



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PPG - BIODIVERSIDADE E CONSERVAÇÃO
LABORÁTÓRIO DE ESTUDOS SOBRE ABELHAS



GRACY CHRISLEY ALENCAR CARVALHO

**Comunidade de abelhas solitárias (Hymenoptera: Apidae) que
nidificam em ninhos-armadilha em uma área de Cerrado no Parque
Estadual do Mirador, Formosa da Serra Negra, Maranhão**

SÃO LUÍS

2014

GRACY CHRISLEY ALENCAR CARVALHO

**Comunidade de abelhas solitárias (Hymenoptera: Apidae) que
nidificam em ninhos-armadilha em uma área de Cerrado no Parque
Estadual do Mirador, Formosa da Serra Negra, Maranhão**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Conservação da Universidade Federal do Maranhão, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Biodiversidade e Conservação

Orientadora: Prof^a Dr^a Patrícia Maia Correia de Albuquerque

Coorientadora: Prof^a Dr^a Márcia Maria Corrêa Rêgo

SÃO LUÍS

2014

GRACY CHRISLEY ALENCAR CARVALHO

Comunidade de abelhas solitárias (Hymenoptera: Apidae) que nidificam em ninhos-armadilha em uma área de Cerrado no Parque Estadual do Mirador, Formosa da Serra Negra, Maranhão

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Conservação da Universidade Federal do Maranhão, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Biodiversidade e Conservação pela Comissão Julgadora composta pelos membros:

COMISSÃO JULGADORA

Prof Dr^a Patrícia Maia Correia de Albuquerque – UFMA
Orientadora

Prof Dr^a Márcia Maria Corrêa Rêgo – UFMA
Coorientadora

Prof Dr^o Carlos Alberto Garófalo – FFCLRP
Avaliador Externo

Prof Dr^o José Manoel Macário Rêbello – UFMA
Avaliador Interno

Prof Dr^a Léa Maria Medeiros Carreira– MPEG
Suplente Externo

Prof Dr^a Gisele Garcia Azevedo – UFMA
Suplente Interno

Aprovada em: 13/ 05 / 2014

Local de Defesa: Sala da Tutoria, 3º andar, Asa Norte, Edifício Paulo Freire, Campus do Bacanga, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, Maranhão.

DEDICATÓRIA

Não havia de ser pneu furado, queimada e tempestade no Cerrado, e fins de semana sem descanso que me fizesse desistir. Dedico esta pesquisa ao amor pelo trabalho ensinado pelos meus pais.

“Se pude enxergar mais longe, foi por
me erguer sobre os ombros de gigantes.”

Isaac Newton

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pois em todos os momentos difíceis foi Ele que me deu forças e glória no meu trabalho, e o mais importante me deu luz para superar todos os obstáculos e ambição para aprender a cada dia algo novo...

Um gigante OBRIGADO à mãe Natureza, por ter concedido alguns exemplares de abelhas e imagens lindas de flores...

Por mais que o objeto do meu estudo e meu trabalho em campo e no laboratório tenha sido realizado solitariamente, ninguém chega a lugar nenhum só, o meu trabalho não teria sido diferente, então agradeço aqui diversas pessoas e animais que deram alguma força nesta etapa...

...agradeço a equipe de Mirador pela parceria nas coletas, não teria tido forças pra suportar 24 meses sem meus amiguinhos de campo (Ana Carolina, Denilson, Fernanda, Michele, Roberth e Samara) e aos colaboradores da base Geraldina (Seu Domingos, D. Edina, D. Maria, D. Ana Rita).

...aos meus cães do campo Pretinho, Alvinho (in memória) moradores da base Geraldina e em especial a Amarelinho e Alvinho que me acompanharam no campo. Ao meu biocão Rajado morador no CCB e a cadela Gisele.

A minha princesa Kate, que esteve comigo por um curto período e em um ano difícil da minha vida, uma parceira na minha luta e fiel escudeira de proteção. Toda viagem que fazia ao campo ela me acompanhava em pensamentos.

A todos os colaboradores do Laboratório de Estudo sobre Abelhas, em especial a Ana Paula que sempre esteve de braços abertos nos momentos altos e baixos, valeu boneca de pinche...

Ao professor Felipe Rêgo por ter ministrado a disciplina Estatística na PPGBC e ter me feito ampliar meus horizontes... às vezes o pouco é MUITO... rumo ao R

A professora Gilda pelas sugestões ecológicas e metodológicas realizadas no início do trabalho, graças a ela eu arrisquei trocar os primeiros meses de trabalho por 24 de glória

A professora Gisele por ter compartilhado o laboratório para realização das acetólises.

A professora Léa Carreira por ser a minha palinóloga preferida e ser um exemplo de profissional e ser humano que me motiva acreditar que ainda existem pessoas boas de coração.

Aos professores que admiro o trabalho e o talento: Wilma, Macário, Odilon e Favízia.

Ao marceneiro Joaquim pela confecção dos ninhos de boa qualidade e pela sua generosidade quando perdi meus ninhos reservas faltando tão pouco tempo pra acabar o trabalho.

A dona Cleonice por ser a melhor técnica de manutenção dos microscópios e lupas da Zeiss, valeu pelos ensinamentos no manuseio correto desse arsenal tecnológico que a professora investiu.

A todos da limpeza do CCB pelas conversas na hora do lanche e do cafezinho: Ceci, Seu Magno, Dona Ana e Dorivania.

Ao meu the Best Roberth e minha the Best friend Edilene por todos os corujões realizados em 2013 e finais de semanas convertidos em trabalhos no laboratório, vocês fizeram os dias cansativos e exaustivos de trabalho se tornar lindas lembranças, aprendi com vocês que trabalho feliz é feito do lado de quem nos faz bem.

A minha velha amiga Carol, que foi minha personal motorista no primeiro ano de coleta, e por ter me puxado pra cima quando eu imaginava que meu trabalho poderia não dá certo. Obrigada por ter levado minhas bees para serem identificadas com total segurança para MG. Espero que você continue sempre me ajudando e me aconselhando (rumo ao doutorado...o Maranhão precisa de um taxonomista).

Ao meu grande amigo Dennys boy que iniciou o seu projeto junto com o meu e fomos guerreiros até o 25º mês. Por ter sido o primeiro trabalho dele acredito que no começo muito ensinei a ele, assim como sou convicta que no fim foi ele que muito me ensinou... Conviver com uma pessoa boa e batalhadora me motiva....valeu! e vamos que vamos.

A minha turma da graduação CB062 que sempre irei carregar nos meus agradecimentos pois o conhecimento e a experiência de aprendizado deve ser sempre acumulado (Monique Hellen, Marcela, Rafael Pinto, João Marcelo, Jessika, Danielle Ísis, K-zé e Gisele).

A minha turma do mestrado, Adryele, Albertina, Bruno, Camila, Luis, Meriane e Pamela pelas conversas e descontrações em sala de aula.

As minhas amigas liceístas: Nana, Loh, Jeh, Camis e Carliane pela década de amizade.

A minha amiga Simone por ser um exemplo de bom humor, humildade e caráter que tanto admiro e é claro por sempre ser 99% feliz, algo inatingível por muitas pessoas...

A minha forever orientadora que tanto admiro, por mais dois anos de parceria e pelo simples fato de eu gostar muito dela. Pra onde quer que eu vá, levo você Pate Maia.

A minha coorientadora Márcia Rêgo pelas valiosas sugestões ao trabalho e puxões de orelha.

A minha pequena e linda família, mamãe e papai (Clemiro e Graça), meus irmãos caçulas Giovanna e Kaylon (sobrinhos), meus irmãos Chrisley's e Vanessa, a minha vó branca e minha vó preta (um viva a variabilidade genética).

SUMÁRIO

RESUMO	VIII
ABSTRACT	IX
LISTA DE FIGURAS	X
LISTA DE TABELAS	XII
APRESENTAÇÃO	XIII
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	XV
CAPÍTULO 1	17
COMUNIDADE DE ABELHAS SOLITÁRIAS (HYMENOPTERA: APIDAE) EM NINHOS- ARMADILHA: HÁ DIFERENÇA NA DIVERSIDADE ENTRE UMA ÁREA DE CERRADO E MATA DE GALERIA?	18
ABSTRACT	19
RESUMO	20
INTRODUÇÃO	21
MATERIAL E MÉTODOS	22
ÁREA DE ESTUDO	22
AMOSTRAGEM	23
ANÁLISE DE DADOS	23
RESULTADOS	25
DISCUSSÃO	28
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	34
CAPÍTULO 2	45
HÁBITO DE NIDIFICAÇÃO DE <i>CENTRIS (HEMISIELLA) DICHROOTRICHA</i> (HYMENOPTERA, APIDAE, CENTRIDINI) NO CERRADO NORTE DO BRASIL	46
RESUMO	46
ABSTRACT	46
INTRODUÇÃO	47
MATERIAL E MÉTODOS	48
ÁREA DE ESTUDO	48
AMOSTRAGEM	48
ANÁLISE DE DADOS	49
RESULTADOS	50
ATIVIDADE DE NIDIFICAÇÃO E SAZONALIDADE	50
ARQUITETURA DOS NINHOS	50
EMERGÊNCIA DOS ADULTOS, PARASITISMO E MORTALIDADE	51
TAMANHO DOS ADULTOS E RAZÃO SEXUAL	51
ANÁLISE POLÍNICA DOS NINHOS	52
DISCUSSÃO	52
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	66
ANEXO	71
NORMAS DOS ARTIGOS	71
CAPÍTULO 1	72
CAPÍTULO 2	76

Comunidade de abelhas solitárias (Hymenoptera: Apidae) que nidificam em ninhos-armadilha em uma área de Cerrado no Parque Estadual do Mirador, Formosa da Serra Negra, Maranhão

RESUMO

Conhecer a diversidade de abelhas solitárias através de ninhos-armadilha tem buscado compor um checklist da diversidade, assim como o relato do comportamento e da biologia das espécies. Poucos foram os estudos já realizados no Estado do Maranhão, que é uma zona privilegiada, pois incluem em seus limites os dois principais biomas brasileiros. Diante desses poucos relatos, o propósito desse trabalho foi estudar a comunidade de abelhas solitárias através do método de ninhos-armadilha durante dois anos, em uma área de Cerrado e Mata de Galeria, no Parque Estadual do Mirador. Além disso, descrever a biologia de nidificação de *Centris (Hemisiella) dichrotricha* e analisar a composição florística do alimento de sua prole. A área de estudo está localizada no Parque Estadual do Mirador, município de Formosa da Serra Negra, Maranhão. O método empregado foi o de ninhos-armadilha de madeira nos diâmetros 6, 8, 10, 12, 14 e 16 mm, estes foram agrupados em conjuntos de 6 ninhos, totalizando 300 ninhos por área. Foi fundado um total de 101 ninhos pertencentes a 11 espécies de abelhas, das quais oito espécies ocorreram na Mata de Galeria e seis no Cerrado, sendo que a similaridade foi baixa entre os habitats ($S_J = 0,27$). Duas espécies foram dominantes na comunidade, *Centris dichrotricha* na Mata de Galeria e *Centris tarsata* no Cerrado. A diversidade e equitabilidade das espécies foram maiores na Mata de Galeria do que no Cerrado. O pico de fundação dos ninhos foi em novembro (2012 e 2013) e agosto (2013), não havendo correlação com a precipitação mensal ($r_{CE} = -0,061$; $p_{CE} = 0,775$ e $r_{MG} = 0,194$; $p_{MG} = 0,365$). Após 24 meses de coleta a curva de rarefação das espécies não atingiu a assíntota para ambos os habitats. *Centris dichrotricha* nidificou em 29 ninhos nos diâmetros 8, 10, 12 e 14mm. A espécie utilizou em maioria recursos provenientes do Cerrado, que consistia tanto no sedimento para compor as células quanto o material polínico e óleo floral. Tipos polínicos do gênero *Byrsonima* da família Malpighiaceae foram os mais representativos nas amostras. Nesse trabalho foram coletadas cinco espécies de *Centris* para um único estudo, sendo todas representadas na Mata de Galeria. Assim, o estudo revela a importância das áreas florestais como refúgio para algumas espécies de abelhas solitárias. A biologia da *C. dichrotricha* mostrou uma preferência por nidificar em cavidades com diâmetros variados e em locais sombreados da Mata de Galeria, também foi observada a espécie *Euglossa amazonica* que até então não havia sido registrada nidificando em ninhos-armadilha, principalmente em áreas de domínio do Cerrado. Além dessas duas espécies, o presente estudo contribui com a ampliação da distribuição geográfica de *Centris bicornuta* e *Centris terminata*, espécies estas que são pouco estudadas no Brasil.

Palavras-chaves: Abelhas solitárias, ninhos-armadilha, Mata de Galeria, *Centris*, análise polínica, Parque Estadual do Mirador.

Community of solitary bees (Hymenoptera: Apidae) nesting in trap-nests in Cerrado area in Parque Estadual do Mirador, Formosa da Serra Negra, Maranhão.

ABSTRACT

Knowing the diversity of solitary bees through trap-nests have sought to compose a checklist of diversity, as well as the account of the behavior and biology of the species. Few studies have been done in the state of Maranhão, which is a privileged area, as it includes within its boundaries the two major biomes. Given these few reports, the purpose of this work was to study the community of solitary bees by the method of trap nests for two years, in an area of cerrado and gallery forest, in the Parque Estadual do Mirador. Also, describe the nesting biology of *Centris (Hemisiella) dichrootricha* and analyze the floristic composition of the food of her offspring. The study area is located in the Parque Estadual do Mirador, municipality of Formosa Serra Negra, Maranhão. The method used was the trap-nests in wood diameters 6, 8, 10, 12, 14 and 16 mm, these were grouped in sets of 6 nests, totaling 300 nests per area. A total of 101 nests belonging was founded 11 bee species, including eight species occurred in the Gallery Forest and six in the Cerrado, and the similarity was low among habitats (SJ = 0.27). Two species were dominant in the community, *Centris dichrootricha* in Gallery Forest and the *Centris tarsata* in Cerrado. The diversity and evenness of species were higher in gallery forest than in the cerrado. The peak of the nests was founded in November (2012 and 2013) and August (2013), there were nothing correlation between the precipitation ($r_{CE} = -0.061$; $p_{CE} = 0.775$ and $r_{MG} = 0.194$; $p_{MG} = 0.365$). After 24 months of collecting the species rarefaction curve did not reach the asymptote for both habitats. *Centris dichrootricha* observed nesting in 29 nests in sizes 8, 10, 12 and 14mm. The species used in most resources from the Cerrado, which consisted both in the sediment to compose the cells and the pollen material and floral oil. Pollen types *Byrsonima* the genus of the Malpighiaceae family were the most representative in the samples. In this study five species of *Centris* were collected for a single study, all represented in the gallery forest. Thus, the study reveals the importance of forests as a refuge for some species of solitary bees. The biology of *C. dichrootricha* showed a preference for nesting in cavities with different sizes and in shady places in the Gallery Forest, also *Euglossa amazonica* species which hitherto had not been recorded nesting in trap-nests, especially in areas of the field was observed Cerrado. Besides these two species, the present study contributes to the expansion of the geographical distribution and *Centris bicornuta* e *Centris terminata*, these species are little studied in Brazil.

Keywords: Solitary bees, trap-nests, gallery forest, *Centris*, pollen analysis, Parque Estadual do Mirador.

LISTA DE FIGURAS

Apresentação

Figura 1 – A) Área da Mata de Galeria no Rio Alpercatas; B) Área do Cerrado *s.s.*; C) Conjunto dos ninhos-armadilha (6, 8, 10, 12, 14 e 16 mm), sendo seis repetições à direita e seis à esquerda, dispostos a 1,5 metros ao nível do solo.

Capítulo 1

Figura 1 – Localização do rio Alpercatas nos limites do Parque Estadual do Mirador (Base Geraldina), município de Formosa da Serra Negra, Maranhão, Brasil.

Figura 2 – Diagrama em rank da abundância de ninhos das espécies mais comuns para as espécies mais raras. Comunidade de abelhas solitárias no Parque Estadual do Mirador, MA, Brasil.

Figura 3 – Precipitação mensal e distribuição da abundância de ninhos no Cerrado e Mata de Galeria no período de Janeiro de 2012 a Dezembro de 2013, no Parque Estadual do Mirador, MA, Brasil.

Figura 4 – Curva de rarefação das espécies de abelhas solitárias para a Mata de Galeria e Cerrado no Parque Estadual do Mirador, MA, Brasil.

Figura 5 – Curva dos estimadores de riqueza (ICE, Chao 2, Jack 1, Jack 2 e Bootstrap) e riqueza observada (S^{obs}) do habitat Cerrado, PEM, MA, Brasil.

Figura 6 – Curva dos estimadores de riqueza (ICE, Chao 2, Jack 1, Jack 2 e Bootstrap) e riqueza observada (S^{obs}) do habitat Mata de Galeria, PEM, MA, Brasil.

Figura 7 – Similaridade da riqueza de espécies do gênero *Centris* para alguns estudos com diversidade de abelhas solitárias em ninhos-armadilha. Floresta Amazônica (MORA, Morato & Campos 2000), Cerrado (CARV, Carvalho - este estudo; CAMIL, Camillo *et al* 1995; LAYO, Loyola & Martins 2006; GAZO, Gazola & Garófalo 2009; MESQ, Mesquita & Augusto 2011; PIRES, Pires *et al* 2012), Caatinga (VIAN, Viana *et al* 2001; AGUI_05, Aguiar *et al* 2005; MART, Martins *et al* 2012), Mata Atlântica (AGUI_02, Aguiar & Martins 2002), Floresta de Araucárias (BUSQ, Buschini 2006).

Capítulo 2

Figura 1 – Localização geográfica da área de estudo na Base Geraldina do Parque Estadual do Mirador, município Formosa da Serra Negra, Maranhão, Brasil.

Figura 2 – Fatores climáticos (precipitação, temperatura e umidade) e número de ninhos de *Centris (Hemisiella) dichrootricha* obtidos nos habitats do Cerrado e Mata de Galeria, no período de janeiro de 2012 a dezembro de 2013, município de Formosa da Serra Negra, Maranhão, Brasil.

Figura 3 – Características dos ninhos e desenvolvimento da larva da *Centris (Hemisiella) dichrootricha*. A – solo vermelho; B – solo cinza; C e D – larvas do ninho N73 depois de retirada da área (09/11/12) e após quatro dias de desenvolvimento (13/11/12), após este estágio um indivíduo de *Mesocheira bicolor* emergiu em 25 dias (célula C2) e uma fêmea de *C. dichrootricha* em 27 dias (célula C1); E – estágio que as larvas estão se alimentando do néctar (indivíduos emergiram após 35 dias); F – larva na célula C1 (um indivíduo emergiu após 27 dias); G – larva finalizando o casulo (o indivíduo emergiu após 28 dias); H – casulo da pupa de coloração amarelo-clara (os indivíduos emergiram após 22 e 24 dias); I e J – casulo; K – plug da entrada após indivíduos emergirem.

Figura 4 – Média do tamanho dos machos e das fêmeas da população de *Centris (Hemisiella) dichrootricha* dos habitats Cerrado e Mata de Galeria.

Figura 5 – Distribuição de machos, fêmeas e parasitas em relação à posição das células, com ocorrência de protandria em *Centris (Hemisiella) dichrootricha*.

Figura 6 – Tipos polínicos mais frequentes utilizados por *Centris (Hemisiella) dichrootricha* no período de Novembro e Dezembro de 2012. A – *Byrsonima* sp.1, B – *Byrsonima* sp.2, C – *Byrsonima* sp.3, D – *Heteropterys* sp. (Malpighiaceae); E – *Mouriri elliptico* (Melastomataceae); F – *Brosimum* sp. (Moraceae); G – *Eugenia* sp. (Myrtaceae); H – *Ouratea* sp. (Ochnaceae). Escala de 10 µm.

LISTA DE TABELAS

Capítulo 1

Tabela 1 – Checklist da diversidade das abelhas solitárias que nidificam em ninhos-armadilha pertencentes ao Parque Estadual do Mirador, MA, Brasil.

Capítulo 2

Tabela 1 – Número de células, mortalidade, parasitismo, comprimento dos ninhos e volume das células de *Centris (Hemisiella) dichrotricha* nos habitats Cerrado e Mata de Galeria, janeiro de 2012 a dezembro de 2013, município de Formosa da Serra Negra, Maranhão, Brasil.

Tabela 2 – Frequência dos tipos polínicos utilizados por *Centris (Hemisiella) dichrotricha* para o provisionamento das células em ninhos construídos em novembro e dezembro de 2012, município de Formosa da Serra Negra, Maranhão, Brasil.

Tabela 3 – Síntese dos principais aspectos dos estudos com espécies do subgênero *Hemisiella* realizados nos biomas brasileiros. Taxa de fundação = frequência do número de ninhos fundados pelo número de ninhos ofertados. Tipo de ninho: B – bambu, M – madeira, C – cartolina.

APRESENTAÇÃO

As abelhas solitárias são caracterizadas principalmente pelo comportamento independente para a construção de seus ninhos assim como pela ausência de cuidados com sua prole (GARÓFALO; MARTINS; ALVES-DOS-SANTOS, 2004). Elas correspondem a aproximadamente 85% das espécies de abelhas do mundo (MICHENER, 2007). A maioria das abelhas solitárias possui o hábito de escavar seus ninhos no solo (AGUIAR; GAGLIANONE, 2003), algumas nidificam em cavidades pré-existentes, como troncos de árvores caídos, ou não, incluindo ninhos abandonados por outras espécies de abelhas (ROUBIK, 1989), ou mesmo associadas à termiteiros (GAGLIANONE, 2001). Algumas dessas abelhas conseguem nidificar em locais artificiais com cavidades preexistentes (AGUIAR; GARÓFALO, 2004). De acordo com Krombein (1967) cerca de 5% da totalidade de espécies de abelhas nidificam em cavidades pré-existentes. No Brasil, são representadas por três subfamílias Apinae, Colletinae e Megachilinae (GARÓFALO; MARTINS; ALVES-DOS-SANTOS, 2004).

O método de ninhos-armadilha permite levantar a diversidade de espécies nidificantes em cavidades preexistentes e somente espécies que nidificam na área de estudo evitando aquelas que estejam apenas transitando no local (CAMILLO et al., 1995). O método permite fácil comparação entre os trabalhos, devido à exposição semelhante do número de ninhos, evitando assim diferenças no esforço amostral (TSCHARNTKE et al., 2002). Também permite dados sobre a biologia da espécie nidificante (KROMBEIN, 1967), como por exemplo, o material utilizado para construção das células, razão sexual da prole e seus inimigos naturais (GARÓFALO; MARTINS; ALVES-DOS-SANTOS, 2004). Além de fornecer informações das plantas utilizadas através da análise polínica do alimento larval (DÓREA et al., 2009).

No Estado do Maranhão, existe uma escassez de trabalhos sobre a comunidade de abelhas solitárias em ninhos-armadilha, embora nos últimos anos estejam sendo inventariadas as espécies de abelhas solitárias e seus hábitos de nidificação para o Estado. Com contribuições realizadas para *Centris tarsata* (MENDES; RÊGO, 2007) e *Centris vittata* (RAMOS; ALBUQUERQUE; RÊGO, 2010), ambos para áreas de Cerrado e *Euglossa cordata* e *Euglossa gaianii* para áreas de restinga (SILVA et al., 2009). Porém, são informações sobre a biologia de poucas espécies, desta forma são incipientes as informações a respeito da ecologia e estrutura da comunidade das abelhas solitárias, assim como para diversos ecossistemas.

Por mais que os serviços ambientais prestado pelas abelhas seja um conhecimento elucidado, não há preocupação em tornar esse conhecimento em políticas públicas para que ocorra a manutenção dos ecossistemas e das áreas com prioridades de conservação (CAVALCANTI; JOLY, 2002). Com o desmatamento ocorrendo de forma acelerada, estudos comprovam que para o Cerrado, o segundo maior bioma do Brasil, atualmente constitui apenas 20% da cobertura original (MYERS et al., 2000). Desta forma, o Estado do Maranhão está em uma zona biogeográfica privilegiada que comporta espécies de abelhas que abrange os dois principais biomas brasileiros (a Floresta Amazônica e o Cerrado), assim como uma diversidade de ecossistemas e áreas de ecótono que há no Estado. Porém os trabalhos em maioria estão limitados na região Norte (REBÊLO; RÊGO; ALBUQUERQUE, 2003), com poucos trabalhos realizados na região Centro-Sul do Maranhão até mesmo com inventários faunísticos tradicionais. Nesta região há apenas um levantamento de Euglossini com iscas odoríferas (MENDONÇA, 2011) e um inventário de abelhas (JESUS et al., 2007), ambos no município de Balsas.

Através da escassez de trabalho na região, o propósito deste estudo foi estudar a comunidade de abelhas solitárias através de ninhos-armadilha em uma área de conservação para o bioma do Cerrado no Parque Estadual do Mirador. Desta forma, a dissertação foi dividida em dois capítulos:

Capítulo 1 – O artigo será submetido para revista **Neotropical Entomology**. O trabalho consiste em um estudo realizado no período de dois anos, com o objetivo de inventariar a comunidade de abelhas solitárias que nidificam em cavidades artificiais em área de Cerrado e Mata de Galeria (Figura 1). Os principais resultados obtidos foram 101 ninhos nidificados por 11 espécies de abelhas. O gênero *Centris* foi o mais abundante com 83,2%, sendo que a Mata de Galeria foi o habitat com maior número de ninhos fundados.

Capítulo 2 – O artigo será submetido para **Revista Colombiana de Entomología**. Trata-se da biologia de *Centris dichrootricha* e suas preferências por nidificação e recurso alimentar. A espécie fundou 29 ninhos em maioria na Mata de Galeria e utilizou fontes de pólen e óleo de quatro espécies de Malpighiaceae.



Figura 1: A) Área da Mata de Galeria no Rio Alpercatas; B) Área do Cerrado s.s.; C) Conjunto dos ninhos-armadilha (6, 8, 10, 12, 14 e 16 mm), seis repetições à direita e seis à esquerda, dispostos a 1,5 metros ao nível do solo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, C. M. L.; GAGLIANONE, M. C. Nesting biology of *Centris (Centris) aenea* Lepeletier (Hymenoptera, Apidae, Centridini). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 20, n. 4, p. 601–606, 2003.

AGUIAR, C. M. L.; GARÓFALO, C. A. Nesting biology of *Centris (Hemisiella) tarsata* Smith (Hymenoptera, Apidae, Centridini). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 21, n. 3, p. 477–486, 2004.

CAMILLO, E. et al. Diversidade e abundância sazonal de abelhas e vespas solitárias em ninhos armadilhas (Hymenoptera, Apocrita, Aculeata). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 39, n. 2, p. 459–470, 1995.

CAVALCANTI, R. B.; JOLY, C. A. Biodiversity and Conservation Priorities in the Cerrado Region. In: OLIVEIRA, P. S.; MARQUIS, R. J. (Eds.). **The Cerrados of Brazil: Ecology and Natural History of a Neotropical Savanna**. New York: Columbia University Press, 2002. p. 351-367.

DÓREA, M. C. et al. Análise Polínica do Resíduo Pós-Emergência de Ninhos de *Centris tarsata* Smith (Hymenoptera: Apidae, Centridini). **Neotropical Entomology**, v. 38, n. 2, p. 197–202, 2009.

GAGLIANONE, M. C. Nidificação e forrageamento de *Centris (Ptilotopus) scopipes* Friese (Hymenoptera, Apidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 18, n. 1, p. 107–117, 2001.

GARÓFALO, C. A.; MARTINS, C. F.; ALVES-DOS-SANTOS, I. The brazilian solitary bee species caught in trap nests. In: FREITAS, B. M.; PEREIRA, J. O. P. (Eds.). **Solitary Bees Conservation: Rearing and Management for Pollination**. Fortaleza: Universitária, 2004. p. 26–30.

JESUS, C. P. et al. Abelhas silvestres em uma área de Cerrado, Balsas, Ma: Composição faunística e fenologia. In: Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil, 2007. **Anais...** Caxambu: CEB, 2007. p. 1-2.

KROMBEIN, K. V. **Trap-nesting wasps and bees: Life histories, nests and associates.** Smithsonian, Washington DC, 1967. p. 570.

MENDES, F. N.; RÊGO, M. M. C. Nidificação de *Centris (Hemisiella) tarsata* Smith (Hymenoptera, Apidae, Centridini) em ninhos-armadilha no Nordeste do Maranhão, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 51, n. 3, p. 382–388, 2007.

MENDONÇA, M. W. A. **Comunidade de Machos de Euglossina (Hymenoptera: Apidae) e Avaliação da Suficiência Amostral dos Métodos Tradicionais de Coleta para a Sua Captura em Áreas de Cerrado no Nordeste Brasileiro, Balsas-MA.** 2011. 62 f. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade e Conservação) – Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2011.

MICHENER, C. D. **The Bees of the World.** 2. ed. Baltimore: The Johns Hopkins University, 2007. p. 972.

MYERS, N. et al. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, p. 853–858, 2000.

RAMOS, M.; ALBUQUERQUE, P.; RÊGO, M. Nesting Behavior of *Centris (Hemisiella) vittata* Lepelletier (Hymenoptera: Apidae) in an Area of the Cerrado in the Northeast of the State of Maranhão, Brazil. **Neotropical Entomology**, v. 39, n. 3, p. 379–383, 2010.

REBÊLO, J. M. M.; RÊGO, M. M. C.; ALBUQUERQUE, P. M. C. DE. Abelhas (Hymenoptera, Apoidea) da região setentrional do Estado do Maranhão, Brasil. In: MELO, G. A. R.; ALVES-DOS-SANTOS, I. (Eds.). **Apoidea Neotropica: Homenagem aos 90 Anos de Jesus Santiago Moure.** Criciúma: Editora UNESC, 2003. p. 265-278.

ROUBIK, D. W. **Ecology and Natural History of Tropical Bees.** Cambridge: Cambridge University, 1989. p. 514.

SILVA, O. et al. Abelhas Euglossina (Hymenoptera: Apidae) em Área de Restinga do Nordeste do Maranhão. **Neotropical Entomology**, v. 38, n. 2, p. 186–196, 2009.

TSCHARNTKE, T. et al. Contribution of small habitat fragments to conservation of insect communities of grassland-cropland landscapes. **Ecological Application**, v. 12, p. 354–363, 2002.

CAPÍTULO 1

COMUNIDADE DE ABELHAS SOLITÁRIAS (HYMENOPTERA: APIDAE) EM NINHOS-ARMADILHA: HÁ DIFERENÇA NA DIVERSIDADE ENTRE UMA ÁREA DE CERRADO E MATA DE GALERIA?



1 Gracy Chrisley Alencar Carvalho

2 Laboratório de Estudo sobre Abelhas, Av. dos Portugeses, 1966,

3 Campus do Bacanga, CEP: 65080-805, São Luís, MA, Brasil.

4 gracychrisley@yahoo.com.br

5
6
7
8
9
10 Comunidade de Abelhas Solitárias (Hymenoptera: Apidae) em Ninhos-Armadilha: Há
11 Diferença na Diversidade entre uma Área de Cerrado e Mata de Galeria?

12
13 G C A CARVALHO¹, A C A M ARAÚJO¹, M M C RÊGO², P M C DE ALBUQUERQUE²

14
15 ¹ Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Conservação, Laboratório de Estudos
16 sobre Abelhas – LEA, Universidade Federal do Maranhão – UFMA,.

17 ² Departamento de Biologia, Laboratório de Estudos sobre Abelhas – LEA, Universidade
18 Federal do Maranhão – UFMA.

19
20 TÍTULO ABREVIADO: Comunidade de Abelhas Solitárias no Cerrado Maranhense

21

Abstract

23

24 The community of solitary bees was studied by the method of trap-nests, in Cerrado and
25 Gallery Forest areas, in the Parque Estadual do Mirador, MA, Brasil.. A total of 101 nests
26 were collected belonging to 11 species was founded, being than wealth, evenness and species
27 diversity were higher in gallery forest ($S^{Mg} = 1,69$, $J' = 0,89$, $\exp^{H^{MG}} = 6,48$) than in the
28 cerrado ($S^{Mg} = 1,37$, $J' = 0,58$, $\exp^{H^{CE}} = 2,85$), and the similarity was low among habitats (S_j
29 $= 0.27$). Two species were dominant in the community, *Centris dichrootricha* (Moure) in
30 Gallery Forest and *Centris tarsata* (Smith) the Cerrado. The diversity and evenness of species
31 were higher in gallery forest than in the cerrado. The peak of the nests was founded in
32 November (2012 and 2013) and August (2013), there is nothing correlation between the
33 precipitation ($r_{CE} = - 0.061$, $p_{CE} = 0.775$ and $r_{MG} = 0.194$, $p_{MG} = 0.365$). After 24 months of
34 collecting the species rarefaction curve did not reach the asymptote for both habitats. Our
35 work included five species of *Centris* for a single study, and represent all of them in the
36 gallery forest. Thus, the study reveals the importance of forests as refuge for some species of
37 solitary bees. We also obtained the *Euglossa amazonica* (Dressler) species that had hitherto
38 not been recorded nesting in trap-nests, especially in cerrado areas. Besides this species,
39 contribute to the expansion of the geographical distribution of *Centris bicornuta* (Mocsáry),
40 *C. dichrootricha* and *Centris terminate* (Smith), these species are little studied in Brazil.

41

42 **Keyword:** Trap-nest, seasonality, Parque Estadual do Mirador, *Centris*.

43

44 **Resumo**

45

46 A comunidade de abelhas solitárias foi estudada através do método de ninhos-armadilha, em
47 uma área de Cerrado e Mata de Galeria, no Parque Estadual do Mirador, MA, Brasil. Foi
48 fundado um total de 101 ninhos pertencentes a 11 espécies, sendo que a riqueza,
49 equitabilidade e diversidade das espécies foram maiores na Mata de Galeria ($S^{Mg} = 1,69$; $J' =$
50 $0,89$; $\exp^{H^{MG}} = 6,48$) do que no Cerrado ($S^{Mg} = 1,37$; $J' = 0,58$; $\exp^{H^{CE}} = 2,85$). A
51 similaridade foi baixa entre os habitats ($S_J = 0,27$). Duas espécies foram dominantes na
52 comunidade, *Centris dichrotricha* (Moure) na Mata de Galeria e *Centris tarsata* (Smith) no
53 Cerrado. O pico de fundação dos ninhos foi em novembro (2012 e 2013) e agosto (2013), não
54 havendo correlação com a precipitação mensal ($r_{CE} = -0,061$, $p_{CE} = 0,775$ e $r_{MG} = 0,194$, p_{MG}
55 $= 0,365$). Após 24 meses de coleta a curva de rarefação das espécies não atingiu a assíntota
56 para ambos os habitats. Este estudo contemplou uma riqueza de cinco espécies de *Centris*,
57 sendo todas elas representadas na Mata de Galeria. Assim, o estudo revela a importância das
58 áreas florestais como refúgio para algumas espécies de abelhas solitárias. Obteve-se também
59 a espécie *Euglossa amazonica* (Dressler) que até então não havia sido registrada nidificando
60 em ninhos-armadilha, principalmente em áreas de domínio do Cerrado. Além dessa espécie,
61 contribuimos com a ampliação da distribuição geográfica de *Centris bicornuta* (Mocsáry), *C.*
62 *dichrotricha* e *Centris terminata* (Smith), espécies ainda pouco estudadas no Brasil.

63

64 **Palavras-chave:** Ninhos-armadilha, sazonalidade, Parque Estadual do Mirador, *Centris*.

65

66 **Introdução**

67 Motivar estudos sobre a diversidade das abelhas solitárias tem sido difundido por todo
68 o Brasil, no que tange ao papel que elas empenham aos serviços ecossistêmicos (Imperatriz-
69 Fonseca & Nunes-Silva 2010), assim como aos benefícios gerados nos sistemas agrícolas
70 através da polinização (Klein *et al* 2007). Por sinal, abelhas solitárias são excelentes
71 bioindicadores para mostrar a qualidade dos habitats e o efeito das mudanças ambientais
72 (Tscharntke *et al* 1998). No entanto, ainda assim, se faz necessários estudos sobre a
73 diversidade das abelhas para certas áreas no Brasil (Freitas *et al* 2009, Giannini *et al* 2012).

74 Estudos com ninhos-armadilha têm contribuído na composição de uma lista das
75 espécies de abelhas solitárias, e através disso responder algumas questões do comportamento
76 das abelhas diante da qualidade da vegetação (Aguiar *et al* 2005, Buschini 2006, Gazola &
77 Garófalo 2009, Mesquita & Augusto 2011). E isto foi iniciado por Krombein (1967) nos
78 Estados Unidos, quando por quase uma década aperfeiçoou o método de coleta através de
79 ninhos-armadilha. O método permite fácil comparação entre os trabalhos, devido à exposição
80 semelhante do número de ninhos, assim evitando diferenças no esforço amostral (Aguiar &
81 Martins 2002, Gathmann & Tscharntke 2002). Também permite o conhecimento sobre a
82 biologia da espécie, seus inimigos naturais, o material utilizado para construção das células e
83 o tipo do alimento das crias (Krombein 1967, Garófalo *et al* 2004, Vinson *et al* 2010).

84 No Brasil já foram registradas mais de 60 espécies pertencentes às famílias Apidae,
85 Megachilidae e Colletidae nidificando em ninhos-armadilha (Garófalo *et al* 2004). Dessa
86 forma, alguns trabalhos buscaram esclarecer a distribuição da riqueza de espécies em áreas
87 com fragmentos de Floresta Amazônica (Morato & Campos 2000), fragmentos de dunas
88 (Viana *et al* 2001), áreas de florestas de araucária com influência da atividade do homem
89 (Buschini 2006), assim como áreas com prioridade de conservação, como os remanescentes
90 da Mata Atlântica (Aguiar & Martins 2002) e o Cerrado (Camillo *et al* 1995, Mesquita &

91 Augusto 2011).

92 Porém, há ainda algumas lacunas para serem preenchidas, como a biogeografia das
93 espécies ao longo da paisagem e a interação de diferentes ecossistemas sobre a comunidade
94 apícola. É sabido que o Estado do Maranhão é uma zona privilegiada, por incluir os dois
95 principais biomas brasileiros, Cerrado e Floresta Amazônica, ainda assim poucos foram os
96 estudos realizados com ninhos-armadilhas. Há apenas dois estudos em áreas de Cerrado, um
97 sobre a biologia de *Centris tarsata* Smith (Mendes & Rêgo 2007) e outro com *Euglossa*
98 *cordata* (Linnaeus) e *Euglossa gairanii* (Dressler) (Silva *et al* 2009), porém nenhum sobre a
99 estrutura da comunidade de abelhas solitárias nidificantes em cavidades preexistentes, o que
100 de fato torna todas as informações aqui apresentadas inéditas para o Estado.

101 O presente estudo parte da hipótese de que há diferenças na riqueza de espécies de
102 abelhas solitárias no Cerrado e na Mata de Galeria. A partir dessa hipótese propomos
103 responder cinco perguntas: (i) qual a riqueza e abundância da comunidade? (ii) qual a
104 similaridade na riqueza de espécies entre o Cerrado e a Mata de Galeria? (iii) de que forma a
105 comunidade se comporta com a variação sazonal, (iv) os índices de diversidade diferem entre
106 os habitats? e (v) qual a estimativa da riqueza para os habitats.

107

108 **Material e Métodos**

109 *Área de estudo*

110 A área de estudo localiza-se na Base de Geraldina (6°37'56,29''S e 45° 53' 47,25''W)
111 no Parque Estadual do Mirador (PEM), município Formosa da Serra Negra, região centro-sul
112 do estado do Maranhão, Brasil (Fig 1). O Parque abrange em seu território aproximadamente
113 438.000 ha e dentro de seus limites encontram-se as nascentes dos rios Alpercatas e Itapecuru.
114 A região é caracterizada com Chapadões do Alto Itapecuru, sendo que o relevo é plano, com
115 Latossolo Vermelho-Amarelo de baixa vulnerabilidade. Os chapadões encontram-se

116 recortados pela drenagem que isolou os blocos, conhecido regionalmente como Serra das
117 Alpercatas e Serra do Itapecuru. O clima é subúmido e semi-árido com precipitação
118 pluviométrica anual variando de 1100 a 1300 mm, temperatura média de 27 a 29°C, com o
119 período chuvoso de outubro a maio e seco de junho a setembro. Domina na região a
120 vegetação savana arbórea aberta (IBGE 1997, IBGE 1998).

121 *Amostragem*

122 As coletas foram mensais no período de janeiro de 2012 a dezembro de 2013, em
123 duas áreas, uma caracterizada por vegetação de Cerrado *s.s.* (CE) e uma de Mata de Galeria
124 (MG) pertencente ao rio Alpercatas. Foram utilizados ninhos-armadilha de madeira com
125 dimensões de 28x28x150mm e orifícios de 6, 8, 10, 12, 14 e 16 mm de diâmetro e 110 mm de
126 profundidade. Os ninhos-armadilha foram agrupados em conjuntos de seis ninhos de cada
127 diâmetro e instalados em 25 pontos. Os conjuntos de ninhos foram distribuídos em cinco
128 transectos de 100 metros, dos quais foram disponibilizados cinco pontos por transecto a cada
129 25 metros, desta forma perfazendo uma área de 1 hectare. Em cada ponto continha dois
130 conjuntos de ninhos, totalizando 300 ninhos-armadilha por área.

131 Os ninhos ocupados foram levados para o laboratório para serem monitorados, cada
132 ninho fundado recebeu um código numérico – correspondendo a informações sobre o mês da
133 nidificação, o diâmetro do ninho e o habitat. Foi instalado na base Geraldina um pluviômetro
134 para aferir a precipitação mensal. As abelhas foram depositadas na coleção do Laboratório de
135 Estudos sobre Abelhas (LEACOL) da Universidade Federal do Maranhão.

136 *Análise de dados*

137 O modelo de distribuição de abundância de Whittaker foi utilizado para analisar se a
138 distribuição da abundância de ninhos da comunidade é uniforme entre as espécies (Whittaker
139 1965). A dominância das espécies (D) para a Mata de Galeria (D_{MG}) e Cerrado (D_{CE}) foi
140 calculada da seguinte maneira: $D = (\text{abundância da espécie } i \times 100) \div \text{abundância total}$.

141 Assim, a dominância foi classificada em três categorias: espécie dominante ($D \geq 5\%$), espécie
142 acessória ($2,5\% \leq D < 5\%$) e espécie ocasional ($D < 2,5\%$). A frequência de ocorrência (FO)
143 foi calculada para cada espécie: $FO = \text{número de amostras da espécie } i \times 100 \div \text{número de}$
144 amostras. E classificado como espécie muito frequente ($FO > 50\%$), espécie frequente ($25\% <$
145 $< FO < 50\%$) e espécie pouco frequente ($FO < 25\%$). De acordo com Palma (1975) *apud*
146 Buschini (2006) a combinação da frequência de ocorrência e dominância classifica as
147 espécies em três categorias: espécie comum (muito frequente ou frequente + dominante),
148 espécies raras (pouco frequente + ocasional) e espécies intermediárias (outras combinações).

149 O teste Qui-quadrado (χ^2) foi utilizado para avaliar se as proporções dentre o número
150 de ninhos fundados, riqueza e quantidade de ninhos disponíveis são semelhantes entre o
151 habitat Cerrado e Mata de Galeria. O coeficiente de Spearman (r) foi utilizado para verificar a
152 correlação mensal entre número de nidificações e a riqueza, assim como para a precipitação
153 mensal e número de fundações. A similaridade entre as espécies das áreas foi baseada no
154 coeficiente de Similaridade de Jaccard (S_J) (Ludwing & Reynolds 1988). Para riqueza de
155 espécies foi calculado o índice de Margalef (S^{MG}) e a equitabilidade de Pielou (J') (Pielou
156 1966). Os índices de diversidade foram mensurados pelo exponencial do índice de Shannon-
157 Wiener ($\exp^{H'}$) e dominância das espécies (D). Desta forma, foi utilizado o EstimateS
158 (Colwell 2013) para estimar o índice de Shannon-Wiener ($\exp^{H'}$) e o índice de Simpson
159 invertido ($1-D$) em um intervalo de confiança de 95%. A posteriori foi calculado o teste t
160 (Magurram 2004) para verificar as diferenças entre os índices do Cerrado e Mata de Galeria
161 ($\exp^{H'^{CE}} \times \exp^{H'^{MG}}$ e $1-D_{CE} \times 1-D_{MG}$). As análises foram feitas utilizando o STATISTICA
162 (StatSoft 2005) e o PAST (Hammer *et al* 2001).

163 A curva de acumulação de espécies foi calculada pela curva de rarefação ordenada
164 pelo número de coletas. As estimativas de riqueza foram aleatorizadas 100 vezes pelo
165 programa EstimateS (Colwell 2013). Foram utilizados cinco estimadores de riqueza baseados

166 na incidência das espécies (Bootstrap, CHAO 2, ICE, Jackknife 1 e Jackknife 2) e na riqueza
167 de espécies observadas (S^{obs}). O estimador Bootstrap leva em consideração a incidência das
168 espécies nas amostras, e os demais estimadores levam em consideração o número de espécies
169 raras que ocorrem em uma e duas amostras (*uniques e duplicates*) e espécies com somente um
170 ou dois indivíduos (*singletons e doubletons*) (Colwell 2013).

171

172 Resultados

173 A comunidade de abelhas solitárias do PEM representou uma riqueza de 11 espécies
174 que nidificaram em 101 ninhos-armadilha. Os Apinae destacaram-se com sete espécies e os
175 Megachilinae com quatro espécies (Tabela 1). Duas espécies da comunidade foram as mais
176 abundantes (*C. tarsata* e *Centris dichrotricha* Moure) como podemos observar pelo
177 diagrama de Whittaker (Fig 2). O gênero *Centris* destacou-se na riqueza com cinco espécies e
178 na abundância com 83,2% dos ninhos fundados. Todas as cinco espécies de *Centris*
179 nidificaram na Mata de Galeria e três espécies também no Cerrado (*Centris bicornuta*
180 Mocsáry, *C. dichrotricha* e *C. tarsata*). A abundância da comunidade foi maior para as
181 seguintes espécies: *C. tarsata* (31,7%), *C. dichrotricha* (29,7%) e *C. bicornuta* (11,7%). As
182 demais nidificaram apenas em 16,8% dos ninhos fundados – *Euglossa amazonica* Dressler
183 (4,95%), *Euglossa townsendi* Cockerell (0,99%), *Epanthidium tigrinum* Schrottky (1,98%),
184 *Megachile (Chrysosarus)* sp. (4,95%), *Megachile (Sayapis)* sp. (0,99%) e *Megachile*
185 (*Moureapis*) sp. (2,97%).

186 Em relação a riqueza observada por habitat, a Mata de Galeria obteve oito espécies e o
187 Cerrado, seis. O número de ninhos fundados também foi maior na Mata de Galeria, havendo
188 diferenças significativas nas proporções de fundações e riqueza entre os habitats ($\chi^2=20,62$, p
189 $<0,001$, d.f.=3). A similaridade das espécies foi baixa entre os habitats ($S_J = 0,27$), ocorrendo
190 apenas três espécies em comum (*C. bicornuta*, *C. dichrotricha* e *C. tarsata*), três espécies

191 apenas no Cerrado (*E. townsendi*, *E. tigrinum* e *Megachile (Sayapis)* sp) e cinco espécies
 192 somente na Mata de Galeria (*C. terminata*, *Centris vittata* Lepeletier, *E. amazonica*,
 193 *Megachile (Chrysosarus)* sp. e *Megachile (Moureapis)* sp.).

194 A frequência de ocorrência das espécies foi da seguinte maneira, apenas uma foi
 195 considerada muito frequente - *C. tarsata* (FO_{CE} = 56%), uma frequente – *C. dichrootricha*
 196 (FO_{MG} = 26,8%) e as demais espécies com FO menor que 25% foram classificadas como
 197 pouco frequentes. Já a abundância da comunidade foi de 339 espécimes, ocorrendo oito
 198 espécies dominantes - *C. tarsata* (D_{CE} = 71,7%, D_{MG} = 15,1%), *C. dichrootricha* (D_{MG} =
 199 34,2%, D_{CE} = 17,5%), *C. bicornuta* (D_{MG} = 11,9%), *C. terminata* (D_{MG} = 10%), *Megachile*
 200 (*Moureapis*) sp. (D_{MG} = 10%), *E. amazonica* (D_{MG} = 8,7%), *Megachile (Chrysosarus)* sp.
 201 (D_{MG} = 8,2%) e *E. tigrinum* (D_{CE} = 5%). Apenas uma espécie foi classificada como acessória
 202 – *Megachile (Sayapis)* sp. (D_{CE} = 2,5%) e três espécies foram ocasionais: *C. bicornuta* (D_{CE} =
 203 1,7%), *C. vittata* (D_{MG} = 1,8%) e *E. townsendi* (D_{CE} = 1,7%). De acordo com os índices de
 204 frequência de ocorrência e dominância as espécies foram categorizadas da seguinte maneira:
 205 duas espécies comuns – *C. dichrootricha* (MG) e *C. tarsata* (CE). Nove espécies foram
 206 intermediárias: *C. bicornuta* (MG), *C. dichrootricha* (CE), *C. tarsata* (MG), *C. terminata*
 207 (MG), *E. tigrinum* (CE), *E. amazonica* (MG), *Megachile (Chrysosarus)* sp. (MG), *Megachile*
 208 (*Sayapis*) sp. (CE) e *Megachile (Moureapis)* sp. (MG). E três espécies foram raras: *C.*
 209 *bicornuta* (CE), *E. townsendi* (CE) e *C. vittata* (MG).

210 A sazonalidade da comunidade de abelhas ocorreu com maior frequência em
 211 outubro, no início do período chuvoso no primeiro ano e no período de estiagem, em agosto,
 212 se estendendo ao início do período chuvoso em outubro-dezembro no segundo ano. Porém,
 213 não houve uma correlação entre a precipitação mensal e o número de ninhos fundados no
 214 Cerrado e na Mata de Galeria ($r_{CE} = -0,061$, $p_{CE} = 0,775$ e $r_{MG} = 0,194$, $p_{MG} = 0,365$, Fig 3).
 215 No primeiro ano, a riqueza para o Cerrado foi de cinco espécies (*C. bicornuta*, *C.*

216 *dichrotricha*, *C. tarsata*, *E. tigrinum* e *E. townsendi*) e no segundo ano houve nidificação de
217 mais uma espécie (*Megachile (Sayapis)* sp.), sendo que não houve reamostragem de três
218 espécies para o segundo ano (*C. bicornuta*, *E. tigrinum* e *E. townsendi*). Já na Mata de Galeria
219 a riqueza foi de seis espécies no primeiro ano (*C. bicornuta*, *C. dichrotricha*, *C. tarsata*, *C.*
220 *terminata*, *C. vittata* e *Megachie (Chrysosarus)* sp.) e no segundo ano aumentou mais duas
221 espécies (*E. amazonica* e *Megachile (Moureapis)* sp.), sendo que apenas *C. vittata* não foi
222 reamostrada. O mês de agosto/13 representou a maior riqueza da comunidade de abelhas (5
223 spp) sendo observado um pico de fundações para Mata de Galeria, assim como nos meses de
224 novembro (2012 e 2013) com quatro espécies, nas duas áreas. Desta forma, houve uma forte
225 correlação mensal entre o número de ninhos fundados e a riqueza de espécies amostradas (r_{CE}
226 = 0,96, $p_{CE} < 0,001$ e $r_{MG} = 0,99$, $p_{MG} < 0,001$).

227 Os índices de diversidade demonstraram que riqueza, equitabilidade e diversidade
228 das espécies foram maiores na Mata de Galeria ($S^{Mg} = 1,69$, $J' = 0,89$, $\exp^{H^{MG}} = 6,48$) do que
229 no Cerrado ($S^{Mg} = 1,37$, $J' = 0,58$, $\exp^{H^{CE}} = 2,85$). O aumento da diversidade na Mata de
230 Galeria implicou na menor dominância das espécies nesta área ($D_{MG} = 0,187$) do que no
231 Cerrado ($D_{CE} = 0,482$). Desta forma foi evidenciado diferenças significativas entre a
232 diversidade dos habitats ($t_{\exp H'} = 6,28$, $p < 0,001$) assim como na dominância das espécies (t_{1-D}
233 = 10,76, $p < 0,001$).

234 A curva de rarefação das espécies não atingiu a assíntota após os 24 meses de coleta
235 tanto para o Cerrado como para a Mata de Galeria (Fig 4). Assim como as curvas dos
236 estimadores de riqueza não atingiram a assíntota no Cerrado: ICE, Chao 2, Jack 1, Jack 2,
237 Bootstrap (Fig 5), com uma estimativa de riqueza variando de 7 a 11 espécies, apontando que
238 os 24 meses de coleta não foram suficientes para atingir a riqueza estimada do Cerrado. Na
239 Mata de Galeria (Fig 6), o estimador Chao 2 e o Bootstrap estimou oito espécies, chegando a
240 assíntota na 16ª e 22ª amostra, respectivamente. A curva do Chao 2 na última amostra atingiu

241 a riqueza observada (S^{obs}). Já a curva Jack 2 estimou nove espécies e a partir da oitava coleta
242 atingiu a assíntota. A partir disso pode-se observar que na 18ª coleta não houve acréscimo de
243 espécies novas (raras) o que acarretou no decréscimo da estimativa de riqueza para menos que
244 oito espécies.

245

246 **Discussão**

247 A comunidade de abelhas solitárias do Parque Estadual do Mirador apresentou uma
248 riqueza de 11 espécies, sendo que nossa hipótese foi validada, pois houve diferenças
249 significativas entre a diversidade das abelhas nidificantes do Cerrado e da Mata de Galeria. O
250 nosso estudo demonstrou que na Mata de Galeria ocorreu a maior diversidade e equitabilidade
251 das espécies do que no Cerrado, porém haveria necessidade de mais coletas para atingir a
252 riqueza estimada como apontado pelos estimadores ICE, Chao 2, Jack 1, Jack 2 e Bootstrap.
253 Em relação a sazonalidade, a abundância de ninhos foi maior para espécies do gênero *Centris*,
254 com sua incidência maior nos meses de outubro e novembro, desta forma não encontramos
255 correlação com a precipitação, assim como em diversos estudos com ninhos que descartam a
256 possibilidade da frequência de nidificação ser devido a precipitação (Aguiar *et al* 2005,
257 Loyola & Martins 2006).

258 Comparando com os trabalhos que utilizaram apenas ninhos-armadilha de madeira, a
259 riqueza de espécies observada neste estudo foi semelhante ao trabalho de Buschini (2006),
260 inferior ao trabalho de Morato & Campos (2000) que obtiveram 14 espécies, e superior a
261 diversos trabalhos (Viana *et al* 2001, Aguiar & Martins 2002, Loyola & Martins 2006). Com
262 relação à riqueza de famílias, obtivemos apenas duas famílias (Apidae e Megachilidae),
263 semelhante ao observado por outros autores (Aguiar *et al* 2005, Loyola & Martins 2006,
264 Mesquita & Augusto 2011, Pires *et al* 2012) diferente de outros trabalhos que também
265 coletaram representantes da família Colletidae (Camillo *et al* 1995, Buschini 2006, Gazola &

266 Garófalo 2009, Martins *et al* 2012). Desta forma, observa-se que a adição de ninhos feitos de
267 outros materiais (bambu, tubos de cartolina em blocos de madeira e ninhos de madeira)
268 obtém-se mais sucesso na riqueza de espécies coletadas (Camillo *et al* 1995, Gazola &
269 Garófalo 2009). Alguns autores argumentam, como por exemplo, Aguiar & Martins (2002),
270 que as diferenças na diversidade podem estar relacionadas a essas variações da metodologia,
271 assim como à composição e abundância das espécies para todos os habitat (Tschardt *et al*
272 1998). Já Viana *et al* (2001) relatam que a riqueza de espécies é influenciada pelo número de
273 classes de diâmetros disponíveis, sugerindo que a ausência do diâmetro 6 mm em seu estudo
274 tenha sido um fator para a não amostragem de *Centris trigonoides* Lepeletier.

275 A preferência pelos locais de nidificação é um comportamento biológico que as
276 espécies adotam como uma estratégia de sobrevivência. A dominância de *C. tarsata* no
277 Cerrado, por exemplo, é devido a ser uma espécie comum e muito frequente em ambientes
278 quentes, ensolarados e com vegetação aberta. O que já foi comprovado por diversos autores
279 em quase todos os biomas brasileiros: na caatinga (Aguiar *et al* 2005), em áreas abertas com
280 influência de floresta de Araucária (Buschini 2006), no Cerrado (Mesquita & Augusto 2011,
281 Pires *et al* 2012), em vegetação savânica margeada por Floresta Atlântica (Aguiar & Martins
282 2002). No presente estudo houve poucas fundações de *C. tarsata* na mata de galeria, assim
283 como, observado por Mendes & Rêgo (2007) no nordeste do estado do Maranhão, que
284 relataram a preferência de *C. tarsata* por uma área de Eucaliptal circundada por cerrado do
285 que uma área de mata mesofítica e mata ciliar.

286 A maioria das espécies da comunidade do PEM demonstrou certa preferência pela
287 Mata de Galeria. Resultado similar foi obtido por Aguiar *et al* (2005) numa área de Floresta
288 Estacional semi-decídua na Bahia, comparando uma área aberta da caatinga e floresta, com
289 maior riqueza na área fechada. Outros trabalhos, porém, obtiveram maior abundância de
290 ninhos em áreas fragmentadas (Buschini 2006, Loyola & Martins 2006, Gazola & Garófalo

291 2009) e em áreas abertas (Camillo *et al* 1995).

292 O gênero *Centris* ocorre com alta frequência e abundância nos inventários com
293 ninhos-armadilha (Camillo *et al* 1995, Morato & Campos 2000, Aguiar & Martins 2002,
294 Aguiar *et al* 2005, Buschini 2006, Gazola & Garófalo 2009, Martins *et al* 2012). Até então,
295 são oito espécies que já foram identificadas nidificando em cavidades artificiais (veja sete
296 espécies em Garófalo *et al* (2004) e a oitava – *C. trigonoides* em Aguiar *et al* (2006). Destas,
297 o presente estudo, obteve uma riqueza de cinco espécies, sendo que revelamos a maior
298 diversidade para uma comunidade já inventariada no Brasil. Anteriormente, o máximo
299 observado foram quatro espécies de *Centris* (Camillo *et al* 1995, Morato & Campos 2000,
300 Gazola & Garófalo 2009). Vale ressaltar que a riqueza de cinco espécies foi semelhante ao
301 estudo de Vinson *et al* (2010) na Costa Rica, no entanto os autores prolongaram seu estudo
302 por mais de cinco anos. Desta forma, o nosso estudo atingiu a mesma riqueza, porém em
303 apenas dois anos, o que nos leva a crer que se houvesse um aumento no espaço temporal
304 permitiria obter outras espécies de *Centris*, como por exemplo, *Centris analis* Fabricius e *C.*
305 *trigonoides*, principalmente a primeira espécie, pois ela foi coletada em flores na mesma área
306 de estudo (dados não publicados) e sua ocorrência em ninhos-armadilha no Brasil é comum e
307 frequente (Camillo *et al* 1995, Jesus & Garófalo 2000, Aguiar & Martins 2002, Couto &
308 Camillo 2007, Gazola & Garófalo 2009, Martins *et al* 2012).

309 Quando comparamos apenas as espécies de *Centris* deste estudo com os realizados em
310 outros biomas brasileiros (Fig 7), houve uma maior similaridade (50%) com as espécies
311 encontradas na Floresta Amazônica (Morato & Campos 2000), do que em relação aos
312 trabalhos realizados no Cerrado e demais ecossistemas brasileiros. Tendo em vista que o
313 Cerrado centro-sul do Maranhão ocorre de certa forma em uma zona privilegiada, visto que
314 encontra-se numa zona de transição ao bioma da Floresta Amazônica (Rêgo *et al* 2007). No
315 Brasil, *C. bicornuta*, *C. dichrotricha* e *C. terminata* são espécies pouco frequentes em

316 levantamentos com ninhos-armadilha, talvez pelo fato de haver poucos trabalhos com ninhos-
317 armadilha realizados na Floresta Amazônica (Morato & Campos 2000). Aqui pode-se sugerir
318 que essa similaridade é devido a proximidade com a região, o que de certa forma explicaria
319 por que os resultados deste estudo não tenham sido semelhante com áreas de Cerrado.

320 Neste estudo *C. bicornuta* foi considerada rara no habitat Cerrado (1 ninho) e
321 dominante na Mata de Galeria (12 ninhos). Já, Morato & Campos (2000) registraram apenas
322 três ninhos em um fragmento de 10 hectares de Floresta Amazônica. Desta maneira,
323 comparando estes dois estudos com o realizado na Costa Rica (Vinson *et al* 2011a), observa-
324 se que a dominância da espécie é maior na América Central, tendo em vista que os autores à
325 monitoram durante vários anos em diversos estudos sobre sua biologia (Vinson & Frankie
326 2000, Vinson *et al* 2010, Vinson *et al* 2011a, Vinson *et al* 2011b). *C. bicornuta* é uma espécie
327 rara nos ecossistemas do Brasil e sua coexistência com *C. terminata* é pouco freqüente na
328 natureza (Morato *et al* 1999), talvez por terem nichos muito similares, pois ambas
329 compartilham o hábito de utilizar fragmentos de madeira, assim como, o mesmo diâmetro de
330 abertura da cavidade do ninho (6 mm e 8 mm). Talvez isso seja um indício de que alguns
331 estudos mais detalhados sobre a sobreposição do nicho poderão ainda elucidar se existe
332 competição, e/ou se ocorre certa limitação de ocorrência quando há presença de outras
333 espécies do subgênero *Heterocentris*.

334 *Centris vittata* neste trabalho foi considerada rara na Mata de Galeria e ausente no
335 Cerrado, sua ocorrência na região nordeste do Brasil não é comum. Não há registro dela
336 nidificando em ninhos-armadilha na Caatinga, apenas foram coletados dois espécimes
337 visitando flores de Fabaceae e Malpighiaceae (Aguiar *et al* 2003). Já no Cerrado, apenas
338 Ramos *et al* (2010) descreveram seu comportamento nidificando em cavidades de tronco de
339 *Astronium* sp. (Anacardiaceae) no estado do Maranhão. Observa-se que essa espécie é comum
340 no cerrado central brasileiro (Camillo *et al* 1995, Mesquita & Augusto 2011) tendo uma certa

341 preferência pelas áreas de mata. Em Cajuru-SP, Camillo *et al* (1995) obtiveram uma maior
342 abundância em áreas com influência de matas mesófila semidecídua e de galeria (N=191) do
343 que em área aberta do Cerrado *s.l.* (N=13).

344 Aqui, reporta-se *E. amazonica* como sendo o primeiro registro de fêmeas nidificando
345 em ninhos-armadilha. Embora tenha sido uma espécie dominante e pouco freqüente na Mata
346 de Galeria, fato este que corrobora com os poucos relatos de sua ocorrência em áreas no
347 Cerrado (Mendonça 2011), devido sua distribuição ser amplamente difundida na Floresta
348 Amazônica (Becker *et al* 1991, Storck-Tonon *et al* 2009). Por estas razões, acredita-se que a
349 população dessa espécie utiliza as florestas do Cerrado como um refúgio para nidificação,
350 devido essa sua afinidade por áreas florestais. Porém, as abelhas podem usar diferentes
351 habitats para nidificação e coleta dos recursos florais (Tscharntke *et al* 1998). Apenas estudos
352 com outros métodos ampliariam essa discussão, como inventário faunístico nas flores ou até
353 mesmo a análise polínica desses ninhos para então interpretação da flora utilizada pela
354 espécie. Assim, em virtude desse achado, agora existem evidências que *E. amazonica* seja
355 uma espécie que se expande até o Cerrado utilizando das matas de galeria como seu habitat
356 para nidificação, o que corrobora com o então relatado por Camillo *et al* (1995) que afirmam
357 que o estudo com ninhos-armadilha permite conhecer as espécies que utilizam o habitat como
358 local para reprodução, assim retirando a possibilidade da mesma ter sido acidentalmente
359 coletada, como pode ser observado nos outros métodos de coleta.

360 A partir da riqueza de espécies observada neste estudo, obteve-se uma importante
361 contribuição para a comunidade científica, pois o estudo contempla espécies ainda não
362 registradas para o estado do Maranhão, ampliando assim a distribuição geográfica para *C.*
363 *bicornuta*, *C. dichrotricha* e *C. terminata*, assim como, o primeiro registro de fêmeas de *E.*
364 *amazonica* nidificando em cavidades artificiais. Ficou clara a preferência de algumas espécies
365 em estabelecer seus ninhos em áreas de cerrado próximas às matas de galeria, dessa forma

366 futuros estudos nessas áreas possivelmente poderão influenciar na riqueza amostrada, além de
367 contribuírem com o conhecimento da biologia e comportamento dessas populações de
368 abelhas.

369

370 **Agradecimentos**

371 Ao Drº Fernando Silveira (UFMG) e Drº José Manuel Macário Rêbello (UFMA) pela
372 identificação de algumas espécies. Ao MCT/CNPq/FNDCT/CT-Ação Transversal/CT-
373 Amazônia/CT-Biotec-BIONORTE (Processo 554318/2010-5) e FAPEMA (CBIOMA-
374 02930/12) pelo auxílio financeiro concedido ao projeto de pesquisa. À CAPES e ao CNPq
375 pelas bolsas de G.C.A.C. e P.M.C.A., respectivamente. A equipe de campo pela parceria mês
376 a mês: Denilson Martins, Fernanda Brito, Michelle Lacerda, Roberth Ricard e Samara Serra.
377 À SEMA-MA por fornecer autorização de coleta de abelhas e plantas no PEM.

378

379 **Referências Bibliográficas**

- 380 Aguiar AJC, Martins CF (2002) Abelhas e vespas solitárias em ninhos-armadilha na Reserva
381 Biológica Guaribas (Mamanguape, Paraíba, Brasil). *Rev Bras Zool* 19: 101–116.
- 382 Aguiar CML, Zanella FC V, Martins CF, Carvalho CAL (2003) Plantas Visitadas por *Centris*
383 spp. (Hymenoptera: Apidae) na Caatinga para Obtenção de Recursos Florais. *Neotrop*
384 *Entomol* 32: 247–259.
- 385 Aguiar CML, Garófalo CA, Almeida GF (2005) Trap-nesting bees (Hymenoptera, Apoidea)
386 in areas of dry areas dry semideciduous forest and caatinga, Bahia, Brazil. *Rev Bras Zool*
387 22(4): 1030–1038.
- 388 Aguiar CML, Garófalo CA, Almeida GF (2006) Biologia de nidificação de *Centris*
389 (*Hemisiella*) *trigonoides* Lepeletier (Hymenoptera, Apidae, Centridini). *Rev Bras Zool*
390 23: 323–330.
- 391 Becker P, Moure JS, Peralta FJA (1991) More about Euglossine bees in Amazonian Forest
392 Fragments. *Biotropica* 23: 586–591.
- 393 Buschini MLT (2006) Species diversity and community structure in trap-nesting bees in
394 Southern Brazil. *Apidologie* 37: 58–66.
- 395 Camillo E, Garófalo CA, Serrano JC, Muccillo G (1995) Diversidade e abundância sazonal de
396 abelhas e vespas solitárias em ninhos armadilhas (Hymenoptera, Apocrita, Aculeata).
397 *Rev Bras Entomol* 39(2): 459–470.
- 398 Colwell RK (2013) EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species
399 from samples.
- 400 Couto RM, Camillo E (2007) Influência da temperatura na mortalidade de imaturos de
401 *Centris* (*Heterocentris*) *analis* (Hymenoptera, Apidae, Centridini). *Iheringia Série Zool*
402 97: 51–55.
- 403 Freitas BM, Imperatriz-Fonseca VL, Medina LM, Kleinert AMP, Galetto L, Nates-Parra G,
404 Quezada-Euán JJ (2009) Diversity, threats and conservation of native bees in the
405 Neotropics. *Apidologie* 40: 332–346.
- 406 Garófalo CA, Martins CF, Alves-dos-Santos I (2004) The brazilian solitary bee species
407 caught in trap nests. p.26–30. In Freitas BM, Pereira JOP (eds) *Solitary Bees*
408 *Conservation: Rearing and Management for Pollination*. Universitária, Fortaleza, 282p.

- 409 Gathmann A, Tscharrntke T (2002) Foraging ranges of solitary bees. *Jour An Ecol* 71: 757–
410 764.
- 411 Gazola AL, Garófalo CA (2009) Trap-nesting bees (Hymenoptera: Apoidea) in forest
412 fragments of the State of São Paulo, Brazil. *Genet Mol Res* 8: 607–622.
- 413 Giannini TC, Acosta AL, Garófalo CA., Saraiva AM, Alves-dos-Santos I, Imperatriz-Fonseca
414 VL (2012) Pollination services at risk: Bee habitats will decrease owing to climate
415 change in Brazil. *Ecol Modell* 244: 127–131.
- 416 Hammer Ø, Harper DAT, Ryan PD (2001) Paleontological Statistics software package for
417 education and data analysis. 9.
- 418 IBGE (1997) Zoneamento Geoambiental do Estado do Maranhão. 44p.
- 419 IBGE (1998) Subsídios ao zoneamento ecológico-econômico da Bacia do Rio Itapecuru -
420 MA: diretrizes gerais para ordenação territorial/ IBGE, Primeira Divisão de Geociências
421 do Nordeste. 179p.
- 422 Imperatriz-Fonseca VL, Nunes-Silva P (2010) As abelhas, os serviços ecossistêmicos e o
423 Código Florestal Brasileiro. *Biota Neotrop* 10: 59–62.
- 424 Jesus BMV, Garófalo CA (2000) Nesting behaviour of *Centris (Heterocentris) analis*
425 (Frabicius) in southeastern Brazil (Hymenoptera, Apidae, Centridini). *Apidologie* 31:
426 503–515.
- 427 Klein A, Vaissière BE, Cane JH, Steffan-Dewenter I, Cunningham SA, Kremen C,
428 Tscharrntke T (2007) Importance of pollinators in changing landscapes for world crops.
429 *Proc. R. Soc. B* 274: 303–313.
- 430 Krombein K V (1967) Trap-nesting wasps and bees: Life histories, nests and associates.
431 Smithsonian Press, Washington DC. 570p.
- 432 Loyola RD, Martins RP (2006) Trap-nest occupation by solitary wasps and bees
433 (Hymenoptera: Aculeata) in a forest urban remanent. *Neotrop Entomol* 35: 41–48.
- 434 Ludwig JA, Reynolds JF (1988) *Statistical Ecology: a primer on methods and computing*. 3^a
435 ed. Wiley Interscience, New York. 337p.
- 436 Magurram AE (2004) *Ecological Diversity and its Measurements*. Princenton University,
437 New Jersey.
- 438 Martins CF, Ferreira RP, Carneiro LT (2012) Influence of the orientation of nest entrance,
439 shading, and substrate on sampling trap-nesting bees and wasps. *Neotrop Entomol* 41:

- 440 105–111.
- 441 Mendes FN, Rêgo MMC (2007) Nidificação de *Centris (Hemisiella) tarsata* Smith
442 (Hymenoptera, Apidae, Centridini) em ninhos-armadilha no Nordeste do Maranhão,
443 Brasil. Rev Bras Entomol 51: 382–388.
- 444 Mendonça MWA (2011) Comunidade de Machos de Euglossina (Hymenoptera: Apidae) e
445 Avaliação da Suficiência Amostral dos Métodos Tradicionais de Coleta para a sua
446 captura em Áreas de Cerrado no Nordeste Brasileiro, Balsas-MA. Dissertação
447 (Biodiversidade e Conservação), Universidade Federal do Maranhão. 62p.
- 448 Mesquita TMS, Augusto SC (2011) Diversity of trap-nesting bees and their natural enemies in
449 the Brazilian savanna. Trop Zool 24: 127–144.
- 450 Morato EF, Garcia MVB, Campos LADO (1999) Biologia de *Centris* Fabricius
451 (Hymenoptera, Anthoporidae, Centridini) em matas contínuas e fragmentos na
452 Amazônia Central. Rev Bras Zool 16: 1213–1222.
- 453 Morato EF, Campos LADO (2000) Efeitos da fragmentação florestal sobre vespas e abelhas
454 solitárias em uma área da Amazônia Central. Rev Bras Zool 17: 429–444.
- 455 Pielou EC (1966) An Introduction to Mathematical Ecology. John Wiley & Sons, New York.
456 286p.
- 457 Pires EP, Pompeu DC, Souza-Silva M (2012) Nidificação de vespas e abelhas solitárias
458 (Hymenoptera: Aculeata) na Reserva Biológica Boqueirão, Ingaí, Minas Gerais. Biosci J
459 28: 302–311.
- 460 Ramos M, Albuquerque P, Rêgo M (2010) Nesting Behavior of *Centris (Hemisiella) vittata*
461 Lepeletier (Hymenoptera: Apidae) in an Area of the Cerrado in the Northeast of the State
462 of Maranhão, Brazil. Neotrop Entomol 39: 379–383.
- 463 Rêgo MMC, Albuquerque PMC, Ramos MC, Mendes FN (2007) The Bees of “Gerais de
464 Balsas”, a Cerrado s.l. area. p. 125-130. In Barreto L (ed) North Cerrado of Brazil, 1st
465 ed. USEB, Pelotas, 378p.
- 466 Silva O, Rêgo MMC, Albuquerque PMC, Ramos M (2009) Abelhas Euglossina
467 (Hymenoptera: Apidae) em Área de Restinga do Nordeste do Maranhão. Neotrop
468 Entomol 38: 186–196.
- 469 StatSoft I (2005) STATISTICA (data analysis software system).
- 470 Storck-Tonon D, Morato EF, Oliveira ML (2009) Fauna de Euglossina (Hymenoptera:

- 471 Apidae) da Amazônia Sul-Occidental, Acre, Brasil. Acta Amaz 39: 693–706.
- 472 Tscharnkte T, Gathmann A, Steffan-Dewenter I (1998) Bioindication using trap-nesting bees
473 and wasps and their natural enemies: community structure and interactions. J Appl Ecol
474 35: 708–719.
- 475 Viana BF, Silva FO, Kleinert AMP (2001) Diversidade e Sazonalidade de Abelhas Solitárias
476 (Hymenoptera: Apoidea) em Dunas Litorâneas no Nordeste do Brasil. Neotrop Entomol
477 30: 245–251.
- 478 Vinson SB, Frankie GW (2000) Nest Selection, Usurpation, and a Function for the Nest
479 Entrance Plug of *Centris bicornuta* (Hymenoptera: Apidae). Ann Entomol Soc Am 93:
480 254–260.
- 481 Vinson SB, Frankie G, Cônsoli R (2010) Description, Comparison and Identification of Nests
482 of Cavity-Nesting *Centris* Bees (Hymenoptera: Apidae: Centridini) in Guanacaste
483 Province, Costa Rica. J Kansas Entomol Soc 83: 25–46.
- 484 Vinson SB, Frankie G, Rao A (2011a) Field behavior of parasitic *Coelioxys chichimeca*
485 (Hymenoptera: Megachilidae) toward the host bee *Centris bicornuta* (Hymenoptera:
486 Apidae). Apidologie 42: 117–127.
- 487 Vinson SB, Frankie GW, Rao A (2011b) The Importance of Odor in Nest Site Selection by a
488 Lodger Bee, *Centris bicornuta* Mocsáry (Hymenoptera: Apidae) in the Dry Forest of
489 Costa Rica. Neotrop Entomol 40: 176–180.
- 490 Whittaker RH (1965) Dominance and Diversity in Land Plant Communities. Science 147:
491 250–260.
- 492
- 493
- 494
- 495
- 496
- 497
- 498
- 499

500 Tabela 1 Checklist da diversidade das abelhas solitárias que nidificam em ninhos-armadilha
 501 pertencentes ao Parque Estadual do Mirador, MA, Brasil.

Espécies	Cerrado	Mata de Galeria	Total
Apinae			
<i>Centris (Hemisiella) dichrotricha</i>	8	21	29
<i>Centris (Hemisiella) tarsata</i>	25	7	32
<i>Centris (Hemisiella) vittata</i>	-	3	3
<i>Centris (Heterocentris) bicornuta</i>	1	11	12
<i>Centris (Heterocentris) terminata</i>	-	8	8
<i>Euglossa (Euglossa) amazonica</i>	-	5	5
<i>Euglossa (Euglossa) townsendi</i>	1	-	1
Megachilinae			
<i>Epanthidium tigrinum</i>	2	-	2
<i>Megachile (Chrysosarus) sp.</i>	-	5	5
<i>Megachile (Sayapis) sp.</i>	1	-	1
<i>Megachile (Moureapis) sp.</i>	-	3	3
Total	38	63	101

502

503

504

505

506

507

508

509

510

511 **Lista de Figuras**

512 Fig 1 Localização do rio Alpercatas nos limites do Parque Estadual do Mirador (Base
513 Geraldina), município de Formosa da Serra Negra, Maranhão, Brasil.

514 Fig 2 Diagrama em rank da abundância de ninhos das espécies mais comuns para as espécies
515 mais raras. Comunidade de abelhas solitárias no Parque Estadual do Mirador, MA, Brasil.

516 Fig 3 Precipitação mensal e distribuição da abundância de ninhos no Cerrado e Mata de
517 Galeria no período de Janeiro de 2012 a Dezembro de 2013, no Parque Estadual do Mirador,
518 MA, Brasil.

519 Fig 4 Curva de rarefação das espécies de abelhas solitárias para a Mata de Galeria e Cerrado
520 no Parque Estadual do Mirador, MA, Brasil.

521 Fig 5 Curva dos estimadores de riqueza (ICE, Chao 2, Jack 1, Jack 2 e Bootstrap) e riqueza
522 observada (S^{obs}) do habitat Cerrado, PEM, MA, Brasil.

523 Fig 6 Curva dos estimadores de riqueza (ICE, Chao 2, Jack 1, Jack 2 e Bootstrap) e riqueza
524 observada (S^{obs}) do habitat Mata de Galeria, PEM, MA, Brasil.

525 Fig 7 Similaridade da riqueza de espécies do gênero *Centris* para alguns estudos com
526 diversidade de abelhas solitárias em ninhos-armadilha. Floresta Amazônica (MORA, Morato
527 & Campos 2000), Cerrado (CARV, Carvalho - este estudo; CAMIL, Camillo *et al* 1995;
528 LAYO, Loyola & Martins 2006; GAZO, Gazola & Garófalo 2009; MESQ, Mesquita &
529 Augusto 2011; PIRES, Pires *et al* 2012), Caatinga (VIAN, Viana *et al* 2001; AGUI_05,
530 Aguiar *et al* 2005; MART, Martins *et al* 2012), Mata Atlântica (AGUI_02, Aguiar & Martins
531 2002), Floresta de Araucárias (BUSQ, Buschini 2006).

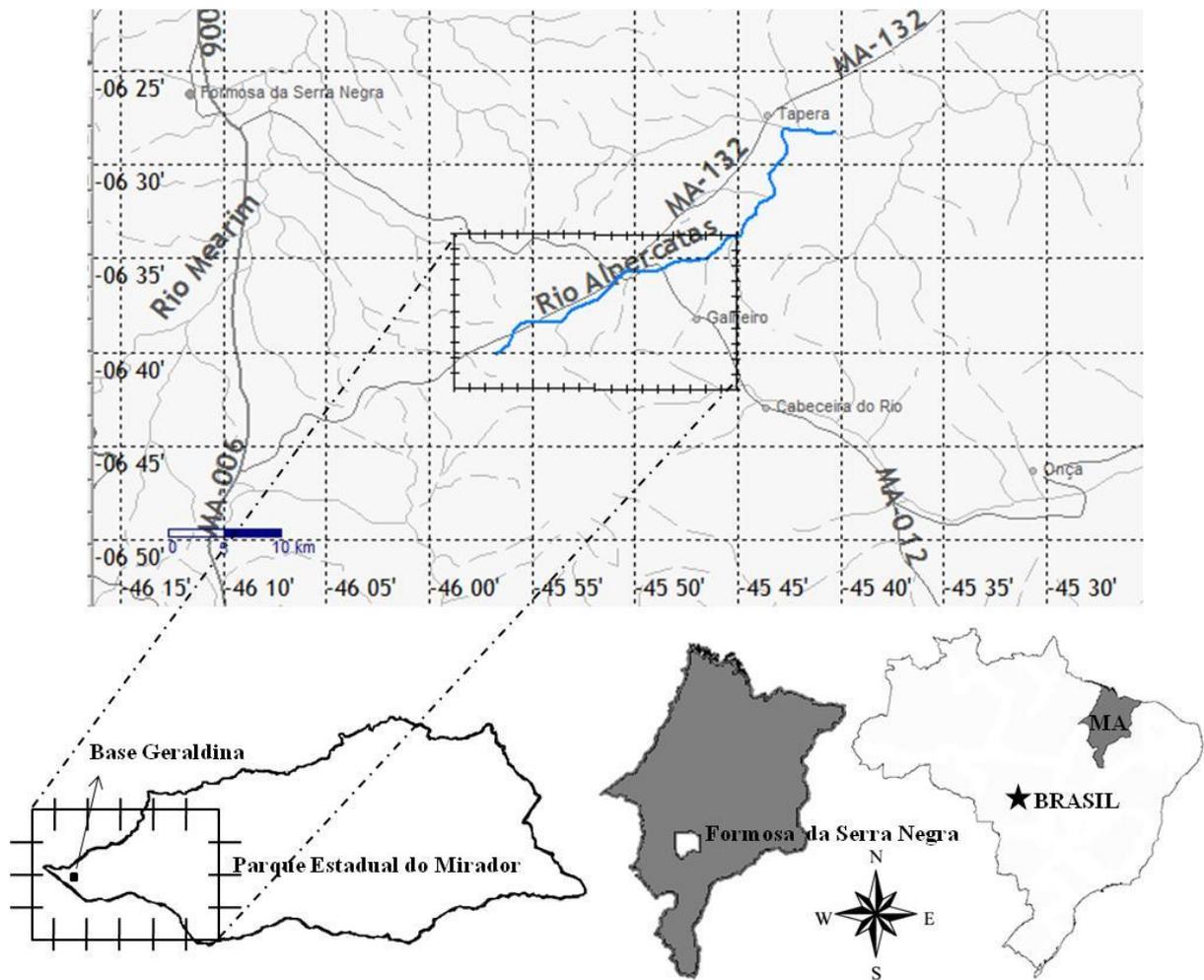
532

533

534

535

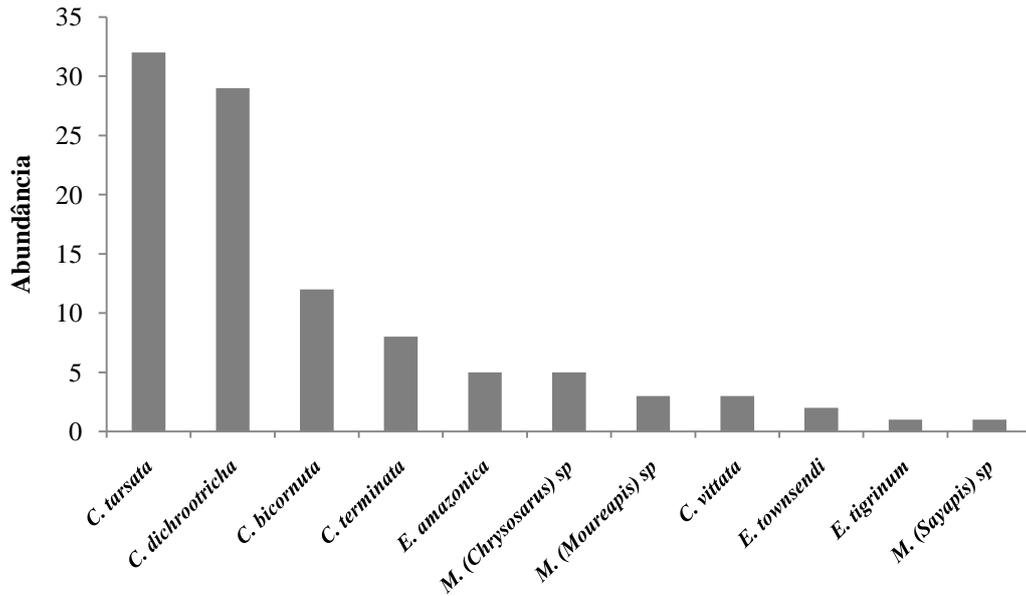
536



537

538 Fig 1 Localização do rio Alpercatas nos limites do Parque Estadual do Mirador (Base
539 Geraldina), município de Formosa da Serra Negra, Maranhão, Brasil.

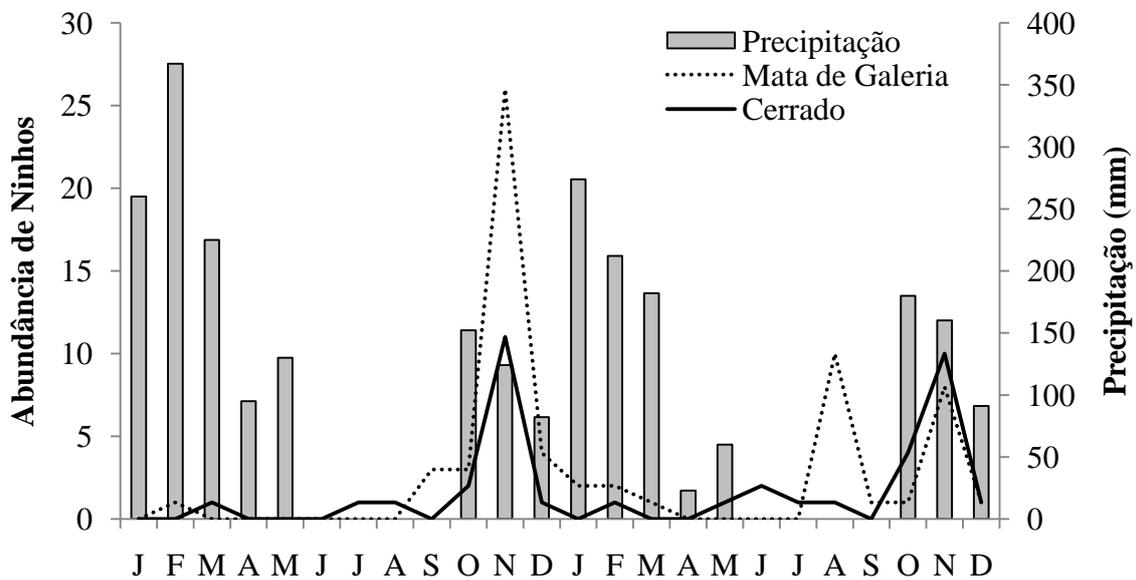
540



541

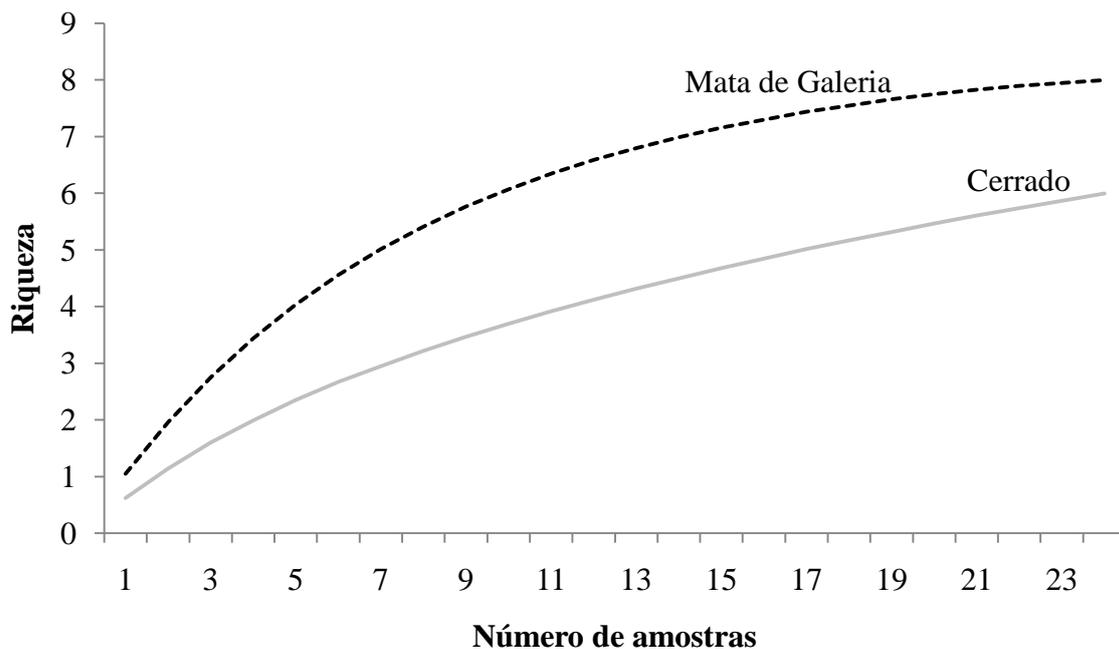
542 Fig 2 Diagrama em rank da abundância de ninhos das espécies mais comuns para as espécies
 543 mais raras. Comunidade de abelhas solitárias no Parque Estadual do Mirador, MA, Brasil.

544

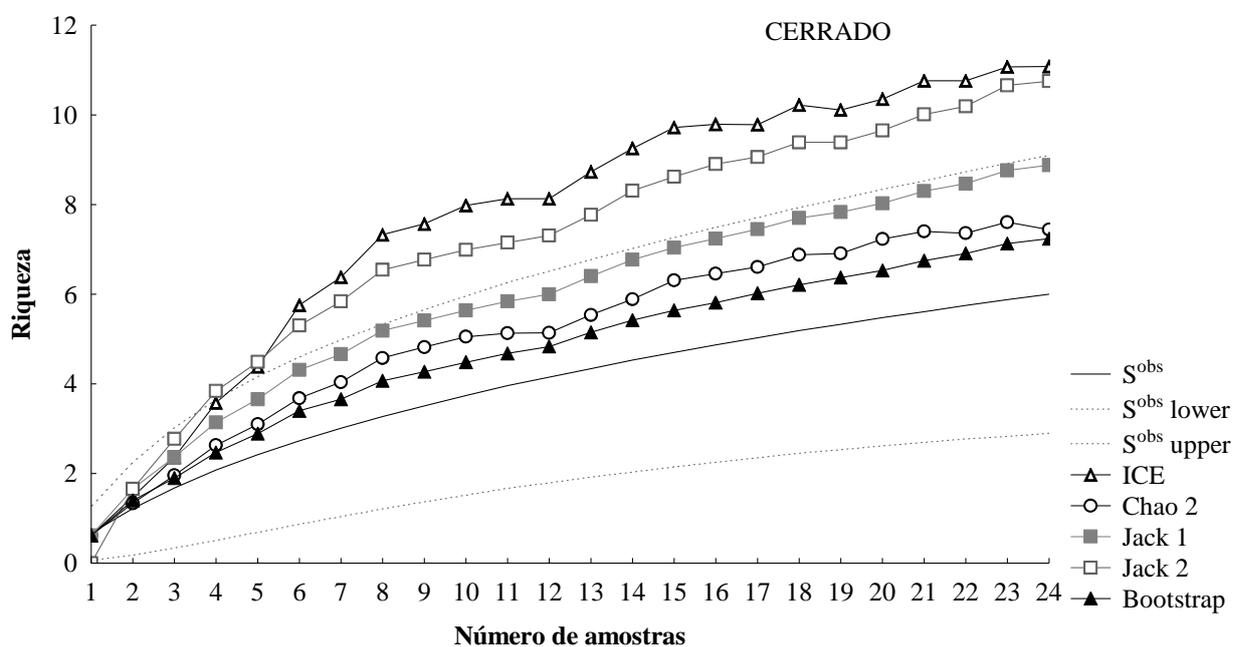


545

546 Fig 3 Precipitação mensal e distribuição da abundância de ninhos no Cerrado e Mata de
 547 Galeria no período de Janeiro de 2012 a Dezembro de 2013, no Parque Estadual do Mirador,
 548 MA, Brasil.

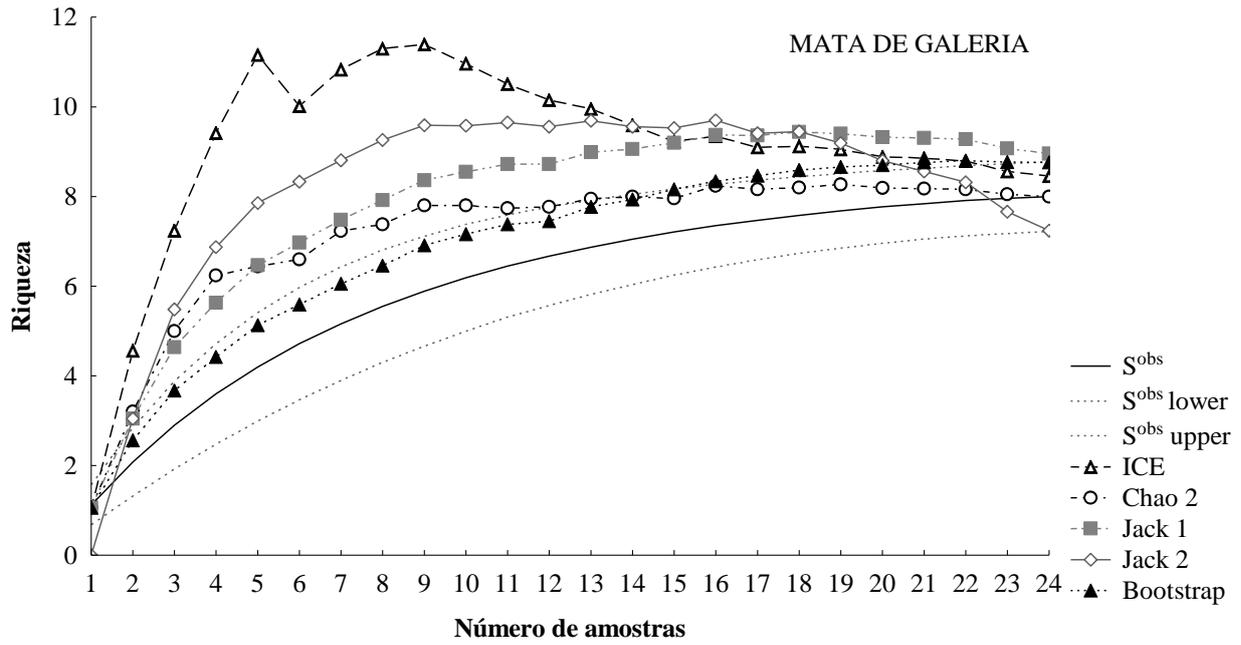


549
 550 Fig 4 Curva de rarefação das espécies de abelhas solitárias para a Mata de Galeria e Cerrado
 551 no Parque Estadual do Mirador, MA, Brasil.



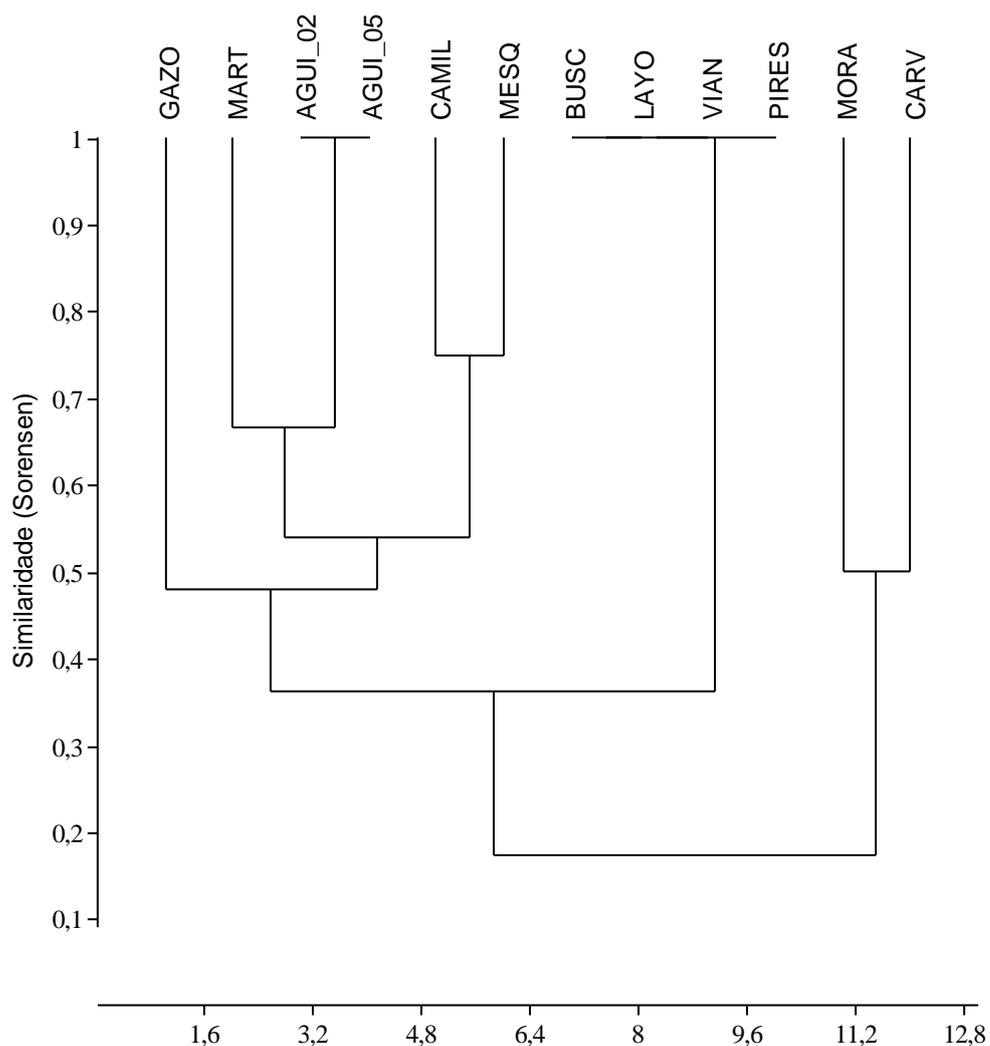
552
 553 Fig 5 Curva dos estimadores de riqueza (ICE, Chao 2, Jack 1, Jack 2 e Bootstrap) e riqueza
 554 observada (S^{obs}) do habitat Cerrado, PEM, MA, Brasil.

555



556
 557 Fig 6 Curva dos estimadores de riqueza (ICE, Chao 2, Jack 1, Jack 2 e Bootstrap) e riqueza
 558 observada (S^{obs}) do habitat Mata de Galeria, PEM, MA, Brasil.

559



560

561 Fig 7 Similaridade da riqueza de espécies do gênero *Centris* para alguns estudos com
 562 diversidade de abelhas solitárias em ninhos-armadilhas. Floresta Amazônica (MORA, Morato
 563 & Campos 2000), Cerrado (CARV, Carvalho - este estudo; CAMIL, Camillo *et al* 1995;
 564 LAYO, Loyola & Martins 2006; GAZO, Gazola & Garófalo 2009; MESQ, Mesquita &
 565 Augusto 2011; PIRES, Pires *et al* 2012), Caatinga (VIAN, Viana *et al* 2001; AGUI_05,
 566 Aguiar *et al* 2005; MART, Martins *et al* 2012), Mata Atlântica (AGUI_02, Aguiar & Martins
 567 2002), Floresta de Araucárias (BUSC, Buschini 2006).

568

569

570

CAPÍTULO 2

HÁBITO DE NIDIFICAÇÃO DE *CENTRIS (HEMISIELLA) DICHROOTRICHA* (HYMENOPTERA, APIDAE, CENTRIDINI) NO CERRADO NORTE DO BRASIL



1 **Hábito de nidificação de *Centris (Hemisiella) dichrootricha* (Hymenoptera, Apidae, Centridini)**
2 **no Cerrado Norte do Brasil**

3 Título breve: Biologia de *Centris (Hemisiella) dichrootricha*

4 Gracy Carvalho¹, Patrícia Albuquerque²

5

6 Avaliadores sugeridos:

7 Número de palavras: 8.158

8 ¹Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Conservação, Universidade Federal do Maranhão –
9 UFMA, Laboratório de Estudos sobre Abelhas – LEA, São Luís, Brasil. gracychrisley@yahoo.com.br

10 ² Universidade Federal do Maranhão – UFMA, Departamento de Biologia, Laboratório de Estudos
11 sobre Abelhas - LEA, Av. dos Portugueses, S/N, Campus do Bacanga, CEP.: 65085-580, São Luís,
12 Maranhão, Brasil. patemaia@gmail.com

13 Autor correspondente: gracychrisley@yahoo.com.br

14

15 **Resumo**

16 O estudo descreve a biologia de nidificação de *Centris (Hemisiella) dichrootricha* e sua preferência
17 por nidificar em área de Cerrado e Mata de Galeria. A área de estudo está localizada no Parque
18 Estadual do Mirador, município de Formosa da Serra Negra, Maranhão. O método empregado foi o de
19 ninhos-armadilha de madeira nos diâmetros 6, 8, 10, 12, 14 e 16 mm, sendo que 300 ninhos-armadilha
20 foram disponibilizados por área. A espécie ocupou em 29 ninhos com diâmetros de 8, 10, 12 e 14mm.
21 Na Mata de Galeria incidiu o maior número de nidificação (72,4%) e no Cerrado apenas 27,6%, desta
22 forma, houve diferenças significativas entre os habitats ($\chi^2 = 5,56$; $p < 0,05$; G.L.=1). *Centris*
23 *dichrootricha* utilizou em maioria recursos provenientes do Cerrado, tanto o sedimento para compor o
24 ninho quanto o material polínico e óleo floral. Tipos polínicos do gênero *Byrsonima* da família
25 Malpighiaceae foram os mais representativos nas amostras. *C. dichrootricha* mostrou preferência por
26 nidificar em cavidades com diâmetros variados e em locais sombreados da Mata de Galeria. O
27 presente estudo contribui com a descrição dos hábitos de nidificação e biologia da espécie para áreas
28 de Cerrado na região centro-sul do Maranhão.

29 **Palavras-chave:** Ninhos-armadilha, Análise polínica, *Hemisiella*, Mata de Galeria, Cerrado *stricto*
30 *sensu*.

31

32 **Abstract**

33 The study describes the nesting biology of *Centris (Hemisiella) dichrootricha* and its preference for
34 nesting in Cerrado and Gallery Forest areas. The study area is located in the Parque Estadual do
35 Mirador, municipality of Formosa Serra Negra, Maranhão. The method used was the trap-nests in

36 wood diameters 6, 8, 10, 12, 14 and 16 mm, of which 300 trap-nests were made available by area. The
37 species observed nesting in 29 nests in diameters 8, 10, 12 and 14mm. In the gallery forest covered the
38 largest number of nesting (72.4%) and only 27.6 % in the Cerrado, this way, there were significant
39 differences among habitats ($\chi^2 = 5.56$, $p < 0.05$, $GL = 1$). *C. dichrootricha* used on most resources
40 from the Cerrado, both the sediment to make the nest as pollen material and floral oil. Pollen types
41 *Byrsonima* the genus of the Malpighiaceae family were the most representative in the samples. *C.*
42 *dichrootricha* showed preference for nesting in cavities with different sizes and in shady places in the
43 Gallery Forest. This study provides a description of the nesting habits and biology of the species to
44 Cerrado areas in central-south of Maranhão region.

45 **Key-words:** Trap-nest, Pollen analysis, *Hemisiella*, Gallery Forest, Cerrado *stricto sensu*.

46

47 **Introdução**

48 As abelhas da tribo Centridini (Hymenoptera, Apidae) são solitárias e se destacam por possuir
49 adaptações morfológicas para a coleta de óleo das flores (Neff e Simpson, 1981), o que fazem delas
50 polinizadores chave de famílias que produzem óleo como recompensa floral (Albuquerque e Rêgo
51 1989; Buchmann 1987; Vinson *et al.* 1997). Três famílias são importantes fontes de óleo para este
52 grupo de abelhas: Krameriaceae, Malpighiaceae e Plantaginaceae (Martins *et al.* 2013; Simpson *et al.*
53 1977; Vogel 1974). Espécies de *Centris* Fabricius, 1804 estão distribuídas por todo o continente
54 Americano, podendo ser encontradas desde regiões áridas até em florestas úmidas equatoriais (Zanella
55 2002). Com capacidade de nidificar em diversos habitats, elas podem construir seus ninhos no solo
56 (Aguiar e Gaglianone 2003; Rêgo *et al.* 2006), em termiteiros (Gaglianone 2001; Ramos *et al.* 2007b)
57 e em cavidades preexistentes (Coville *et al.* 1983; Krombein 1967).

58 No Brasil, estudos com abelhas do gênero *Centris* que nidificam em cavidades preexistentes
59 em sua maioria referem-se a quatro espécies do subgênero *Hemisiella* Moure 1945: *Centris*
60 (*Hemisiella*) *dichrootricha* (Moure, 1945), *Centris* (*Hemisiella*) *tarsata* Smith, 1874, *Centris*
61 (*Hemisiella*) *trigonoides* Lepelletier, 1841 e *Centris* (*Hemisiella*) *vittata* Lepelletier, 1841 (Aguiar *et al.*
62 2006; Camillo *et al.* 1995; Garófalo *et al.* 2004). A espécie *Centris tarsata* é a que prevalece nos
63 biomas brasileiros (Aguiar e Garófalo 2004; Buschini 2006; Mendes e Rêgo 2007; Mesquita e
64 Augusto, 2011; Viana *et al.* 2001), seguida de *C. vittata* (Camillo *et al.* 1995; Ramos *et al.* 2010).
65 Porém, há apenas uma descrição com *C. trigonoides* na Caatinga (Aguiar *et al.* 2006) e *C.*
66 *dichrootricha* na Floresta Amazônica (Morato *et al.* 1999).

67 Apesar dos primeiros relatos sobre o comportamento de nidificação de Centridini serem
68 referenciados a partir da década de 80 e, se intensificarem no Brasil, nas décadas de 90 e na virada do
69 milênio, os estudos sobre a biologia de abelhas solitárias, no Maranhão, só se iniciaram na última
70 década. Aí, destacam-se a ocorrência de *C. vittata* no Cerrado (Ramos *et al.* 2007a), a descrição do
71 comportamento de nidificação de *Centris* (*Ptilotopus*) *maranhensis* Ducke, 1910 que nidifica em

72 termiteiros (Ramos *et al.* 2007b), informações sobre *C. vittata* em cavidades naturais de tronco de
73 *Astronium* sp. (Anacardiaceae) (Ramos *et al.* 2010) e de *C. tarsata* em cavidades artificiais (Mendes e
74 Rêgo 2007).

75 Neste aspecto, os ninhos-armadilha adquirem importância, sobretudo, na riqueza de espécies
76 de abelhas que são residentes no local de estudo, assim como o conhecimento sobre sua biologia e
77 comportamento (Camillo *et al.* 1995). Considerando que os estudos sobre Centridini, com uso de
78 ninhos-armadilha, ainda são incipientes no Maranhão, fez-se este trabalho com o intuito de ampliar os
79 conhecimentos sobre a biologia e arquitetura de ninhos de *Centris (Hemisiella) dichrotricha*, além de
80 avaliar sua preferência por nidificar em duas fitofisionomias do domínio de Cerrado.

81

82 **Material e Métodos**

83 **Área de estudo**

84 A área de estudo está localizada no Parque Estadual do Mirador, município de Formosa da
85 Serra Negra, na Base Geraldina (6°37'56,29''S e 45° 53' 47,25''W), região centro-sul do Maranhão
86 (Fig.1). A vegetação do Parque é caracterizada pelo bioma Cerrado, incluindo formações de Cerrado
87 *stricto sensu*, Cerradão e Mata de Galeria. O Parque possui uma área de aproximadamente 438.000 ha,
88 onde em seus limites encontra-se a Serra das Alpercatas e Serra do Itapecuru com o relevo plano e
89 solo do tipo Latossolo Vermelho-Amarelo. O clima é subúmido e semi-árido com precipitação
90 pluviométrica anual de 1200 mm, com período chuvoso iniciando em outubro estendendo-se até maio,
91 e o de estiagem ocorrendo nos meses de junho a setembro. A média das temperaturas máximas varia
92 de 31,4°C a 33°C e das mínimas varia de 19,5°C a 21°C (IBGE, 1998).

93 **Amostragem**

94 Para a obtenção das abelhas foram utilizados ninhos-armadilha de madeira que consiste em
95 uma peça cortada (28x28x150mm) e furada no sentido longitudinal. O tamanho das cavidades
96 perfuradas dos ninhos-armadilha foram 6, 8, 10, 12, 14 e 16 mm de diâmetro e 110 mm de
97 profundidade. Os ninhos-armadilha foram distribuídos em duas áreas de um hectare cada: uma área de
98 vegetação de Cerrado *stricto sensu* e a outra de Mata de Galeria. Eles foram agrupados em um
99 conjunto de seis ninhos de cada diâmetro, sendo que para cada ponto selecionado, utilizou-se dois
100 conjuntos de ninhos, amarrados a uma altura de 1,5 m do solo, do qual cada conjunto foi posicionado
101 em lados opostos. Os ninhos foram dispostos em 25 pontos (300 ninhos-armadilha/área), onde os
102 pontos foram distribuídos em cinco transectos de 100 metros.

103 Os ninhos-armadilha foram vistoriados mensalmente no período de janeiro de 2012 a
104 dezembro de 2013. Os ninhos fundados e finalizados eram substituídos por outros de mesmo diâmetro
105 e levados para o laboratório para serem monitorados, fotografados e observado o período de
106 emergência das abelhas. Após a emergência dos indivíduos, os ninhos foram abertos para conferir o
107 número de células, presença ou não de células vestibulares, tipo de material utilizado para a
108 composição dos ninhos, comprimento total da cavidade intranidal, comprimento e largura da célula e

109 retirada de material polínico para análise e identificação. Os dados climáticos (precipitação, umidade
110 relativa e temperatura) foram aferidos com o auxílio de um pluviômetro e de um Datalogger.

111 Para comparar a abundância dos ninhos fundados foi calculado a taxa de fundação, que
112 consiste na razão (número de ninhos fundados)/(número de ninhos disponíveis) x 100. O volume das
113 células foi calculado pela fórmula do volume do cilindro [(largura da célula)² x (comprimento da
114 célula) x ($\pi=3,14$)]. As medidas das células foram aferidas com o auxílio de um paquímetro digital e
115 para largura máxima da cabeça (LC) foi utilizado o software Axion-Vision com o auxílio de uma
116 câmera acoplada a um estereomicroscópio Zeiss Scope A1. As abelhas foram depositadas na Coleção
117 de Abelhas (LEACOL) do Laboratório de Estudo sobre Abelhas da Universidade Federal do
118 Maranhão.

119 Para a análise polínica foi extraído o resíduo de 20 ninhos de *C. dichrotricha*, após a
120 emergência dos adultos, correspondente ao ano de 2012. O método de extração do material polínico
121 utilizado foi o de acetólise de Erdtman (1960). Após as amostras serem processadas foram
122 confeccionadas quatro lâminas para cada ninho. A contagem foi baseada no posicionamento de quatro
123 quadrantes de 5mm², feitos com pincel para CD sobre a lamínula. A cada quadrante contavam-se 75
124 grãos de pólen, totalizando 300 grãos por lâmina, com somatório de 1200 grãos por amostra de ninho.
125 A identificação dos tipos polínicos foi baseada na palinoteca de referência da área de estudo que foi
126 elaborada em paralelo, a este estudo, durante o período de 2012 e 2013 (dados não publicados).

127 **Análise de dados**

128 Todas as variáveis contínuas foram testadas quanto a normalidade pelo teste Shapiro-Wilk,
129 para averiguação das premissas dos testes paramétricos. A estatística multivariada (MANOVA) foi
130 utilizada para testar se a largura máxima da cabeça e o volume das células diferem entre o sexo e o
131 habitat. O teste não-paramétrico Kruskal-Wallis foi utilizado para testar se há diferenças na largura
132 máxima da cabeça e volume entre os diâmetros dos ninhos. O teste de Mann-Whitney foi utilizado
133 para identificar a diferença entre os diâmetros e o volume das células para cada sexo. A correlação de
134 Spearman (r) foi utilizada para avaliar o grau de semelhança entre número de fundações mensais e os
135 dados climáticos coletados mensalmente; e a relação entre o comprimento total da cavidade do ninho
136 utilizado e o número de células fundadas (células da prole e células vestibulares). O teste Qui-
137 quadrado (χ^2) foi empregado para avaliar se as frequências de fundações são semelhantes dentro o
138 habitat Cerrado e Mata de Galeria; e também se as proporções observadas da razão sexual entre
139 fêmeas e machos estão nas proporções esperadas de 1:1. As análises estatísticas foram feitas utilizando
140 o software Systat versão 12 (Systat, 2007) e o Past (Hammer *et al.* 2001).

141

142

143 Resultados

144 *Atividade de nidificação e sazonalidade*

145 Foram obtidos 29 ninhos de *C. dichrotricha* que corresponderam a uma taxa de fundação de
 146 4,83% do total de ninhos disponíveis (Tabela 1). Com relação aos diâmetros utilizados, as fêmeas
 147 nidificaram nos diâmetros 8mm (27,6%), 10mm (31%), 12mm (27,6%) e 14mm (13,8%), não
 148 ocorrendo nidificação nos diâmetros 6 e 16mm. As fundações ocorreram com maior frequência na
 149 Mata de Galeria (72,41%) do que em relação ao habitat do Cerrado (27,59%), desta forma, houve
 150 diferença significativa entre o número de ninhos fundados nos habitats ($\chi^2 = 5,56$; $p < 0,05$; G.L.=1).

151 A atividade sazonal da espécie ocorreu no início do período chuvoso (possivelmente outubro),
 152 com a finalização da construção dos ninhos ocorrendo, em maioria, no mês de novembro. Este padrão
 153 sazonal manteve-se no ano seguinte para a Mata de Galeria e Cerrado, porém o número de ninhos
 154 fundados no segundo ano foi inferior ao ano anterior (Fig. 2). Não houve correlação entre o número de
 155 ninhos fundados e os fatores climáticos: fundações dos ninhos e a precipitação mensal ($r = 0,088$; $p =$
 156 $0,683$; $n = 24$), fundações dos ninhos e umidade do ar ($r = 0,081$; $p = 0,707$; $n = 24$) e fundações dos
 157 ninhos e temperatura ($r = 0,025$; $p = 0,908$; $n = 24$), para Mata de Galeria, e para o Cerrado ($r = 0,074$;
 158 $p = 0,729$; $n = 24$; $r = 0,253$; $p = 0,232$; $n = 24$, $r = -0,277$; $p = 0,189$; $n = 24$, respectivamente).

159 *Arquitetura dos ninhos*

160 Foram construídas 115 células para os dois habitats, das quais emergiram espécimes de 105
 161 células. Em dez destas células, foi detectado mortalidade em alguma fase do desenvolvimento (Tabela
 162 1). Dez eram células vestibulares, no Cerrado com quatro ($\bar{x} = 1,01 \pm 0,56 \text{ cm}^3$) e seis na Mata de
 163 Galeria ($\bar{x} = 1,39 \pm 0,44 \text{ cm}^3$). O comprimento da cavidade intranidal variou de 1,9 a 9,8 cm que
 164 continha de 1 a 7 células, desta forma foi observado que o comprimento do ninho utilizado está
 165 diretamente relacionado com a quantidade de células construídas, havendo forte correlação entre o
 166 espaço do ninho e o número de células ($r = 0,82$; $p < 0,001$; $n = 29$).

167 A análise multivariada mostrou que não houve diferença significativa para os habitats Cerrado
 168 e Mata de Galeria em relação a largura máxima da cabeça e o volume das células ($F_{2, 74} = 2,454$; $p =$
 169 $0,093$), porém ocorreu diferença significativa entre os sexos em relação a largura máxima da cabeça e
 170 o volume das células ($F_{2, 74} = 298,76$; $p < 0,001$). O volume das células das fêmeas, em média, foi
 171 maior que o dos machos (Tabela 1), com diferença significativa para os diâmetros 10, 12 e 14mm
 172 (Manny-Whitney $\delta \times \varphi$, $U_{10\text{mm}} = 46$; $p_{10\text{mm}} = 0,033$; $U_{12\text{mm}} = 13,5$; $p_{12\text{mm}} = 0,005$; $U_{14\text{mm}} = 11$; $p_{14\text{mm}} =$
 173 $0,031$). Em relação ao volume das células das fêmeas sobre os diâmetros 8, 10, 12 e 14mm não houve
 174 diferença significativa (Kruskal-Wallis = 5,421; $p_{\varphi} = 0,143$) assim como para os machos (Kruskal-
 175 Wallis = 7,726; $p_{\delta} = 0,052$).

176 As células dos ninhos foram construídas basicamente de areia e uma substância aglutinante
 177 que tinha a função de unir as partículas de areia. As células eram compactadas e dispostas de forma
 178 linear, sendo que no interior de cada célula era moldada a superfície interna que constituía de uma
 179 parede polida e lisa. O plug da parede de fechamento dos ninhos, com a mesma consistência das

180 células, tinha uma espessura variando de 2,29 a 19,86mm, sendo que na parte externa terminava em
181 formato côncavo, com o mesmo aspecto liso e polido da parede interna da célula de cria, sem
182 nenhuma outra substância aí depositada (Fig. 3K).

183 Houve uma distinção quanto à origem do solo utilizado nos ninhos, estes com duas colorações
184 distintas: solo do tipo Latossolo Vermelho-Amarelo característico da vegetação do Cerrado e solo de
185 coloração cinza proveniente da Mata de Galeria (Fig. 3A-B). Deste modo, os ninhos fundados na Mata
186 de Galeria apresentaram 80,95% de sedimento de origem do Cerrado e 19,05% de origem do mesmo
187 solo de nidificação. No entanto, para os ninhos do Cerrado todos foram compostos apenas pelo solo
188 vermelho.

189 Alguns ninhos foram monitorados e observados as características em relação à composição do
190 alimento da larva, que consistia em uma massa de pólen misturado com óleo, ocupando o volume
191 aproximadamente da metade da célula que se completava com uma porção de néctar (Fig. 3C-E). A
192 larva se alimentava a priori, da porção de néctar e logo após da massa de pólen (Fig. 3C-D). Ao
193 finalizar o alimento, iniciava o casulo para a mudança do estágio de pupa, este casulo consistia em
194 uma membrana translúcida de coloração amarela que cobria aproximadamente 2/3 do mesmo e sobre o
195 qual se fundia uma rígida e resistente crosta de fezes (Fig. 3I-J).

196 ***Emergência dos adultos, parasitismo e mortalidade***

197 *C. dichrootricha* teve apenas uma geração por ano em ambos os habitats, com um ciclo de
198 atividade curto de novembro a dezembro. Entre a retirada dos ninhos de campo até a emergência dos
199 indivíduos, as abelhas emergiram em um intervalo de 14 a 35 dias, já as espécies parasitas emergiram
200 em um intervalo menor que a espécie hospedeira, variando de 9 a 32 dias. Não foi observado diapausa
201 em nenhuma fase de desenvolvimento da abelha. Dos ninhos da Mata de Galeria emergiram 68
202 espécimes e do Cerrado 19 da *C. dichrootricha*.

203 O parasitismo ocorreu em 14 ninhos (18 indivíduos) que continham células parasitadas por
204 duas espécies de abelhas, *Mesocheira bicolor* (Fabricius, 1804) (Apinae) e *Coelioxys* sp.
205 (Megachilinae) e uma espécie de mosca (*Antrax* sp., Diptera). *Mesocheira bicolor* foi o parasita mais
206 abundante (16 espécimes) e as demais espécies apresentaram apenas um indivíduo. Além das células
207 parasitadas, houve mortalidade de 10 indivíduos na fase de ovo, larva e pré-adulto (Tabela 1).

208 ***Tamanho dos adultos e razão sexual***

209 Considerando a largura máxima da cabeça, não ocorreu sobreposição entre os sexos, sendo
210 que as fêmeas foram significativamente maiores que os machos ($F_{1,76} = 595,19$; $p < 0,001$; Fig. 4). Em
211 relação à largura da cabeça e os diâmetros dos ninhos-armadilha não houveram diferenças
212 significativas entre fêmeas e machos (Kruskal-Wallis_f = 5,936, $p_f = 0,115$; Kruskal-Wallis_g = 0,319,
213 $p_g = 0,956$).

214 A protandria, o nascimento primeiro de machos e depois de fêmeas, foi observada para *C.*
215 *dichrootricha* tanto no Cerrado quanto na Mata de Galeria. Os machos disponibilizaram-se em todas
216 as células construídas (da célula um à sétima), as fêmeas nas quatro primeiras células e os parasitas

217 estiveram localizados entre a segunda e sexta células (Fig.5). A razão sexual do número de fêmeas em
218 relação aos machos foi de 1,17: 1, não havendo diferenças significativas nas proporções esperadas de
219 1:1 ($\chi^2=0,04$; $p=0,83$; G.L.=1).

220 **Análise polínica dos ninhos**

221 A análise polínica dos ninhos de *C. dichrotricha* demonstrou que a origem desse material foi
222 proveniente de 11 tipos polínicos, pertencentes a seis famílias botânicas distribuídas em 10 espécies, e
223 um tipo polínico não determinado (Tabela 2, Figura 6). A principal fonte polínica encontrada foi
224 obtida em quatro espécies da família Malpighiaceae, sendo que a fonte mais representativa para *C.*
225 *dichrotricha* foi o pólen e óleo floral coletados em três espécies do gênero *Byrsonima*, representando
226 82,9% das amostras.

227

228 **Discussão**

229 *Centris dichrotricha* é uma espécie univoltina, com tendência a nidificar em formação
230 florestal e com capacidade de nidificar em cavidades com diâmetros variados. A procedência de seus
231 recursos alimentares (pólen, néctar e óleo floral) e sedimento para compor seus ninhos é
232 principalmente de origem da formação do Cerrado. Qualitativamente, foram poucas fontes de alimento
233 utilizadas, que caracterizam a espécie como oligolética e quantitativamente demonstra uma preferência
234 por espécies do gênero *Byrsonima* Rich. ex Kunth.

235 A taxa de fundação de *C. dichrotricha* foi semelhante a encontrada por Morato *et al.* (1999),
236 em fragmentos da Floresta Amazônica. Por outro lado, quando se compara com outras espécies do
237 subgênero *Hemisiella*, observa-se que a taxa de fundação de *C. dichrotricha* foi inferior a *C. tarsata*,
238 *C. trigonoides* e *C. vittata* (Tabela 3). No Brasil, há apenas um registro da espécie nidificando em
239 cavidades preexistentes (Morato *et al.* 1999), já na Costa Rica, os machos de *C. dichrotricha* foram
240 observados patrulhando os ninhos-armadilha, mas não houve registro de nidificação de nenhuma
241 fêmea (Thiele 2005). Em razão disso acredita-se que a ocorrência da espécie é ainda bem restrita ao
242 norte da região Neotropical (Moure *et al.* 2012; Morato *et al.* 1999).

243 No que diz respeito a essa baixa abundância reportada nesse estudo, os resultados podem
244 ainda ser reforçados quando comparado com um levantamento faunístico em flores realizado na
245 mesma área de estudo (esforço total de 624 horas), do qual foi coletado apenas um indivíduo de *C.*
246 *dichrotricha* (dados não publicados). O fato de *C. dichrotricha* ser uma espécie com hábitos de
247 nidificação pouco conhecido, até então apenas registrada em ambientes florestais (Morato *et al.* 1999)
248 e a partir deste estudo em áreas do Cerrado, talvez essa baixa ocorrência esteja relacionado a escassez
249 de trabalhos realizados em áreas florestais. Pesquisas devem ser priorizadas para elucidar questões
250 biogeográficas da espécie, principalmente no que diz respeito aos seus locais de nidificação, uma vez
251 que há poucos registros de sua ocorrência nos inventários faunísticos tradicionais, havendo poucos
252 relatos de ocorrência no Brasil (veja em Silveira *et al.* 2002).

253 Por ser uma espécie de grande porte, *C. dichrotricha*, se adequou as cavidades de diâmetro
254 de 8 a 14 mm, desta forma ampliam-se as preferências por outros diâmetros, uma vez que há registro
255 dela nidificando em cavidades de 9,5mm e 12,7mm (Morato *et al.* 1999). Esta escolha por
256 determinado tamanho da cavidade está relacionada ao tamanho da espécie (Krombein 1967). *C.*
257 *tarsata*, por exemplo, que é uma espécies de médio porte, possui registros de nidificação nos
258 diâmetros 8mm e 10mm (Silva *et al.* 2001), e 7mm a 13mm (Buschini e Wolff 2006), já outra espécie
259 de grande porte, como *C. vittata*, possui uma preferência por diâmetros que podem variar entre 9 e
260 19mm (Pereira *et al.* 1999; Vinson *et al.* 2010).

261 Há um padrão observado na ocupação da cavidade intranidal, da qual geralmente a abelhas
262 não chegam a utilizar todo o espaço da cavidade (Pereira *et al.* 1999; Mesquita *et al.* 2009; Buschini e
263 Wolff 2006). Essa variação no comprimento está relacionada principalmente com o número de células
264 construídas, assim como demonstrado por (Pereira *et al.* 1999) para *C. vittata* que correlacionaram o
265 número de células construídas com o comprimento da cavidade utilizada. Porém isso, aplica-se apenas
266 quando se trata de células dispostas de forma linear, pois observa-se que quando as células são
267 dispostas em duas colunas paralelas, o comprimento é reduzido, sendo que isto é observado em
268 cavidades superiores àquelas que comportariam apenas uma fileira linear ou observado em diâmetros
269 grandes, como por exemplo, as cavidades dos ninhos-armadilha elaborados com bambu, pois possuem
270 uma variação ampla do diâmetro (Aguiar e Garófalo 2004; Mendes e Rêgo 2007; Mesquita *et al.*
271 2009; Pereira *et al.* 1999).

272 As cavidades de bambu comumente permitem a abelha construir um maior número de células,
273 principalmente quando a espécie possui o hábito de dispor suas células em duas fileiras, como
274 observado para *C. tarsata* no trabalho de Aguiar e Garófalo (2004) que obtiveram uma variação de 2 a
275 7, 9 e 13 células construídas, já Mendes e Rêgo (2007) observaram de 1 a 12 células e Mesquita *et al.*
276 (2009) uma amplitude de 1 a 10 células. Para *C. vittata* que necessita de células maiores em geral
277 dispõem suas células apenas em uma fileira da qual foi observada construindo de 1 a 9 células
278 (Mesquita *et al.* 2009; Pereira *et al.* 1999). Para *C. dichrotricha*, o presente estudo registra a
279 construção de 1 a 7 células o que corrobora com o então observado por Morato *et al.* (1999).

280 Embora o presente estudo não tenha analisado a estratificação dos ninhos, no trabalho de
281 Morato *et al.* (1999) é relatado *C. dichrotricha* nidificando em alturas de 8m e 15m (88,5% dos
282 ninhos) e apenas sete ninhos dispostos na altura de 1,5m. No presente estudo, é evidenciada a
283 nidificação de *C. dichrotricha* a 1,5 m de altura, e em função disso sugere-se que pelo tamanho do
284 dossel da Mata de Galeria do rio Alpercatas, talvez ninhos-armadilha expostos a uma maior altura
285 poderia ter aumentado o número de ninhos fundados pela espécie.

286 Como observado por Thiele (2005), não houve correlação entre o início do período chuvoso
287 na região em outubro e o início da atividade da espécie, diferente do observado por Aguiar e Garófalo
288 (2004) para *C. tarsata* em uma área de caatinga em Ipirá-BA. Neste estudo *C. dichrotricha*
289 provavelmente iniciou suas atividades em outubro, já que na coleta no início de novembro foi

290 registrado o pico de atividade da espécie nos dois anos, tanto na Mata de Galeria quanto para o
291 Cerrado, assemelhando-se com a atividade sazonal observada na Floresta Amazônica por Morato *et al.*
292 (1999). A nidificação de *C. dichrootricha* na Floresta Amazônica ocorreu em setembro e outubro,
293 sendo que a abundância de ninhos foi maior no segundo ano, diferente do observado nesse estudo
294 onde o primeiro ano foi bem mais abundante.

295 Uma característica obrigatória para espécies univoltinas é um período longo de diapausa em
296 alguma fase do desenvolvimento do inseto, porém não foi observado neste estudo diapausa para *C.*
297 *dichrootricha* nas gerações observadas em 2012 e 2013. Mesmo espécies multivoltinas como *C. analis*
298 (Couto e Camillo 2007) e *C. tarsata* (Aguiar e Garófalo 2004), após várias gerações consecutivas
299 entram em diapausa na fase de imaturos. Já outros autores que observaram ausência de diapausa, não
300 acreditam que *C. tarsata* possa ficar em diapausa na fase adulta (Buschini e Wolff 2006). Entretanto,
301 acredita-se que os adultos recém emergidos cessam suas atividades sobre condições não favoráveis
302 para seu desenvolvimento, como por exemplo, uma escassez de recurso (Danks 2002; Denlinger
303 1986).

304 A distinção de duas colorações do solo utilizado para *C. dichrootricha*, pode ser um padrão
305 adotado por outras espécies, como observado por Vinson *et al.* (2010) que distinguiram diferenças na
306 coloração e no tamanho dos grãos de areia utilizados por várias espécies de *Centris*. Segundo Vinson
307 *et al.* (2010), *Centris (Hemisiella) nitida* Smith, 1874 prefere solo escuro quando comparado com *C.*
308 *trigonoides*, já *C. vittata* usa partículas de solo maiores que *C. nitida* e *C. trigonoides*. Fica evidente
309 que a variação do solo local influencia na composição do tipo utilizado, porém neste trabalho foi
310 constatado que *C. dichrootricha* utiliza a maior parte de sedimento de origem do cerrado em ninhos
311 fundados na Mata de Galeria. Vinson *et al.* (2010) fazem uma pressuposição em relação a cor clara do
312 sedimento utilizado por *C. trigonoides*, os autores relatam que o local de nidificação em áreas áridas
313 pela espécie influenciou na cor do sedimento utilizado, o que corrobora para os ninhos de *C.*
314 *dichrootricha* nidificados no Cerrado, onde todos foram compostos pelo solo do mesmo sítio de
315 nidificação.

316 A parede de fechamento dos ninhos de *C. dichrootricha* assemelha-se aos de *C. trigonoides*
317 (Aguiar *et al.* 2006), que consiste em um revestimento moldado de consistência semelhante ao da
318 parede das células. Os materiais utilizados na construção dos ninhos (areia e óleo floral) e a
319 composição do alimento das larvas são em maioria provenientes do Cerrado, apesar de *C.*
320 *dichrootricha* ter fundando 72,4% de seus ninhos na Mata de Galeria. Não há relatos na literatura
321 sobre a interação de diferentes ecossistemas na contribuição de recursos para populações de abelhas
322 solitárias, apenas informações a respeito de preferência por local de nidificação (Aguiar *et al.* 2005;
323 Buschini 2006; Morato *et al.* 1999; Vinson *et al.* 2010). Embora haja necessidade de correlacionar em
324 futuros estudos a interação entre o período de oferta dos recursos, a atividade sazonal da espécie e as
325 preferências por determinada fonte de alimento para outras espécies, o presente estudo contempla a
326 importância de todas essas informações para o entendimento da biologia e do comportamento da *C.*

327 *dichrootricha*. Principalmente no que tange as consequências deste estudo, que gerou conhecimento
328 para estipular quais seriam as áreas de prioridade para conservação da espécie, uma vez que *C.*
329 *dichrootricha* depende de ambos as fitofisionomias do Cerrado para a manutenção de sua população.
330 Geralmente a análise polínica dos ninhos é feito a posteriori dos estudos sobre a biologia de
331 nidificação, como podemos observar nos trabalhos de Dórea *et al.* (2009, 2010a, 2010b, 2013),
332 Gonçalves *et al.* (2012) e Santos *et al.* (2013), exceto nos trabalhos de Mendes e Rêgo (2007) e
333 Ramos *et al.* (2010). Acrescidos as informações da análise polínica dos ninhos de *C. dichrootricha*
334 pode-se inferir que as duas fitosionomias são fundamentais para a conservação da espécie.

335 Provavelmente, a Mata de Galeria promove à espécie condições micro-climáticas mais
336 favoráveis para o desenvolvimento de sua prole, possivelmente uma das causas poderia ser a pouca
337 exposição dos ninhos a luz. De acordo com Martins *et al.* (2012), há maior frequência de nidificação
338 de abelhas quando os ninhos são expostos em áreas sombreadas. Porém, a biologia da espécie
339 influencia nesta preferência, como já foi elucidado para *C. tarsata* que possui afinidade em nidificar
340 em áreas abertas (Buschini e Wolff 2006; Mendes e Rêgo 2007; Viana *et al.* 2001). Porém, há poucos
341 estudos no Brasil em ambientes florestais para outras espécies de *Centris*, apenas o trabalho de
342 (Morato *et al.* 1999).

343 Dados sobre as fontes do componente larval para *C. dichrootricha* até então não havia sido
344 descrito, aqui reportamos como alimento larval o néctar e uma mistura de pólen e óleo floral. Baseado
345 no tipo do alimento larval das abelhas solitárias, Aguiar e Garófalo (2004) subdividem espécies do
346 gênero *Centris* quanto a utilização ou não de óleo floral (veja a lista de espécies citada em Aguiar e
347 Garófalo 2004), depois Aguiar *et al.* (2006) reorganizam a classificação para *C. trigonoides*. Com os
348 resultados do presente estudo *C. dichrootricha* inclui-se a essa classificação junto com *C. vittata*, *C.*
349 *tarsata* e *C. trigonoides*. Desta forma, completam-se todas as espécies do grupo *Hemisiella* que
350 nidificam em ninhos-armadilha compartilhando o mesmo comportamento quanto ao tipo do alimento
351 larval.

352 Como já relatado para as outras espécies do subgênero *Hemisiella*, não há sobreposição no
353 tamanho de machos e fêmeas (Mendes e Rêgo 2007; Pereira *et al.* 1999; Silva *et al.* 2001). O
354 dimorfismo sexual reflete no tamanho das células, sendo que o volume das células das fêmeas foram
355 maiores que as dos machos. As fêmeas foram posicionadas nas primeiras células e os machos
356 chegaram a ocupar todas as posições, o que corrobora com o também observado por Mendes e Rêgo
357 (2007), Silva *et al.* (2001) e Buschini e Wolff (2006) para *C. tarsata* e Drummond *et al.* (2008) para
358 *Centris (Heterocentris) terminata* Smith, 1874. Em relação ao tamanho dos machos serem menores
359 que as fêmeas é um padrão observado para as espécies de *Centris* (Buschini e Wolff 2006; Jesus e
360 Garófalo 2000; Mendes e Rêgo 2007; Pereira *et al.* 1999; Silva *et al.* 2001).

361 A espécie parasita *Mesocheira bicolor* foi o inimigo natural que se destacou em relação aos
362 demais (87,5%), o que não havia sido constatado no trabalho de Morato *et al.* (1999) que representou
363 12,5% dos espécimes. No estudo de Morato *et al.* (1999) *C. dichrootricha* foi atacada principalmente

364 por uma espécie de Coleoptera (*Tetraonyx* sp., 78,1%). O ataque de *M. bicolor* e *Coelioxys* spp é
365 comum para mesma população de *Centris* como observado para *C. vittata*, *C. tarsata* e *C. trigonoides*
366 (Aguiar e Garófalo 2004; Buschini e Wolff 2006; Mendes e Rêgo 2007; Morato *et al.* 1999).

367 A atividade de *C. dichrootricha* ocorreu no pico da florada da *Byrsonima* sp., o murici branco,
368 neste período encontravam-se ainda três espécies de Malpighiaceae floridas (observação pessoal). O
369 gênero *Centris* possui uma afinidade com espécies de Malpighiaceae, como já comprovado por
370 diversos autores (Albuquerque e Rêgo 1989; Buchmann 1987; Neff e Simpson 1981; Vinson *et al.*
371 1997; Vogel 1989). No Estado do Maranhão, Ramos *et al.* (2010) registraram fêmeas de *C. vittata*
372 visitando flores de *Byrsonima*, além disso, os autores analisaram pólen de *Tetrapteris* sp.
373 (Malpighiaceae) nas escopas de uma fêmea morta dentro de um ninho e Mendes e Rêgo (2007)
374 encontram em ninhos de *C. tarsata* tipo polínico *Banisteriopsis* sp. (Malpighiaceae) e *Cassia* sp.
375 (Caesalpinioideae) em uma área de plantio de eucalipto e de mata mesofítica. Em relação à *Centris*
376 *analis* (Fabricius, 1804), a principal fonte foi *Chamaecrista ramosa* (Vogel) H.S. Irwin & Barneby
377 (Caesalpinioideae) e *Byrsonima vacciniifolia* A.Juss. (Dórea *et al.* 2010). Há registros das espécies,
378 *Centris (Ptilotopus) maranhenses* e *Centris (Centris) decolorata* Lepeletier, 1841 (citada como
379 *Centris leprieuri*), cuja análise do alimento do ninho revelou 100% de pólen de *Byrsonima* (Ramos *et*
380 *al.* 2007b; Ribeiro *et al.* 2008). Essa afinidade parece ser uma característica da maioria das espécies de
381 *Centris*, quase que restrita às inflorescências de *Byrsonima*, fica evidente a importância de
382 Malpighiaceae para a dieta de algumas espécies, bem como o óleo floral utilizado para aglutinar as
383 partículas de solo para a arquitetura intranidal dos ninhos (Buchmann 1987; Vogel 1974).

384 Embora existam evidências da preferência dos Centridini pelas famílias produtoras de óleo
385 floral, em alguns trabalhos mostram outras famílias que são utilizadas como principal fonte de
386 alimento, como o observado por (Dórea *et al.* 2009) para *C. tarsata*. Os autores observaram a
387 importância de *Solanum paniculatum* L. e *Senna rizzini* H.S. Irwin & Barneby como fontes polínicas
388 em uma área de caatinga na Bahia, apesar da disponibilidade de plantas de óleo, como *B. vacciniifolia*,
389 *Banisteriopsis* sp. e *Krameria tomentosa* A. St.-Hil. Gonçalves *et al.* (2012), no Paraná, encontraram
390 resultados semelhantes ao da caatinga para *C. tarsata*, com duas espécies de Solanaceae como
391 principal fonte de pólen (*Solanum americanum* Mill. e *Solanum variabile* Mart.) e para fonte de óleo,
392 duas espécies de *Janusia* (Malpighiaceae). Já, *Chamaecrista ramosa* e *Solanum paniculatum* foram às
393 preferências para *C. trigonoides* na Bahia (Dórea *et al.* 2013).

394 Desde a revisão feita por Rebêlo *et al.* (2003) sobre a diversidade de abelhas do Maranhão,
395 ainda não havia registro de *C. dichrootricha* para o Estado. Além disso, o presente estudo contribui
396 com o primeiro relato da abelha para o Cerrado Norte do Brasil. Acrescentamos ainda a utilização de
397 dois tipos de solo para construção dos seus ninhos, sendo que o solo de origem do Cerrado foi o mais
398 frequente, principalmente nos ninhos da Mata de Galeria. Embora tenham existido diferenças
399 significativas em relação ao número de ninhos fundados entre os habitats, a espécie requer produto de
400 ambos os ambientes, como o local para nidificar, o solo para compor os ninhos e o material polínico e

401 energético para a prole. Desta forma, acredita-se que a Mata de Galeria e o Cerrado estão de certa
402 forma ligados intrinsecamente para a manutenção da população local da *C. dichrotricha*, e ainda
403 assim, se faz necessário mais estudos para elucidar a distribuição da população em outras áreas com
404 vegetação de mata de galeria e em áreas com influência da Floresta Amazônica.

405 Para finalizar, *C. dichrotricha* é uma espécie com uma única geração por ano que possui
406 preferências florais restritas as plantas que florescem no período de outubro a dezembro, essas fontes
407 são disponíveis em abundância na área do Cerrado do Parque Estadual do Mirador e o local de
408 nidificação são as margens do rio Alpercatas. É evidente que *C. dichrotricha* mantém sua população
409 com base na qualidade destes dois ecossistemas, desta forma lançamos mais uma hipótese sobre a
410 ocorrência da *C. dichrotricha* para futuros estudos sobre a espécie: será que sua distribuição nas áreas
411 de Cerrado só ocorre em proximidade à mata de galeria? E definimos mais uma pergunta sobre a
412 conservação da espécie para outras áreas ao norte da região Neotropical: qual seria o impacto gerado a
413 população de *C. dichrotricha* com o efeito da fragmentação dos ecossistemas?

414

415 **Agradecimentos**

416 Ao Drº Fernando Silveira pela identificação da espécie, a Drª Léa Carreira Medeiros pela
417 confirmação e identificação dos tipos polínicos e ao Drº Felipe Rêgo pela motivação. A equipe de
418 campo no Parque Estadual do Mirador, Ana Carolina Araújo, Denilson Martins, Fernanda Brito e
419 Samara Serra. Ao MCT/CNPq/FNDCT/CT-Ação Transversal/CT-Amazônia/CT-Biotec-BIONORTE
420 (Processo 554318/2010-5) e FAPEMA (CBIOMA-02930/12) pelo auxílio financeiro concedido ao
421 projeto de pesquisa. À CAPES e ao CNPq pelas bolsas de G.C.A.C. e P.M.C.A., respectivamente. À
422 SEMA-MA por fornecer autorização de coleta de abelhas e plantas no PEM.

423

424

425

426

427

428

429

430

431

432

433

434

435

436

437

438

439 **Tabela 1:** Número de células de cria, mortalidade, parasitismo, comprimento dos ninhos e volume das
 440 células de *Centris (Hemisiella) dichrootricha* nos habitats Cerrado e Mata de Galeria, janeiro de 2012
 441 a dezembro de 2013, município de Formosa da Serra Negra, Maranhão, Brasil.

	Cerrado	Mata de Galeria
Total de ninhos	8	21
Total de células de cria	30	85
Total de abelhas emergidas	19	68
Total de imaturos mortos	3	7
Estádio de ovo	0	1
Estádio de pupa	1	1
Estádio de pré-adulto	2	5
Total de células parasitadas	8	10
<i>Mesocheira bicolor</i>	7	9
<i>Coelioxys</i> sp.	0	1
Diptera	1	0
Comprimento do ninho (cm)	$x = 6,6 \pm 2,04$	$x = 6,83 \pm 1,89$
Volume das células (cm ³)		
♂♂	$x = 1,92 \pm 0,53$	$x = 1,57 \pm 0,43$
♀♀	$x = 2,03 \pm 0,51$	$x = 1,89 \pm 0,44$

442

443 **Tabela 2:** Frequência dos tipos polínicos utilizados por *Centris (Hemisiella) dichrotricha* para o
 444 provisão das células em ninhos construídos em novembro e dezembro de 2012, município de
 445 Formosa da Serra Negra, Maranhão, Brasil.

Família/Espécie	Cerrado		Mata de Galeria		Recurso
	Nov %	Dez %	Nov %	Dez %	
FABACEAE					
<i>Pterodon emarginatus</i>	0,50	-	0,27	0,50	N
<i>Tachigali subvelutina</i>	0,36	-	-	-	N
MALPIGHIACEAE					
<i>Byrsonima rotunda</i>	92,00	74,58	77,78	72,55	P/O
<i>Byrsonima crassifolia</i>	0,17	-	11,19	-	P/O
<i>Byrsonima spicata</i>	-	1,00	2,27	-	P/O
<i>Heteropterys</i> sp.	5,86	0,42	3,38	-	O
MELASTOMATAACEAE					
<i>Mouriri eliptico</i>	0,67	2,88	-	-	P
MORACEAE					
<i>Brosimum</i> sp.	0,14	-	0,08	26,79	P
MYRTACEAE					
<i>Eugenia</i> sp.	-	21,13	0,79	-	P
OCHNACEAE					
<i>Ouratea castenaefolia</i>	-	-	3,41	-	P
Tipo não determinado					
Tipo nd	0,31	-	0,81	0,17	-
Total de tipos polínicos	8	5	9	4	

446

447

448

449

450

451

452

453

454

455 **Tabela 3:** Síntese dos principais aspectos dos estudos com espécies do subgênero *Hemisiella*
 456 realizados nos biomas brasileiros. Taxa de fundação = frequência do número de ninhos fundados pelo
 457 número de ninhos ofertados. Tipo de ninho: B – bambu, M – madeira, C – cartolina.

Bioma/Vegetação	Espécie	Nº Meses	Ninho	Diâmetro	Taxa de fundação	Referência
Caatinga						
Pastagem (BA)	<i>C. trigonoides</i>	10	B	8 e 9	10%	Aguiar <i>et al.</i> (2006)
Ipirá (BA)	<i>C. tarsata</i>	18	B e C	6 e 8	8,92%	Aguiar e Garófalo (2004)
Baixa Grande (BA)	<i>C. tarsata</i>	28	B e C	6 e 8	9,11%	Aguiar e Garófalo 2004
Cerrado						
Cerrado s.s.(MA)	<i>C. dichrootricha</i>	24	M	8; 10; 12	2,67%	este estudo
Mata de Galeria (MA)	<i>C. dichrootricha</i>	24	M	8; 10; 12; 14	7%	este estudo
Cerrado s.s. (MG)	<i>C. tarsata</i>	21	B	-	35,55%	Pires <i>et al.</i> (2012)
Mata ciliar (MG)	<i>C. tarsata</i>	21	B	-	17,78%	Pires <i>et al.</i> (2012)
Mata mesofítica (MA)	<i>C. tarsata</i>	24	B	7 a 19	5%	Mendes e Rêgo (2007)
Plantação de Eucalipto (MA)	<i>C. tarsata</i>	24	B	7 a 19	15,5%	Mendes e Rêgo (2007)
Cultura de aceroleira (MG)	<i>C. tarsata</i>	10	B	10 a 18	22,32%	Mesquita <i>et al.</i> (2009)
Cultura de aceroleira (MG)	<i>C. vittata</i>	10	B	12 a 20	10,71%	Mesquita <i>et al.</i> (2009)
Floresta Amazônica						
Fragmentos florestais (AM)	<i>C. dichrootricha</i>	24	M	4,8; 9,5; 12,7	4,71%	Morato <i>et al.</i> (1999)

458

459

460

461

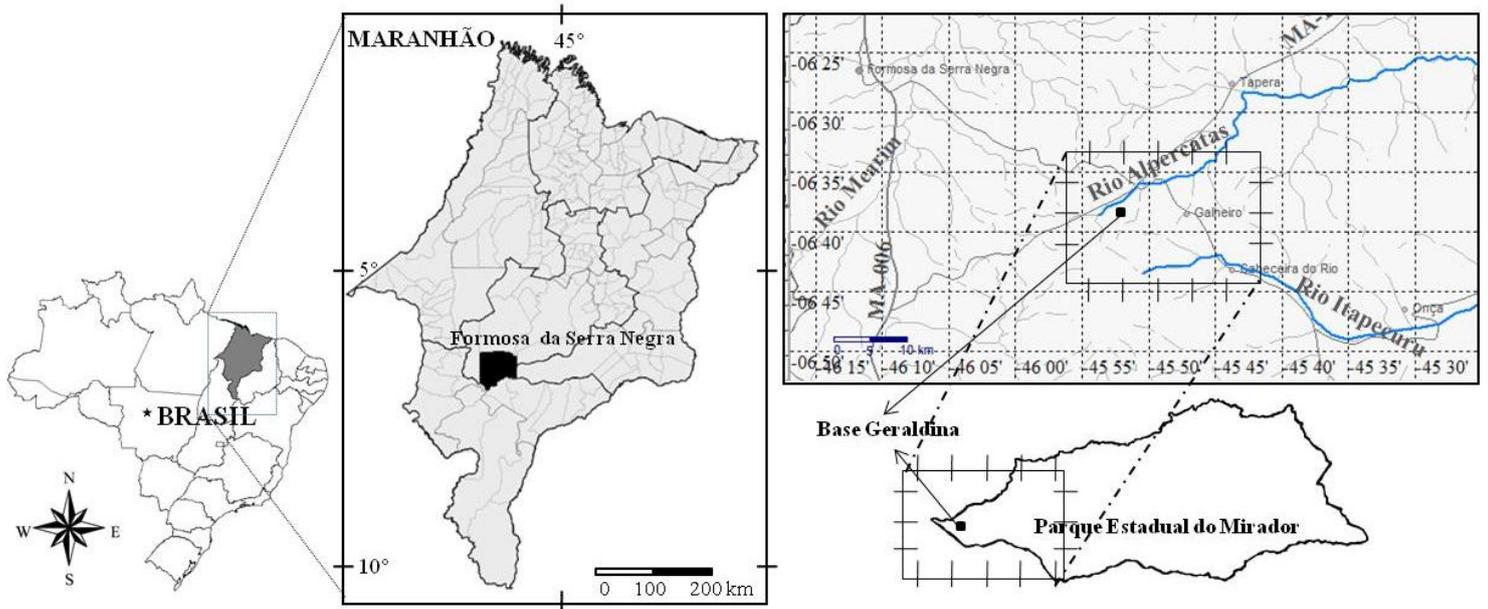
462

463

464

465

466



467 **Figura 1:** Localização geográfica da área de estudo na Base Geraldina do Parque Estadual do
 468 Mirador, município Formosa da Serra Negra, Maranhão, Brasil.

469
 470
 471
 472
 473
 474
 475
 476
 477
 478
 479
 480
 481
 482
 483
 484
 485
 486
 487
 488
 489

490
491
492
493
494
495
496
497
498
499
500
501
502
503
504
505
506
507
508
509
510
511
512
513
514
515
516
517
518
519
520
521
522
523

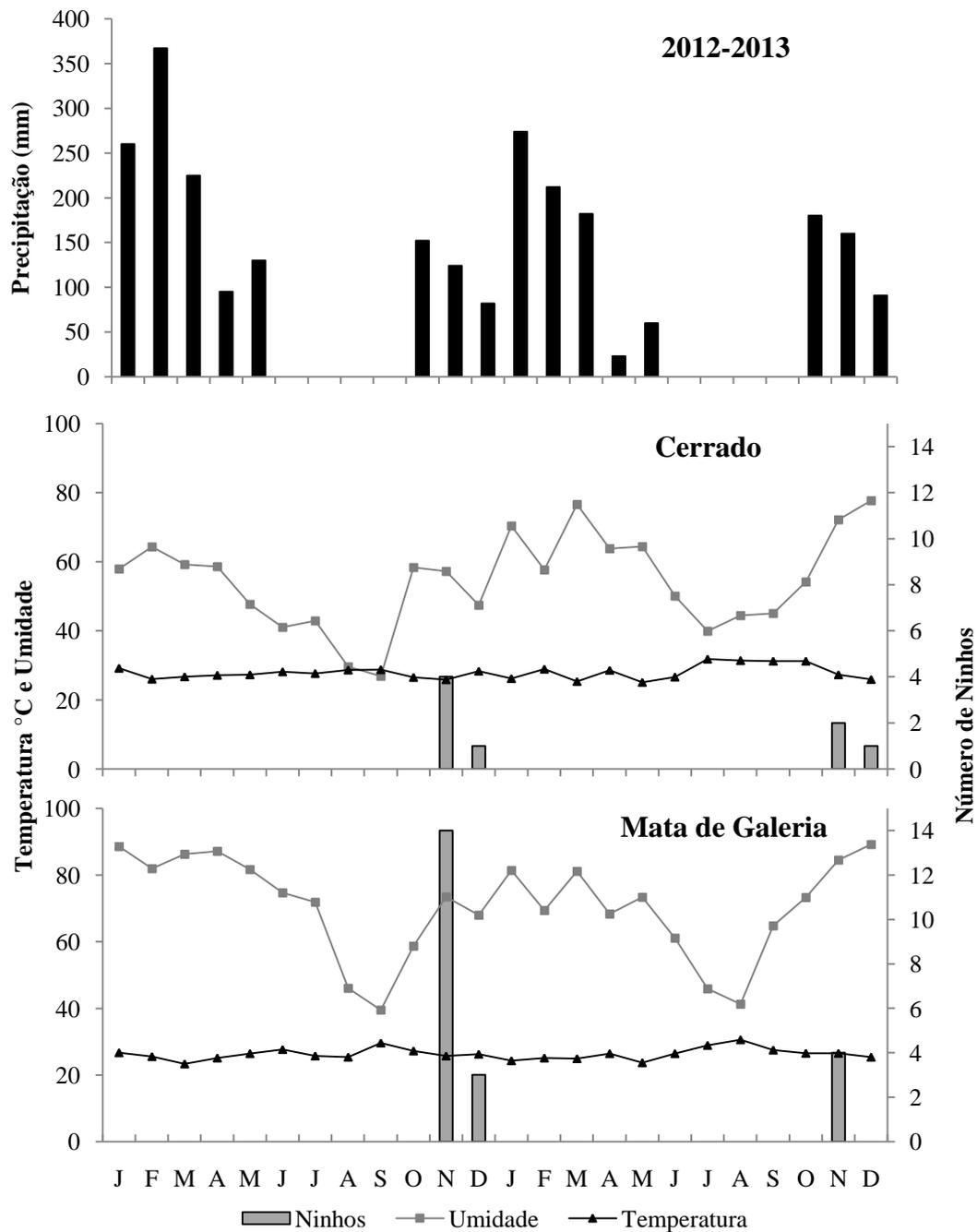
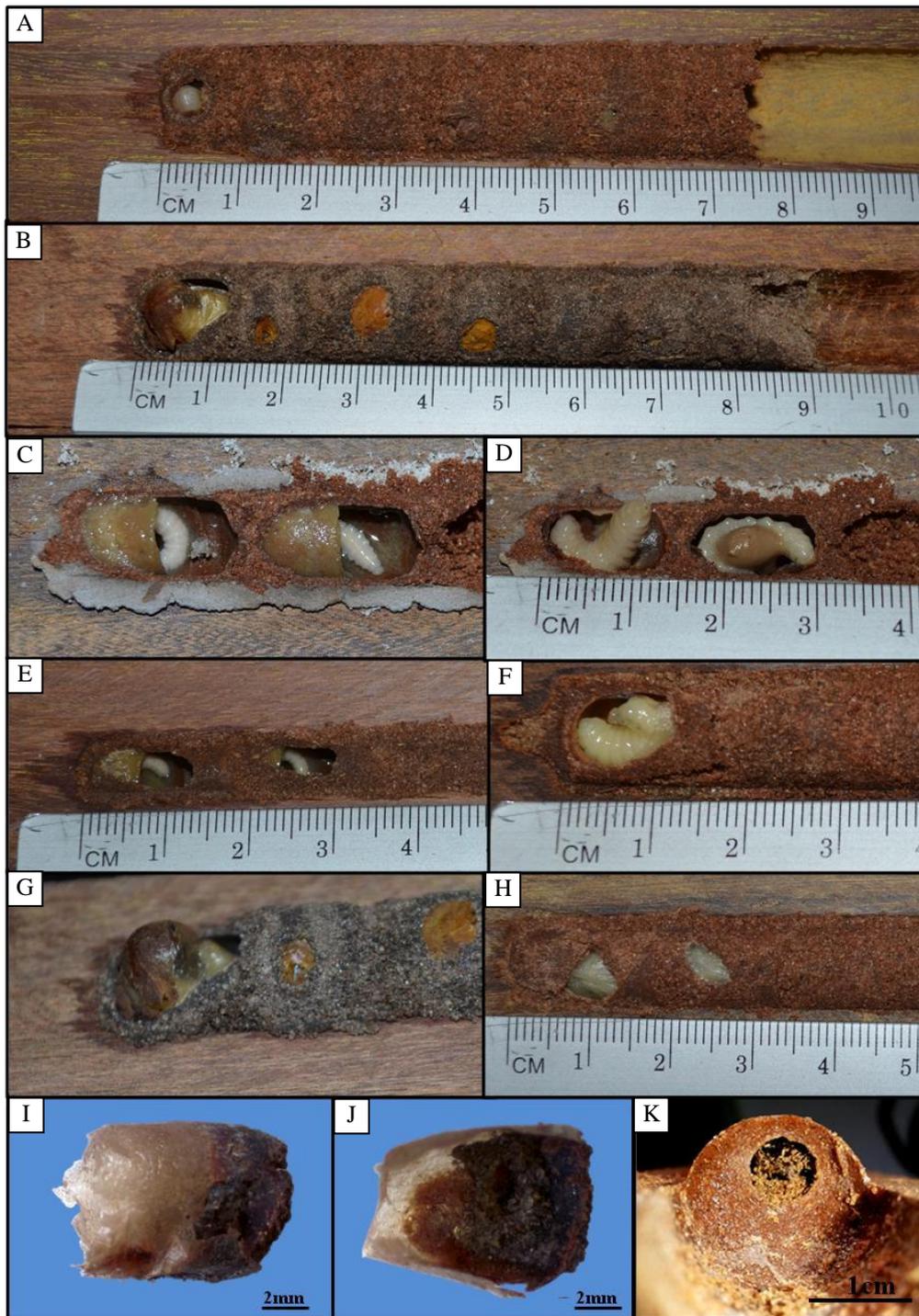
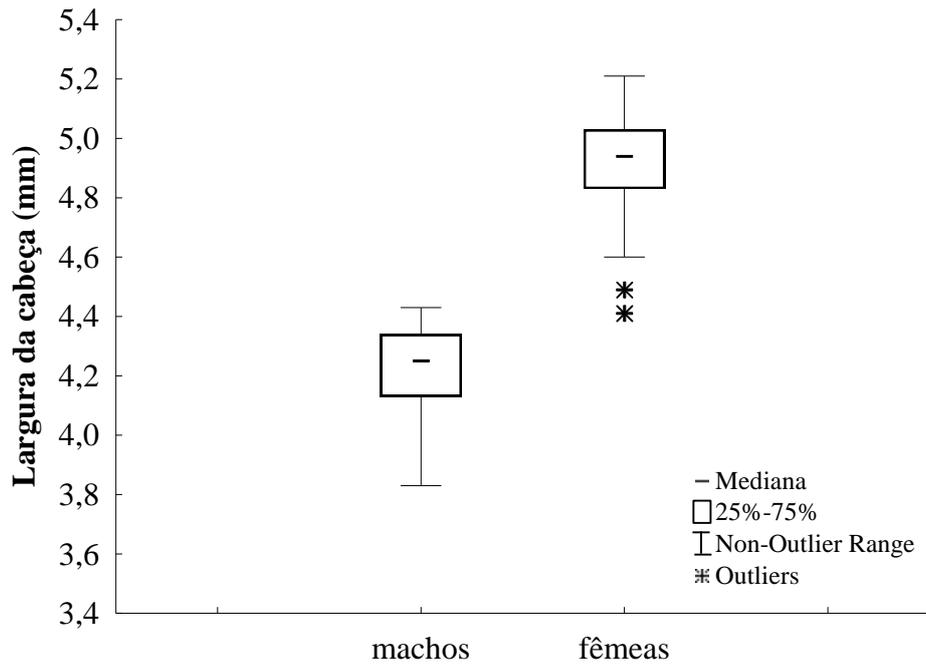


Figura 2: Fatores climáticos (precipitação, temperatura e umidade) e número de ninhos de *Centris (Hemisiella) dichrootricha* obtidos nos habitats do Cerrado e Mata de Galeria, no período de janeiro de 2012 a dezembro de 2013, município de Formosa da Serra Negra, Maranhão, Brasil.



524

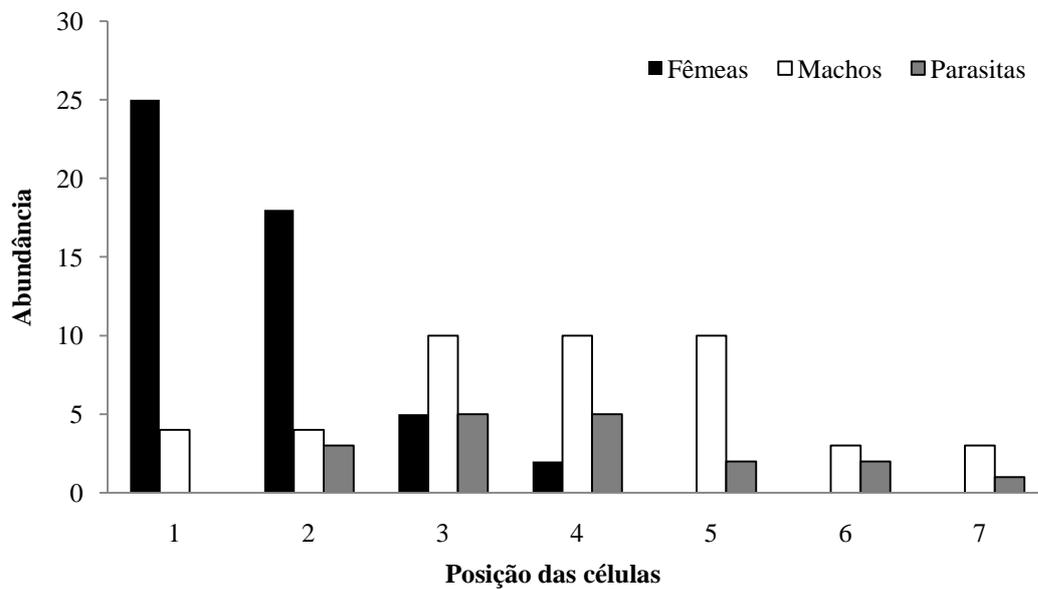
525 **Figura 3:** Características dos ninhos e desenvolvimento da larva da *Centris (Hemisiella)*
 526 *dichrotricha*. A – solo vermelho; B – solo cinza; C e D – larvas do ninho N73 depois de retirada da
 527 área (09/11/12) e após quatro dias de desenvolvimento (13/11/12), após este estágio um indivíduo de
 528 *Mesocheira bicolor* emergiu em 25 dias (célula C2) e uma fêmea de *C. dichrotricha* em 27 dias
 529 (célula C1); E – estágio que as larvas estão se alimentando do néctar (indivíduos emergiram após 35
 530 dias); F – larva na célula C1 (um indivíduo emergiu após 27 dias); G – larva finalizando o casulo (o
 531 indivíduo emergiu após 28 dias); H – casulo da pupa de coloração amarelo-clara (os indivíduos
 532 emergiram após 22 e 24 dias); I e J – casulo; K – plug da entrada após indivíduos emergirem.



533

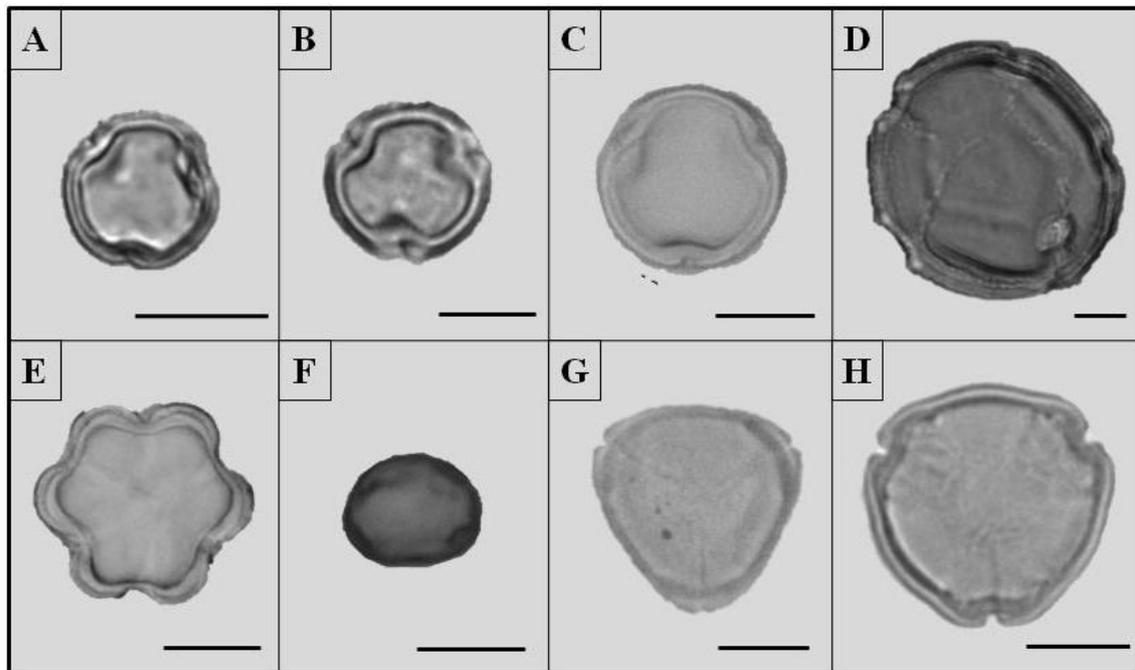
534 **Figura 4:** Média do tamanho dos machos e das fêmeas da população de *Centris (Hemisiella)*
 535 *dichrootricha* dos habitats Cerrado e Mata de Galeria.

536



537

538 **Figura 5:** Distribuição de machos, fêmeas e parasitas em relação à posição das células, com
 539 ocorrência de protandria em *Centris (Hemisiella) dichrootricha*.



540 **Figura 6:** Tipos polínicos mais frequentes utilizados por *Centris (Hemisiella) dichrootricha* no
541 período de Novembro e Dezembro de 2012. A – *Byrsonima rotunda*, B – *Byrsonima crassifolia*, C –
542 *Byrsonima spicata*, D – *Heteropterys* sp. (Malpighiaceae); E – *Mouriri eliptico* (Melastomataceae); F
543 – *Brosimum* sp. (Moraceae); G – *Eugenia* sp. (Myrtaceae); H – *Ouratea castenaefolia* (Ochnaceae).
544 Escala de 10 μ m.

545
546
547
548
549
550
551
552
553
554
555
556
557
558
559
560
561
562

563 **Referências Bibliográficas**

564

565 AGUIAR, C. M. L.; GAGLIANONE, M. C. 2003. Nesting biology of *Centris (Centris) aenea*
566 Lepeletier (Hymenoptera, Apidae, Centridini). *Revista Brasileira de Zoologia* 20 (4): 601–606.

567 AGUIAR, C. M. L.; GARÓFALO, C. A. 2004. Nesting biology of *Centris (Hemisiella) tarsata* Smith
568 (Hymenoptera, Apidae, Centridini). *Revista Brasileira de Zoologia* 21 (3): 477–486.

569 AGUIAR, C. M. L.; GARÓFALO, C. A.; ALMEIDA, G. F. 2005. Trap-nesting bees (Hymenoptera,
570 Apoidea) in areas of dry areas dry semideciduous forest and caatinga, Bahia, Brazil. *Revista Brasileira*
571 *de Zoologia* 22 (4): 1030–1038.

572 AGUIAR, C. M. L.; GARÓFALO, C. A.; ALMEIDA, G. F. 2006. Biologia de nidificação de *Centris*
573 *(Hemisiella) trigonoides* Lepeletier nidificação (Hymenoptera, Apidae, Centridini). *Revista Brasileira*
574 *de Zoologia* 23 (2): 323–330.

575 ALBUQUERQUE, P. M. C.; RÊGO, M. M. C. 1989. Fenologia de abelhas visitantes de murici
576 (*Byrsonima crassifolia*, Malpighiaceae). *Bol Mus Para Emílio Goeldi* 5: 163–178.

577 BUCHMANN, S. 1987. The ecology of oil flowers and their bees. *Annual Review of Ecology* 18:
578 343–369.

579 BUSCHINI, M. L. T. 2006. Species diversity and community structure in trap-nesting bees in
580 Southern Brazil. *Apidologie* 37 (1): 58–66.

581 BUSCHINI, M. L. T.; WOLFF, L. L. 2006. Nesting biology of *Centris (Hemisiella) tarsata* Smith in
582 Southern Brazil (Hymenoptera, Apidae, Centridini). *Brazilian Journal of Biology* 66 (4): 1091–1101.

583 CAMILLO, E.; GARÓFALO, C. A.; SERRANO, J. C.; MUCCILLO, G. 1995. Diversidade e
584 abundância sazonal de abelhas e vespas solitárias em ninhos armadilhas (Hymenoptera, Apocrita,
585 Aculeata). *Revista Brasileira de Entomologia* 39 (2): 459–470.

586 COUTO, M. R.; CAMILLO, E. 2007. Influência da temperatura na mortalidade de imaturos de *Centris*
587 *(Heterocentris) analis* (Hymenoptera, Apidae, Centridini). *Iheringia, Série Zoológica* 97 (1): 51–55.

588 COVILLE, R.; FRANKIE, G. W.; VINSON, S. B. 1983. Nests of *Centris segregata* (Hymenoptera:
589 Anthophoridae) with a Review of the Nesting Habitats of the Genus. *Journal of the Kansas*
590 *Entomology Society* 56 (2): 109–122.

591 DANKS, H. V. 2002. The ranges of insects dormancy responses. *European Journal of Entomology* 99:
592 127–142.

- 593 DENLINGER, D. L. 1986. Dormancy in tropical insects. *Annual Review of Entomology* 31: 239–264.
- 594 DÓREA, M. C.; SANTOS, F. A. R.; LIMA, L. C. L.; FIGUEROA, L. E. R. 2009. Análise Polínica do
595 Resíduo Pós-Emergência de Ninhos de *Centris tarsata* Smith (Hymenoptera: Apidae, Centridini).
596 *Neotropical Entomology* 38 (2): 197–202.
- 597 DÓREA, M. C.; AGUIAR, C. M. L.; FIGUEROA, L. E. R.; LIMA, L. C. L.; SANTOS, F. A. R.
598 2010a. Pollen residues in nests of *Centris tarsata* Smith (Hymenoptera, Apidae, Centridini) in a
599 tropical semiarid area in NE Brazil. *Apidologie* 41 (5): 557–567.
- 600 DÓREA, M. C.; AGUIAR, C. M. L.; FIGUEROA, L. E. R.; LIMA, L. C. L.; SANTOS, F. A. R.
601 2010b. Residual pollen in nests of *Centris analis* (Hymenoptera, Apidae, Centridini) in an area of
602 Caatinga vegetation from Brazil. *Oecologia Australis* 14 (1): 232–237.
- 603 DÓREA, M. C.; AGUIAR, C. M. L.; FIGUEROA, L. E. R.; LIMA, L. C. L.; SANTOS, F. A. R. 2013.
604 Grana a study of pollen residues in nests of *Centris trigonoides* Lapeletier (Hymenoptera, Apidae,
605 Centridini) in the Caatinga vegetation, Bahia, Brazil. *Grana* 52 (2): 37–41.
- 606 DRUMMONT, P.; SILVA, F. O.; VIANA, B. F. 2008. Ninhos de *Centris (Heterocentris) terminata*
607 Smith (Hymenoptera, Apidae, Centridini) em Fragmentos de Mata Atlântica Secundária, Salvador,
608 BA. *Neotropical Entomology* 37 (3): 239–246.
- 609 ERDTMAN, G. 1960. The acetolysis method. A revised description. *Svensk Botanisk Tidskrift* 54:
610 561–564.
- 611 GAGLIANONE, M. C. 2001. Nidificação e forrageamento de *Centris (Ptilotopus) scopipes* Friese
612 (Hymenoptera, Apidae). *Revista Brasileira de Zoologia* 18 (1): 107–117.
- 613 GARÓFALO, C. A.; MARTINS, C. F.; ALVES-DOS-SANTOS, I. 2004. The brazilian solitary bee
614 species caught in trap nests. p. 26–30. In: Freitas, B. M.; Pereira, J. O. P. (eds.), *Solitary Bees*
615 *Conservation: Rearing and Management for Pollination*. Editora Universitária, Fortaleza. 282 p.
- 616 GONÇALVES, L.; SILVA, C. I.; BUSCHINI, M. L. T. 2012. Collection of Pollen Grains by *Centris*
617 (*Hemisiella*) *tarsata* Smith (Apidae: Centridini): Is *C. tarsata* an Oligolectic or Polylectic Species?
618 *Zoological Studies* 51 (2): 195–203.
- 619 HAMMER, Ø.; HARPER, D. A. T.; RYAN, P. D. 2001. Paleontological Statistics software package
620 for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*.
- 621 IBGE. 1998. Subsídios ao zoneamento ecológico-econômico da Bacia do Rio Itapecuru - MA:
622 diretrizes gerais para ordenação territorial/ IBGE, Primeira Divisão de Geociências do Nordeste. Rio
623 de Janeiro. 179 p.

- 624 JESUS, B. M. V.; GARÓFALO, C. A. 2000. Nesting behaviour of *Centris (Heterocentris) analis*
625 (*Fabricius*) in southeastern Brazil (Hymenoptera, Apidae, Centridini). *Apidologie* 31: 503–515.
- 626 KROMBEIN, K. V. 1967. Trap-nesting wasps and bees: Life histories, nests and associates.
627 Smithsonian, Washington DC. 570 p.
- 628 MARTINS, A. C.; AGUIAR, A. J. C.; ALVES-DOS-SANTOS, I. 2013. Interaction between oil-
629 collecting bees and seven species of Plantaginaceae. *Flora - Morphology, Distribution, Functional*
630 *Ecology of Plants* 208 (7): 401–411.
- 631 MARTINS, C. F.; FERREIRA, R. P.; CARNEIRO, L. T. 2012. Influence of the orientation of nest
632 entrance, shading, and substrate on sampling trap-nesting bees and wasps. *Neotropical Entomology*
633 41(2): 105–111.
- 634 MENDES, F. N.; RÊGO, M. M. C. 2007. Nidificação de *Centris (Hemisiella) tarsata* Smith
635 (Hymenoptera, Apidae, Centridini) em ninhos-armadilha no Nordeste do Maranhão, Brasil. *Revista*
636 *Brasileira de Entomologia* 51 (3): 382–388.
- 637 MESQUITA, T. M. DOS; VILHENA, A. M. G. F.; AUGUSTO, C. S. 2009. Ocupação de ninhos-
638 armadilha por *Centris (Hemisiella) tarsata* Smith, 1874 e *Centris (Hemisiella) vittata* Lepeletier, 1841
639 (Hymenoptera: Apidae: Centridini) em áreas de Cerrado. *Bioscience Journal* 25 (5): 124–132.
- 640 MESQUITA, T. M. S.; AUGUSTO, S. C. 2011. Diversity of trap-nesting bees and their natural
641 enemies in the Brazilian savanna. *Tropical Zoology* 24: 127–144.
- 642 MORATO, E. F.; GARCIA, M. V. B.; CAMPOS, L. A. D. O. 1999. Biologia de *Centris Fabricius*
643 (Hymenoptera, Anthophoridae, Centridini) em matas contínuas e fragmentos na Amazônia Central.
644 *Revista Brasileira de Zoologia* 16 (4): 1213–1222.
- 645 MOURE, J. S.; MELO, G. A. R.; VIVALLO, F. 2012. Centridini Cockerell & Cockerell, 1901. In J. S.
646 Moure; D. Urban; G. A. R. Melo (eds.), *Catalogue of Bees (Hymenoptera, Apoidea) in the Neotropical*
647 *Region - online version*.
- 648 NEFF, J.; SIMPSON, B. 1981. Oil-Collecting Structures in the Anthophoridae (Hymenoptera),
649 Morphology, Function, and Use in Systematics. *Journal of the Kansas Entomological Society* 54 (1):
650 95–123.
- 651 PEREIRA, M.; GARÓFALO, C. A.; CAMILLO, E.; SERRANO, J. C. 1999. Nesting biology of
652 *Centris (Hemisiella) vittata* Lepeletier in southeastern Brazil (Hymenoptera, Apidae, Centridini).
653 *Apidologie* 30: 327–338.

- 654 RAMOS, M. C.; RÊGO, M. M. C.; ALBUQUERQUE, P. M. C. 2007a. Ocorrência de *Centris*
655 (*Hemisiella*) *vittata* Lepeletier (Hymenoptera: Apidae: Centridini) no Cerrado s. l. do Nordeste do
656 Maranhão, Brasil. *Acta Amazonica* 37 (1): 165–168.
- 657 RAMOS, M.; MENDES, F.; ALBUQUERQUE, P.; RÊGO, M. 2007b. Nidificação e forrageamento
658 de *Centris (Ptilotopus) maranhensis* Ducke (Hymenoptera, Apidae, Centridini). *Revista Brasileira de*
659 *Zoologia* 24 (4): 1006–1010.
- 660 RAMOS, M.; ALBUQUERQUE, P.; RÊGO, M. 2010. Nesting Behavior of *Centris (Hemisiella)*
661 *vittata* Lepeletier (Hymenoptera: Apidae) in an Area of the Cerrado in the Northeast of the State of
662 Maranhão, Brazil. *Neotropical Entomology* 39 (3): 379–383.
- 663 REBÊLO, J. M. M.; RÊGO, M. M. C.; ALBUQUERQUE, P. M. C. 2003. Abelhas (Hymenoptera,
664 Apoidea) da região setentrional do Estado do Maranhão, Brasil. p. 265–278. In: Melo, G. A. R.;
665 Alves-dos-Santos, I. (eds.). *Apoidea Neotropica: Homenagem aos 90 Anos de Jesus Santiago Moure*.
666 Criciúma. 230p.
- 667 RÊGO, M. M. C.; ALBUQUERQUE, P. M. C.; RAMOS, M. C.; CARREIRA, L. M. 2006. Aspectos
668 da Biologia de Nidificação de *Centris flavifrons* (Friese) (Hymenoptera: Apidae, Centridini), um dos
669 Principais Polinizadores do Murici (*Byrsonima crassifolia* L. Kunth, Malpighiaceae), no Maranhão.
670 *Neotropical Entomology* 35 (5): 579–587.
- 671 RIBEIRO, E. K. M. D.; RÊGO, M. M. C.; MACHADO, I. C. S. 2008. Cargas polínicas de abelhas
672 polinizadoras de *Byrsonima chrysophylla* Kunth. (Malpighiaceae): fidelidade e fontes alternativas de
673 recursos florais. *Acta Botanica Brasilica* 22 (1): 165–171.
- 674 SANTOS, R. M.; AGUIAR, C. M. L.; DÓREA, M. C.; ALMEIDA, G. F.; SANTOS, F. A. R.;
675 AUGUSTO, S. C. 2013. The larval provisions of the crop pollinator *Centris analis*: pollen spectrum
676 and trophic niche breadth in an agroecosystem. *Apidologie* 44 (6): 630–641.
- 677 SILVA, F. O.; VIANA, B. F.; NEVES, E. L. 2001. Biologia e Arquitetura de Ninhos de *Centris*
678 (*Hemisiella*) *tarsata* Smith (Hymenoptera: Apidae: Centridini). *Neotropical Entomology* 30 (4): 541–
679 545.
- 680 SILVEIRA, F. A.; MELO, G. A. R.; ALMEIDA, E. A. B. 2002. Abelhas Brasileiras: Sistemática e
681 Identificação. Belo Horizonte. 254 p.
- 682 SIMPSON, B. B.; NEFF, J. L.; SEIGLER, D. 1977. *Krameria*, free fatty acids and oil-collecting bees.
683 *Nature* 267 (56): 150–151.
- 684 SYSTAT. 2007. *Systat 12 for windows: more statistics, more graphs, less effort*.

- 685 THIELE, R. 2005. Phenology and nest site preferences of wood-nesting bees in a Neotropical lowland
686 rain forest. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 40 (1): 39–48.
- 687 VIANA, B. F.; SILVA, F. O.; KLEINERT, A. M. P. 2001. Diversidade e Sazonalidade de Abelhas
688 Solitárias (Hymenoptera: Apoidea) em Dunas Litorâneas no Nordeste do Brasil. *Neotropical*
689 *Entomology* 30 (2): 245–251.
- 690 VINSON, S. B.; FRANKIE, G.; CÔNSOLI, R. 2010. Description, Comparison and Identification of
691 Nests of Cavity- Nesting *Centris* Bees (Hymenoptera: Apidae: Centridini) in Guanacaste Province,
692 Costa Rica. *Journal of the Kansas Entomological Society* 83 (1): 25–46.
- 693 VINSON, S.; WILLIAMS, H.; FRANKIE, G.; SHRUM, G. 1997. Floral lipid chemistry of *Byrsonima*
694 *crassifolia* (Malpigheaceae) and a use of floral lipids by *Centris* bees (Hymenoptera: Apidae).
695 *Biotropica* 29: 76–83.
- 696 VOGEL, S. 1974. Ölblumen und ölsammelnde Bienen. *Tropische und Subtropische Pflanzenwelt* 7:
697 285-547.
- 698 ZANELLA, F. C. V. 2002. Sistemática, filogenia e distribuição geográfica das espécies sul-
699 americanas de *Centris* (*Paracentris*) Cameron, 1903 e de *Centris* (*Penthemisia*) Moure, 1950,
700 incluindo uma análise filogenética do “grupo *Centris*” sensu Ayala, 1998 (Hymenoptera, Apoidea,
701 Centridini). *Revista Brasileira de Entomologia* 46 (4): 435–488.

702

703

ANEXO

Normas dos Artigos

Capítulo 1

Neotropical Entomology

INSTRUÇÕES AOS AUTORES**Política editorial**

Forma e preparação do manuscrito

Informações

Política editorial

A Neotropical Entomology publica artigos originais e que representem contribuição significativa ao conhecimento da Entomologia, desde que não estejam publicados ou submetidos a outra revista. Os artigos devem ter caráter científico. Trabalhos de cunho tecnológico como aqueles envolvendo apenas bioensaios de eficácia de métodos de controle de insetos e ácaros não são considerados para publicação. Os manuscritos são analisados por revisores ad hoc e a decisão de aceite para publicação pauta-se nas recomendações dos editores adjuntos e revisores ad hoc.

Seções

"Fórum", "Ecologia, Comportamento e Bionomia", "Sistemática, Morfologia e Fisiologia", "Controle Biológico", "Manejo de pragas", "Acarologia", "Saúde Pública" e "Notas Científicas".

Idiomas

Os manuscritos devem ser escritos na língua inglesa.

Formatos aceitos

São publicados artigos científicos completos, notas científicas e revisões (Fórum).

Submissão

Deve ser feita por meio eletrônico através de formulário disponível em <http://submission.scielo.br/index.php/ne/about>. O manual do usuário do sistema está disponível em

http://seb.org.br/downloads/Guia_submission_20070606.pdf.

Forma e preparação do manuscrito

O artigo (texto e tabelas) deve ser submetido em formato doc. Configure o papel para tamanho A4, com margens de 2,5 cm e linhas e páginas numeradas sequencialmente ao longo de todo o documento. Utilize fonte Times New Roman tamanho 12 e espaçamento duplo.

Página de rosto. No canto superior direito, escreva o nome completo e o endereço (postal e eletrônico) do autor correspondente. O título do artigo deve aparecer no centro da página, com iniciais maiúsculas (exceto preposições, conjunções e artigos). Nomes científicos no título devem ser seguidos pelo nome do classificador (sem o ano) e pela ordem e família entre parênteses. Abaixo do título e justificado à esquerda, liste os nomes dos autores usando apenas as iniciais dos nomes de cada autor, deixando apenas o último sobrenome por extenso, em maiúsculas pequenas (versalete). Separe os nomes por vírgulas; não use '&' ou 'and'. A seguir, liste as instituições de cada autor, com chamada numérica se houver mais de um endereço. Pule uma linha e escreva um título resumido com, no máximo, 60 letras.

Página 2. Abstract. Escreva ABSTRACT, seguido de hífen, continuando com o texto em parágrafo único e, no máximo, 250 palavras. Pule uma linha e mencione o termo Keywords. Use de três a cinco termos separados por vírgulas e diferentes das palavras que aparecem no título do trabalho.

Elementos Textuais

Introdução. Justifique à esquerda o subtítulo "Introduction", em negrito. Deve contextualizar claramente o problema investigado e trazer a hipótese científica que está sendo testada, bem como os objetivos do trabalho.

Material and Methods devem conter informações suficientes para que o trabalho possa ser repetido. Inclua o delineamento estatístico e, se aplicável, o nome do programa utilizado para as análises.

Results and Discussion podem aparecer agrupados ou em seções separadas. Em Resultados, os valores das médias devem ser acompanhados de erro padrão da média e do número de observações, usando para as médias uma casa decimal e, para o erro padrão, duas casas. As conclusões devem estar contidas no texto final da discussão.

Acknowledgments. O texto deve ser breve, iniciando pelos agradecimentos a pessoas e depois a instituições apoiadoras e agências de fomento.

References. Sob esse título, disponha as referências bibliográficas em ordem alfabética, uma por parágrafo, sem espaços entre estas. Cite os autores pelo sobrenome (apenas a inicial maiúscula) seguido das iniciais do nome e sobrenome sem pontos. Separe os nomes dos autores com vírgulas. Em seguida inclua o ano da referência entre parênteses. Abrevie os títulos das fontes bibliográficas, sempre iniciando com letras maiúsculas, sem pontos. Utilize as abreviaturas de periódicos de acordo com BIOSIS Serial Sources (www.library.uiuc.edu/biotech/jabbrev.html#abbrev ou <http://www.library.uq.edu.au/faqs/endnote/biosciences.txt>). Os títulos nacionais deverão ser abreviados conforme indicado no respectivo periódico. Evite citar dissertações,

teses, revistas de divulgação. Não cite documentos de circulação restrita (boletins internos, relatórios de pesquisa, etc), monografias, pesquisa em andamento e resumos de encontros científicos.

Exemplos:

Suzuki KM, Almeida SA, Sodré LMK, Pascual ANT, Sofia SH (2006) Genetic similarity among male bees of *Euglossa truncata* Rebelo & Moure (Hymenoptera: Apidae). *Neotrop Entomol* 35: 477-482.

Malavasi A, Zucchi RA (2000) Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto, Holos Editora, 327p.

Oliveira Filho AT, Ratter JT (2002) Vegetation physiognomies and woody flora of the cerrado biome, p.91-120. In Oliveira PS, Marquis RJ (eds) *The cerrados of Brazil: ecology and natural history of a Neotropical savanna*. New York, Columbia University Press, 398p.

Tabelas. Devem ser inseridas no texto após as Referências. Coloque uma tabela por página, numerada com algarismo arábico seguido de ponto final. As notas de rodapé devem ter chamada numérica. Na chamada de texto, use a palavra por extenso (ex.: Tabela 1). Exemplo de título:

Tabela 1 Mean (\pm SE) duration and survivorship of larvae and pupae of *Cirrospilus neotropicus* reared on *Phyllocnistis citrella* larvae. Temp.: $25 \pm 1^\circ\text{C}$, RH: 70% and photophase: 14h.

Figuras. Após as tabelas, coloque a lista de legendas das figuras. Use a abreviação "Fig no título e na chamada de texto (ex.: Fig 1)". As figuras devem estar no formato jpg, gif ou eps e devem ser originais ou com alta resolução e devem ser enviadas em arquivos individuais. Gráficos devem estar, preferencialmente, em Excell.

Exemplo de título:

Fig 1 Populacional distribution of *Mahanarva fimbriolata* in São Carlos, SP, 2002 to 2005.

Citações no texto

Nomes científicos. Escreva os nomes científicos por extenso, seguidos do autor descritor, para insetos e ácaros, quando mencionados pela primeira vez no Abstract e no corpo do trabalho. Ex.: *Spodoptera frugiperda* (J E Smith). No restante do trabalho use o nome genérico abreviado (Ex.: *S. frugiperda*), exceto nas legendas das figuras e cabeçalhos das tabelas onde deve ser grafado por extenso.

Fontes de consulta. As referências no texto devem ser mencionadas com o sobrenome do autor, com inicial maiúscula, seguido pelo ano da publicação (ex.: Martins 1998). No caso de mais de uma publicação, ordene-as pelo ano de publicação, separando-as com vírgulas (ex.: Martins 1998, Garcia 2005, 2008, Wilson 2010). Para dois autores, use o

símbolo "&" (ex.: Martins & Gomes 2009). Para mais de dois autores, utilize "et al" (em itálico) (ex.: Duarte et al 2010).

Notas Científicas. Registros de ocorrência e de interações tróficas ou novos métodos para estudo de insetos ou ácaros podem ser submetidos como nota científica. Entretanto, registros de espécies ou associações de hospedeiros em novas localidades dentro de regiões geográficas onde eles já sejam conhecidos não serão mais aceitos para publicação. Registros de espécies ou associações conhecidas só serão considerados em novas zonas ecológicas. Os registros de distribuição devem se basear em ecossistemas, e não em fronteiras políticas. As instruções para Notas científicas são as mesmas dos artigos completos. Entretanto, a Introdução, Material e Métodos e Resultados e Discussão devem ser escritos em texto corrido, sem subtítulos. Os resumos (em inglês e português/espanhol) devem ter até 100 palavras cada e o texto, no máximo 1.000 palavras. Quando estritamente necessário, podem ser incluídas figuras ou tabelas, observando-se o limite de duas figuras ou tabelas por trabalho.

A publicação de registro de nova praga introduzida no Brasil precisa estar de acordo com a Portaria Interministerial 290, de 15/abril/1996, disponível em <http://extranet.agricultura.gov.br/sislegisconsulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=883>.

Revisões (Fórum)

Revisões extensivas ou artigos sobre tópicos atuais em Entomologia são publicados nesta seção. Artigos controversos são bem-vindos, porém o texto deve explicitar as opiniões controvertidas e referir a versão comumente aceita. A Neotropical Entomology e seu Corpo Editorial não se responsabilizam pelas opiniões emitidas nesta seção. Artigos para esta seção devem estar obrigatoriamente em língua inglesa.

Taxa de Impressão

A taxa de impressão é de R\$ 42,00 (quarenta e dois reais) por página impressa de artigos cujo primeiro autor seja sócio regular da SEB e R\$ 72,00 (setenta e dois reais) para não sócios. Figuras coloridas devem ser inseridas quando estritamente necessárias. Serão cobrados R\$ 150,00 (cento e cinquenta reais) por página colorida para sócios e R\$ 180,00 (cento e oitenta reais) para não sócios. Não serão fornecidas separatas. Os artigos publicados estão disponíveis para consulta e download gratuitos no site da Scielo (www.scielo.br/ne).

Informações

Fernando L. Cônsoli
ESALQ/USP - Entomologia & Acarologia
Av. Pádua Dias, 11 13418-900 - Piracicaba - SP - Brasil Tel.: 55 (19) 3429 4199, Ext. 228
E-mail: editor.ne@seb.org.br
Sociedade Entomológica do Brasil
Rua Harry Prochet, 55 86047-040 - Londrina - PR - Brasil Tel: +55 43 3342 3987
editor@seb.org.br

Capítulo 2



ISSN 0120-0488
printed version

INSTRUCTIONS TO AUTHORS

Scope and policy

The Revista Colombiana de Entomología (Rev. Colomb. Entomol.) is the official scientific publication of the Colombian Society of Entomology (SOCOLEN). The journal is published twice a year and its mission is to publish high quality scientific information of insects and insect related groups in several formats such as: Original research papers, Reviews on entomological topics (by request from the Editorial board), Taxonomic papers, Points of view, New records, Scientific notes, and book reviews. Since 1975, the journal is oriented mainly to researchers and professionals in entomology of universities and both public and private research centers. The Revista Colombiana de Entomología welcomes contributions from both national and international researchers and also to members or non-members of the Society. Papers can be written in Spanish or English. There is not fee for publication but color figures are published at the author expenses. Authors should contact the editor to define this cost. Paper acceptance depends on the concepts of national and international academic colleagues.

The journal is indexed in: Índice Nacional de Publicaciones Seriadas Científicas y Tecnológicas de Colciencias, ISI, SCOPUS, TEEAL, Ulrich's, CAB INTERNATIONAL, Índice Latinoamericano de Revistas Científicas y Tecnológicas (Latindex), Chemical Abstracts, Zoological Record, Biological Abstracts, Entomology Abstracts, Ecology Abstracts, Aquatic Sciences and Fisheries Abstracts (ASFA-1), Biological and Living Resources, Academic One File, Informe Académico, and Scielo.

The Revista Colombiana de Entomología publishes:

Original research papers based on research results from any field of entomology or related areas. Manuscripts should not exceed 25 pages, line spacing 1.5, including figures, tables and references.

Review papers, requested by the Editorial Board. Manuscripts should not exceed 25 pages, line spacing 1.5, including figures, tables and references and a minimum of 100 references. Only one review paper is published per issue.

Points of view, where authors expose either theoretical or methodological problems of entomology and propose solutions or perspectives on how to address them.

Taxonomic studies, where the results section may be replaced by descriptions, redescriptions or revisions, and the discussion section by notes or comments. Manuscripts should not exceed 25 pages, line spacing 1.5, including figures, tables, and references.

New records, not to exceed one page per record, line spacing 1.5, including title, key words, introduction, comments, name and address of the author.

Scientific notes, short papers intended to communicate rapidly results or new field or laboratory techniques. Manuscripts should not exceed seven pages, line spacing 1.5, including figures, tables and references. These should be brief, direct and have few references.

Book reviews, should not exceed three pages, line spacing 1.5.

The publication of new records, minor taxonomic papers such as the description of a single species, scientific notes, and book reviews is conditional based on the availability of space in each issue.

The Revista Colombiana de Entomología accepts submissions to society members to non-members. Papers can be written in english or spanish. Page charges are as follows: \$10.00 USD per page to society members, and \$20.00 USD to non-society members.

Form and preparation of manuscripts

Papers should be submitted electronically. The file can be a word document. Do not send figures and tables separately. Figures are sent separately only when the paper is accepted and following specifications indicated below.

Every paper will receive a code that authors should use to maintain correspondence with the editorial board. Papers should conform to the instructions. A recent issue of the journal should be consulted in order to conform with style.

Papers should be submitted with the highest standards possible, reflecting the scientific and academic standing of the authors. Papers that do not follow the instructions will be returned without evaluation. The speed of manuscript publication will be directly related to the ease of readying it for printing and not with the order it was received.

Authors may suggest up to three potential referees providing: name, institution, electronic and physical addresses.

Structure of the paper

The manuscript should be on letter size paper with wide margins (2.5 cm each side), font "Times New Roman" 11 pts, , line spacing 1.5, and left margin justified. All pages should be numbered on the right top corner. Figures and tables should be at the end of the paper on separate pages. If the paper is submitted in print, please do not send final artwork until acceptance. Language should be direct, short, and precise using passive voice (use "specimens were preserved in alcohol" not "alcohol was used to preserve specimens").

The first page should include in order: 1. Title, 2. English title and short title, 3. Author (s), 4. Physical and electronic addresses indicating correspondence author if coauthored (as a footnote), 5. The author may suggest up to three potential referees providing: name, institution, electronic and physical addresses, 6. Word count (from title to references), The abstract may start a line below the word count

Example of first page:

Caracterización molecular de la polilla del algodón de cultivos neotropicales, historia de su dispersión

Molecular characterization of the cotton moth from neotropical crops, history of its dispersion

Título breve: Dispersión de la polilla del algodón

María Perez¹, Pedro Rodríguez², José Bejarano²

Evalúadores sugeridos:

- A. Brown. Ph. D., University of North, abrown@uno.edu, University of North, S35 UE, Wales, UK

- A. Salcedo. Ph. D. Universidad Tecnológica del Oeste, salcedoa@utee.edu.co, Universidad Tecnológica del Oeste, A. A. 3453, Ancar, Colombia

- P. Filho. Ph. D. Universidade Do Sur, Filhop@uds.edu.br, Universidade do Sur, C.P. 12654, Thoraula, Brasil

Número de palabras: 23841

Resumen: Se caracterizaron 345 muestras de polilla del algodón (*Lepidoscalia cottonivora* (Lindelt, 1835) provenientes de diversas localidades del neotrópico. Las poblaciones.....

1 Instituto Entomológico del Neotrópico, Carrera 37 No. 25-15, Nutagan, Colombia. Correo electrónico: maceres@ien.org. Autor para correspondencia

2 Instituto Entomológico del Neotrópico, Carrera 37 No. 25-15, Nutagan, Colombia.

The title of the manuscript, section titles and subtitles should be written in lowercase bold font.

Title : Should be short but informative, and not exceed 15 words. It should include the order and family of the entomological species and suprageneric groups studied.

English title: A strict translation of the Spanish title.

Short title : Used as page header and not to exceed six words.

Authors: Complete name of the authors; if possible use first name, first last name and first letter of the second last name. For each author, use a footnote to indicate institutional affiliation, academic title, postal and electronic addresses.

Spanish Abstract: Should be a single paragraph not exceeding 250 words. It is a brief and concrete description of the main topics addressed in the paper, major results and conclusions. Do not include references, figures or tables.

Key words : Maximum of five. Separated by periods. Should be different than the words used in the title.

English Abstract . Should be a strict translation of the Spanish version. A review by a native English speaker is highly recommended.

English Key words : These should be a strict translation of the Spanish key words.

Introduction : This should make explicit the problem, the relationship of this work with other papers, and the justification. It is appropriate to indicate the objectives. This section is not a literature review.

Materials and Methods: Only include information that is necessary for the research to be reproducible. If the methods have been already published, a brief description and the references should be presented. If the method has been modified, these changes should be indicated. When describing statistical methods, indicate: experimental design, number of repetitions, number of insects per repetition and sample size. Specify the place where and the time when research was conducted. If possible, include coordinates.

Results : These should be limited to the data obtained and be presented in a logical sequence. When the study requires statistical analysis, the text should contain all the data necessary for a clear understanding. The authors should not only present the statistical results, but their interpretation. When results are described that depend on statistical analyses not presented in tables, (i.e. ♦there was no difference between treatment A and B♦), basic parameters of the test should be indicated in parenthesis (i.e.: if ANOVA, state ($F = X.XX$; $df = X.X$; $P < X.XX$)). When the information is extensive it should be abbreviated in tables. Data that appear in figures and tables data should not be repeated in the text.

Discussion: This section is the interpretation of the data; it addresses the generalizations and scientific principles being experimentally tested; clarifies exceptions, modifications or contradictions with the hypotheses, theories and principles directly related with the facts; points out the practical or theoretical applications of the results; relates current observations with other relevant studies, and if pertinent, explains why authors got results that differed from other publications. Data mentioned in the results section should not be repeated. This part of the paper reflects the intellectual capacity of the authors. Results and discussion can go in the same section.

Sometimes subtitles are desirable to clarify the structure and content of the paper, particularly in the Results and Discussion sections. Write short subtitles and avoid making repetitions with parts of the methodology.

Conclusions . Avoid presenting this section as a list of the more obvious results. Elaborate on the implications of your results for the theoretical models that explain your problem. This is the final culmination of your work and should present clearly, concisely and logically the contribution that the author makes. It should be conclusions and not recommendations.

Acknowledgements: This section is optional. Only contributions that significantly contributed to the paper should be included. The following order is recommended: people (omit professional titles), groups, funding entities with grant number. Avoid being very specific in the acknowledgements for each person. It is recommended to thank the referees who have reviewed the work.

Tables. These should be numbered in the order that they appear in the text. The title should be concise and self-explanatory of the table's content and should be on the top of the table (**Table XX** in bold font, legend in regular font). Footnotes can be used. Horizontal lines of the main body of the table are recommended but internal horizontal

lines should be avoided. No vertical lines are allowed. Explicative text in the table should not duplicate methods section.

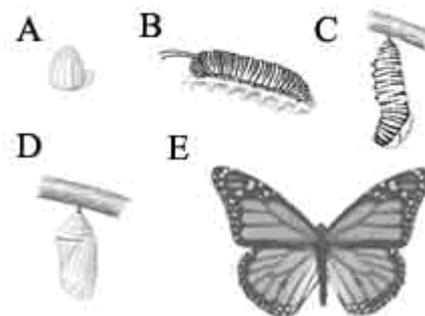
Figures. This includes drawings, maps, graphs, and pictures. These should be cited and numbered in the order they appear in the text. If the citation appears between parenthesis it should be indicated as ♦(Fig. XX)♦, Example: In Figure 1 or (Fig. 1). Compound figures should be indicated by letters: Example: (Fig. 1a) (Fig. 1b) etc. The figure legend goes below the figure itself (**Figure XX** in bold font, legend in normal font). Abbreviations and symbols used in the figures should be consistent with these used in the text; if new, these should be explained in the legend. Drawings may be sent as originals done in china ink or printed as high quality images; text should be large enough so it is still legible after reduction. Images are preferable as digital files; this option will significantly speed up the editorial process. If printed photographs are sent, make them on glossy and high quality paper.

It is preferable to make compound figures (mosaics) over individual figures (see example below). Figures should be as simple as possible and use grey tones rather than patterns to fill fields (see example below). Even though visual options provided by statistical or graphing programs are attractive, these are complex to print and difficult to read.

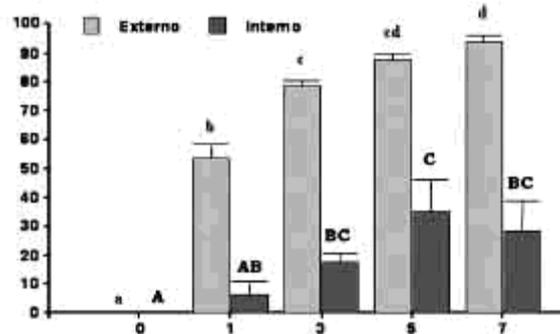
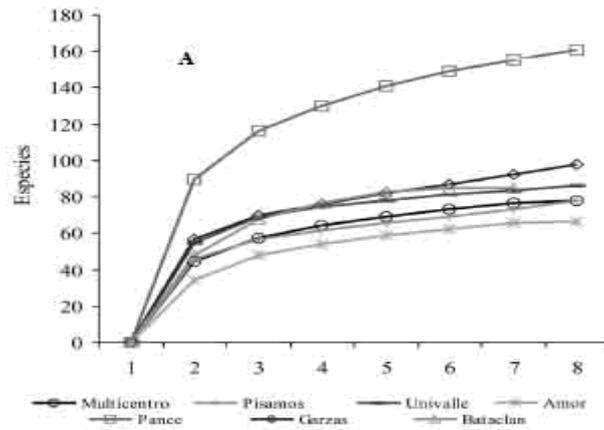
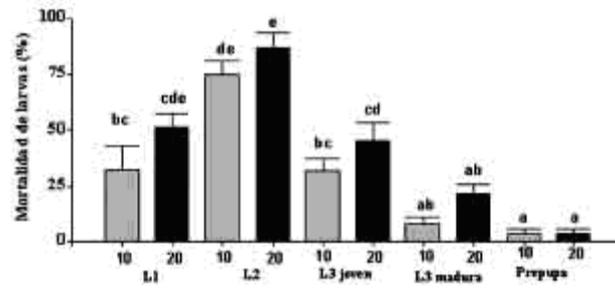
After acceptance, images should be sent as a 300pdi TIFF resolution file (this format is available in most imaging programs). Remember that the maximum printed area of the journal is 183 x 235 mm . It is preferable to send figures that are 70 or 150 mm wide to avoid extreme reductions and loss of information . When there are various photos or drawings, it is best to combine them into a mosaic image and indicate each one by letters (1a, 1b, etc).

White and black figures are preferred. Color pictures are published if the authors cover the additional cost. Contact the editor-in-chief to determine the cost. If figures are taken from another publication, credit should be explicit and a permission letter from the copyright holder must be included.

Both tables and figures should be informative and not duplicate information provided in the text.



Example of figure . Compound figures or mosaics are preferred over individual figures. An inset can be added by the author.



Example of graphs . Note simple figures. No color background or internal horizontal lines. No frame lines on top or right side. Figures should be submitted in low resolution for evaluation. Once accepted, figures should be 300dpi in TIFF format.

How to include references in the text

The RCDE uses a modification of the Harvard citation system as follows:

- Bustillo (1998), Tróchez and Rodríguez (1989) or López *et al.* (1989) if the name of the author(s) is part of the sentence.
- (Gutiérrez 1999), (Bustillo and Rodríguez 1999) or (Ramírez *et al.* 1999) if the name of the author appears at the end
- (Bueno 1998, 1999) to cite two papers of the same author order references from the oldest to the more recent..

- (Portilla 1998a, 1998b) to cite two papers of the same author, same year

- (Gutiérrez 1987; Rodríguez 1998; Ramírez 1999) to cite multiple papers, order these according to the year of publication. If two papers of different authors are of the same year, follow alphabetic order.

(Parra, in press). If not published but accepted. Cite the journal where the paper will be published in the Cited References section

(P. Reyes, pers. com.) for personal communications

How to cite specimens

Species citations in the text : Scientific names of genus and species should be italicized and follow the international codes of nomenclature (ICZN, ICBN, etc). Add author and description year the first time a species is cited in the paper (i.e.: *Apis mellifera* L., 1752). Do not use them in the title or abstract. Genus names should only have the first letter capitalized.

The list of specimens used in the study should follow the following format: *Species name in italics* . Number of specimens studied, sex. COUNTRY. Department (state). Municipality. Locality. Coordinates if available (without spaces between grades, minutes, latitude or longitude). Elevation. Collection date (day-month by the first three letters-full year). Collector. Acronym of the collection where voucher specimens were deposited (between brackets). Please check official acronym lists such as Arnett *et al.* 1993 "The Insect and Spider Collections of the World", 2nd edition, (<http://hbs.bishopmuseum.org/codens/codensearch.html>)

Example: *Gigantodax osornorum* . 2 larvae, undetermined sex. COLOMBIA. Cundinamarca. Usme. Páramo de Sumapaz. Quebrada Hoya Honda. 74°11'02"W 4°21'9"N. 3240 m . 16-feb-1991. Martínez, X . [ICN].

Campsomeris servillei. 1 F , 1 M . COLOMBIA. Valle. Vía Cali - Palmira. 1000 m . 1-sep-1984. Alvarado, M. [UDVC].

Literature cited . Ordered alphabetically and chronologically, the list should include only these references that were cited in the text. Last names and initials of first names should be written in capitals. Please avoid citing theses, extension papers, meeting abstracts, or local reports; cite the published papers related to those instead. The RCdE follows a variation of the Vancouver citation system.

- Citation of a paper in a journal. This part should include the following parts: Author (s) (last name and first name initial). Year. Title. Journal full name. If the journal is poorly known, include country of origin. Volume (write the number). Issue number between parenthesis. Colon and page numbers.

Example: POSADA F., F. J. 1992. Ciclo de vida, consumo foliar y daño en fruto de melón por *Diaphania hyalinata* (L.) (Lepidoptera: Pyralidae). Revista Colombiana de Entomología 18 (1): 26-31.

- Reference with more than one author. Authors are separated by a semicolon.

Examples: VALLEJO, L. F.; ORDUZ, S. 1996. Producción de un plaguicida a base de *Bacillus thuringiensis*, en laboratorio. Revista Colombiana de Entomología 22 (1): 61-67.

ZENNER DE POLANÍA, I.; QUINTERO, J.; QUINTERO, F. 2001. Evaluación de la mezcla de creolina, melaza y ceniza sobre la broca del café, *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae) y algunos de sus enemigos naturales. Revista Colombiana de Entomología 27 (1-2): 55-60.

- Citation of a book: Author. Year. Title. Publisher (editorial or institution responsible for the printing). City of printing. Number of pages.

Examples: PENNAK, R. W. 1978. Fresh-water invertebrates of the United States . John Wiley, New York . 767 p.

GÓMEZ A., A.; RIVERA P., H. 1987. Descripción de malezas en plantaciones de café. Cenicafé, Chinchiná , Colombia . 481 p.

- Citation of a chapter in a multiauthored book: Author. Year. Title of the chapter. Pages of the chapter (p. XX-XX). En: Editor (ed.). Title of the book. Publisher. City. Country. Number of book pages.

Example: MONTOYA-LERMA, J.; FERRO, C. 1999. Flebótomos (Diptera: Psychodidae) de Colombia. p. 211-245. En: Amat, G.; Andrade-C., G.; Fernández, F. (eds.). Insectos de Colombia. Volumen II. Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Colección Jorge Alvarez Lleras. No. 13. Editora Guadalupe Ltda. Bogotá. Colombia. 492 p.

- Internet references. (Harvard model is followed)

AUTHOR/EDITOR. Year. Title. ◆ Disponible en: ◆ URL ◆ [date of revision i.e.: ◆ 1 January 2007 ◆]

Example: SAMUELSON, A.; EVENHUIS, N.; NISHIDA, G. 2001. Insect and spider collections of the world web site. Disponible en: <http://www.bishopmuseum.org/bishop/ento/codens-r-us.html> [review date: 27 March 2001]

Writing Style

Manuscripts should be written as concise, clear and direct as possible. Sentences should be short and simple. Use passive voice. Avoid redundancy (i.e.: ◆ a total of 20 different species were found ◆, replace by ◆ 20 species were found ◆).

The metric system and its abbreviations should be used (m, kg, km, g, mm, cm); decimals should be used instead of fractions. See comments below. Scientific names of species (animal or plant) are italicized and should include descriptor and year when cited for the first time. Use the complete name of the genus the first time used, after which it may be abbreviated.

Examples: First time citation: *Tecia solanivora* (Povolny, 1930) (Lepidoptera: Gelechiidae). Subsequent citations: *T. solanivora*. *Dermatobia hominis* (L.) (Diptera: Oestridae). Subsequent citations: *D. hominis*. When referring to a specimen by the genus name use the abbreviation sp. Example: *Beauveria* sp. When referring to a series of species of the same genus use the abbreviation spp. Example: *Beauveria* spp.

When complete numbers from zero to ten are not followed by units, these should be written with letters (one, two, etc and not 1, 2, etc). Examples: three repetitions; first instar; 3 yr. When citing dates write day-month (in letters)-year. Example: 12 May 1996.

Acronyms should be explained in full the first time these appear. Example: Integrated Pest Management (IPM). When Latin words are used, these should be in italics Example: *Ad libitum*. *A posteriori*. *In vitro*.

Do not use	Use
Altura	Altitud
Azar	Riesgo
Con base a	Con base en
De acuerdo a	De acuerdo con
Dos mm	2 mm
Dosis	Dosificación
En relación a	En relación con
et al.	et al.
et. al	et al.
Fueron colectados	Se coleccionaron
Fueron registradas	Se registraron
g por cm ²	g/cm ²
Insecto/rama	insecto por rama
Mes de Marzo	Mes de marzo
Predator	Predador
Rango	Intervalo
Rata	Tasa
Replicación	Repetición
Reportar	Informar
Reporte	Registro
Seis años	6 años
Varianza	Variación
Ya que	Debido a
50 %	50%
Tercer instar larval	Tercer instar
(Fig. 1, Tabla 2)	(Fig. 1; Tabla 2)
(Cuadro 1)	(Tabla 1)
(Figura 2)	(Fig. 2)
(Figuras 1, 2, 3)	(Figs. 1-3)
(Mapa 3)	(Fig. 3)
..en la Figura 2	.. en la figura 2
..en la Tabla 2	.. en la tabla 2

C. Common abbreviations

Liter (s) = L or l, Gram (s) = g, Kilogram (s) = kg, Second (s) = s, Minute (s) = min, Hour (s)= h, Millimeter (s) = mm, Centimeter (s) = cm, Meter (s) = m, Kilometer (s) = km, Molar = M, Revolutions per minute = rpm, Meters above sea level = masl,

Thousands should be separated by points i.e.: 1.003 insects

Decimal points should be separated by commas i.e.: 10,3 mm

Before sending the paper, please make sure you have checked all the instructions.

Note. These instructions were built based on several sources:

- Actualidades Biológicas. Universidad de Antioquia. Departamento de Biología. Medellín. Instructions to authors.
- Caldasia. Universidad Nacional de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales. Bogotá. Instructions to authors.
- ESA's Style Guide. 1998. <http://www.entsoc.org/stguide.htm>
- Memórias do Instituto Oswaldo Cruz. Brasil. Instructions to authors.
- Neotropical Entomology. Instructions to authors.
- Publishing with ESA. 1992. Entomological Society of America .
- Sociedad Colombiana de Entomología. Comité de Publicaciones. 1979. Normas para la publicación de artículos científicos. p. 32-37. En: Guía para la preparación, presentación y calificación de trabajos científicos. Junta Directiva de la Sociedad Colombiana de Entomología Socolen (Ed). Palmira , febrero 1979.

Steps followed during evaluation

Papers submitted for publication to the Revista Colombiana de Entomología are revised by the editorial committee and are evaluated by academic referees; the process may take 60 days; acceptance depends of these evaluations. Outcomes can be any of the following:

- accepted without changes
- accepted with minor changes
- accepted with major changes
- acceptable only after the review of a second version
- rejected

The journal assumes the right of final acceptance and rejection of manuscripts and may make suggestions to improve their appearance.

A. If the paper is accepted without changes, the Editor will request the final version electronically. The author should send the paper as a set of separate files as follows: Text as Word for Windows. Tables in Excel or Word. Figures, indicating the software used.

B. If minor changes are required, the Editor will send to the author a copy of the evaluation and the text with the comments. A period of no longer than 15 days is requested for return of the corrected version via e-mail in separate files: Text. Tables. Figures.

C. If major changes are required, the Editor will send to the author a copy of the evaluations and the document with the comments. A period of no longer than 30 days is requested for return of:

- Final electronic version. Separate files of: Word Text Windows. Excel Tables. Figures indicating the program used.
- High resolution figures (TIFF 300 dpi).
- The document with corrections.

D. If reconsidered after a second review, the Editor will ask for a corrected version to be revised by the referees again. In this case the author has 60 days to send the corrected version. If the author responds after that time frame, the manuscript will be considered new and will start the process of evaluation again.

If for some reason the author cannot send the corrected version on time, a communication indicating the reasons of the delay is highly recommended. The new due date can be no longer than 30 days.

E. If the paper is rejected, the editor will notify the author with a copy of the general comments of the referees without returning the documents.

The paper is accepted once the editor has verified that corrections and suggestions were addressed, and sends the acceptance to the author (s) indicating the volume and number where the paper will appear.

Reprints . Corresponding authors will receive pdf files of their publication. No printed copies are provided.

Sending of manuscripts

Papers can be submitted either electronically or printed. If printed, three copies should be sent to: Revista Colombiana de Entomología, Apartado Aéreo 11366, Bogotá, D. C. or Transversal 24 #54-31, oficina 405, Edificio Volterra, Bogotá D.C., Colombia. If an electronic version is submitted, send a message asking for an account at: publicaciones@socolen.org.co with the subject “artículo para revista”; a login and password will be provided shortly; this can be used to access the society webpage section to upload your paper. Electronic procedures significantly speed up evaluation so this method is strongly encouraged.