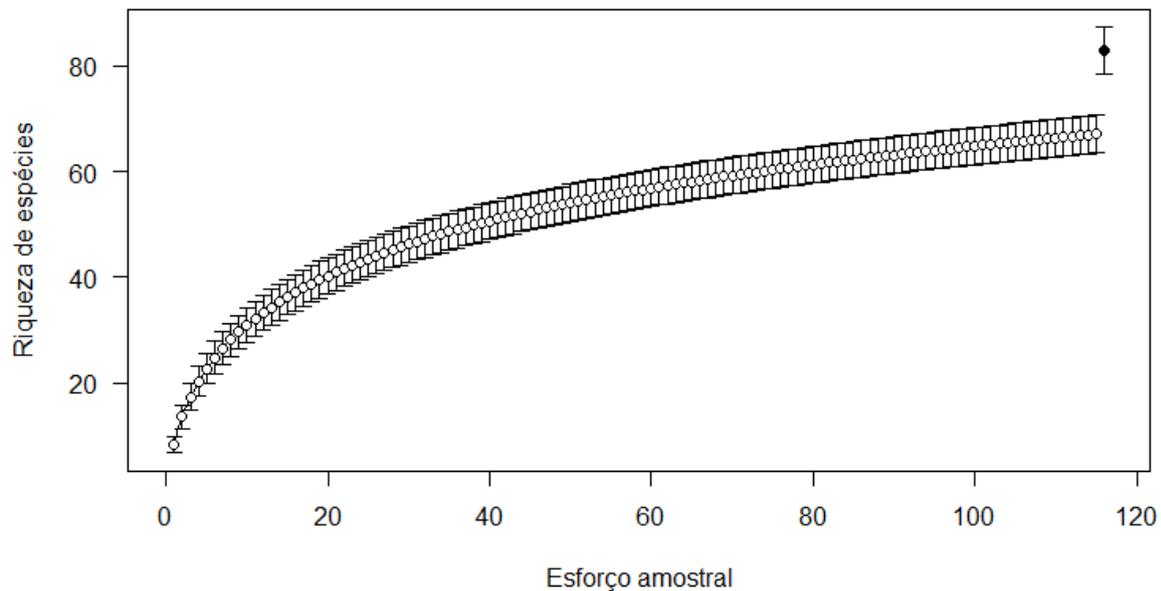


Figura 17: Curva de rarefação e desvio padrão da riqueza de espécies de acordo com o esforço amostral para o Cerrado não queimado do Parque Nacional Chapada dos Veadeiros, GO

Os valores da riqueza em número de gêneros, índice de diversidade e equitabilidade para cada parcela do cerrado se encontra na tabela 3.

As curvas de rarefação para as duas parcelas de cerrado do PNCV amostradas (Figuras 17-18) apresentaram tendência a uma assíntota, sem atingi-la.

A análise de Shapiro-Wilk ( $p < 0.07$ ) refutou a hipótese nula da análise de que a distribuição é normal, mostrando assim que as amostras realizadas no PNCV tiveram distribuição não normal.

As análises de variância Kruskal Wallis entre as réplicas do cerrado não queimado e do cerrado queimado do PNCV mostraram diferença estatística para diversidade e equitabilidade ( $H = 6.8182$ ,  $p < 0,009$ ), mas não para riqueza ( $p < 0.2$ ) e abundância ( $p < 0.07$ ) dos táxons.

As análises de diversidade beta mostraram que a maior parte da comunidade de ambas as parcelas de cerrado amostrados compartilham grande parte dos táxons, com alteração de cerca de 30% entre elas. O valor de Turnover (SIM= 0,283) foi maior do que o valor de aninhamento (SNE= 0,0207), mostrando que a mudança observada na diversidade foi devido a uma troca de espécies entre as parcelas do cerrado.

O gráfico NMDS (Figura 19) mostra o agrupamento que ocorre entre as parcelas do cerrado. Muitos gêneros são comuns a ambas as parcelas, outros são exclusivos a cada parcela. O cerrado não queimado apresenta comunidade mais homogênea em relação à composição da fauna do que a do cerrado queimado, que mostrou grande variância entre os pontos amostrais.

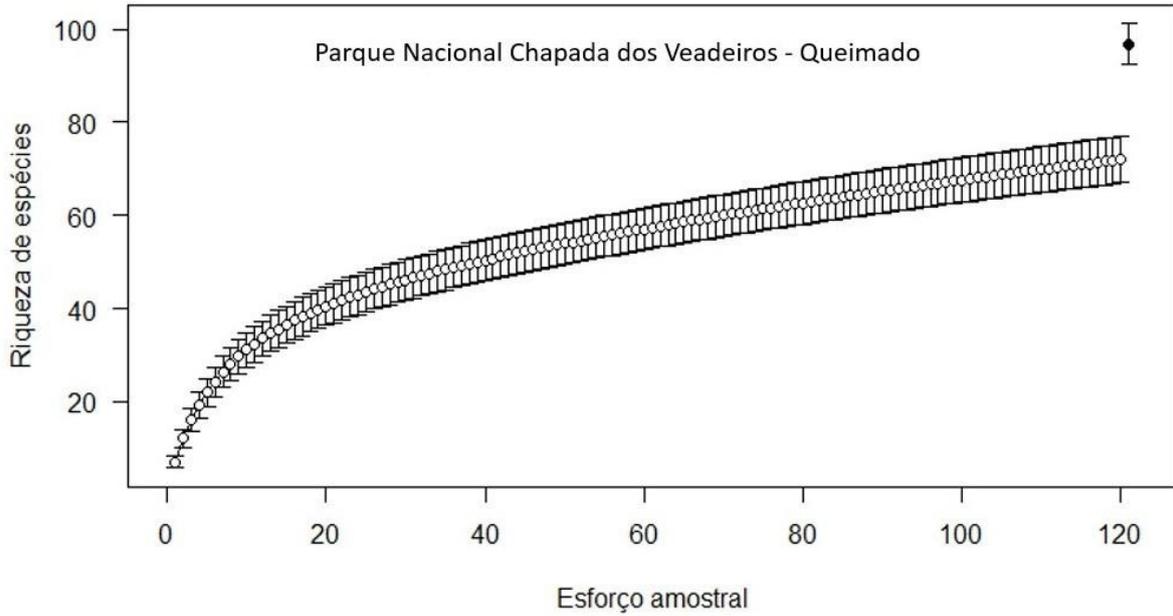


Figura 18. Curva de rarefação e desvio padrão da riqueza de espécies de acordo com o esforço amostral para o Cerrado queimado do Parque Nacional Chapada dos Veadeiros, GO

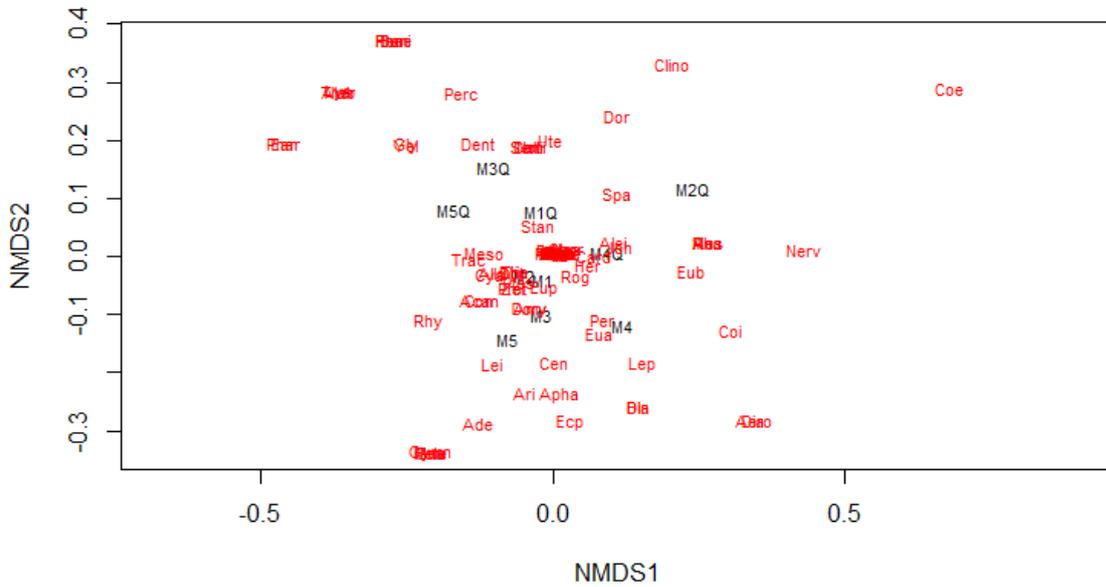


Figura19. Gráfico NMDS mostrando a diversidade beta das parcelas de cerrado não queimado (M) e cerrado queimado (MQ) do Parque Nacional Chapada dos Veadeiros, GO

**Análises de Variância entre os dados obtidos no PNCV e no PNGSV**

As análises de variância Kruskal Wallis entre as parcelas do cerrado dos PNCV e PNGSV mostraram diferença estatística para abundância e equitabilidade ( $H= 6.8182$ ,  $p < 0.009$ ), mas não para riqueza ( $p < 0,7$ ) e diversidade ( $p < 0,3$ ).

As análises de diversidade beta entre o PNCV não queimado e o PNGSV mostraram que a diversidade de Braconidae do Cerrado não teve grande alteração na fauna entre os parques, com modificação de cerca de 15% entre eles. O valor do Turnover (SIM = 0.147541) foi muito superior ao de aninhamento (SNE = 0.03356138), ocorrendo troca de espécies entre os locais.

O gráfico NMDS (Figura 20) mostra que ocorreu certo agrupamento entre a fauna amostrada em cada parque, com proximidade entre eles por apresentarem muitos gêneros em comum.

Tabela 3: Dados de Riqueza de gêneros, de Diversidade (H') e de Equitabilidade (J') nas três parcelas estudadas nas três parcelas estudadas de Braconidae nos Parques Nacionais Chapada dos Veadeiros, GO, e Grande Sertão Veredas, MG.

Localidades	Riqueza	H'	J'
Parque Nacional Grande Sertão Veredas	69	1,3677	0,7412
Parque Nacional Chapada dos Veadeiros – não queimado	69	1,2468	0,6780
Parque Nacional Chapada dos Veadeiros - queimado	72	1,3958	0,7444





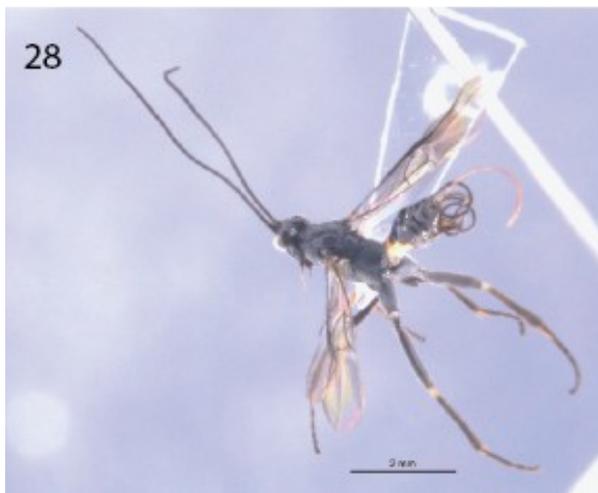
Figura 21. Visão geral Subfamília Acampsohelconinae, *Urosigalphus* sp.

1. Agathidinae (figura 22-29)

Esta subfamília inclui 28 gêneros neotropicais. na maioria inclui espécies endoparasitoides solitárias cenobiontes de larvas de Crambidae, Coleophoridae, Geometridae, Gracillariidae, Noctuidae, Tortricidae (Lepidoptera), atacando principalmente os primeiros instares (SHARKEY e CHAPMAN, 2017).



Figura 22 - 29. Visão geral Subfamília Agathidinae. 22. *Alabagrus sp.*, 23. *Earinus sp.*, 24. *Lyptopylus sp.*, 25. *Pharpa sp.*



Figuras 26 -29. Visão geral Subfamília Agathidinae. 26. *Plesiocoelus* sp., 27 *Therophilus* sp., 28. *Trachagathis* sp., 29. *Zelomorpha* sp.

### 3. Alysiinae (figura 30-32)

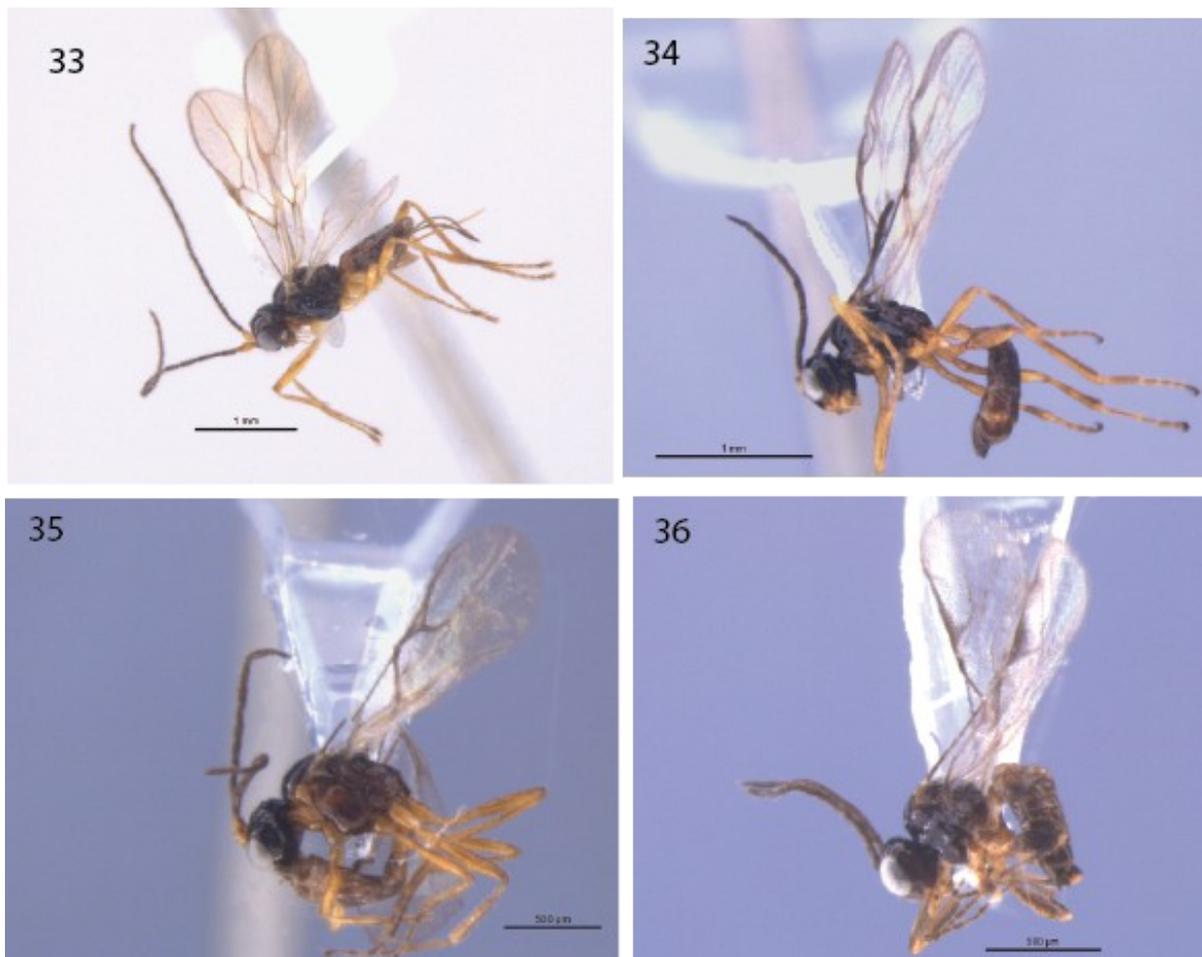
Vespas dessa subfamília possuem como principal característica as mandíbulas exodontes, quase exclusivas neste grupo. São endoparasitoides cenobiontes de larvas e ovos de dípteros Cyclorrhapha, podendo ser tanto solitários quanto gregários. Muitas espécies são generalistas quanto à escolha de hospedeiros, algumas são bem especializadas (WHARTON, 1997).



Figuras 30 - 32. Visão geral Subfamília Alysiinae. 30. *Dinotrema* sp., 31. *Gnathopleura* sp., 32. *Phaenocarpa* sp.

#### 4. Aphidiinae (figura 33 - 36)

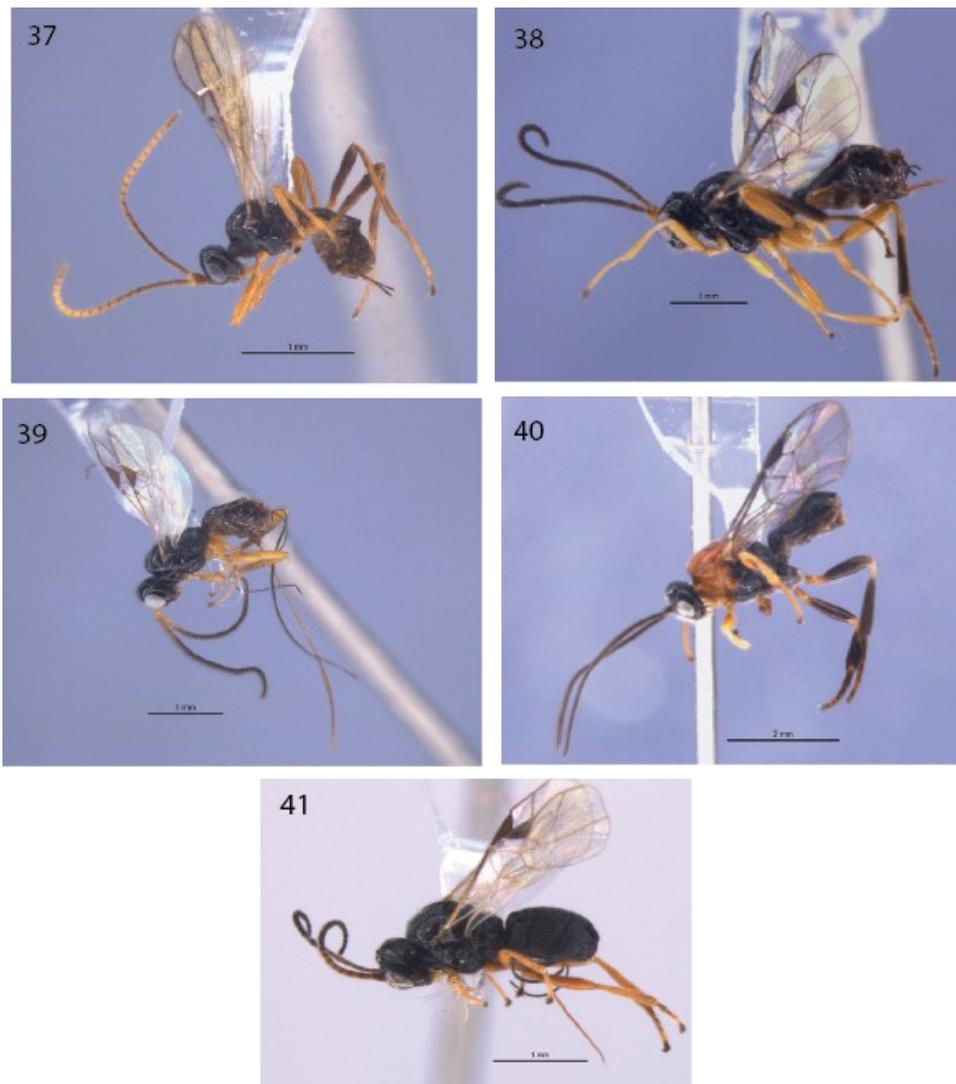
Esta subfamília apresenta vespas endoparasitoides cenobiontes solitárias de afídeos (Aphidoidea) imaturos e adultos. Esse grupo foi extensamente estudado no seu desenvolvimento com hospedeiros, sendo muito utilizado no controle biológico (WHARTON, 1997).



Figuras 33 -36. Visão geral Subfamília Aphidiinae 33. *Aphaereta sp.*, 34. *Diaratiella sp.*, 35. *Euaphidius sp.*, 36. *Lysiphlenus sp.*

#### 5.Brachistinae (figura 37 - 41)

A subfamília possui 18 gêneros no Neotrópico, inclui as tribos Brachistini, Blacini e Diospilini. São em sua maioria endoparasitoides cenobiontes de larvas de Coleoptera, principalmente de Curculionidae, Bruchinae, Anobiidae e Nitidulidae (SHARKEY & VAN ACHTERBERG 2018).



Figuras 37- 41. Visão geral Subfamília Brachistinae. 37. *Blacus sp.*, 38. *Eubazus sp.*, 39. *Mesoxiphum sp.*, 40. *Nealiolus sp.*, 41. *Triaspis sp*

#### 6. Braconinae (figura 42 – 46)

Subfamília extensa, com mais de 2.000 espécies descritas. São em sua quase totalidade ectoparasitoides idiobiontes de larvas de insetos, principalmente Lepidoptera e Coleoptera (QUICKE *et al*, 2018), apresentando também espécie fitófaga descrita no Brasil (PERIOTO *et al*, 2011).



Figura 42 - 46. Visão geral Subfamília Braconinae. 42. *Bracon sp.*, 43. *Cyanopterus sp.*, 44. *Digonogastra sp.*, 45. *Hemibracon sp.*, 46. *Vipio sp.*

7. Cardiochilinae (figura 47)

Inclui 16 gêneros e 221 espécies descritas. São endoparasitoides cenobiontes solitários de larvas de Lepidoptera, principalmente Pyralidae e Noctuidae, que possuem muitas espécies consideradas pragas agrícolas (KANG *et al* 2020).

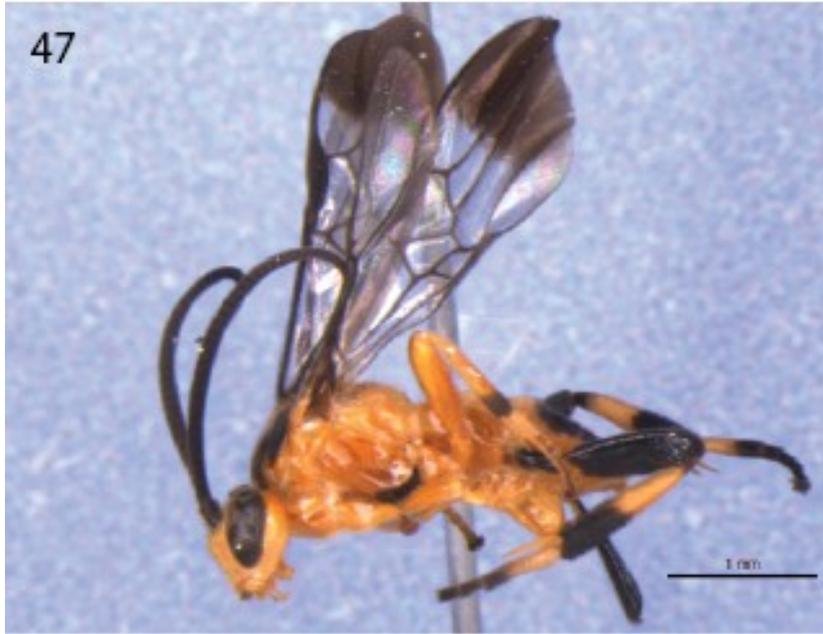


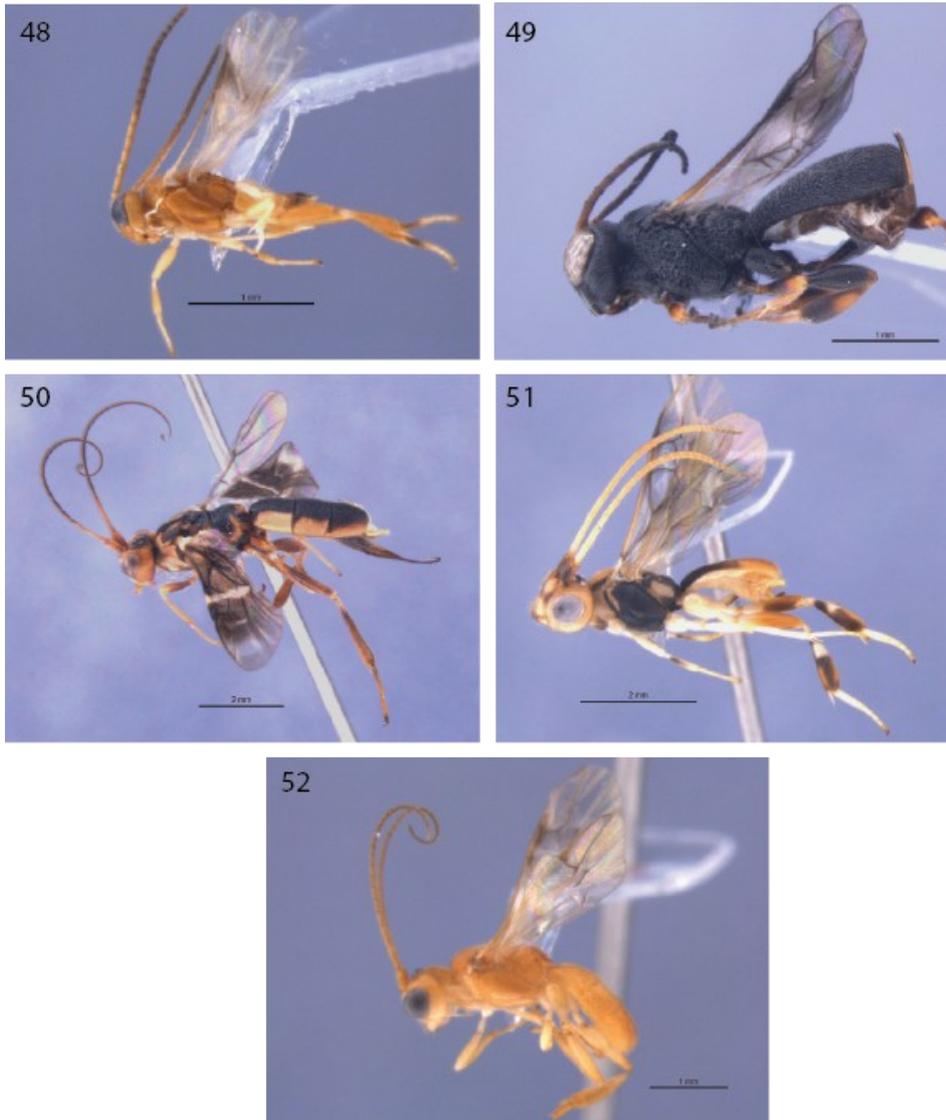
Figura 47. Visão geral Subfamília Cardiochilinae, *Cardiochiles sp.*

#### 8. Cenocoeliinae

Composta por apenas 6 gêneros, sendo 3 com ocorrência para o Neotrópico, região em que esta subfamília apresenta maior diversidade e muitas espécies a serem descritas. Informações sobre sua biologia são limitadas, sendo as espécies conhecidas, endoparasitoides cenobiontes solitárias de larvas de Coleoptera das famílias Cerambycidae e Curculionidae (PITZ & SHARKEY, 2007).

#### 9. Cheloninae (figura 48 – 52)

Subfamília extensa, com 23 gêneros descritos, sendo que 12 ocorrem no Neotrópico. São endoparasitoides cenobiontes solitários de ovos e larvas de Lepidoptera, principalmente Tortricoidea, Pyraloidea e Nepticulidae (KITTEL *et al*, 2016).



Figuras 48- 52. Visão geral Subfamília Cheloninae. 48. *Adelius sp.*, 49. *Chelonus sp.*, 50. *Dentigaster sp.*, 51. *Phanerotoma sp.*, 52. *Pseudophanerotoma sp.*,

#### 10. Doryctinae (figura 53 - 74)

Uma das mais diversas subfamílias de Braconidae, com cerca de 1.700 espécies descritas em 205 gêneros válidos (YU *et al.* 2016; BRAET, 2016), é composta por vespas ectoparasitoides idiobiontes de larvas de Coleoptera e Lepidoptera (Crambidae), podendo ser generalistas ou especialistas. Inclui gêneros com espécies associadas a galhas, em *Labania* e *Allorhogas*, com descrição de espécies com esse hábito fitófago no Brasil (JOELE *et al.*, 2019).

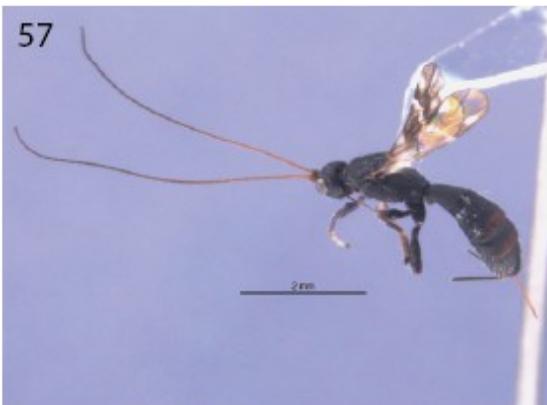


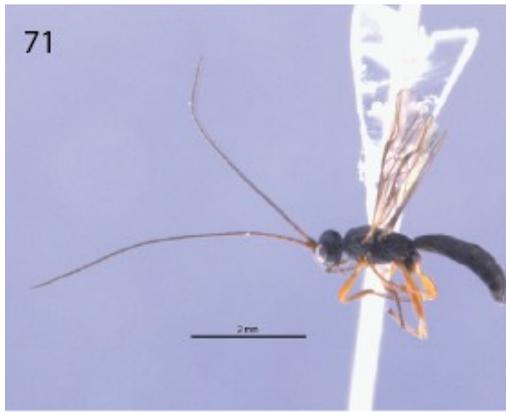
Figura 53- 58. Visão geral Subfamília Doryctinae. 53. *Acanthorhogas* sp., 54. *Barbalhoa* sp., 55. *Callihormius* sp., 56. *Coiba* sp., 57. *Concurtisella* sp., 58. *Doryctinus* sp.



Figuras 59-64. Subfamilia Doryctinae. 59. *Echphylus* sp., 60. *Glyptocolastes* sp., 61. *Heredius* sp., 62. *Iare* sp., 63. *Johnsonius* sp., 64. *Labania* sp.



Figuras 65 – 70. Visão geral Subfamília Doryctinae. 65. *Leptodoryctes* sp., 66. *Nervellius* sp., 67. *Notiospathius* sp., 68. *Panama* sp., 69. *Percnobracon* sp., 70. *Ptesimogastroides* sp.



Figuras 71 – 74. Visão geral Subfamília Doryctinae. 71. *Heterospilus* sp., 72. *Semirhytus* sp., 73. *Spathius* sp., 74. *Stenocorse* sp.

#### 11. Euphorinae (figura 75 -81)

Uma subfamília grande, com 34 gêneros ocorrendo no Neotrópico. Possui ampla gama de hospedeiros, sendo endoparasitoides cenobiontes solitários, em sua maioria, de adultos de Coleoptera, Hymenoptera and Neuroptera, ninfas e adultos de Heteroptera e Psocoptera (STINBERG *et al*, 2015).



Figuras 75 -78. Visão geral Subfamília Euphorinae. 75. *Aridelus* sp., 76. *Centistes* sp., 77. *Euphoriella* sp., 78. *Leiophron* sp.



Figuras 79 -81. Visão geral Subfamília Euphorinae. 79. *Meteorus* sp., 80. *Microctonus* sp., 81. *Peristenus* sp.

## 12. Gnamptodontinae (figura 82, 83)

Pequena subfamília, que apresenta apenas 3 gêneros no Neotrópico. Pouco se sabe sobre sua biologia, são aparentemente parasitoides cenobiontes de Lepidoptera minadores das famílias Nepticulidae, Gracillariidae e Heliozelidae (SHARKEY e WHARTON).



Figuras 82-83. Subfamília Gnamptodontinae. 82. *Ganamptodon* sp., 83. *Pseugnaptodon* sp.

## 13. Homolobinae (figura 84, 85)

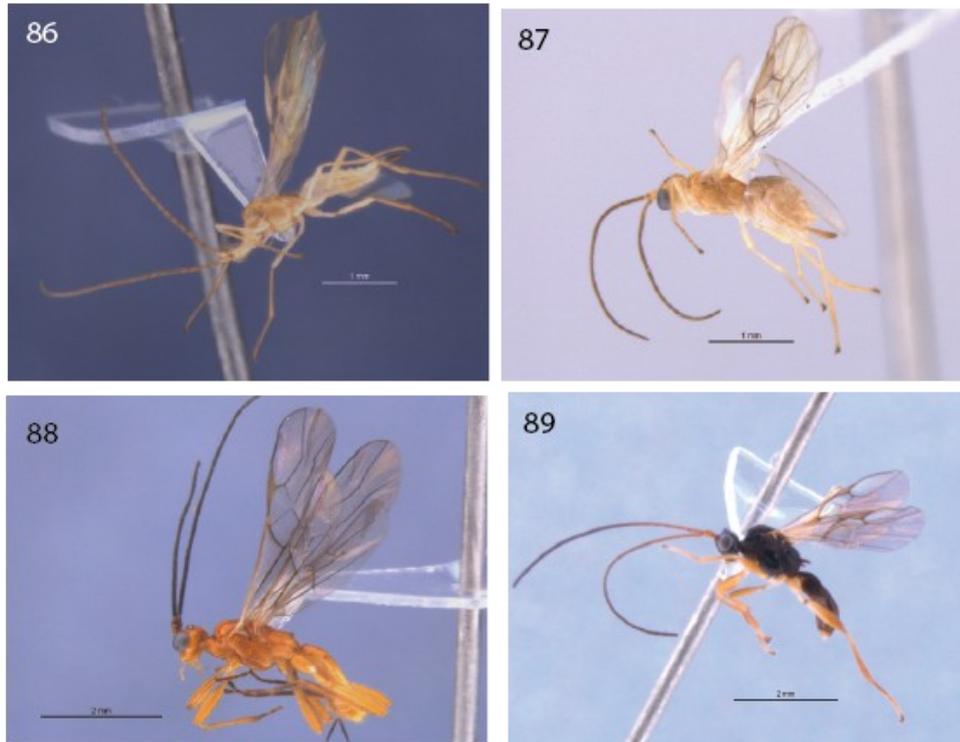
Pequena subfamília, em que dois dos três gêneros ocorrem no Neotrópico. São endoparasitoides cenobiontes solitários de Lepidoptera, principalmente das famílias Geometridae e Noctuidae (YU *et al.* 2016).



Figuras 84 - 85. Visão geral Subfamília Homolobinae, *Exasticolus* sp.

## 14. Hormiinae (figura 86 – 89)

Sua classificação vem sofrendo alterações, com inclusões e remoções de gêneros. Possui mais de 150 espécies descritas em 15 gêneros (YU *et al.* 2016). São morfologicamente e biologicamente diversos, mas a sua maioria é formada por ectoparasitoides idiobiontes de larvas de Lepidoptera e Coleoptera, podendo também ter como hospedeiros representantes de Hymenoptera e Diptera, mas principalmente hospedeiros que de alguma forma se encontram protegidos em abrigos, como os minadores (WHARTON, 1997).



Figuras 86 -89 Visão geral Subfamília Hormiinae. 86. *Allobracon sp.*, 87. *Hormius sp.*, 88. *Rhyssipolis sp.* 89. Subfamília Pambolinae, *Pambolus sp.*

#### 15. Ichneutinae (figura 90)

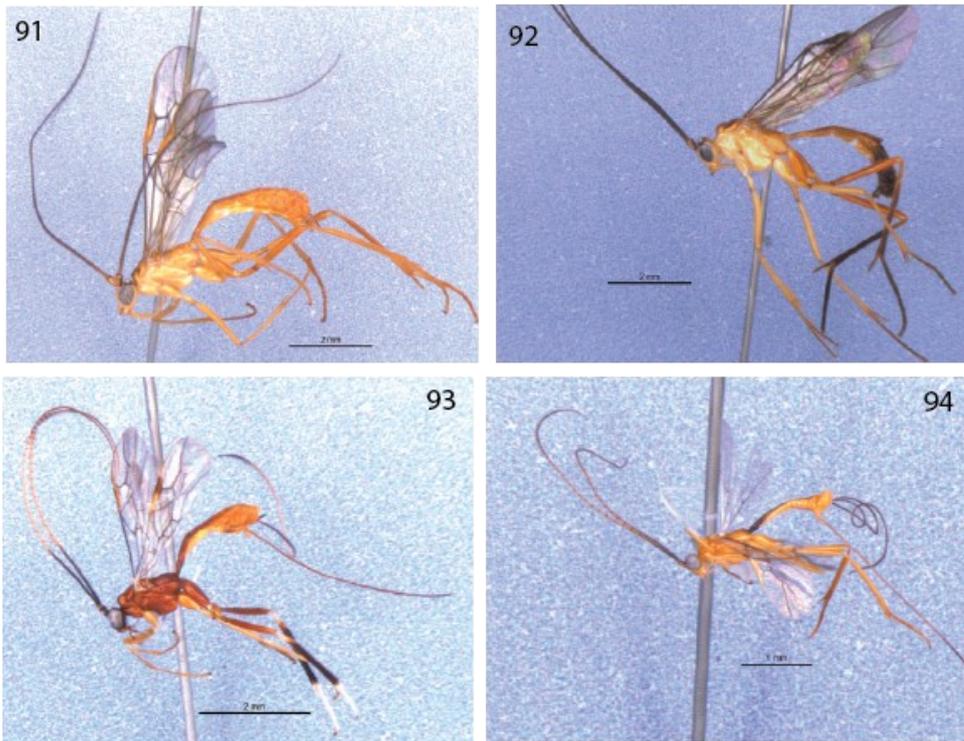
Subfamília também tratada como Proteropinae (SHARANOWSKI *et al.*, 2011), é um grupo pequeno de vespas endoparasitoides cenobiontes de *sawflies* da família Argidae. Todos os cinco gêneros dessa subfamília ocorrem no Neotrópico (SHARKEY, 2018).



Figura 90. Visão geral Subfamília Ichneutinae. 90. *Proterops* sp.

#### 16. Macrocentrinae (figura 91- 94)

Subfamília que possui quatro gêneros ocorrendo no Neotrópico, com a maior parte das espécies descritas no gênero *Macrocentrus*. São vespas endoparasitoides cenobiontes solitários ou gregários de larvas de Lepidoptera, tendo hospedeiros em mais de 10 famílias de insetos, principalmente de Pyralidae e Tortricidae (SHARKEY *et al.*).



Figuras 91-94. Visão geral Subfamília Macrocentrinae. 91; *Austrozele* sp., 92. *Dolichozele* sp., 93 *Hymenochaonia* sp., 94. *Macrocentrus* sp.

#### 17. Microgastrinae (figura 95)

Subfamília extensa, com 81 gêneros válidos e 3 mil espécies descritas, sendo 120 espécies descritas no Brasil (FERNANDEZ-TRIANA *et al.* 2020). São vespas endoparasitoides cenobiontes de larvas de Lepidoptera, com extensos estudos para o entendimento das interações entre hospedeiros e parasitoides. São largamente utilizados no controle biológico, principalmente espécies do gênero *Cotesia* (WHITFIELD *et al* 2018).



Figura 95. Visão geral Subfamília Microgastrinae, *Diolcogaster* sp.

#### 18. Miracinae (figura 96)

Pequena subfamília pouco estudada que possui dois gêneros, anteriormente foi considerada como parte de Microgastrinae, são vespas endoparasitoides de Lepidoptera minadores das famílias Nepticulidae, Heliozelidae, Gracillariidae e Tischeriidae (WHITFIELD e WAGNER, 1991)



Figura 96. Visão geral Subfamília Miracinae. *Centistidea* sp.

## 19. Opiinae (figura 97-98)

Inclui 39 gêneros e mais de 2 mil espécies descritas. Seu maior gênero, *Opius*, é subdividido em 34 subgêneros (YU *et al.*, 2016). É próxima de Alysiniinae, por serem as duas subfamílias exclusivamente endoparasitoides de ovos e larvas de dípteros Cyclorrhapha.



Figuras 97-98. Subfamília Opiinae. 97. *Opius* sp., 98. *Utetes* sp.

## 20. Orgilinae (Figuras 99 – 102)

Inclui 13 gêneros, cinco ocorrendo no Neotrópico. São endoparasitoides cenobiontes solitários de larvas de Lepidoptera, tendo uma vasta gama de famílias como hospedeiras, como Coleophoridae, Depressariidae, Gelechiidae, Lyonetiidae, Momphidae, Tortricidae, Psychidae, Pyralidae e Oecophoridae (YU *et al.*, 2016).

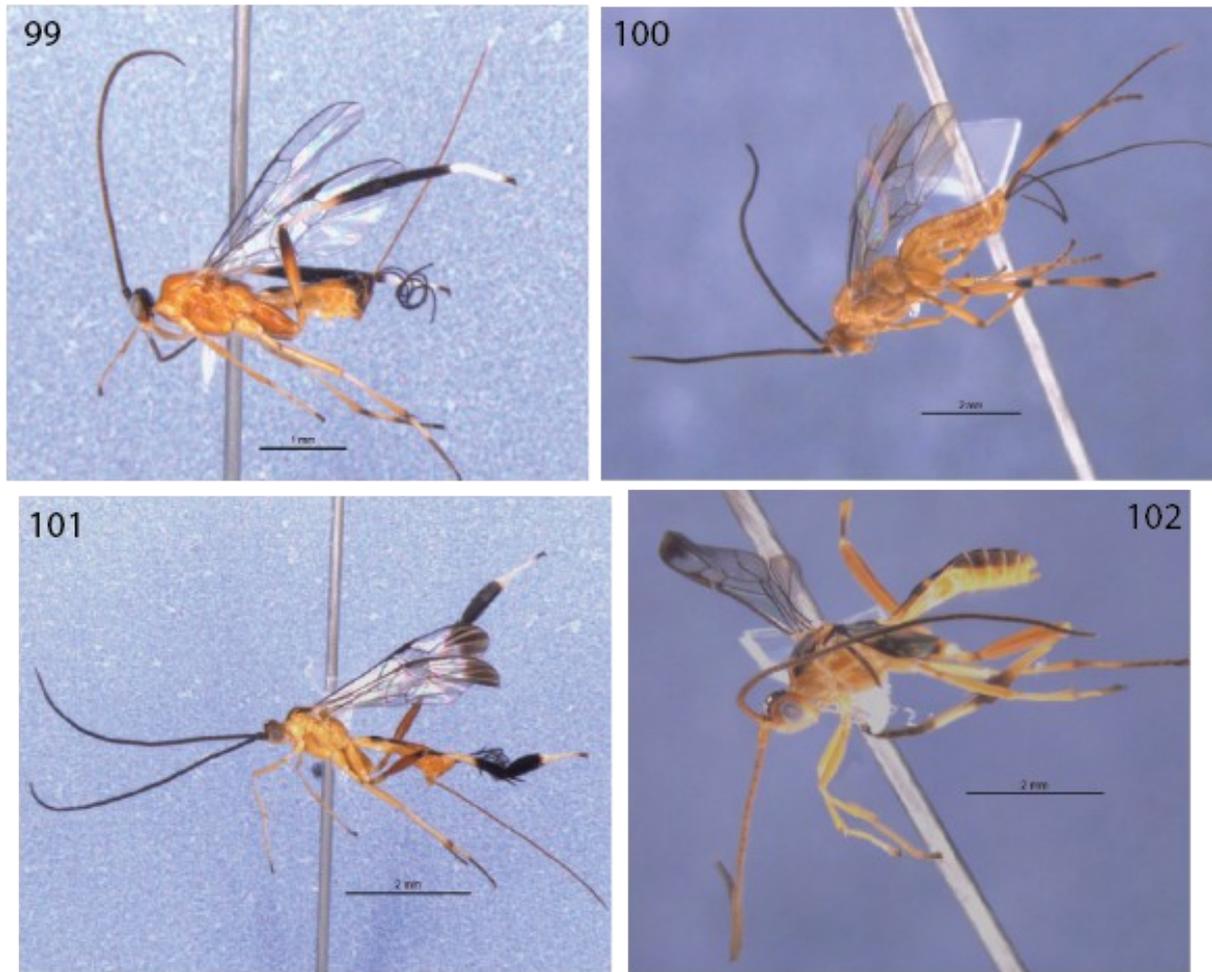


Figura 6: 99-102. Subfamília Orgilinae. 99. *Doryctorgilus* sp., 100. *Orgilus* sp., 101. *Podorgilus* sp., 102. *Stantonia* sp.

## 21. Rogadinae (Figura 103-109)

Subfamília extensa, com 68 gêneros válidos e cerca de 1.200 espécies descritas, com 16 gêneros ocorrendo no Neotrópico. São vespas ciclóstomas, endoparasitoides cenobiontes principalmente solitários sobre larvas de macrolepidópteros expostos, como Limacodidae, Noctuoidea, Geometroidea Erebidae e Uraniidae (YU *et al.*, 2016). São reconhecidos pelo processo de mumificação do hospedeiro na sua fase de pupa.

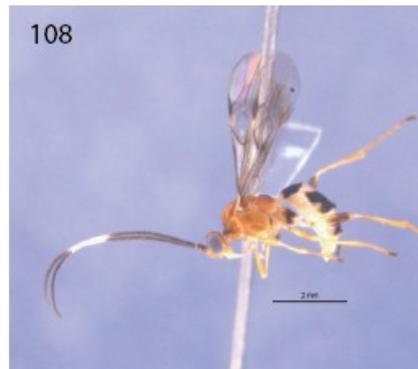


Figura 103- 109: Subfamilia Rogadinae. 103. *Aleiodes* sp., 104. *Choreborogas* sp., 105. *Clinocentrus* sp., 106. *Cystomastax* sp., 107. *Stiropius* sp., 108. *Triraphis* sp., 109. *Yelicones* sp.

Em nosso trabalho em áreas de Cerrado, foram encontrados grandes valores de riqueza de gêneros e diversidade taxonômica, o que de certa forma era o esperado devido ao endemismo vegetal do bioma levando em consideração a Hipótese do inimigo natural (ROOT, 1973), que postula que a alta diversidade de espécies vegetais, assim como a diversificação do ambiente, levam a um aumento de herbívoros e conseqüentemente de seus predadores e parasitoides.

As curvas de rarefação obtidas para os cerrados mostram que a riqueza de espécies no local é possivelmente maior do que a amostrada, que estudos de monitoramento da fauna seriam relevantes para um melhor resultado e acompanhamento da fauna que pode ter a tendência a fluxos de alterações entre os anos.

Os índices de diversidade e equitabilidade para os dois Parques indicaram a presença de poucos gêneros dominantes e muitos gêneros com incidência rara. Essa comunidade formada por maioria de gêneros raros é mais vulnerável a alterações drásticas, podendo acarretar mais facilmente em extinções locais (QUICKE, 2015).

As diferenças encontradas entre as diversidades das comunidades dos cerrados queimado e não queimado no PNCV foram consideráveis, com uma troca de 30% entre os gêneros entre as duas localidades. O Cerrado não queimado apresentou menor número de gêneros do que o queimado, sendo que alguns dos gêneros que foram amostrados apenas no cerrado queimado tiveram incidência considerada rara. A heterogeneidade trazida ao ambiente pelo fogo pode ser uma explicação para isso, seguindo a Hipótese do distúrbio intermediário (CONNELL, 1978), em que a diversidade será maior em locais em que distúrbios não são tão frequentes ou intensos do que em locais sem distúrbio ou locais com distúrbios muito frequentes ou de alta intensidade.

Os índices de diversidade e equitabilidade para os dados obtidos nas duas áreas de cerrados do PNCV mostraram diferença estatística, podendo indicar como a alteração na vegetação pode influenciar diretamente na fauna. A abundância não mostrou diferença estatística entre os dois locais, mas ressalta-se, no entanto, a diferença entre os táxons amostrados nos locais, já que algumas subfamílias foram mais afetadas do que outras, como

Homolobinae e Microgastrinae que tiveram redução de mais de 90% e 50%, respectivamente, de sua abundância no cerrado queimado em comparação com o cerrado não queimado.

Homolobinae foi a segunda subfamília em abundância (766 espécimes) no PNCV não queimado, sendo representada por apenas um gênero, *Exasticolus*. Este gênero foi bem menos abundante no cerrado do PNGSV, representando apenas 1% dos Braconidae amostrados (27 espécimes). Essa diferença na abundância de *Exasticolus* entre localidades do mesmo bioma pode ser devido a alteração de proporção das espécies vegetais aos quais os hospedeiros desse gênero se utilizam para alimentação, que possivelmente foi afetada também pelo fogo no PNCV queimado (81 espécimes). Espécies desse gênero são considerados especialistas, parasitoide de uma das mais importantes espécies de praga agrícola da América (*Spodoptera frugiperda*), ela ocorre associada a 353 espécies vegetais como hospedeiras para as suas lagartas, muitas espécies de cultivo agrícola, mas também muitas espécies de crescimento natural, como gramíneas (MONTEZANO *et al.* 2018).

O maior número de parasitoides no ambiente pós-fogo já foi registrado para outros tipos de vegetação, em florestas do Mediterrâneo (MATEOS *et al.*, 2011), em que os autores verificaram um aumento de herbívoros devido à complexidade do ambiente, o que representou, conseqüentemente, o aumento de hospedeiros disponíveis aos parasitoides, visto que a especialização de suas diversas estratégias permite que eles ataquem grande parte dos insetos existentes (HAWKINS, 1994). No presente trabalho não utilizamos dos demais dados obtidos para saber se essa foi a causa do aumento do número de gêneros amostrado no cerrado queimado.

O PNCV queimado apresentou maior número de gêneros de Agathidinae, vespas que parasitam larvas de Lepidoptera que se protegem na vegetação, como em troncos, galhos e folhas. Como elas usam como hospedeiros principalmente larvas de instares I e II, a presença dessas vespas em meses mais avançados do estudo e, portanto, muito posterior ao fogo, indicam que os hospedeiros ocorreram provavelmente como colonizadores da área. Como são parasitoides que necessitam em grande parte de visibilidade para encontrar rastros dos seus hospedeiros (QUICKE, 2015), áreas mais abertas acabam servindo de corredores biológicos para essas vespas e permite o seu deslocamento por diversos habitats, sendo a remoção de parte da matéria orgânica acumulada no cerrado queimado uma vantagem para essas vespas.

O gênero *Labania* foi amostrado apenas nas armadilhas luminosas, sendo neste estudo considerado exclusivo do PNGSV. Como essa foi uma metodologia de amostragem que não pôde ser empregada no PNCV, a incidência deste gênero neste parque não pode ser totalmente descartada.

As comunidades estudadas apresentaram picos de abundância de espécimes em meses dentro do período chuvoso, que corrobora resultados de outros estudos com parasitoides (SHAPIRO e PICKERING, 2000, GONZALEZ-MORENO *et al.*, 2018). Isso pode ocorrer por uma vasta gama de fatores, mas principalmente pela maior disponibilidade de recursos vegetais, com desenvolvimento e florescimento das espécies.

Algumas árvores do cerrado apresentam maior produção de novas folhas nos períodos após a queimada (LOPES e VASCONCELOS 2011; ALVES-DIAS e DEL-CLARO 2014), o que favorece a rápida recolonização por parte de herbívoros e conseqüentemente de seus predadores (MARINI-FILHO, 2000). Essa nova folhagem possui a tendência de ser mais macia e com mais nutrientes, de acordo com a Hipótese do Vigor da Planta (PRICE, 1991), que beneficia principalmente vespas formadoras de galhas, parasitoides ou inquilinas de insetos galhadores (VIEIRA *et al.*, 1996).

## **Considerações finais e Conclusões**

Este foi o primeiro inventário para a comunidade de Braconidae nos Parques Nacionais Chapada dos Veadeiros, GO e Grande Sertão Veredas, MG, sendo também o primeiro a comparar a comunidade de Braconidae entre áreas de cerrados com influência direta de queimadas.

Foram obtidos novos dados sobre a fauna dos Parques Nacionais estudados, destacando a importância de Unidades de Conservação e ampliando o conhecimento do grupo na região Neotropical. Foi possível descobrir novas espécies de Braconidae nas subfamílias Cardiochilinae, Cheloninae e Microgastrinae, que estão sendo descritas, e um novo gênero da subfamília Hormiinae.

Os resultados obtidos neste trabalho constituem uma base de informações sobre as vespas parasitoides do Bioma Cerrado do Brasil central, modelo a futuros estudos que ressaltem a influência das mudanças climáticas e outros estressores sobre os ecossistemas e sua biodiversidade.

O padrão encontrado neste estudo para a composição de Braconidae foi similar a trabalhos anteriores para a família em outras áreas de cerrado (CIRELLI e PENTEADO-DIAS, 2003, TIMOTEO, 2020), como no estado de São Paulo, com predomínio de

endoparasitoides cenobiontes de larvas de Lepidoptera e ectoparasitoides idiobiontes de Coleoptera.

Com base nos resultados apresentados, concluímos:

As queimadas podem alterar as comunidades das vespas Braconidae nessa vegetação, mas levando em consideração que o estudo teve 1 ano de acompanhamento da fauna local pertencente a uma Unidade de Conservação após um evento isolado e não necessariamente reflete a composição de fauna exposta a frequentes estressores.

A utilização de diferentes métodos de amostragem mostrou eficiência na obtenção de maior diversidade taxonômica de Braconidae com diferentes formas de forrageamento.

Os meses referentes ao período chuvoso são os melhores para amostragem nos locais estudados, pois apresentam maior número de Braconidae.

Do ponto de vista deste trabalho com parasitoides, que são um dos principais indicadores de qualidade ambiental da comunidade de invertebrados por serem muito sensíveis a alterações, a implantação de um Manejo Integrado do Fogo no Parque Nacional Chapada dos Veadeiros seria adequada, permitindo uma diversificação do ambiente sem a perda de espécies local e remoção de grande parte de matéria orgânica, evitando incêndios florestais de grande proporção e de difícil controle.

Tabela 2. Abundância dos gêneros de Braconidae amostradas nos cerrados do Parque Nacional Grande Sertão Veredas (P.N.GSV) e Chapada dos Veadeiros não queimado (P.N.CV) e queimado (P.N. CVQ), com a biologia predominante em cada subfamília (C- cenobiontes, I- idiobiontes). Para os gêneros de Microgastrinae consta apenas a presença (P) no P.N.CV.

Subfamília	Biol ogia	P.N.GSV	P.N. CV	P.N. CV Q
ACAMPSOHELCONINAE	C			
<i>Urosigalphus</i> Ashmead 1889		26	50	18
AGATHIDINAE	C			
<i>Alabagrus</i> Enderlein, 1920		0	0	2
<i>Earinus</i> Wesmael, 1837		0	0	1
<i>Lytopylus</i> Foerster, 1862		39	44	46
<i>Pharpa</i> Sharkey, 1986		0	0	1
<i>Plesiocoelus</i> van Achterberg, 1990		0	0	1
<i>Trachagathis</i> Viereck, 1913		1	7	1
<i>Therophilus</i> Wesmael, 1837		0	1	1
<i>Zelomorpha</i> Ashmead, 1900		1	12	34
ALYSIINAE	C			
<i>Coelinius</i> Nees, 1818		0	0	1
<i>Dinotrema</i> Foerster, 1862		0	2	0
<i>Gnathopleura</i> Fischer, 1975		2	0	0
<i>Phaenocarpa</i> Foerster, 1862		0	0	1
APHIDIINAE	C			
<i>Aphaereta</i> Foerster, 1862		24	5	0
<i>Diaretiella</i> McIntosh, 1855		0	1	0
<i>Euaphidius</i> Ashmead, 1901		0	6	0
<i>Lysiphlebus</i> Cresson, 1880		0	0	2
BRACHISTINAE	C			7
<i>Blacus</i> Nees, 1819		35	2	0
<i>Eubazus</i> Nees, 1812		0	2	1
<i>Mesoxiphium</i> van Achterberg, 1976		2	6	12
<i>Nealiolus</i> Mason, 1974		6	13	11
<i>Triaspis</i> Haliday, 1835		6	13	9
BRACONINAE	I			
<i>Amyosom</i> Viereck, 1913		0	1	0
<i>Bracon</i> Fabricius, 1804		262	431	400
<i>Compsobraconoides</i> Quicke, 1989		2	0	0
<i>Cyanopterus</i> Haliday, 1835		2	9	12
<i>Digonogastra</i> Viereck, 1912		19	154	93
<i>Hemibracon</i> Szépligeti, 1906		0	0	1
<i>Sacirema</i> Quicke, 1995		1	0	0
<i>Vipio</i> Latreille, 1804		4	17	11

CARDIOCHILINAE	C			
<i>Cardiochiles</i> Esenbeck, 1818		2	12	31
CENOCOELIINAE	C			
<i>Cenocoelius</i> Haliday, 1840		1	0	0
CHELONINAE	C			
<i>Adelius</i> Haliday, 1834		1	2	0
<i>Chelonus</i> Panzer, 1806		56	288	47
<i>Dentigaster</i> Zettel, 1990		15	0	19
<i>Phanerotoma</i> Wesmael, 1838		17	19	16
<i>Pseudophanerotoma</i> Zettel, 1990		1	0	0
DORYCTINAE	I			
<i>Acanthorhogas</i> Szepligeti, 1906		0	2	1
<i>Allorhogas</i> Gahan, 1912		12	9	13
<i>Barbalhoa</i> Marsh, 2002		1	0	1
<i>Coiba</i> Marsh, 1993		15	1	2
<i>Callihormius</i> Ashmead, 1900		0	0	1
<i>Concurtisella</i> Roman, 1924		0	1	0
<i>Doryctinus</i> Roman, 1910		0	0	2
<i>Ecphylus</i> Foerster, 1862		4	7	0
<i>Glyptocolastes</i> Ashmead, 1900		1	0	2
<i>Gymnobracon</i> Szépligeti, 1902		0	1	0
<i>Heredius</i> Marsh, 2002		10	20	18
<i>Heterospathius</i> Barbalho & Pentead-Dias, 1999		0	1	
<i>Heterospilus</i> Halliday, 1836		252	195	194
<i>Iare</i> Barbalho & Pentead-Dias, 2002		8	0	0
<i>Johnsonius</i> Marsh, 1993		7	5	7
<i>Labania</i> Hedqvist, 1963		6	0	0
<i>Leptodoryctes</i> Barbalho & Pentead-Dias, 1999		1	1	0
<i>Masonius</i> Marsh, 1993		1	1	0
<i>Nervellius</i> Roman, 1924		0	1	3
<i>Notiospathius</i> Matthews & Marsh, 1973		0	0	1
<i>Panama</i> Marsh, 1993		1	0	0
<i>Percnobracon</i> Kieffer & Jörgensen, 1910		0	0	2
<i>Ptesimogastroides</i> Marsh, 1965		12	2	1
<i>Rhaconotus</i> Ruthe, 1854		0	0	1
<i>Semirhytus</i> Szépligeti, 1902		0	0	1
<i>Spathius</i> Nees, 1918		0	0	1
<i>Stenocorse</i> Marsh, 1968		17	10	14
EUPHORINAE	C			
<i>Aridelus</i> Marshall, 1887		2	2	0

<i>Centistes</i> Haliday, 1835	5	2	1
<i>Euphoriella</i> Nees, 1816	18	18	2
<i>Leiophron</i> Nees, 1816	1	10	0
<i>Meteorus</i> Haliday, 1835	1	16	13
<i>Microctonus</i> Wesmael, 1835	116	222	44
<i>Peristenus</i> Foerster, 1863	1	2	1
<i>Townesilitus</i> Haeselbarth & Loan, 1983	1	0	0
GNAMPTODONTINAE	C		
<i>Gnamptodon</i> Haliday, 1837	2	2	0
<i>Pseudognaptodon</i> Fisher, 1977	25	70	102
HOMOLOBINAE	C		
<i>Exasticolus</i> van Achterberg, 1979	27	766	81
HORMIINAE	I		
<i>Allobracon</i> Gahan, 1915	56	25	38
<i>Hormius</i> Nees, 1818	28	68	68
<i>Rhysipolis</i> Förster, 1862	8	6	2
ICHNEUTINAE	C		
<i>Proterops</i> Wesmael, 1835	26	22	12
MACROCENTRINAE	C		
<i>Austrozele</i> Roman, 1910	0	0	1
<i>Dolichozele</i> Viereck, 1911	1	2	3
<i>Hymenochaonia</i> Dalla Torre, 1898	11	25	18
<i>Macrocentrus</i> Curtis, 1833	8	31	37
MICROGASTRINAE	C		
<i>Alphomelon</i> Mason, 1981	-	P	-
<i>Apanteles</i> Foerster, 1862	-	P	-
<i>Cotesia</i> Cameron, 1891	-	P	-
<i>Choeras</i> Mason, 1981	-	P	-
<i>Diolcogaster</i> Ashmead, 1900	-	P	-
<i>Glyptapantales</i> Ashmead, 1904	-	P	-
<i>Iconella</i> Mason, 1981	-	P	-
<i>Microgaster</i> Latreille, 1804	-	P	-
<i>Microplitis</i> Forster, 1862	-	P	-
<i>Pholetesor</i> Mason, 1981	-	P	-
<i>Prasmodon</i> Nixon, 1965	-	P	-
<i>Pseudapantales</i> Ashmead, 1900	-	P	-
<i>Xantomicrogaster</i> Cameron, 1911	-	P	-
MIRACINAE	C		
<i>Centistidea</i> Rohwer, 1914	25	44	38
PAMBOLINAE			
<i>Pambolus</i> Haliday, 1836	13	38	17
OPIINAE	C		

<i>Opius</i> Wesmael, 1835	151	86	179
<i>Utetes</i> Foerster, 1863	6	1	6
ORGILINAE	C		
<i>Doryctorgilus</i> Braet & van Achterberg, 2003	1	1	0
<i>Podorgilus</i> van Achterberg, 1994	0	5	2
<i>Orgilus</i> Haliday, 1833	60	116	104
<i>Stantonia</i> Ashmead, 1904	0	5	24
ROGADINAE	C		
<i>Aleiodes</i> Wesmael, 1838	15	11	12
<i>Choreborogas</i> Whitfield, 1990	21	43	50
<i>Clinocentrus</i> Haliday, 1833	1	1	2
<i>Cystomastax</i> Szépligeti, 1904	1	0	0
<i>Stiropius</i> Cameron, 1911	27	275	82
<i>Triraphis</i> Ruthe, 1855	28	28	40
<i>Yelicones</i> Cameron, 1887	4	0	4

## Referências

- ALCANIZ, M., ÚBEDA, X., CERDÀ, A. 2020. A 13-Year approach to understand the effect of prescribed fires and livestock grazing on soil chemical properties in Tivissa, NE Iberian Peninsula. *Forests*, 11(9), 1013.
- ALTANGEREL, K., KULL, C. A. 2013. The prescribed burning debate in Australia: conflicts and compatibilities. *Journal of Environmental Planning and Management*, 56(1), 103-120.
- ALVES-SILVA, E., DEL-CLARO, K. 2014. Fire triggers the activity of extrafloral nectaries, but ants fail to protect the plant against herbivores in a neotropical savanna. *Arthropod-Plant Interactions*, 8(3), 233-240.
- ANDERSON, A., MCCORMACK, S., HELDEN, A., SHERIDAN, H., KINSELLA, A., PURVIS, G. 2011. The potential of parasitoid Hymenoptera as bioindicators of arthropod diversity in agricultural grasslands. *Journal of Applied Ecology*, 48(2), 382-390.
- BEERLING, D.J., OSBORNE, C.P. 2006. The origin of the savanna biome. *Global change biology*, 12(11), 2023-2031.
- BELOKOBYLSKIJ, S., SOLÍS, M. A., HANSON, P., ZALDIVAR-RIVERON, A. 2015. A new species of *Labania* Hedqvist (Braconidae, Doryctinae) from Costa Rica, reared from aerial root galls of *Ficus obtusifolia* Kunth. *Journal of Hymenoptera Research*, 44, 69.
- BUENO, M.L., DEXTER, K.G., PENNINGTON, R.T., PONTARA, V., NEVES, D.M., RATTER, J.A., DE OLIVEIRA-FILHO, A. T. 2018. The environmental triangle of the Cerrado Domain: Ecological factors driving shifts in tree species composition between forests and savannas. *Journal of Ecology*, 106(5), 2109-2120.
- CERLING, T.E., HARRIS, J.M., MACFADDEN, B.J. 1997. Global vegetation change through the Miocene/Pliocene boundary. *Nature*, 389, 153–158
- CHARLES-DOMINIQUE, T., MIDGLEY, G.F., TOMLINSON, K.W., BOND, W.J. 2018. Steal the light: shade vs fire adapted vegetation in forest–savanna mosaics. *New Phytologist*, 218(4), 1419-1429.
- CIRELLI, K.R.N., PENTEADO-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.
- CRUTZEN, P.J., ANDREAE, M.O. 1990. Biomass burning in the tropics: Impact on atmospheric chemistry and biogeochemical cycles. *Science*, 250, 1669–1678.
- DABEK, E.Z., WHITFIELD, J.B., HALLWACHS, W., JANZEN, D.H. 2020. Two new reared species of *Heteropteron* Brullé (Hymenoptera, Braconidae, Cardiochilinae) from northwest Costa Rica, with the first definitive host records for the genus. *Journal of Hymenoptera Research*, 77, 151.
- DOLPHIN, K., QUICKE, D.L. 2001. Estimating the global species richness of an incompletely described taxon: an example using parasitoid wasps (Hymenoptera, Braconidae). *Biological Journal of the Linnean Society*, 73(3), 279-286.

FERNANDES, P. M., DAVIES, G. M., ASCOLI, D., FERNÁNDEZ, C., MOREIRA, F., RIGOLOT, E., MOLINA, D. 2013. Prescribed burning in southern Europe: developing fire management in a dynamic landscape. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 11(s1)

FERNÁNDEZ, F. Y M. J. SHARKEY (eds.). 2006. Introducción a los Hymenoptera de la Región Neotropical. Sociedad Colombiana de Entomología y Universidad Nacional de Colombia.

FUNATURA. 2003 Plano de manejo: Parque Nacional Grande Sertão Veredas. MMA/ IBAMA/ FUNATURA, Brasília

HAWKINS, B.A., SHAW, M.R., ASKEW, R.R. 1992. Relations among assemblage size, host specialization, and climatic variability in North American parasitoid communities. *The American Naturalist*, 139(1), 58-79.

HAWKINS, B.A., SHEEHAN, W. (Eds.). 1994. *Parasitoid community ecology* (Vol. 1). Oxford: Oxford University Press.

HOFFMANN, W.A., GEIGER, E.L., GOTSCH, S.G., ROSSATTO, D.R., SILVA, L.C., LAU, O.L., HARIDASAN, M., FRANCO, A.C. 2012. Ecological thresholds at the savanna-forest boundary: how plant traits, resources and fire govern the distribution of tropical biomes. *Ecology Letters* 15: 759–768.

HUTLEY, L. B., SETTERFIELD, S. A. 2018. Savanna. In *Encyclopedia of ecology* (pp. 623-633). Elsevier.

INPE. Projeto Prodes - Monitoramentos por satélite do desmatamento dos biomas Floresta Amazônica e Cerrado. Disponível em:  
<http://www.terrabrasilis.dpi.inpe.br/app/dashboard/deforestation/biomes/cerrado/increments>

JOELE, F. R., REZENDE, U. C., SAMACÁ-SÁENZ, E., CARDOSO, J. C., OLIVEIRA, D. C., ZALDÍVAR-RIVERÓN, A. 2019. A new species of Allorhogas (Hymenoptera: Braconidae: Doryctinae) inducing ovule galls on *Miconia chamissois* Naudin, a potentially invasive shrub in the Brazilian cerrado. *Journal of Natural History*, 53(33-34), 2073-2085.

KANG, I., LONG, K. D., SHARKEY, M. J., WHITFIELD, J. B., LORD, N. P. 2020. Orientocardiochiles, a new genus of Cardiochilinae (Hymenoptera, Braconidae), with descriptions of two new species from Malaysia and Vietnam. *ZooKeys*, 971, 1.

KITTEL, R. N., AUSTIN, A. D., KLOPFSTEIN, S. 2016. Molecular and morphological phylogenetics of chelonine parasitoid wasps (Hymenoptera: Braconidae), with a critical assessment of divergence time estimations. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 101, 224-241

KOLTZ, A. M., BURKLE, L. A., PRESSLER, Y., DELL, J. E., VIDAL, M. C., RICHARDS, L. A., MURPHY, S. M. 2018. Global change and the importance of fire for the ecology and evolution of insects. *Current opinion in insect science*, 29, 110-116.

LANDRY, J.-S., MATTHEWS, H. D. 2016. Non-deforestation fire vs. fossil fuel combustion: the source of CO2 emissions affects the global carbon cycle and climate responses. *Biogeosciences* 13, 2137–2149.

LASALLE, J., GAULD, I. D. 1991. Parasitic Hymenoptera and the biodiversity crisis. *Redia*, 74(3, Appendix), 315-334.

LENTHALL J, S BRIDGEWATER, PA FURLEY.1999. A phytogeographic analysis of the woody elements of New World savannas. *Edinb J Bot* 56:293–305.

- LOPES, C. T., VASCONCELOS, H. L. 2011. Fire increases insect herbivory in a Neotropical savanna. *Biotropica*, 43(5), 612-618.
- MARINI-FILHO, O. J. 2000. Distance-limited recolonization of burned Cerrado by leaf-miners and gallers in central Brazil. *Environmental Entomology*, 29(5), 901-906.
- MATEOS, E., SANTOS, X., PUJADE-VILLAR, J. 2011. Taxonomic and functional responses to fire and post-fire management of a Mediterranean Hymenoptera community. *Environmental management*, 48(5), 1000.
- MONTEZANO, D. G., SPECHT, A., SOSA-GÓMEZ, D. R., ROQUE-SPECHT, V. F., SOUSA-SILVA, J. C., PAULA-MORAES, S. D., HUNT, T. E. 2018. Host plants of Spodoptera frugiperda (Lepidoptera: Noctuidae) in the Americas. *African Entomology*, 26(2), 286-300.
- MORAIS, H. C., CABRAL, B. C., MANGABEIRA, J. A., DINIZ, I. R. 2007. Temporal and spatial variation of *Stenoma cathosiota* Meyrick (Lepidoptera: Elachistidae) caterpillar abundance in the Cerrado of Brasilia, Brazil. *Neotropical entomology*, 36(6), 843-847.
- NEW, T. R. 2014. Insect responses to fires. In *Insects, Fire and Conservation* (pp. 21-57). Springer, Cham.
- PEDREIRA, R. B. 2005. Legalidade do decreto de ampliação do Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros. *Jus Navigandi*, v. 10, n. 654.
- PENTEADO-DIAS, A. M., FIGUEIREDO, M. L. C., DIAS, M. M., OSÓRIO, T. C., CRUZ, I. 2006. First host records for *Exasticolus fuscicornis* (Cameron, 1887) (Hymenoptera: Braconidae: Homolobinae). *Zoologische Mededelingen*, 80(1), 109-112.
- PERIOTO, N.W., LARA, R.I.R., FERREIRA, C. S., FERNANDES, D.R.R., PEDROSO, E. D. C., VOLPE, H. X. L., VIEL, S. R. 2011. A new phytophagous Bracon Fabricius (Hymenoptera, Braconidae) associated with *Protium ovatum* Engl. (Burseraceae) fruits from Brazilian savannah. *Zootaxa*, 3000(1), 59-65.
- PITZ KM, SHARKEY MJ. 2007. Three new species of Cenocoeliinae (Hymenoptera: Braconidae) with novel morphological characteristics and habitat records. *Journal of Hymenoptera Research* 16(1): 167-177.
- PRICE, P. W. 1991. The plant vigor hypothesis and herbivore attack. *Oikos*, 244-251.
- QUICKE, D. LJ. 2015. The braconid and ichneumonid parasitoid wasps: biology, systematics, evolution and ecology. John Wiley & Sons
- STIGENBERG, J., BORING, C. A., RONQUIST, F. 2015. Phylogeny of the parasitic wasp subfamily Euphorinae (Braconidae) and evolution of its host preferences. *Systematic Entomology*, 40(3), 570-591.
- RAMOS-NETO MB, PIVELLO VR. 2000. Lightning fires in a Brazilian savanna national park: Rethinking management strategies. *Environmental Management*. 26: 675-684.
- SHARKEY, M., & VAN ACHTERBERG, C. SUBFAMILY BRACHISTINAE. Disponível em: <http://sharkeylab.org/sharkeylab/docs/posts/web/Brachistinae.pdf>
- SIMON, M. F., PENNINGTON, T. 2012. Evidence for adaptation to fire regimes in the tropical savannas of the Brazilian Cerrado. *International Journal of Plant Sciences*, 173(6), 711-723.

STRASSBURG, B., BROOKS, T., FELTRAN-BARBIERI, R.. Moment of truth for the Cerrado hotspot. *Nat Ecol Evol* **1**, 0099. 2017.

TIMOTEO, F.M. Padrões De Distribuição Dos Braconidae (Hymenoptera, Ichneumonoidea) em áreas de Cerrado no Brasil e de Savana em Angola. São Carlos, 2020. Dissertação (Mestrado em Ecologia). Universidade Federal de São Carlos.

TOLEDO, D., KREUTER, U. P., SORICE, M. G., TAYLOR JR, C. A. 2014. The role of prescribed burn associations in the application of prescribed fires in rangeland ecosystems. *Journal of environmental management*, *132*, 323-328.

VAN ACHTERBERG, C. 2002. Revision of the genus *Canalicephalus* Gibson and the recognition of the Acampsohelconinae (Hymenoptera: Braconidae) as extant. *Zoologische Mededelingen Leiden*. *76*(20):347-370.

VAN DER WERF, G. R., RANDERSON, J. T., GIGLIO, L., COLLATZ, G. J., MU, M., KASIBHATLA, P. S., VAN LEEUWEN, T. T. 2010. Global fire emissions and the contribution of deforestation, savanna, forest, agricultural, and peat fires (1997–2009). *Atmospheric chemistry and physics*, *10*(23), 11707-11735.

VAN DER WERF, G.R., RANDERSON, J.T., GIGLIO, L., LEEUWEN, T.T.V., CHEN, Y., ROGERS, B.M., MU, M., VAN MARLE, M.J., MORTON, D.C., COLLATZ, G.J. AND YOKELSON, R.J., 2017. Global fire emissions estimates during 1997–2016. *Earth System Science Data*, *9*(2), pp.697-720.

VAN WILGEN, B. W., GOVENDER, N., SMIT, I. P., MACFADYEN, S. 2014. The ongoing development of a pragmatic and adaptive fire management policy in a large African savanna protected area. *Journal of environmental management*, *132*, 358-368.

VIEIRA, E. M., ANDRADE, I., PRICE, P. W. 1996. Fire effects on a *Palicourea rigida* (Rubiaceae) gall midge: a test of the plant vigor hypothesis. *Biotropica*, 210-217.

WHARTON, R.A., 1997. Alysiinae. In: R.A. WHARTON, P.M. MARSH and M.J. SHARKEY, eds. *Manual of the New World Genera of the Family Braconidae (Hymenoptera)*. Washington: International Society of Hymenopterists, pp. 85-118

WHITFIELD, J. B., AUSTIN, A. D., FERNANDEZ-TRIANA, J. L. 2018. Systematics, biology, and evolution of microgastrine parasitoid wasps. *Annual Review of Entomology*, *63*, 389-406.

WILKINSON, E. B., FEENER, D. H. 2007. Habitat complexity modifies ant–parasitoid interactions: implications for community dynamics and the role of disturbance. *Oecologia*, *152*(1), 151-161.

YU, D.S.K., VAN ACHTERBERG C., HORSTMANN K. 2016. Taxapad 2016, Ichneumonoidea 2015. Database on flashdrive. [www.taxapad.com](http://www.taxapad.com), Ottawa, Ontario, Canada