

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
DEPARTAMENTO DE ZOOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA ANIMAL

THAMYRYS BEZERRA DE SOUZA

ASPECTOS BIOLÓGICOS, DESCRIÇÃO DOS IMATUROS E COMPORTAMENTO DE
CÓPULA DE *Cyclocephala distincta* BURMEISTER (COLEOPTERA: DYNASTINAE,
CYCLOCEPHALINI)

RECIFE

2013

THAMYRYS BEZERRA DE SOUZA

**ASPECTOS BIOLÓGICOS, DESCRIÇÃO DOS IMATUROS E COMPORTAMENTO DE
CÓPULA DE *Cyclocephala distincta* BURMEISTER (COLEOPTERA: DYNASTINAE,
CYCLOCEPHALINI)**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Biologia Animal da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do grau de mestre em Biologia Animal.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Luciana Iannuzzi

Co-orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Cleide Maria Ribeiro de Albuquerque

RECIFE

2013

Catálogo na Fonte:
Bibliotecário Bruno Márcio Gouveia, CRB-4/1788

S729a Souza, Thamyrys Bezerra de

Aspectos biológicos, descrição dos imaturos e comportamento de cópula de
Cyclocephala distincta Burmeister (Coleoptera: Dynastinae, Cyclocephalini) /
Thamyrys Bezerra de Souza. – Recife: O Autor, 2013.

98 f. : il., fig., tab.

Orientadora: Luciana Iannuzzi

Coorientadora: Cleide Maria Ribeiro de Albuquerque

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. Centro de
Ciências Biológicas. Pós-graduação em Biologia Animal, 2013.

Inclui bibliografia

1. Coleóptero 2. Reprodução animal I. Iannuzzi, Luciana (orientadora) II.
Albuquerque, Cleide Maria Ribeiro (coorientadora) III. Título.

595.76

CDD (22.ed.)

UFPE/CCB-2013-091

THAMYRYS BEZERRA DE SOUZA

**ASPECTOS BIOLÓGICOS, DESCRIÇÃO DOS IMATUROS E COMPORTAMENTO DE
CÓPULA DE *Cyclocephala distincta* BURMEISTER (COLEOPTERA: DYNASTINAE,
CYCLOCEPHALINI)**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Biologia Animal da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do grau de mestre em Biologia Animal.

COMISSÃO EXAMINADORA

Titulares:

Dr. Celso Feitosa Martins (UFPB)

Dra. Nicola Schiel (UFRPE)

Suplentes:

Dr. Artur Campos Dália Maia (UFPE)

Dr. Antônio da Silva Souto (UFPE)

Dra. Rita de Cássia Moura (UPE)

Recife, 19 de fevereiro de 2013.

A minha mãe e avó, dedico.

AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal de Pernambuco e ao Programa de Pós Graduação em Biologia Animal, pela estrutura e conhecimento proporcionados.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pelo apoio financeiro recebido durante o projeto.

Ao Campo de Instrução Marechal Newton Cavalcante, por permitir e auxiliar as pesquisas de campo.

A minha orientadora e amiga Luciana Iannuzzi. Parabéns por ser essa orientadora exemplar que és e obrigada por me suportar desde o terceiro período da graduação. Muito do que sou hoje, é graças a ti!

A minha co-orientadora Cleide Ribeiro pela amizade, sugestões e disponibilidade.

Ao Paschoal Grossi pela disponibilidade, ensinamento e bibliografia compartilhada.

Ao Artur Maia por compartilhar conhecimento e admiração pelos *Cyclocephala*.

Ao Celso Feitosa e Carolina Liberal por disponibilizar o uso do laboratório de Entomologia da UFPB e permitir o acesso à super lupa!

Ao Ulisses Pinheiro, pelo acesso aos equipamentos do laboratório de Porifera.

A minha família do Labzouro, por tornarem o trabalho mais divertido, sempre! Pela amizade sincera e pelas dicas e sugestões ao longo do desenvolvimento do trabalho.

A todos os companheiros permanentes e temporários de coleta: Larissa Simões, Fábio Costa, Renato Portela, Patrícia Brandão, Ralf Schwamborn, Denise Costa, Rafael Albuquerque, Renato Seara e Laís Pordeus.

A Antônio Souto e Nicola Schiel pelo primeiro contato com o mundo da pesquisa..."Macaquinhos lindos" e por todas as conversas compartilhadas sobre o fascinante mundo do comportamento animal!

Aos amigos de turma do mestrado, por me mostrar que sugestões valiosas, solidariedade e amizade podem ser ofertadas, todas juntas, em apenas um ano de convivência.

Aos meus queridos amigos de raízes: Bruna Leite, Natália Melo, Amanda Lima, Rubiane Silva, Camila Medeiros, Pedro Assis, Beatriz Santos e Rayane Santos, por sempre me apoiarem e tentarem entender as inúmeras horas dedicadas aos besouros.

Aos besouros, por proporcionarem aprendizados acadêmicos e para vida.

Por fim, eu poderia ter agradecido minha família no início, pois sem ela nada disso seria possível.

Porém optei por agradecê-la por último, em uma tentativa de simbolizar o real papel que ela exerce na minha vida: base. Muito obrigada pelo amor, incentivo, interesse e, acima de tudo, pelo orgulho que vocês transmitem sentir por mim. Mãe, Pai, Irmão, Vó e Mel, amo vocês!

E a luz, que me orienta, guia e protege... sempre! Jah, Gratidão define.

"I write epitaphs for a living"

Philip DeVries,

ao ser indagado sobre o que faz em florestas tropicais.

RESUMO

O presente trabalho objetivou conhecer aspectos biológicos, descrever os imaturos e obter informações sobre o comportamento sexual de *Cyclocephala distinta* Burmeister (Cyclocephalini, Scarabaeidae), uma espécie antófila comumente encontrada na região Nordeste, Brasil. Para isso, espécimes adultos foram coletados em um fragmento de Floresta Atlântica no estado de Pernambuco, Brasil e submetidos a criação em cativeiro sob condições ambiente. Foram analisadas a taxa de eclosão, o ciclo de vida, os parâmetros de postura, a mortalidade de adultos e imaturos, os caracteres morfológicos externos dos imaturos, o repertório comportamental sexual dos adultos e os caracteres morfológicos relacionados à cópula da espécie. Os dados de mortalidade de fêmeas que realizaram ou não posturas, e de indivíduos mantidos em cativeiro isolados e em conjunto foram comparados pelo teste t de Student. Para descrição dos imaturos, seguiu-se a terminologia de Ritcher (1966) e Böving (1936). O repertório de cópula de 20 casais foi acompanhado a partir de observações diretas e imagens digitalizadas. A seqüência do comportamento foi descrita usando o método de amostragem "todas as ocorrências" e registrada em forma de etograma e fluxograma. Medidas dos caracteres morfológicos entre os sexos foram comparadas através do teste t de Student. Em cativeiro, a duração média do ciclo de vida foi de 108,4 dias (n = 45). A fase de ovo durou em média 10,9 dias e a taxa de eclosão foi de 73,9%. A fase imatura durou em média 93,4 dias e o terceiro instar apresentou o maior índice de sobrevivência (97,4%) e duração (40,4 dias). A média de ovos por fêmea foi de 15,5, o período reprodutivo total de 3,3 dias e a fertilidade total de 81,2%. A mortalidade não foi influenciada pela fisiologia reprodutiva, nem pelo isolamento, nem pelo sexo dos indivíduos. Na descrição dos imaturos foi documentado, pela primeira vez para o gênero, um número maior de cerdas da chaetoparia direta quando comparada à esquerda no 3º instar. Também é inédito para o gênero a presença dois tubérculos externoapicais na protúbia da pupa. Foram registradas 13 categorias e 37 sub-categorias comportamentais em 37 h de observação, distribuídas entre as fases de pré-cópula, cópula e pré-soltura. Durante a pré cópula, a aproximação entre os sexos se deu principalmente pela "procura" do macho pela fêmea (65%). Foram evidentes os comportamentos de rejeição da fêmea e insistência do macho, denominados de luta pré-cópula. A cópula teve duração média de 7min39s e apresentou corte copulatória. Finalizada a cópula, a maioria dos machos permaneceu sobre o dorso da fêmea (80%), o que aumentou a rejeição dela. Fêmeas apresentaram maior largura corporal que os machos e os machos apresentaram comprimentos das pernas meso- e metatorácicas maiores que o das fêmeas. O edeago apresentou 2,8 e 0,7 mm de comprimento e largura, respectivamente e a largura média da depressão do élitro, registrado apenas na fêmea, foi de 2,0 mm. Foram registradas 11 combinações possíveis de máculas, quatro (três exclusivas) nas fêmeas e sete (seis exclusivas) nos machos.

Palavras-chave: Ciclo de vida. Comportamento. Reprodução. Taxonomia larval.

ABSTRACT

This work aimed to understand biological aspects, describe the immature and obtain information about the sexual behavior of *Cyclocephala distinta* Burmeister, anthophilous a species commonly found in the Northeast, Brazil. For this purpose, adult specimens were collected at a fragment of the Atlantic Forest in Pernambuco, Brazil and submitted to captivity under ambient conditions. It were assessed the eclosion rate, life cycle, laying parameters, mortality of adults and immature, the external morphology of immature, coupling repertoire, and the morphologic characters associated to the species' coupling. The mortality data were compared between female with and without laying and between individuals either isolated or in groups using the t Student test. And followed the terminologies found in Ritcher (1966) and Böving (1936) to the immature's description. The coupling repertoire of 20 couples were followed using direct observations and digital image. The behavior sequence was described using the sampling method "all occurrences" and registered in an ethogram and flowchart. Morphologic characters measurements between genders were compared using the t Student test. In captivity, the life cycle duration average was of 108.4 days (n = 45). The egg phase lasted on average 10.9 days and the eclosion rate was of 73.9%. The immature phase lasted on average 93.4 days and the third instar indicated greater survival (97.4%) and duration (40.4 days). The female egg average was 15.5, the total reproductive period was of 3.3 days and the total fertility was of 81.2%. The mortality was influenced by neither the reproductive physiology nor the isolation and the gender of each individual. In the immature description, it was documented, for the first time to this gender; the bristle number of the right chaetoparia was greater than the left one in the 3rd instar and pupa with two externoapical protuberances on the protibia. 13 categories and 37 subcategories were registered during 37 observation hours, distributed among the pre-coupling, coupling and post-coupling phases. During the pre-coupling, the intercourse occurred mainly due to the male "chase" for the female (65%) and it was clear the presence of female rejection and male insistence, named as pre- coupling fight. The coupling lasted on average 7min 39s and presented copulatory courtship. Once the copula has finished, the majority of males (80%) remained in the back of the female which increased the rejection of female. Females had more body width than males though males had meso and metathoracic leg's length greather than females. The aedeagus was 2.8 ± 0.2 mm in length and 0.7 ± 0.02 mm in width and the average elytron depression, registered only in female, was 2.0 ± 0.2 mm. 11 possible macule combinations was registered where four (three in exclusive) in females and seven (six in exclusive) in males.

Keywords: Life cycle. Behaviour. Reproduction. Larval taxonomy.

SUMÁRIO

Fundamentação teórica.....	12
Dynastinae: Cyclocephalini, <i>Cyclocephala distincta</i>	12
Biologia de <i>Cyclocephala</i>	12
Taxonomia dos imaturos de <i>Cyclocephala</i>	14
Comportamento sexual de <i>Cyclocephala</i>	16
Objetivos.....	18
Justificativa.....	18
Referências bibliográficas.....	19

CAPITULO 1: Aspectos biológicos e descrição dos imaturos de *Cyclocephala distincta* Burmeister (Coleoptera: Dynastinae, Cyclocephalini)

Resumo.....	27
1.1 Introdução.....	28
1.2 Materiais e Métodos.....	29
1.2.1 Aspectos biológicos em cativeiro.....	29
1.2.2 Descrição dos imaturos.....	32
1.3 Resultados e Discussão.....	33
1.3.1 Aspectos biológicos em cativeiro.....	33
1.3.2 Descrição dos imaturos.....	42
1.4 Referências bibliográficas.....	51

CAPÍTULO 2: Comportamento e caracteres morfológicos relacionados à cópula de *Cyclocephala distincta* Burmeister (Coleoptera: Dynastinae, Cyclocephalini)

Resumo.....	62
2.1 Introdução.....	63

2.2 Materiais e Métodos.....	65
2.2.1 Repertório comportamental relacionado à cópula.....	65
2.2.2 Caracteres morfológicos relacionados à cópula.....	67
2.3 Resultados.....	67
2.3.1 Repertório comportamental relacionado à cópula.....	67
2.3.2 Caracteres morfológicos relacionados à cópula.....	79
2.4 Discussão.....	82
2.5 Referências bibliográficas.....	87
2.6 Conclusões gerais.....	99

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Dynastinae: Cyclocephalini, *Cyclocephala distincta*

A subfamília Dynastinae é composta pelas tribos: Agaocephalini, Cyclocephalini, Dynastini, Hexodontini, Oryctini, Oryctoderini, Pentodontini e Phileurini, e apresenta aproximadamente 1.500 espécies descritas (ENDRÖDI, 1985; RATCLIFFE; CAVE, 2006). A tribo Cyclocephalini ocorre nas Américas, África, Ásia e Austrália (RATCLIFFE; CAVE, 2006; JAMESON; JAKL, 2010). Quanto às relações evolutivas da tribo, não há uma hipótese filogenética bem estabelecida e a monofilia do grupo não é definida (RATCLIFFE; CAVE, 2006). Cerca de 15 gêneros são conhecidos atualmente, entre os quais, *Cyclocephala* contribui com mais de 85% da riqueza da tribo, com cerca de 450 espécies descritas, encontradas desde o sudoeste do Canadá até a Argentina, passando pelo Caribe. O centro de diversidade do gênero está na região Neotropical (RATCLIFFE, 2003; RATCLIFFE; CAVE, 2006; JAMESON; JAKL, 2010).

A espécie *Cyclocephala distincta* foi descrita pelo zoólogo alemão Karl Hermann Konrad Burmeister em 1847. Compreende besouros de 9 – 10 mm de comprimento, com clipeo ligeiramente contraído para o ápice, ângulos anteriores fortemente arredondados, ápice truncado, superfície dorsal densa e finamente pontuada e com máculas dispostas em padrão no pronoto e no élitro. Ocorrem nas Guianas, Colômbia e Brasil (Amazonas, Bahia, Pernambuco, Rio de Janeiro, Santa Catarina e São Paulo) e o que se sabe sobre a biologia até então é oriundo de seu papel como visitantes florais especializados de palmeiras (Arecaceae) (ENDRÖDI, 1985; VOEKS, 2002).

Biologia de *Cyclocephala*

Os adultos de *Cyclocephala* apresentam hábito tipicamente crepuscular/noturno e a maioria das espécies conhecida se alimenta de pólen, tecidos florais nutritivos e exsudatos produzidos pelos estigmas de suas plantas hospedeiras (GOTTSBERGER, 1986; GIBERNAU *et al.*, 1999; RATCLIFFE, 2003). Todavia também há registro de duas espécies que não se

alimentam na fase adulta, *C. lurida* Bland e *C. borealis* Arrow, ambas pragas de gramíneas nos EUA (RITCHER, 1958). Os adultos são facilmente atraídos por luzes durante a noite e a razão sexual varia. Nas coletas amostrais, em geral, fêmeas são mais abundantes que machos (DIERINGER; DELGADO, 1994).

Espécies antófilas de *Cyclocephala* apresentam associação conhecida como polinizadores especializados de plantas das famílias Annonaceae, Araceae, Arecaceae, Cyclanthaceae, Magnoliaceae e Nymphaeaceae (GOTTSBERGER, 1986; PELLMYR; THIEN, 1986; DIERINGER; ESPINOSA, 1994; RATCLIFFE, 2003; RATCLIFFE; CAVE, 2006; MAIA *et al.*, 2010) e há evidência de interação espécie-específica documentada entre *Cyclocephala jalapensis* Casey e *Magnolia schiedeana* Schltdl., um táxon de Magnoliaceae que atualmente encontra-se ameaçado de extinção (DIERINGER; DELGADO, 1994; DIERINGER; ESPINOSA, 1994; IUCN, 2012). Os *Cyclocephala* são atraídos por odores florais e a emissão de fortes fragrâncias pelas plantas ocorre em sincronia com o horário de vôo dos besouros, que encontram abrigo, alimento e sítio de acasalamento (GOTTSBERGER, 1990; SCHATZ, 1990; BERNHARDT, 2000). A volatilização de compostos odoríferos é facilitada pela termogênese floral, um fenômeno fisiológico em que tecidos florais queimam carboidratos ou lipídeos armazenados para elevar suas temperaturas acima da temperatura ambiente (SEYMOUR; WHITE; GIBERNAU, 2003). O aquecimento da câmara floral é importante no balanço energético dos besouros *Cyclocephala*, que são endotermos facultativos, pois lhes permite serem ativos com redução dos gastos energéticos com a endotermia (SEYMOUR; WHITE; GIBERNAU, 2009).

As fêmeas de *Cyclocephala* utilizam o solo como local de oviposição (MONDINO *et al.*, 1997). Os ovos são de coloração branca, de forma variando de esférica a ovóide e aumentam de tamanho durante o desenvolvimento embrionário (GAVOTTO, 1964; CHERRY, 1985; MONDINO *et al.*, 1997; SANTOS; ÁVILA, 2007; RODRIGUES *et al.*, 2010). Os imaturos têm hábito subterrâneo, sendo as larvas escarabeiformes, de coloração esbranquiçada, tamanho variável conforme a espécie e apresenta três instares (RITCHER, 1958; GREBENNIKOV; SCHOLTZ, 2004; ÁVILA; SANTOS, 2009) e as pupas são do tipo livre e de coloração amarelada (ÁVILA; SANTOS, 2009). A alimentação das larvas é essencialmente restrita a raízes de gramíneas e/ou matéria orgânica em decomposição (RATCLIFFE, 2003; RATCLIFFE; CAVE, 2006; STECHAUNER-ROHRINGER; PARDO-LOCARNO, 2010). Uma exceção é

Cyclocephala dilatata (Prell), cujas larvas se alimentam do pecíolo de *Attalea maripa* (Aubl.) Mart. (PONCHEL, 2006). A atividade alimentar das larvas pode contribuir para o equilíbrio do ambiente por meio do revolvimento do solo nas camadas superficiais, na fragmentação do material orgânico e na reciclagem de nutrientes (GASSEN, 2001). Mas também pode acarretar danos agrícolas, principalmente na forma de pragas rizófagas (RITCHER, 1966; POTTER *et al.*, 1996).

As espécies de *Cyclocephala*, são consideradas univoltinas e seu ciclo de vida completo apresenta duração que varia entre 229 e 365 dias (GAVOTTO, 1964; CHERRY, 1985; SANTOS; ÁVILA, 2007; RODRIGUES *et al.*, 2010). A vida desses insetos se dá tanto em ambiente edáfico quanto aéreo, tornando extremamente complexa sua relação com os fatores ambientais (MONDINO *et al.*, 1997). A precipitação pluviométrica e a umidade e temperatura do solo são importantes reguladores do nível populacional de besouros desse gênero (POTTER, 1981; POTTER; GORDON, 1984; MONDINO *et al.*, 1997).

Taxonomia dos imaturos de *Cyclocephala*

A caracterização morfológica das larvas do gênero reúne os seguintes caracteres: 1) Superfície do crânio reticulada, lisa e coloração de amarelo-amarronzada à marrom-avermelhada; 2) Ocelo presente; 3) Margem lateral do labro (e epifaringe) arredondada, sem angulação posterior; 4) Processo haptomeral da epifaringe com dois dentes iguais; 5) Maxila com uma fileira de dentes truncados, formando uma área estrudulatória; 6) Último segmento antenal com duas áreas sensoriais dorsais; 7) Raster com teges consistindo de uma ampla região de cerdas proeminentes; 8) Lábio anal inferior com cerdas; 9) Palidia ausente; 10) Garra tarsal com duas cerdas (RITCHER, 1966).

Há descrição de larvas de 10 espécies de *Cyclocephala* e destas, seis são consideradas pragas agrícolas: *C. abrupta* Casey, *C. borealis* Arrow, *C. comata* Bates, *C. immaculata* Olivier, *C. parallela* Casey e *C. signaticollis* Burmeister (GAVOTTO, 1964; RITCHER, 1966; GORDON; ANDERSON, 1981; MORELLI, 1991; MORELLI; ALZUGARAY, 1994; BRAN; LONDONO; PARDO, 2006; GARCÍA *et al.*, 2009). O enfoque nas espécies pragas é devido à sua importância econômica, pelos danos que "os corós" causam aos solos cultivados

(SALVADORI; OLIVEIRA, 2001). O nome coró é a denominação popular das larvas da família Scarabaeidae ou Melolonthidae, que são do tipo escarabeiforme e possuem hábito edafícola (SALVADORI; OLIVEIRA, 2001). Nessas, há três instares larvais e o último instar, que representa 70% da duração da fase larval, apresenta tamanho máximo e maior capacidade de consumo alimentar (SALVADORI; OLIVEIRA, 2001). A interação das larvas com o ambiente pode ocorrer de três formas: a) consumo de grandes quantidades do substrato alimentar; b) dejeção de parte significativa do volume ingerido, na forma de fezes ricas em substâncias nitrogenadas; e c) servindo de alimento para grande número de inimigos naturais, predadores, parasitos, parasitóides e patógenos (MORÓN, 1996).

Segundo Ritcher (1958), as larvas de Dynastinae podem se alimentar normalmente de matéria orgânica em decomposição e, na ausência desse substrato, atacam raízes vivas. Há registro de espécies de *Cyclocephala* (*C. amazonica* Linnaeus, *C. fulgurata* Burmeister, *C. lunulata* Burmeister e *C. stictica* Burmeister) que são saprófagas facultativas e capazes de completar o ciclo de vida na ausência de qualquer tecido vivo (DELOYA, 1998; PARDO-LOCARNO *et al.*, 2005; PEREIRA; SALVADORI, 2006).

No entanto, sabe-se que apenas 1% da diversidade que habita os solos cultivados da América Latina é conhecida (RAMÍREZ-SALINAS; MORÓN; RAMÍREZ-CASTRO, 2000). No Brasil existem registradas 1.008 espécies de larvas escarabeiformes edafícolas, entretanto, a maior parte dos registros sobre danos causados por estas larvas não está referida a uma espécie devidamente identificada (MORÓN, 2004). Em geral, as larvas escarabeiformes que ocorrem em um determinado ambiente podem constituir um grupo variado quanto aos hábitos alimentares e, por conseguinte, ao potencial de causar danos às plantas cultivadas (SALVADORI; OLIVEIRA, 2001). Desta maneira, a correta identificação das espécies é requisito fundamental para o manejo das mesmas, uma vez que em muitos casos os insetos existentes em uma determinada área de lavoura não pertencem a uma espécie nociva às plantas cultivadas (PEREIRA; SALVADORI, 2006). Além da importância na identificação para manejo de pragas, a morfologia da larva somada com a do adulto pode contribuir para a tomada de decisão do status taxonômico de um determinado gênero ou espécie (RITCHER, 1966; MICÓ; MORÓN; GALANTE, 2003)

Comportamento sexual de *Cyclocephala*

Um conceito errôneo, porém comum, é que, em comparação aos vertebrados, os insetos apresentam repertórios comportamentais simples e limitados, em razão de um sistema nervoso mais simples (TRIPLEHORN; JONNISON, 2011). Contudo, os insetos não são autômatos previsíveis, ou seja, quando estimulados para responder de modo característico, não estão limitados a um conjunto de movimentos rígidos e pré-programados (TRIPLEHORN; JONNISON, 2011). No comportamento sexual, as frequências em que os padrões comportamentais são executados podem variar de acordo com o status reprodutivo do animal e a análise desses padrões poderá ser utilizada como ferramenta ou subsídio para compreensão dos mecanismos evolutivos como poliandria, competição espermática e cópulas múltiplas (WANTO; FISCHER, 2005). Da mesma forma, tem-se como pressuposto que o comportamento sexual também seja afetado pela presença de heteroespecíficos, comprometendo o potencial reprodutivo da espécie e diminuindo o número de indivíduos de uma população (WANTO; FISCHER, 2005).

Nos insetos, em geral, o comportamento sexual pode ser dividido em três estágios. Primeiro: o macho procura a fêmea ou "chama" por ela. Se uma fêmea potencialmente reprodutiva é localizada, segue-se uma associação pré-copulatória, com o macho realizando comportamentos para induzir a fêmea a permitir o acasalamento. Segundo: a cópula propriamente dita pode necessitar de alguns minutos, ou mesmo horas, para que o esperma seja completamente transferido. Terceiro: finalizada a cópula, o macho pode gastar um tempo adicional com a sua parceira em uma associação pós-copulatória (THORNHILL; ALCOCK, 1983). Sabe-se também que os exemplos de convergência evolutiva em elaborados e especializados aparatos sensoriais suportam a hipótese de que os machos são fortemente mais motivados à cópula do que as fêmeas. Isto porque a contribuição genética do macho aumenta a cada fêmea com a qual ele se acasala, enquanto que a fêmea pode ter sua quantidade total de ovos fertilizadas por apenas um ou poucos machos. As fêmeas, em geral, são seletivas na escolha do parceiro e quando o macho a encontra ele precisa despender de pouco tempo para avaliar sua receptividade, a fim de economizar tempo e energia (THORNHILL; ALCOCK, 1983).

Em relação aos coleópteros que apresentam associação com plantas, há indícios de que inicialmente a atração primária está direcionada a fontes seguras de alimento e locais de reprodução, a partir da orientação dos insetos por aleloquímicos emitidos pelas plantas

hospedeiras e sem a influência de voláteis produzidos por outros besouros co-específicos. Numa segunda etapa, a orientação dos besouros aumenta em resposta aos voláteis produzidos por um dos sexos e, posteriormente, por ambos os sexos (SCHLYTER; BIRGERSSON, 1999).

A única informação documentada sobre o comportamento sexual do gênero *Cyclocephala* é para a espécie *C. lurida*, cujas fêmeas produzem um feromônio sexual (POTTER, 1980). A liberação desse feromônio ocorre a partir de sua emergência do solo, sendo realizada no período crepuscular e em sincronia com a emergência e vôo dos machos. As fêmeas emergem e permanecem sobre o solo ou sobre vegetação rasteira, então os machos voam em sua direção realizando movimentos em "zig zag". A cópula se segue, muitas vezes, com vários machos tentando copular com uma única fêmea. Uma vez finalizada a cópula, tanto machos quanto fêmeas se enterram no solo (HAYNES; POTTER, 1995a; HAYNES; POTTER, 1995b). A taxa de emissão do feromônio sexual pelas fêmeas de *C. lurida* é considerada baixa (HAYNES; POTTER, 1995b). Segundo Greenfield (1981), a baixa taxa de emissão dos feromônios sexuais pode estar envolvida com a redução dos riscos de predação, na conservação da energia que seria gasta na produção do feromônio, ou ainda ser uma forma de seleção sexual, onde apenas os machos mais sensíveis seriam capazes de encontrar as fêmeas.

Em uma situação onde espécies simpátricas compartilham da mesma atração por um feromônio sexual, mecanismos comportamentais são usualmente empregados para minimizar as chances de encontros ou de cruzamentos interespecíficos. Entre os besouros do gênero *Cyclocephala*, os feromônios extraídos de *C. borealis* e *C. lurida* são atrativos para ambas as espécies, sugerindo sobreposição na sua composição. Aparentemente, o isolamento reprodutivo entre populações das duas espécies ocorre em função da diferença temporal nas atividades de acasalamento. As atividades de vôo e cópula de *C. lurida* ocorrem do crepúsculo, até às 23h00 enquanto que adultos de *C. borealis* apenas estão ativos após às 00h00 (POTTER, 1980).

Um fenômeno incomum foi descoberto em besouros de *C. lurida*. Machos adultos da espécie foram atraídos e tentaram copular com larvas coespecíficas, independentemente do instar. Extratos hexânicos das larvas mostraram-se atrativos para machos adultos, demonstrando a natureza química do fenômeno (HAYNES; POTTER; COLLINS, 1992; HAYNES; POTTER, 1995a).

OBJETIVOS

Este trabalho teve como objetivo conhecer aspectos da biologia, da taxonomia dos imaturos e do comportamento sexual de *Cyclocephala distincta*. Mais especificamente, visou-se: 1) Determinar, em cativeiro, a taxa de eclosão e conhecer o ciclo de vida de *Cyclocephala distincta*; 2) Estimar parâmetros de postura das fêmeas de *Cyclocephala distincta* provenientes do campo; 3) Comparar a mortalidade de *C. distincta*, a partir de fêmeas que realizaram ou não postura(s) e entre indivíduos mantidos isolados e em conjunto; 4) Descrever os aspectos morfológicos externos dos imaturos da espécie; 5) Elaborar uma chave de identificação para larvas de terceiro instar das espécies de *Cyclocephala*; 6) Acompanhar o repertório comportamental de cópula de *C. distincta*; e 7) Identificar caracteres morfológicos relacionados à atividade de cópula da espécie.

JUSTIFICATIVA

Dada a importância da tribo Cyclocephalini, notadamente do gênero *Cyclocephala*, estudos referentes ao conhecimento da biologia das suas espécies, assim como o entendimento preciso da morfologia dos estágios imaturos, contribuirão para a execução de planos apropriados para o manejo de polinizadores e pragas, principalmente promovendo a preservação das espécies benéficas. Além disso, se documentados de forma consistente, caracteres comportamentais podem contribuir grandemente para estudos de taxonomia, sistemática e evolução. As características comportamentais podem ser aplicadas a reconstruções filogenéticas com base em dados morfológicos, e então pode-se inferir sobre a evolução do comportamento e a modificação entre os vários grupos na árvore evolucionária. As atividades comportamentais foram exploradas em cativeiro, pois *Cyclocephala distincta* é um besouro de atividade noturna e refugia-se no solo em situação de perigo, o que torna difícil sua visualização em condições naturais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ÁVILA, C.J.; SANTOS, V. **Corós associados ao sistema de plantio direto no estado de Mato Grosso do Sul**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2009.

BERNHARDT, P. Convergent evolution and adaptive radiation of beetle-pollinated angiosperms. **Plant Systematics and Evolution**, v.222, p.293–320, 2000.

BRAN, A.M.; LONDONO, M.E.; PARDO, L.C. Morfología de estados inmaduros de tres especies de *Cyclocephala* (Coleoptera: Melolonthidae) com uma chave para larvas de tercer estado em Colombia. **Revista Corpoica – Ciencia y Tecnología Agropecuaria**, v.7, p.58–66, 2006.

CHERRY, R.H. Seasonal phenology of white grubs (Coleoptera: Scarabaeidae) in Florida sugarcane fields. **Journal of Economic Entomology**, v.78. p.787–789, 1985.

DELOYA, C. *Cyclocephala lunulata* Burmeister, 1847 asociada al cultivo de Maiz (*Zea Mays*) en Pueblo Nuevo, Morelos, Mexico. **Avances sobre Coleopteros Edaficolos**, p.121–130, 1998.

DIERINGER, G.; DELGADO, L. Notes on the biology of *Cyclocephala jalapensis* (Coleoptera: Scarabaeidae): An endemic of eastern Mexico. **Southwestern Entomologist**, v.19, p.309–311, 1994.

DIERINGER, G.; ESPINOSA, J.E.S.S. Reproductive ecology of *Magnolia schiedeana* (Magnoliaceae), a threatened cloud forest tree species in Veracruz, Mexico. **Bulletin of the Torrey Botanical Club**, v.121, p.154–159, 1994.

ENDRÖDI, S. **The Dynastinae of the world. Series Entomologica**. Dordrecht: Dr W. Junk. Publishers, 1985.

GARCÍA, G.L.; ORTEGA-ARENAS, L.; HERNÁNDEZ, H.G.; GARCÍA, A.A.; NÁPOLES, J.R.; CORTÉS, R.R. Descripción de las larvas de tercer instar de Melolonthidae (Coleoptera) asociadas al cultivo de *Agave tequilana* var. Azul y su fluctuación poblacional en Jalisco, México. **Neotropical Entomology**, v.38, p.769–780, 2009.

GASSEN, D.N. Benefícios de escarabeídeos em lavouras sob plantio direto. **Procisur**, p.159–168, 2001.

GAVOTTO, A.L.R. Ciclo biológico de *Cyclocephala signaticollis* Burm. (Col. Scarabaeidae) y caracteres específicos de su larva. **Revista de Investigaciones Agropecuarias**, v.1, p.151–161, 1964.

GIBERNAU, M.; BARABÉ, D.; CERDAN, P.; DEJEAN, A. Beetle pollination of *Philodendron solimoesense* (Araceae) in French Guiana. **International Journal of Plant Sciences**, v.160, p.1135–1143, 1999.

GORDON, R.D.; ANDERSON, D.M. The species of Scarabaeidae (Coleoptera) associated with sugarcane in South Florida. **Florida Entomologist**, v.64, p.119–138, 1981.

GOTTSBERGER, G. Some pollination strategies in Neotropical savannas and forests. **Plant Systematics and Evolution**, v.152, p.29–45, 1986.

GOTTSBERGER, G. Flowers and beetles in the South American tropics. **Botanica Acta**, v.103, p.360–365, 1990.

GREBENNIKOV, V.V.; SCHOLTZ, C.H. The basal phylogeny of Scarabaeoidea (Insecta: Coleoptera) inferred from larval morphology. **Invertebrate Systematics**, v.18, p. 321–348, 2004.

GREENFIELD, M.D. Moth sex pheromones: an evolutionary perspective. **Florida Entomologist**, v.64, p.4–17, 1981.

HAYNES, K.F.; POTTER, D.A.; COLLINS, J.T. Attraction of male beetles to grubs: evidence for evolution of a sex pheromone from larval odor. **Journal of Chemical Ecology**, v. 18, p. 1117–1124, 1992.

HAYNES, K.F.; POTTER, D.A. Sexual response of a male scarab beetle to larvae suggests a novel evolutionary origin for a pheromone. **American Entomologist**, v.41, p.169–175, 1995a.

HAYNES, K.F.; POTTER, D.A. Chemically Mediated sexual attraction of male *Cyclocephala lurida* (Coleoptera: Scarabaeidae) and other scarabaeid beetles to immature stages. **Environmental entomology**, v.24, p.1302–1306, 1995b.

IUCN. **International Union for Conservation of Nature**. Disponível em: <<http://www.iucnredlist.org/details/30758/0>>. Acesso em 08 abr. 2012.

JAMESON, M.L.; JAKL, S. Synopsis of the aroid scarabs in the genus *Peltonotus* Burmeister (Scarabaeidae, Dynastinae, Cyclocephalini) from Sumatra and description of a new species. **ZooKeys**, v. 34, p. 141–152, 2010.

MAIA, A.C.D.; SCHLINDWEIN, C.; NAVARRO, D.M.A.F.; GIBERNAU, M. Pollination of *Philodendron acutatatum* (Araceae) in the Atlantic forest of Northeastern Brazil: A single scarab beetle species guarantees high fruit set. **Internation Journal Plant Sciences**, v.171, p.740–748, 2010.

MICÓ, E.; MORÓN, M.A.; GALANTE, E. New larval descriptions and biology of some New World Anomalini beetles (Scarabaeidae: Rutelinae). **Annals of the Entomological Society of America**, v.96, p.597–614, 2003.

MONDINO, E.A.; LOPEZ, A.N.; CASTILLO, H.A.A.; CARMONA, D.M. Ciclo de vida de *Cyclocephala signaticollis* Burmeister, 1847 (Coleoptera: Scarabaeidae: Dynastinae) y su relacion con los factores ambientales. **Elytron**, v.11, p.145–156, 1997.

MORELLI, E. Descripción de la larva y de la pupa de *Cyclocephala signaticollis* Burmeister, 1847 (Coleoptera: Scarabaeidae: Dynastinae) y observaciones sobre su biología. **Elytron**, v.5, p.189–195, 1991.

MORELLI, E.; ALZUGARAY, R. Descripción de la larva de *Cyclocephala testacea* Burmeister, 1847 y clave para la determinación de larvas de cuatro especies del género *Cyclocephala* en el Uruguay (Coleoptera, Dynastinae). **Revista Brasileira de Biología**, v.54, p.77–84, 1994.

MORÓN, M.A. **Los Coleoptera Melolonthidae edafícolas en América Latina**. Puebla: Sociedade Mexicana de Entomologia, 1996.

MORÓN, M.A. **Pragas de solo no Brasil: Melolontídeos edafícolas**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2004.

PARDO-LOCARNO, L.C.; MONTOYA-LERMA, J.; BELLOTTI, A.C.; SCHOONHOVEN, A.V. Structure and composition of the white grub complex (Coleoptera: Scarabaeidae) in agroecological systems of Northern Cauca, Colombia. **Florida Entomologist**, v.88, p.355–363, 2005.

PELLMYR, O.; THIEN, L.B. Insect reproduction and floral fragrances: keys to the evolution of the angiosperms? **Taxon**, v.37, p.76–85, 1986.

PEREIRA, P.R.V.S.; SALVADORI, J.R. **Guia para identificação de corós rizófagos (Coleoptera: Scarabaeoidea: Melolonthidae) comumente encontrados em cereais de inverno, milho e soja no norte do Rio Grande do Sul**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2006.

PONCHEL, Y. 2006. **The Dynastidae of the word. Biologie et collect de quelques dynastides.** Disponível em: <<http://dynastidae.voila.net/biologie.html>>. Acesso em 08 ago. 2012.

POTTER, D.A. Flight activity and sex attraction of northern and southern masked chafers in Kentucky turfgrass. **Annals of the Entomological Society of America**, v.73, p.414-417, 1980.

POTTER, D.A.; GORDON, F.C. Susceptibility of *Cyclocephala immaculata* (Coleoptera: Scarabaeidae) eggs and immatures to heat and drought in turf grass. **Environment Entomology**, v.13, p.794–799, 1984.

POTTER, D.A. The scarab beetles of Nebraska. **Bulletin of the University of Kansas State Museum**, v.12, p.1–333, 1991.

POTTER, D.A.; POWELL, A.J.; SPICER, P.G.; WILLIAMS, D.W. Cultural practices affect root-feeding white grubs (Coleoptera: Scarabaeidae) in turfgrass. **Journal of Economic Entomology**, v.89, p.156–164, 1996.

RAMÍREZ-SALINAS, C.; MORÓN, M.A.; RAMÍREZ-CASTRO, A.E. Descripción de los estados inmaduros de seis especies de *Phyllophaga* (Coleoptera: Melolonthinae) de la región Altos de Chiapas, México. **Folia Entomológica Mexicana**, v.109, p.73–106, 2000.

RATCLIFFE, B.C. The Scarab Beetles of Nebraska. **Bulletin of the University of Nebraska State Museum**, v.12, p.1–333, 1991.

RATCLIFFE, B.C. The Dynastinae scarab beetles of Costa Rica and Panama (Coleoptera: Scarabaeidae: Dynastinae). **Folia Entomologica Mexicana**, v.80, p.41–57, 2003.

RATCLIFFE, B.C.; CAVE, R.D. The Dynastine Scarab beetles of Honduras, Nicaragua and El Salvador (Coleoptera: Scarabaeidae: Dynastinae). **Bulletin of the University of Nebraska State Museum**, v.21, p.1–424, 2006.

RITCHER, P.O. Biology of Scarabaeidae. **Annual Review of Entomology**, v.3, p.311–334, 1958.

RITCHER, P.O. **White grubs and their allies**: Subfamily Dynastinae. Corvallis: Oregon State University Press, 1966.

RODRIGUES, S.R.; NOGUEIRA, G.A.L.; ECHEVERRIA, R.R.; OLIVEIRA, V.S. Aspectos biológicos de *Cyclocephala verticalis* Burmeister (Coleoptera: Scarabaeidae). **Neotropical Entomology**, v.39, p.15–18, 2010.

SALVADORI, J.R.; OLIVEIRA, L.J. **Manejo de corós em lavouras sob plantio direto**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2001.

SANTOS, V.; ÁVILA, C.J. Aspectos bioecológicos de *Cyclocephala forsteri* Endrödi, 1963 (Coleoptera: Melolonthidae) no estado do Mato Grosso do Sul. **Revista de Agricultura**, v.82, p.298–303, 2007.

SCHATZ, G.E. **Reproductive ecology of tropical forest plants**: Some aspects of pollination biology in Central American forests. Paris: Parthenon Publishing Group Limited, 1990.

SCHLYTER, F.; BIRGERSSON, G.A. **Pheromones of non-lepidopteran insects associated with agricultural plants**: Forest beetles. Wallingford: CAB International, 1999.

SEYMOR, R.S.; WHITE, C.R.; GIBERNAU, M. Heat reward for insect pollinators. **Nature**, v.426, p.243–244, 2003.

SEYMOR, R.S.; WHITE, C.R.; GIBERNAU, M. Endothermy of dynastine scarab beetles (*Cyclocephala colasi*) associated with pollination biology of a thermogenic arum lily (*Philodendron solimoesense*). **The Journal of Experimental Biology**, v.212, p.2960–2968, 2009.

STECHAUNER-ROHRINGER, R.; PARDO-LOCARNO, L.C. Redescription de inmaduros, ciclo de vida, distribución e importancia agrícola de *Cyclocephala lunulata* Burmeister (Coleoptera: Melolonthidae: Dynastinae) en Colombia. **Boletín Científico Centro de Museos - Museo de Historia Natural**, v.14, p.203–220, 2010.

TRIPLEHORN, C.A.; JONNISON, N.F. **Estudo dos insetos**. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

VOEKS, R.A. Reproductive ecology of the piassava palm (*Attalea funifera*) of Bahia, Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, v. 18, p. 121–136, 2002.

WANTO, M.M.; FISCHER, M.L. Comportamento sexual de *Tenebrio molitor* Linnaeus, 1785 (Insecta, Coleoptera). **Revista brasileira de Zociências**, v.7, p.143–164, 2005.

CAPÍTULO 1

**Aspectos biológicos e descrição dos imaturos de *Cyclocephala
distincta* Burmeister (Coleoptera: Dynastinae, Cyclocephalini)**

RESUMO

O presente trabalho objetivou conhecer aspectos biológicos e descrever os imaturos de *Cyclocephala distinta* Burmeister, uma espécie antófila comumente encontrada na Região Nordeste, Brasil. Para isso, espécimes adultos foram coletados em um fragmento de Floresta Atlântica no estado de Pernambuco, Brasil e submetidos a criação em cativeiro sob condições ambiente. Foram analisadas a taxa de eclosão, o ciclo de vida, os parâmetros de postura, a mortalidade de adultos e imaturos e os caracteres morfológicos externos dos imaturos. Os dados de mortalidade de fêmeas que realizaram ou não posturas, e de indivíduos mantidos em cativeiro isolados e em conjunto foram comparados pelo teste t de Student. Para descrição dos imaturos seguiu-se a terminologia de Ritcher (1966) e Böving (1936). Em cativeiro, a duração média do ciclo de vida foi de 108,4 dias (n = 45). A fase de ovo durou em média 10,9 dias e a taxa de eclosão foi de 73,9%. A fase imatura durou em média 93,4 dias e o terceiro instar apresentou maior sobrevivência (97,4%) e duração (40,4 dias). As larvas seguiram a regra de Dyar (1890), onde a cápsula cefálica aumentou em razão constante de 1,6, apresentaram fototaxia negativa e quando manuseadas defecavam. Houve estágio de pré pupa, caracterizado pelo branqueamento do corpo, transparência e afilamento do VIII, IX e X segmentos abdominais, e registrou-se formação de câmara pupal. A média de ovos por fêmea foi de 15,5, o período reprodutivo total de 3,3 dias e a fertilidade total de 81,2%. A mortalidade não foi influenciada pela fisiologia reprodutiva, nem pelo isolamento, nem pelo sexo dos indivíduos. Na descrição dos imaturos foi documentado, pela primeira vez para o gênero, um número maior de cerdas da chaetoparia direta quando comparada à esquerda no 3º instar. Também é inédito para o gênero a presença dois tubérculos externoapicais na protúbia da pupa.

Palavras chave: Ciclo de vida. Chave de identificação. Coró. Taxonomia larval

1.1 INTRODUÇÃO

O gênero *Cyclocephala* é notavelmente diverso, com aproximadamente 450 espécies, que se estendem desde o sudoeste do Canadá até a Argentina, passando pelo Caribe. A diversidade está no Neotrópico (RATCLIFFE, 2003; RATCLIFFE; CAVE, 2006). Várias espécies estão envolvidas na polinização de importantes frutíferas tropicais (GOTTSBERGER, 1986; 1999), e há evidência de interação espécie-específica entre *Cyclocephala jalapensis* Casey e *Magnolia schiedeana* Schltl, uma Magnoliaceae ameaçada de extinção (DIERINGER; DELGADO, 1994; DIERINGER; ESPINOSA, 1994; IUCN, 2012). Para atração dos besouros à câmara floral, as plantas emitem fortes fragrâncias, no período de atividade de vôo dos besouros, e como recompensa esses encontram abrigo, alimento e sítio de acasalamento (GOTTSBERGER, 1990; SCHATZ, 1990; BERNHARDT, 2000).

Na fase adulta, as espécies de *Cyclocephala* apresentam hábito crepuscular/noturno (RIEHS, 2006; RATCLIFFE, 2008) e se alimentam de pólen, partes florais nutritivas e exudatos produzidos pelos estigmas das plantas (GOTTSBERGER, 1986; GIBERNAU *et al.*, 1999). As fêmeas utilizam o solo como local de oviposição (MONDINO *et al.*, 1997; SANTOS; ÁVILA, 2007) e as larvas são subterrâneas, apresentam três instares e se alimentam de raízes de gramíneas, matéria orgânica em decomposição ou pecíolo de plantas (RATCLIFFE, 2003; GREBENNIKOV; SCHOLTZ, 2004; PONCHEL, 2006; RATCLIFFE; CAVE, 2006; STECHAUNER-ROHRINGER; PARDO-LOCARNO, 2010). Dependendo da atividade alimentar, as larvas podem tanto ser tratadas como contribuintes do equilíbrio do meio ambiente, por meio do revolvimento do solo nas camadas superficiais, na fragmentação do material orgânico e na reciclagem de nutrientes (GASSEN, 2001), como também podem ser consideradas potenciais pragas agrícolas (RITCHER, 1966; POTTER *et al.*, 1996), popularmente conhecidas como "corós" (SALVADORI; OLIVEIRA, 2001). No ciclo de vida, as espécies são consideradas univoltinas (GAVOTTO, 1964; CHERRY, 1985; SANTOS; ÁVILA, 2007; RODRIGUES *et al.*, 2010).

Devido às semelhanças das estruturas dos imaturos entre subfamílias, gêneros e espécies de Scarabaeidae, as identificações taxonômicas são imprecisas, afetando o diagnóstico adequado e pondo em risco as espécies benéficas quando se trata de controlar as nocivas (RAMÍREZ-

SALINAS; MORÓN; RAMÍREZ-CASTRO, 2004). Apesar da grande diversidade do grupo, apenas os imaturos de dez espécies de *Cyclocephala* foram descritos (3% das espécies do gênero) (RITCHER, 1966; MORELLI, 1991; MORELLI; ALZUGARAY, 1994; BRAN; LONDONO; PARDO, 2006; GARCÍA *et al.*, 2009).

A espécie *Cyclocephala distincta* Burmeister, 1847 inclui besouros de 9 - 10 mm de comprimento, com clipeo ligeiramente contraído para o ápice, ângulos anteriores fortemente arredondados, ápice truncado, superfície dorsal densamente e finamente pontuada e com máculas dispostas em padrão no pronoto e no élitro. Ocorrem por Guiana, Colômbia e Brasil (Amazonas, Bahia, Pernambuco, Rio de Janeiro, Santa Catarina e São Paulo) e o que se sabe sobre a biologia até então é oriundo de seu papel como visitantes florais especializados de palmeiras (Arecaceae) (ENDRÖDI, 1985; VOEKS, 2002).

Apesar da reconhecida importância do gênero *Cyclocephala* em ecossistemas naturais e agrícolas, há escassez de dados referentes à biologia e à descrição de imaturos da maioria das espécies. Com isso, a formulação de planos de conservação para polinizadores nativos e uma gestão acurada de pragas são dificultadas. Esse trabalho visa conhecer os aspectos biológicos de *Cyclocephala distincta*, assim como descrever caracteres morfológicos externos dos imaturos. Especificamente, pretende-se analisar a taxa de eclosão, o ciclo de vida, os parâmetros de postura e a mortalidade de adultos e imaturos.

1.2 MATERIAIS E MÉTODOS

1.2.1 ASPECTOS BIOLÓGICOS EM CATIVEIRO

Coleta dos adultos

Para iniciar a colônia, adultos de *Cyclocephala distincta* foram coletados em uma área de borda florestal (07°50'00" S e 35°06'00" W) situada no Campo de Instrução Marechal Newton Cavalcante (CIMNC), Abreu e Lima, Pernambuco. O clima é do tipo Tropical Chuvoso com verão seco e período chuvoso, que tem início em abril e término em agosto. A área apresenta temperatura média anual de 25,2° C e precipitação média anual de 1610,7 mm (CPRH, 2003;

LAMEPE/ITEP, 2012). A vegetação corresponde a Floresta Ombrófila Aberta e Estacional Semidecidual, ambos das Terras Baixas (VELOSO *et al.*, 1991; LUCENA, 2009).

As coletas foram realizadas no período das 18h às 5h, durante uma noite de cada mês por três meses (dezembro/2010, janeiro e fevereiro/2011). Para isso, utilizou-se armadilha luminosa, própria para coleta de insetos noturnos e fototáticos (Fig.1) (ALMEIDA; RIBEIRO-COSTA; MARINONI, 2012). As coletas foram realizadas durante a lua minguante ou crescente, pelo fato dos insetos noturnos dependerem de estímulos luminosos para orientação e assim as fases da lua com baixa intensidade luminosa proporcionarem uma menor percepção entre a luz natural e a artificial (NOWINSZKY, 2004).

Figura 1: Armadilha utilizada para a coleta dos besouros fototáticos. Foto: Larissa Albuquerque.



Os besouros capturados foram acondicionados em recipientes plásticos de 250 mL com terra vegetal (Gnúmus LTDA) e transportados para o Laboratório de Taxonomia e Ecologia de Insetos da Universidade Federal de Pernambuco, para criação. A confirmação da identificação taxonômica foi realizada pelo especialista Dr. Paschoal Coelho Grossi (UFPR). Os espécimes foram depositados na Coleção Entomológica da UFPE (CE-UFPE, Recife, Brasil).

Criação

A criação foi realizada sob condições ambiente de temperatura ($29,3 \pm 0,7^{\circ}\text{C}$), umidade relativa do ar ($56 \pm 1,9\%$), e fotoperíodo fixo (12: 12h). Os recipientes contendo insetos adultos e imaturos foram monitorados diariamente para hidratação do solo (pulverização manual, 3mL/dia), verificação de postura, eclosão, muda, emergência e mortalidade. Os dados de temperatura e umidade foram registrados por meio de termohigrômetro (7663.02.0.00 Incoterm - Porto Alegre, Brasil).

a) Taxa de eclosão e ciclo de vida

Adultos provenientes do campo ($n = 127$: 71♀; 56♂) foram distribuídos em terrários plásticos de 4 L, com perfurações na tampa, preenchidos com 3 L de terra vegetal (Gnúmus LTDA). Para alimentação foi oferecida uma dieta (3g/cada por indivíduo) de maçã (*Malus* sp.) e banana (*Musa* sp.), repostas a cada três dias. Em cada recipiente foram alocados, em média, 25 indivíduos (2♀:1♂) e para as observações, a cada fase do desenvolvimento, um método de criação específico foi empregado, adaptando-se a metodologia proposta por McMonigle (2006) e Lai & Ko (2008):

- Fase de ovo: Os lotes diários de ovos foram acondicionados em recipientes plásticos de 250 mL, com perfurações na tampa, preenchidos com 4 mL de terra vegetal (Gnúmus LTDA). Em função da variação na taxa de postura, o número de ovos por lote variou de 1 à 191.
- Fase de larva: Após a eclosão, as larvas foram individualizadas em recipientes plásticos de 250 mL, com perfurações na tampa, preenchidos com 4 mL de terra vegetal (Gnúmus LTDA). Para alimentação, utilizou-se uma mistura de húmus de minhoca (Gnúmus LTDA) e material vegetal em decomposição peneirado (50g), coletado no local de captura dos adultos, repostas a cada três dias.
- Fases de pré-pupa e pupa: Foram mantidas no mesmo recipiente das respectivas larvas e cessou-se a oferta de alimento.

b) Parâmetros de postura

As fêmeas coletadas em campo ($n = 100$) foram individualizadas em recipientes plásticos de 250 mL, com perfurações na tampa, preenchidos com 4 mL de terra vegetal (Gnúmus LTDA). Para alimentação dos indivíduos foi utilizada uma dieta composta de 3g de maçã (*Malus* sp.) e 3g de banana (*Musa* sp.), com reposição a cada três dias (MCMONIGLE, 2006; LAI; KO, 2008).

Para estimar os parâmetros de postura, foram observados o período de pré oviposição, que se refere ao tempo desde o dia da coleta até a primeira postura; quantidade de posturas por fêmea; número de ovos por postura; período inter-posturas; período reprodutivo total, considerando o tempo entre a primeira e a última oviposição; e fertilidade total, referente ao número total de imaturos pelo número total de ovos.

c) Mortalidade

As fêmeas que foram observadas fazendo posturas ou não e os indivíduos mantidos em cativeiro isolados ou em conjunto foram observados diariamente para registro dos dados de mortalidade. As análises entre as mortalidades foram realizadas por meio do teste t de Student (BIOESTAT 5.0).

Representação dos intervalos temporais

Para representar os valores mínimos e máximos dos períodos de cada fase do ciclo, junto à média e ao desvio padrão, os valores foram adicionados entre colchetes. Este conjunto contém cada número real entre dois extremos indicados, inclusive os próprios extremos.

1.2.2 DESCRIÇÃO DOS IMATUROS

Vinte larvas de cada instar, três pré pupas e 10 pupas foram sacrificadas em água fervente e fixadas em solução Kahle Dietrich (MARCHIORI *et al.*, 2001). Posteriormente, as larvas foram fervidas por um minuto em solução de água e hidróxido de potássio (0,3 mL) para clarificação das

partes mais esclerotizadas e posterior dissecação. Para observação dos caracteres morfológicos e captura de imagens fotográficas, utilizou-se o estereomicroscópio Leica M205C com câmera de vídeo DFC295 e sistema de montagem Leica LAS Montage (Leica Microsystems - Wetzlar, Germany). Na descrição dos imaturos seguiu-se a terminologia de Ritcher (1966) e Böving (1936). Os espécimes foram depositados na Coleção Entomológica da UFPE (CE-UFPE, Recife, Brasil).

Para a confecção da chave de identificação do terceiro instar de *Cyclocephala*, o levantamento dos caracteres foi realizado a partir das descrições presentes em Ritcher (1966), Morelli (1991); Morelli e Alzugaray (1994); Bran; Londono; Pardo (2006) e García *et al.* (2009).

1.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

1.3.1 ASPECTOS BIOLÓGICOS EM CATIVEIRO

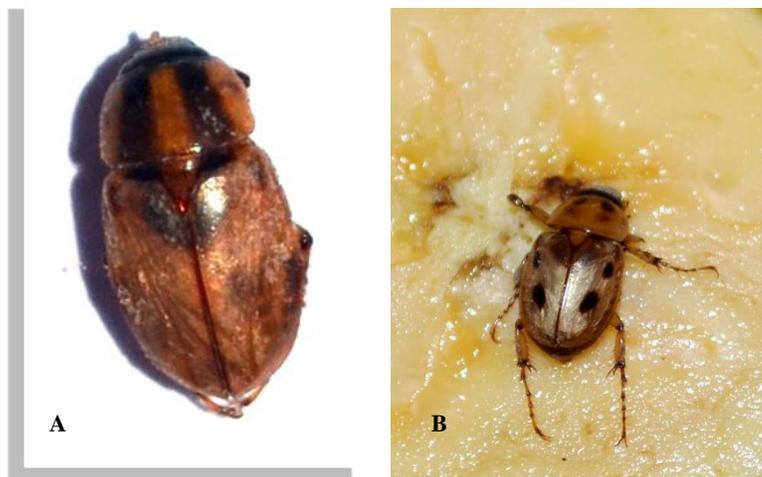
Durante o período de incidência luminosa, os adultos trazidos do campo mantiveram-se enterrados no substrato, não sendo possível a visualização de quaisquer atividades por eles desempenhadas. Atividades de cópula e a alimentação ocorreram no período noturno (visualizadas entre 18h00 e 20h00), de forma independente uma da outra. Rodrigues *et al.* (2010) observaram que indivíduos de *C. verticallis* Burmeister não apresentaram distinção na escolha do horário atividades de cópula.

Além da fototaxia negativa, machos e fêmeas de *C. distincta*, quando manuseados, apresentaram comportamento de tanatose (Fig. 2A), que foi caracterizado pela retração de todas as pernas e ausência de movimentação de antenas e de palpos maxilares. Este é o primeiro registro de tanatose no gênero. A tanatose foi um dos mecanismos de defesa desenvolvido nos insetos, para resistir à pressão de predação e descobriu-se que, em alguns besouros, há diferença comportamental entre os sexos podendo, por exemplo, a fêmea permanecer em tanatose por um período sete vezes maior do que os machos (BARRETO; ANJOS, 2002; TRIPLEHORN; JOHNSON, 2011).

Embora seja documentada a ocorrência de espécies de *Cyclocephala* que não se alimentam na fase adulta, como *C. lurida* Bland e *C. borealis* Arrow (RITCHER, 1958), esse fato não foi registrado para a espécie em estudo. Em ambiente natural sabe-se que besouros

polinizadores alimentam-se de tecidos vegetais ricos em amido e lipídeos, podendo ter sido esse o motivo para a aceitação da dieta oferecida para *C. distincta* (Fig. 2B) (GIBERNAU *et al.*, 1999; DEMIATE *et al.*, 2003; FREITAS; TAVARES, 2005; MAIA; SCHLINDWEIN, 2006).

Figura 2: Indivíduos adultos de *Cyclocephala distincta* criados em cativeiro. **A** – Fêmea em comportamento de tanatose; **B** – Macho em atividade alimentar.



a) Taxa de eclosão e ciclo de vida

- Fase de ovo

O total de posturas observadas ao longo do estudo resultou na obtenção de 552 ovos ($n = 71 \text{ fêmeas}$), cada um acomodado em uma câmara individual construída pela fêmea a partir do substrato de criação. A maioria das câmaras (cerca de 80%) estava completamente fechada com a camada de substrato, enquanto que as demais apresentavam um pequeno orifício (aprox. 3 mm) de abertura. A formação de câmara de postura também foi observada em estudos com *C. verticalis* e *C. signaticollis* Burmeister (MORELLI, 1991; RODRIGUES *et al.*, 2010) e possivelmente constitui uma forma de cuidado parental, já que proporciona maior proteção aos ovos recém-postos (TRIPLEHORN; JONNISON, 2011). Segundo Potter e Gordon (1984), logo após a postura, os ovos apresentam uma membrana delgada e susceptível à dessecação e também observaram que larvas de *C. lurida*, oriundas de ovos submetidos a estresse hídrico,

apresentavam tamanho significativamente menor e eram, por vezes, incapazes de se soltarem da membrana do córion.

Nos insetos, a forma mais elementar de cuidado parental consiste na seleção de local para oviposição e alguns grupos apresentam uma etapa adicional para proteção dos ovos e da cria imatura, podendo ser uma simples abertura no solo (TRIPLEHORN; JONNISON, 2011). Uma hipótese para o cuidado parental, principalmente pelas fêmeas, é relacionada ao grande investimento de energia na produção de óvulos, que não deve ser desperdiçada (ALCOCK, 2011). Em Coleoptera, há vários taxóons que apresentam comportamentos de cuidado parental tão especializados que são considerados subsociais, como em Passalidae, Platypodidae, Scolytidae, Tenebrionidae, Chrysomelidae, Hydrophilidae, Scarabaeidae, Staphylinidae e Silphidae (HINTON, 1944).

No momento da postura, os ovos de *C. distincta* apresentaram comprimento e largura médios de 1,2 x 1,0 mm (n = 30), coloração esbranquiçada e formato elíptico. Gradativamente, ao longo do desenvolvimento embrionário, os ovos aumentaram de tamanho e assumiram formato esférico, assim como observado para *C. signaticollis* e *C. parallela* Casey (GAVOTTO, 1964; CHERRY, 1985). O aumento gradativo do tamanho do ovo se deve a absorção de água durante o período de crescimento e isso é possível devido a estruturas presentes na camada serosa da membrana do ovo (HINTON, 1981). A fase de ovo durou $10,9 \pm 0,2$ dias [9, 14] (n = 408) com taxa de eclosão de 73,9 %.

- Fase de larva

As larvas recém-eclodidas apresentaram cabeça e corpo de coloração branco-transparente. Após um dia da eclosão, a cabeça assumiu uma coloração amarelo-alaranjada e o tegumento tornou-se transparente com o interior preto, em virtude do material alimentar que preenchia o tubo digestório. As larvas apresentaram fototaxia negativa e defecavam quando manuseadas (Fig. 3A). Embora não tenha sido registrada a presença de odor nas fezes de *C. distincta*, a liberação de material fecal é um dos mecanismos de defesa desenvolvidos por vários grupos animais. O odor emitido causa um efeito de repelência ao possível predador e aumenta as suas chances de sobrevivência (ALPERT; RITCHER, 1975).

Foram registrados três instares em *C. distincta*, facilmente identificados pela mudança abrupta na largura da cápsula cefálica (Fig.3B), que aumentou em uma razão constante de 1,6 (1,0 - 1,6 - 2,6 mm), seguindo a regra de Dyar (1890). A mesma razão constante também foi encontrada em *C. fosteri* Endrödi (SANTOS; ÁVILA, 2007). Dyar demonstrou que a cápsula cefálica de lagartas cresce em progressão geométrica, aumentando em largura a cada ecdise numa razão constante (em média 1,4). Sendo assim, a razão de crescimento em insetos pode ser prevista por regras empíricas. Os períodos transcorridos entre os sucessivos instares larvais (1^o - 2^o; 2^o - 3^o; 3^o - pré-pupa) foram de $24,8 \pm 5,6$ [17, 42] (n = 88), $17,2 \pm 1,9$ [9, 26] (n = 76) e $40,4 \pm 2,3$ [28, 55] dias (n = 74) respectivamente, e as taxas de sobrevivência foram de 21,6 %, 86,4 % e 97,4 %.

O maior período de desenvolvimento foi verificado no terceiro instar, sendo esta uma característica compartilhada pelas outras espécies do gênero (CHERRY, 1985; MONDINO *et al.*, 1997; SANTOS; ÁVILA, 2007; RODRIGUES *et al.*, 2010) e para as demais espécies da família Scarabaeidae referidas como pragas (ÁVILA; SANTOS, 2009). Pelo fato de ser a mais longa, os indivíduos que se encontram nessa fase apresentam um consumo alimentar maior do que os de instares antecedentes, e, conseqüentemente esta é a fase considerada mais prejudicial às lavouras (PEREIRA; SALVADORI, 2006; OLIVEIRA, 2007; ÁVILA; SANTOS, 2009). No que se refere à taxa de sobrevivência das larvas, o baixo percentual encontrado para o primeiro estágio larval é comumente observado entre as espécies de *Cyclocephala*. Diversos fatores de estresse, tais como o manuseio diário, podem influenciar no desenvolvimento dos indivíduos, causando uma alta mortalidade (MINER, 1948; GANHO; MARINONI, 2000).

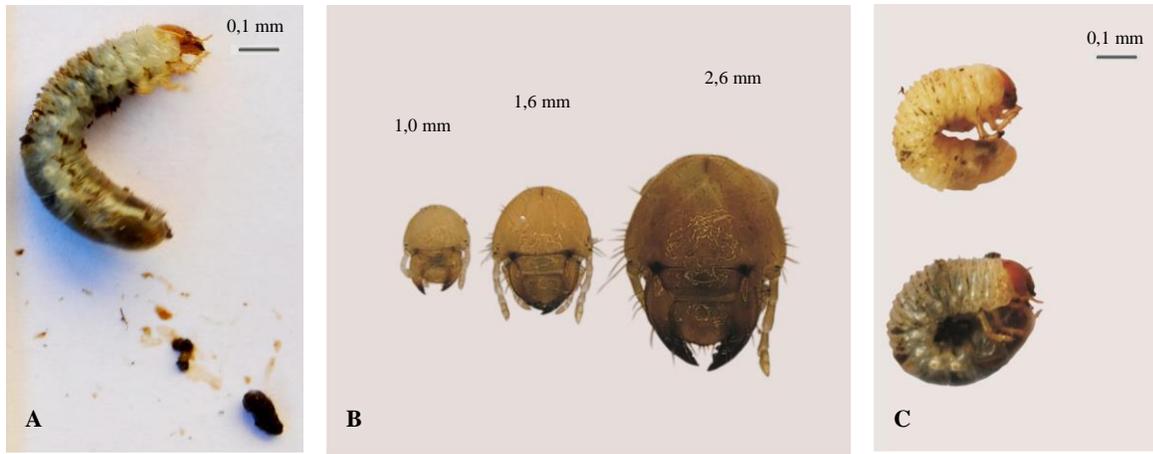
- Fases de pré pupa e pupa

Ao final do terceiro instar larval, as larvas construíram uma câmara pupal a partir do substrato de criação e dentro dela permaneceram sem se alimentar até emergirem como ímago, com conseqüente perda de peso (MONDINO *et al.*, 1997). Nos coleópteros, em geral, a seda e as substâncias que cimentam as partículas do abrigo são eliminadas pelo ânus, sendo produzidas pelos túbulos de Malpighi, membrana peritrófica ou glândulas que se abrem no último tergito abdominal (COSTA; VANIN; CASARI-CHEN, 1988). Em um período de $3,9 \pm 1,5$ dias [2, 10]

(n = 67) antes da pupação, os indivíduos permaneceram em estágio de pré-pupa, sendo este caracterizado pela modificação da coloração do corpo, cujo tegumento assume coloração translúcida branco-leitosa com transparência e afilamento do VIII, IX e X segmentos abdominais (Fig. 3C). Além disso, quando manuseados os indivíduos reagiam distendendo o corpo, que antes se apresentava curvado, conhecido como formato de “C”.

Cerca de 90% das pré-pupas alcançaram a fase de pupa, que é do tipo exarata de coloração amarelada. A pupa apresentou mobilidade circular no final do abdômen. A fase durou $11 \pm 0,6$ dias [7, 15], sendo este o menor tempo de duração registrado para essa fase entre as espécies do gênero (CHERRY, 1985; MONDINO *et al.*, 1997; SANTOS; ÁVILA, 2007; RODRIGUES *et al.*, 2010). Houve emergência de 67,2% (n = 45) adultos, sendo 21 machos e 24 fêmeas. Nas coletas foi percebido que a abundância de fêmeas de *C. distincta* foi maior que a de machos, fato também observado para outras espécies do gênero, como *C. clarae* Hühne, *C. paraguayensis* Arrow, *C. suturalis* Ohaus e *C. variolosa* Burmeister (RIEHS, 2006). Compreende-se que a razão sexual pode ter importantes implicações no crescimento da população, uma vez que o número de fêmeas em um determinado momento tem um efeito significativo sobre a composição da próxima geração (QUEIROZ; MELLO; FREIRE, 1996; BROWN; KELLER, 2000). Todavia, é possível que exista apenas uma maior atratividade pelas luzes inerente às fêmeas, quando comparadas aos machos da mesma espécie (KOBBER, 1982).

Figura 3: Fase larval de *Cyclocephala distincta* em cativeiro. **A** – Larva em comportamento de liberação de fezes; **B** – Cápsula cefálica do 1º, 2º e 3º instar, respectivamente; **C** – Transição entre o 3º instar (abaixo) e a pré pupa (acima).



- Fase adulta

O adulto recém-emergido (Fig. 4A) apresentou coloração dos élitros bege-clara, asas membranosas não dobradas sob os élitros, máculas do pronoto definidas e do élitro pouco definidas e mobilidade reduzida. Após um dia da emergência (Fig. 4B), o indivíduo adquiriu coloração dos élitros bege escura, asas dobradas sob o élitro, manchas do élitro definidas, mobilidade acentuada e, quando manuseados, apresentavam comportamento de tanatose e liberavam líquido transparente da região terminal do abdômen (Fig. 4C). A liberação de líquidos pela região terminal do abdômem é frequentemente observada em besouros da sub-ordem Adephaga, que apresentam um par de glândulas pigidiaias com abertura atrás do VIII tergito abdominal e são secreções originadas de reservatórios. No entanto, há entre indivíduos da sub-ordem Polyphaga o registro de glândulas separadas que não têm reservatórios. Em vez disso, as secreções são armazenadas nos vacúolos e nos espaços extracelulares, e em geral apresentam função defensiva (CHAPMAN, 1998).

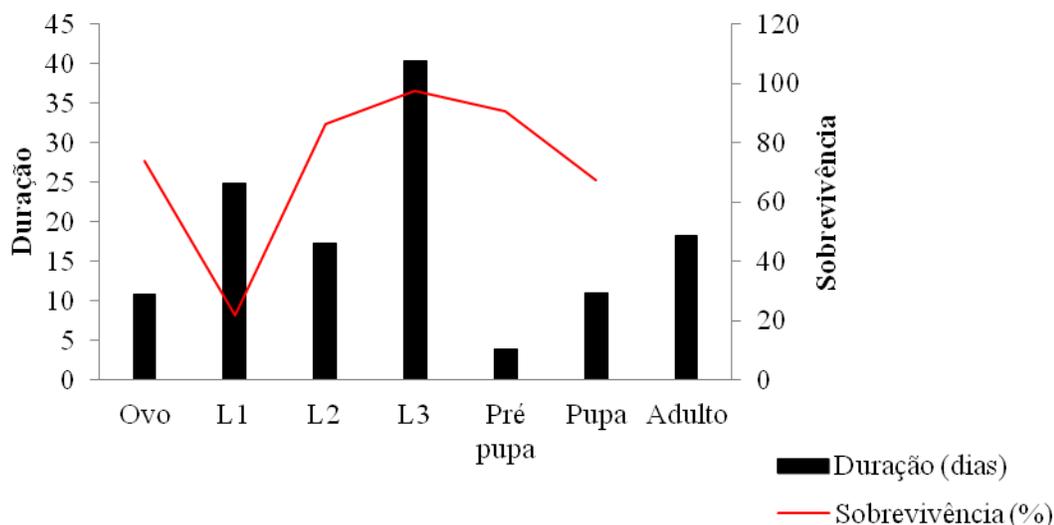
Figura 4: Indivíduos adultos de *Cyclocephala distincta* emergidos em cativeiro. **A** – Macho recém eclodido; **B** – Macho um dia após eclosão; **C** – Comportamento de liberação de líquido no adulto. Tamanho dos adultos: 10 mm.



O ciclo completo, desde a fase de ovo até adulto, durou $108,4 \pm 11$ dias, sendo $112,3 \pm 11,6$ [90, 137] para as fêmeas e $103,9 \pm 8,5$ [92, 116] para os machos, com diferença significativa entre os sexos ($p < 0,05$; 0,0091). Os adultos emergidos em cativeiro apresentaram longevidade de $18,9 \pm 8,3$ dias, sendo $20,2 \pm 8,4$ [4, 36] para as fêmeas e $17,4 \pm 8,2$ [4, 29] para os machos. Não houve diferença significativa na longevidade entre os sexos ($p > 0,05$; 0,1055) e não foi observada postura de ovos pelas fêmeas virgens emergidas em cativeiro.

Este foi o menor período de ciclo de vida observado entre as espécies de *Cyclocephala*. Isto pode estar relacionado com as condições gerais da região, pois sabe-se que o desenvolvimento dos insetos é influenciado pela temperatura. A temperatura do ar, e consequentemente do solo, mais alta tende a acelerar o processo de desenvolvimento do organismo e no estudo de *C. distincta* esta apresentou-se como a temperatura mais elevada utilizada na criação do gênero (MONDINO *et al.*, 1997; GALVÃO *et al.*, 1999; BESERRA *et al.*, 2006; SANTOS; ÁVILA, 2007; RODRIGUES *et al.*, 2010). A taxa de sobrevivência, incluindo todas as fase do ciclo, foi de 8,2% (Fig. 5).

Figura 5: Duração (dias) e taxa de sobrevivência (%) de ovos e imaturos de *Cyclocephala distincta* em cativeiro.



Criações de besouros do gênero *Cyclocephala* em cativeiro são realizadas utilizando-se raízes vivas de gramíneas para alimentação larval (MINER, 1948; RODRIGUES *et al.*, 2010). Todavia há registro de espécies de *Cyclocephala* (*C. amazonica* Linnaeus, *C. fulgurata* Burmeister *C. lunulata* Burmeister e *C. stictica* Burmeister) que são identificadas como saprófagas facultativas, capazes de completar o ciclo de vida sem se alimentarem de tecido vegetal vivo (PARDO-LOCARNO *et al.*, 2005). Comparando a taxa de sobrevivência de *C. distincta* no presente estudo, no qual foi oferecido apenas matéria vegetal em decomposição como substrato alimentar das larvas, com os de *C. verticallis*, cujas larvas foram alimentadas com raízes vivas de gramíneas (RODRIGUES *et al.*, 2010), a taxa de sobrevivência total (ovo à adulto) de *C. distincta* foi inferior à de *C. verticallis* em apenas 0,9%. Dessa forma, é plausível que a espécie seja capaz de completar o ciclo de vida na ausência de tecido vivo, com uma dieta exclusivamente saprófaga.

Os resultados obtidos remetem a informações importantes acerca da biologia de uma espécie do gênero *Cyclocephala*, assim como dão suporte à possibilidade de criação de *C. distincta* em cativeiro. Reessalta-se que a fim de promover uma melhor manutenção de qualquer espécie animal fora de seu ambiente natural, é necessário que as condições de criação priorizem o comportamento de cada fase do desenvolvimento, bem como as condições abióticas, e estabeleça critérios para redução da interferência humana. O não cumprimento desses requisitos pode

ocasionar alterações no desenvolvimento natural do indivíduo, como por exemplo, a alteração no número de instares proveniente da qualidade nutricional ou a ocorrência de canibalismo em espécies que não são normalmente carnívoras (ESPERK; TAMMARU; NYLIN, 2007; HANGAY; ZBOROWSKI, 2010).

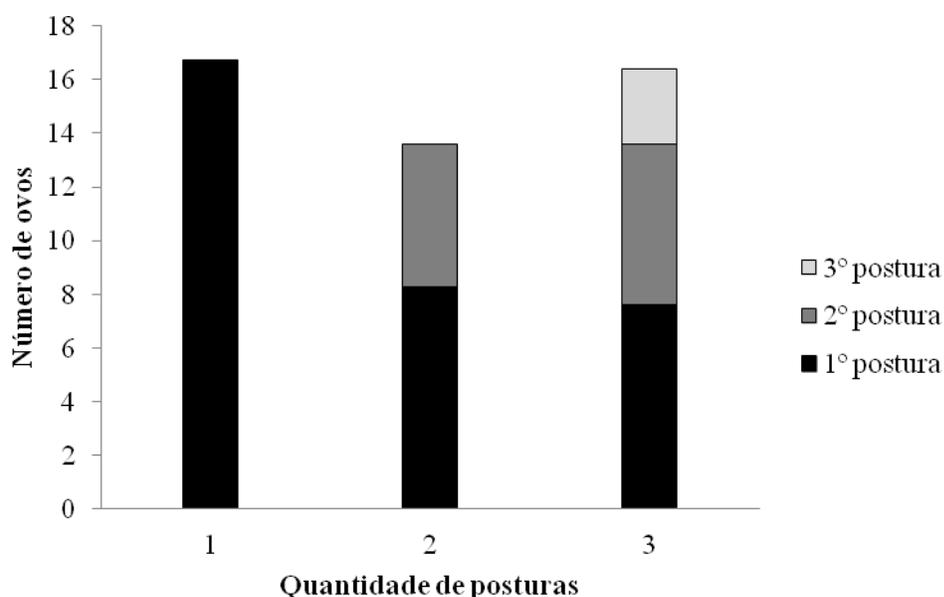
b) Parâmetros de postura

Das fêmeas provenientes do campo, 57% realizaram posturas e o período de pré-oviposição correspondeu a $3,7 \pm 1,6$ dias [1, 7]. A quantidade de vezes que a fêmea realizou posturas foi de uma ($n = 24$), duas ($n = 22$) ou três ($n = 11$), e o número médio de ovos por fêmea foi $16,7 \pm 5,9$ [5, 28], $13,5 \pm 6,9$ [2, 29] e $16,4 \pm 5,4$ [8, 24] para as que realizaram uma, duas ou três posturas, respectivamente. Para *C. signaticollis* o número médio de ovos por fêmea foi de 17 (GAVOTTO, 1964).

As fêmeas que realizaram duas posturas tiveram média de $8,3 \pm 6,6$ e $5,3 \pm 6,1$ ovos na primeira e segunda postura, respectivamente e, as que fizeram três posturas a média foi de $7,6 \pm 6,9$, $6 \pm 4,4$ e $2,8 \pm 1,7$ ovos (Fig. 5), havendo uma tendência a diminuição do número de ovos por postura. Isso pode estar relacionado a particularidades da fisiologia reprodutiva das fêmeas (HERNANDEZ *et al.*, 2006). Em muitos animais, incluindo os humanos, o desempenho reprodutivo diminui com a idade e as fêmeas mais velhas têm menos recursos alocados para a reprodução, devido à deterioração fisiológica decorrente do envelhecimento celular (ROSE, 1991; KIRKWOOD; AUSTAD, 2000; MARTIN; FESTA-BIANCHET, 2011).

O intervalo entre os períodos de oviposição foi influenciado pelo número de posturas, com intervalo mais longo entre as fêmeas que realizaram apenas duas posturas. Nas fêmeas com duas posturas esse período foi em média de $2,4 \pm 0,9$ dias, enquanto as fêmeas que realizaram três posturas tiveram intervalo de $1,3 \pm 0,5$ dias entre a primeira e a segunda e $1,7 \pm 2,1$ entre a segunda e a terceira postura. O período reprodutivo total foi de $3,3 \pm 2,3$ dias [1, 12] e a fertilidade total de 81,2% ($n = 879$).

Figura 5: Média de ovos de fêmeas na 1°, 2° e 3° posturas, de *Cyclocephala distincta* provenientes do campo e mantidas em cativeiro. 1 - fêmeas com uma postura; 2 - fêmeas com duas posturas; 3 - fêmeas com três posturas.

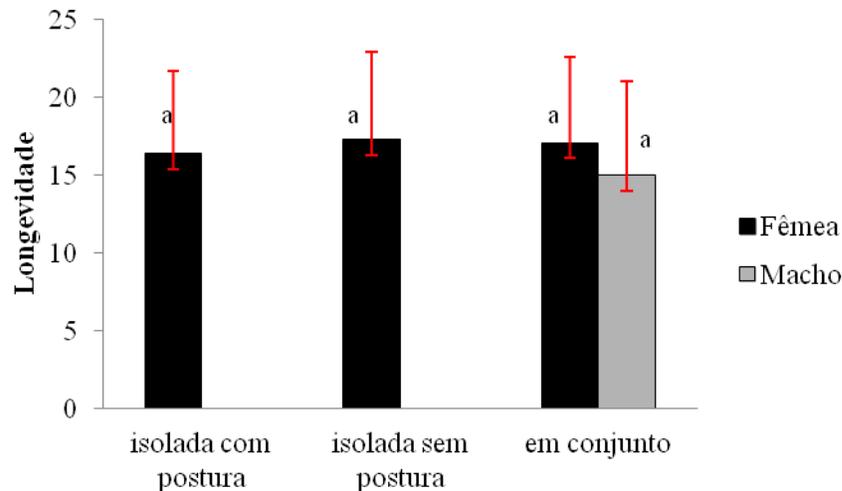


c) Mortalidade

A mortalidade não foi influenciada pela fisiologia reprodutiva, nem pelo isolamento, nem pelo sexo dos indivíduos. A mortalidade das fêmeas mantidas isoladamente foi de $16,8 \pm 5$ dias ($n = 100$). Dessas, as que realizaram postura viveram durante $16,4 \pm 5$ [7, 26] ($n = 57$) e as que não realizaram postura se mantiveram por $17,3 \pm 5,6$ [1, 34] ($n = 43$). Não houve diferença significativa entre a mortalidade das fêmeas com e sem postura ($p > 0,05$; 0,4302). O período desde a última postura até a morte das fêmeas foi de $9,2 \pm 5,5$ dias [1, 24]. Quando os adultos foram mantidos em conjunto, a mortalidade foi de $16,5 \pm 5,7$ dias ($n = 99$), sendo que as fêmeas viveram $17,1 \pm 5,5$ [1, 34] ($n = 71$) e os machos $15 \pm 6,0$ [6, 25] ($n = 28$). Não houve diferença significativa na mortalidade entre os sexos ($p > 0,05$; 0,1055).

Não foi possível inferir sobre a idade dos indivíduos coletados em campo, devido ao desconhecimento sobre o período de emergências, mas sabe-se que a longevidade está relacionada a diversos fatores como alimentação, condições ambientais e gasto de energia durante a cópula e a oviposição (PACHECO; CORRÊA-FERREIRA, 1998; ARNQVIST; NILSSON, 2000; SILVA-TORRES; MATTHEWS, 2003; MILANO *et al.*, 2008).

Figura 6: Média da mortalidade, em dias, dos grupos de indivíduos (fêmeas e machos) de *Cyclocephala distincta* em cativeiro. Barra indica desvio padrão.



1.3.2 DESCRIÇÃO DOS IMATUROS

Terceiro instar (Fig. 8A)

Cabeça. (Fig. 8B) - Largura máxima da cápsula cefálica de $2,61 \pm 0,06$ mm. *Superfície do crânio* - Sutura epicranial com aproximadamente metade do comprimento da sutura frontal; combinação das suturas formando Y invertido; sutura epicranial marrom e sutura frontal branca. Epicrânio com fileira longitudinal de 3-4 cerdas finas dorsoepicraniais em cada lado da sutura epicranial e com fileira paralela de 5-6 cerdas, sendo as 2 apicais de comprimento 5 vezes maior que o das demais. Ocelos visíveis e pretos, 12-16 cerdas finas paraocelares na base de cada uma das antenas. *Fronte* - Cerdas finas em cada lado: 2 pares posteriores, 2 pares anteriores, 2 pares no ângulo anterior, 1 central e 1 exterior. *Clípeo* - Trapezoidal, com sutura clípeo-frontal distinta e delimitada lateralmente pela precolia; 1 cerda fina externa e 1 fina anterior, em cada lado. *Labro* (Fig. 8C) - Oval, assimétrico, bilobado; cada lado com cerdas finas: 1 par lateral, 3-4 posteriores, 1 anterior e 7-8 no ápice. *Antena* (Fig. 8D) - 4 antenômeros, sendo o 1° e 2° de comprimentos similares; 3° mais curto que os demais, com uma área sensorial ovalada na face interna do processo apical; 4° com quatro áreas sensoriais

ovaladas, 2 dorsais e 2 ventrais, com tamanhos similares; ápice do segmento apical com cerdas curtas e finas. *Mandíbulas* (Fig. 8E, 8F) - Assimétricas e subtriangulares; área estridulatória ventral com estrias transversais. Mandíbula esquerda (Fig. 8E_{1,2}) com 3 dentes na área incisiva; região molar bilobada com lóbulo distal projetando-se em direção ao lóbulo proximal; superfície dorsal com 1 cerda longa e fina apical, 1 cerda longa e fina próxima a carena dorsal e fileira de 6-8 cerdas curtas e finas dorsomolares; 2-6 cerdas curtas e finas ventromolares; superfície lateral com fileira de 5 cerdas longas e finas; *acia* semelhante a um dente cartilaginoso com 3-5 cerdas curtas no ápice; *brustia* com 8-15 cerdas finas. Mandíbula direita (Fig. 8F_{1,2}) com 2 dentes na área incisiva; região molar bilobada, lóbulo molar menos desenvolvido que o da mandíbula esquerda; superfície dorsal 1 cerda longa e fina apical, 1 cerda longa e fina próxima a carena dorsal e fileira de 3-5 cerdas curtas e finas dorsomolares; 2 cerdas curtas e finas ventromolares; superfície lateral com fileira de 5-6 cerdas longas e finas, sendo a apical mais longa; *brustia* com 3-6 cerdas finas. *Maxila* (Fig. 8G) - Sutura gálea - lacínia distinta, 1 *uncus* apical cônico na gálea e 3 *unci* apicais cônicos na lacínia, fusionados na base, sendo o central menor; gálea com 4-8 cerdas grossas e 6-16 finas; lacínia com 4-5 cerdas grossas e 19-25 finas; palpo maxilar com 4 palpômeros, sendo o apical mais alongado que os demais, e 3º com 1 cerda externa e 1 interna; palpífero globuloso com 25-28 cerdas curtas e finas; área estridulatória com 1 tubérculo anterior e 1 fileira de 6-9 dentes truncados (1 + 6-9). *Lábio* (Fig. 8H) - Pós-mento largo, subtrapezoidal; 1 par de palpos com dois palpômeros cada, o 2º mais alongado que o primeiro; superfície dorsal da glossa com cerdas finas na base do 2º palpômero e região mediana da glossa com cerdas dispersas, curtas e grossas. *Hipofaringe* (Fig. 8H) - Escleroma hipofaríngeo assimétrico, com porção direita mais esclerotizada que esquerda; lobo lateral com fileira longitudinal de 30-35 cerdas curtas e finas. *Epifaringe* (Fig. 8I) - Processo haptomeral globoso formado, distalmente, por um dente no lado esquerdo e uma projeção arredondada e maior no lado direito, base do dente com 2-3 sensilas e da projeção direita com 2-5; acroparia com 17-20 cerdas finas e longas; cada acanthoparia com 13 cerdas curtas e grossas que decrescem em direção a base; gymnoparia presente; chaetoparia com cerdas decrescendo em direção à gymnoparia e engrossadas quando próximas ao processo haptomeral, sendo chaetoparia direita com 52-57 e esquerda com 41-42; pedium mais longo que largo; laeotorma curto; pternotorma arredondado; dexiotorma alongado e reto; crepis com

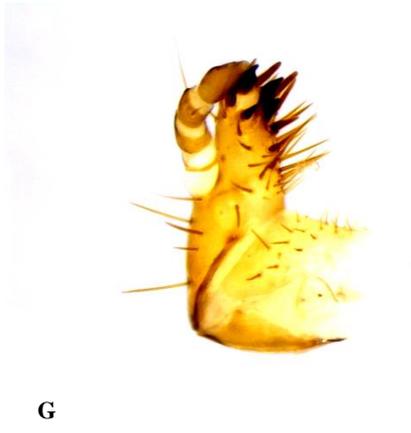
lado esquerdo maior que direito e com cerdas e sensilas; dois nesia presentes, o direito subtriangular e adjacente ao dextiotorma e o esquerdo (ou cone sensorial) é anterior a placa esclerotizada e próximo a linha mediana da epifaringe com 3 poros sensoriais no ápice; fileira longitudinal de 7-9 cerdas finas abaixo do laeotorma e do lado esquerdo do crepis, e fileira de 3-5 cerdas finas abaixo do dextiotorma e do lado esquerdo do crepis.

Toráx. Pernas setosas. Garras tarsais dos três pares de pernas semelhantes em forma, alargadas na base e estreitas apicalmente, com 1 cerda externa basal e 1 cerda interna pré-basal (Fig. 8J); pernas protorácicas menores que as demais e mesotorácicas menores que metatorácicas; garras tarsais protorácicas e mesotorácicas de tamanho equivalente, mas metatorácicas menores que as demais.

Abdomen. Raster com 18-22 teges (Fig. 8L); região entre base do lábio inferior anal e a fenda anal com 30-33 cerdas; barbula com mais de 50 cerdas finas. *Espiráculo* (Fig. 8M) com placa respiratória em “C”, rodeando a bulla oval.

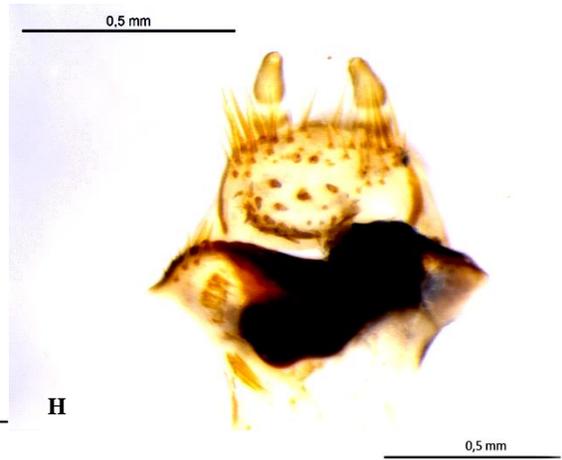
Figura 8: Morfologia do terceiro instar de *Cyclocephala distincta*. **A** – Vista lateral do corpo; **B** – Cápsula cefálica; **C** – Labro; **D** – Áreas sensorias da antena; **E** – Mandíbula esquerda: E₁ Vista dorsal, E₂ R Vista ventral; **F** – Mandíbula direita: F₁ vista dorsal, F₂ vista ventral **G** – Maxila, vista ventral; **H** – Hipofaringe, vista ventral; **I** – Epifaringe; **J** – Garra tarsal da mesoperna; **L** – Raster; **M** – Espiráculo abdominal.





G

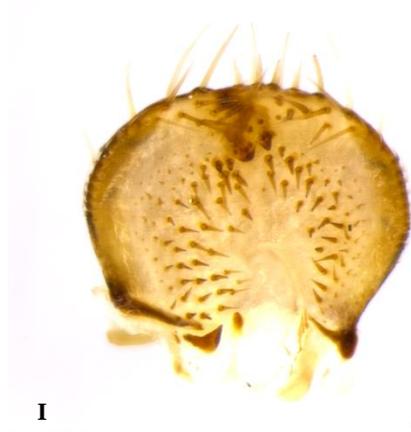
0,5 mm



H

0,5 mm

0,5 mm



I

0,5 mm

1,00 mm

J



L

M



0,1 mm

Primeiro e segundo instares (Fig. 9)

Similar a descrição do terceiro instar, exceto:

Primeiro instar (Fig. 9A): largura máxima da cápsula cefálica de $1,0 \pm 0,04$ mm; 7-10 cerdas paraocelares; chaetoparia direita com 28-34 cerdas e esquerda com 25-32; 2-3 cerdas dorsomolares na mandíbula direita; Raster com 10-12 teges.

Segundo instar (Fig. 9B): largura máxima da cápsula cefálica de $1,6 \pm 0,06$ mm; chaetoparia direita com 42-49 cerdas e esquerda com 28-32.

Figura 9: Morfologia do primeiro e segundo instar de *Cyclocephala distincta*. **A** – Primeiro instar; **B** – Segundo instar.



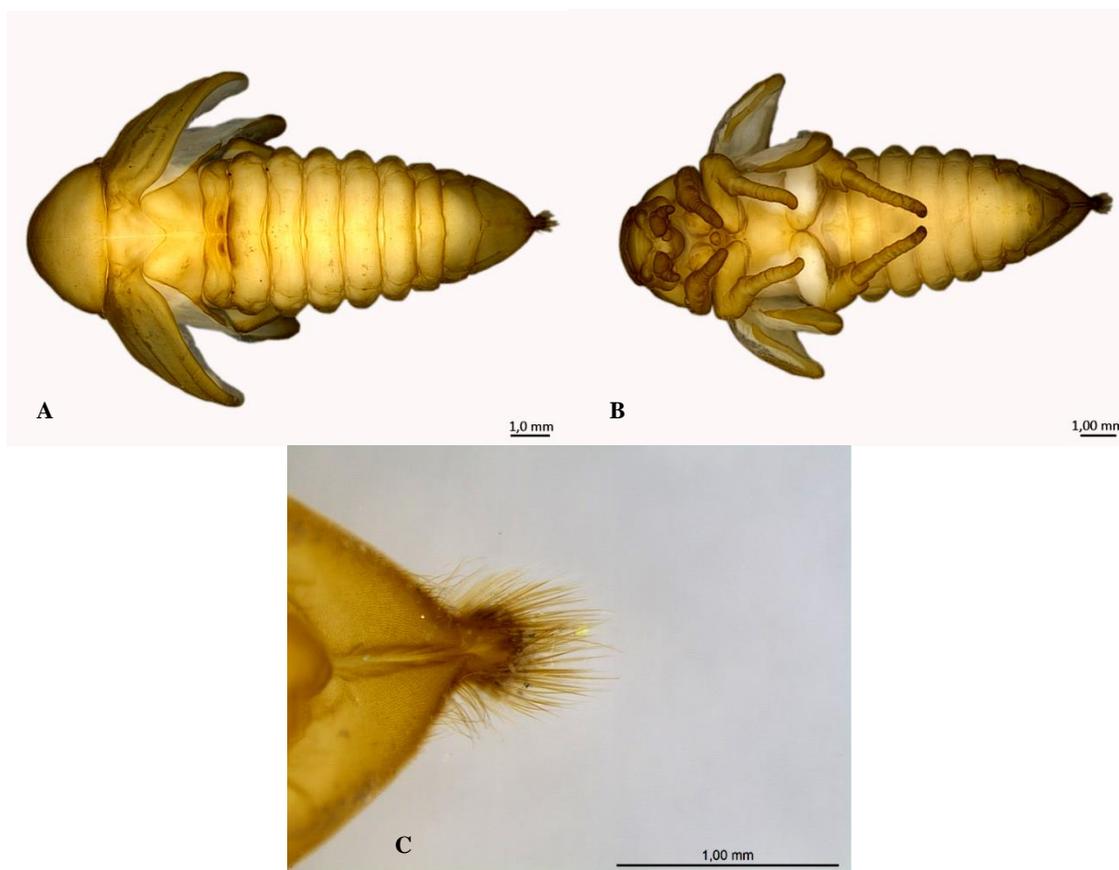
Pupa (Fig. 10)

Corpo glabro - Comprimento do corpo com $12,4 \pm 0,87$ mm e média da maior largura de $4,4 \pm 0,35$ mm (Fig. 10A; 10B). **Cabeça** hipognata, peças bucais e tecas antenais visíveis, labro e clípeo fusionados e *canthus* ocular proeminente. **Tórax** com tecas alares de comprimento ligeiramente maior que as tecas elitrais. Sutura ecdisial longitudinal e dorsalmente definida, estendendo-se do pronoto até o segundo segmento abdominal. Dois esporões mesotibiais internos apicais e 2 metatibiais. **Abdomen** com 10 segmentos, sendo apenas nove visíveis dorsalmente e 6 pares de órgãos dioneiformes entre os segmentos I-II, II-III, III-IV, IV-V, V-VI e VI-VII. Placas

respiratórias nos segmentos I-II-III-IV com peritrema esclerotizado e proeminente. Segmentos abdominais IX-X menores e mais estreitos que os demais; ápice ventral do abdômen com bordas laterais proeminentes e convergindo em uma estrutura bilobada com numerosas, cerca de 100, cerdas finas (Fig. 10C).

Dimorfismo sexual definido por ampola genital redonda e lisa proeminente no último esternito abdominal e protarsos mais espessos que os demais, nos machos; ampola genital plana, evidenciando abertura genital e protarsos com mesma espessura dos demais, nas fêmeas.

Figura 10: Morfologia da pupa de *Cyclocephala distincta*. **A** – Vista dorsal; **B** – Vista ventral; **C** – Ápice ventral do abdômen.



Quando comparadas às larvas das demais espécies do gênero *Cyclocephala* já descritas, as de *C. distincta* apresentam a menor largura de cápsula cefálica e o maior número de cerdas paraocelares. A forma do clipeo e do labro segue o padrão da maioria das espécies do gênero. Na

epifaringe, falta a plegmatia, descrita apenas para *C. testacea* Burmeister. O número de cerdas da acanthoparia é pouco variável no gênero, contendo de 10 à 14 cerdas. O número maior de cerdas na chatetoparia direita, comparado à esquerda, contraria o padrão comum ao gênero. Larvas da maioria das espécies apresentam número maior de cerdas na chatetoparia esquerda, à exceção das larvas de *C. signaticollis* em que o número de cerdas é semelhante entre os lados. O número de áreas sensoriais no 4º antenômero (4) é duas vezes maior em *C. distincta*, assim como em *C. fulgurata*, *C. lunulata*, *C. gregaria* Heney e Thaschenberg, *C. signaticollis* e *C. lurida*, quando comparadas às demais espécies do gênero. A presença de dois dentes na mandíbula direita é registrada apenas em *C. distincta* e *C. signaticollis*, as demais tem três. Na maxila, a quantidade de *unci* registrada na gálea (1) e lacínia (3) é semelhante ao observado em quase todas as espécies do gênero, com exceção de *C. testacea*, que apresenta 2 *unci* na lacínia. O padrão e disposição das cerdas da raster são exclusivos de *C. distincta* e a ausência de palidia foi documentada para todas as espécies, exceto *C. testacea* (RITCHER, 1966; MORELLI, 1991; MORELLI; ALZUGARAY, 1994; BRAN; LONDONO; PARDO, 2006; GARCÍA *et al.*, 2009).

Quanto à pupa, as descrições morfológicas são conhecidas para cinco espécies: *C. fulgurata*, *C. lunulata*, *C. gregaria*, *C. testacea* e *C. signaticollis* (MORELLI, 1991; MORELLI; ALZUGARAY, 1994; BRAN; LONDONO; PARDO, 2006). A pupa de *C. distincta* é a única que apresenta dois tubérculos externoapicais na protíbia; por outro lado, o ápice ventral do abdômem com numerosas cerdas finas, presente em *C. distincta*, ocorre também em quatro espécies: *C. fulgurata*, *C. signaticollis*, *C. gregaria* e *C. testacea*. Contudo, a presença de protuberância em forma de cone, contendo as cerdas, é relatada apenas para *C. testacea*. O número e topologia dos órgãos dioneiformes em *C. distincta* foi semelhante ao que já havia sido documentado em *C. fulgurata*, *C. lunulata*, *C. gregaria* e *C. testacea*, diferindo apenas do observado em *C. signaticollis*.

Comparando-se caracteres morfológicos de imaturos de diferentes espécies de *Cyclocephala*, obteve-se como primeiro registro em *C. distincta*: 1) o número cerdas da chaetoparia direita maior que da esquerda no 3º instar e 2) dois tubérculos externoapicais na protíbia da pupa. Ainda, o padrão e disposição de cerdas da raster da pupa são exclusivos à espécie.

Chave de identificação para o terceiro instar de *Cyclocephala*

1. Último artigo antenal com 2 áreas sensorias2
- Último artigo antenal com 4 áreas sensoriais.....5

- 2 (1). Cápsula cefálica com 7 - 10 cerdas dorso epicraniais em cada lado.....3
- Cápsula cefálica com 3 - 5 cerdas dorso epicraniais em cada lado.....4

- 3 (2). Maxila com área estridulatória formada por combinação de 1+13 dentes, largura da cápsula cefálica com 5,0 mm.....*C. testacea* Burmeister, 1847
- Maxila com área estridulatória formada por combinação de 1+10 dentes, largura da cápsula cefálica < 5,0 mm..... *C. longula* LeConte, 1863

- 4 (2). Raster com 35 ou mais teges e largura média da cápsula cefálica com 4,8 mm.....
.....*C. comata* Bates, 1888
- Raster com 25 ou menos teges e largura média da cápsula cefálica com 3,9 mm.....
.....*C. borealis* Arrow, 1911

- 5 (1). Clípeo com 1 cerda externa em cada lado.....6
- Clípeo com 2 cerdas externas em cada lado.....*C. signaticollis* Burmeister, 1847

- 6 (5). Cápsula cefálica com 8 ou mais cerdas dorso epicraniais em cada lado, fronte com cerdas posteriores e exteriores em cada lado.....7
- Cápsula cefálica com 2 cerdas dorso epicraniais em cada lado; ausência de cerda frontal posterior e exterior.....*C. gregaria* Heney e Thaschenberg, 1907

- 7 (6). Garras tarsais com 1 cerda basal.....8
- Garras tarsais com 2 cerdas basais..... *C. lurida* Bland, 1863

- 8 (7). Clípeo com 2 cerdas anteriores em cada lado, cada lado da fronte com 1 cerda no ângulo anterior, 7-9 cerdas paraocelares e número de cerdas da chaetoparia esquerda maior do que a da direita.....9

- Clípeo com 1 cerda anterior em cada lado, cada lado da fronte com 2 cerdas no ângulo anterior, 12-16 cerdas paraocelares e número de cerdas da chaetoparia direita maior do que a da esquerda.....*C. distincta* Burmeister, 1847
- 9(8) Maxila com área estridulatória formada por combinação de 1+9-10 dentes, 21-28 cerdas dorsomolares em cada lado e raster com 25 - 30 teges.....
.....*C. fulgurata* Burmeister, 1847
- Maxila com área estridulatória formada por combinação de 1+7 dentes, 9-11 cerdas dorsomolares em cada lado e raster com 20-25 teges.....*C. lunulata* Burmeister, 1847

1.4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALCOCK, J. **Comportamento animal: Uma abordagem evolutiva**. Porto Alegre: Artmed, 2011.

ALMEIDA, L.M.; RIBEIRO-COSTA, C.S.; MARINONI, L. **Insetos do Brasil: Coleta, Montagem, Preservação e Métodos para Estudo**. Ribeirão Preto: Holos, 2012.

ALPERT, G.D.; RITCHER, P.O. Notes on the life cycle and myrmecophilous adaptations of *Cremastocheilus armatus* (Coleoptera: Scarabaeidae). **Psyche**, v.82, p.283–291, 1975.

ARNQUIST, G.; NILSSON, T. The evolution of polyandry: multiple mating and female fitness in insects. **Animal Behaviour**, v.60, p.145–164, 2000.

ÁVILA, C.J.; SANTOS, V. **Corós associados ao sistema de plantio direto no estado de Mato Grosso do Sul**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2009.

BARRETO, M.R.; ANJOS, N. Mecanismos de defesa e comportamentos alimentar e de dispersão de *Spermologus rufus*, Boheman 1843 (Coleoptera: Curculionidae). **Ciência e Agrotecnologia**, v.26, p.804–809, 2002.

BERNHARDT, P. Convergent evolution and adaptive radiation of beetle-pollinated angiosperms. **Plant Systematics and Evolution** v.222, p.293–320, 2000.

BESERRA, E.B.; CASTRO-JR., F.P.; DOS SANTOS, J.W.; SANTOS, T.S.; FERNANDES, C.R.M. Biologia e exigências térmicas de *Aedes aegypti* (L.) (Diptera: Culicidae) provenientes de quatro regiões bioclimáticas da Paraíba. **Neotropical Entomology**, v.35, p.853–860, 2006.

BÖVING, A.G. Description of the larva of *Plectris aliena* Chapin and explanation of new terms applied to the epipharynx and raster. **Proceedings of the Entomological Society of Washington**, v.38, p.169–185, 1936.

BRAN, A.M.; LONDONO, M.E.; PARDO, L.C. Morfología de estados inmaduros de tres especies de *Cyclocephala* (Coleoptera: Melolonthidae) com uma clave para larvas de tercer estado em Colombia. **Revista Corpoica – Ciencia y Tecnología Agropecuaria**, v.7, p.58–66, 2006.

BROWN, W.D.; KELLER, L. Colony sex ratios vary with queen number but not relatedness asymmetry in the ant *Formica exsecta*. **Proceedings: Biological Sciences**, v.267, p.1751–1757, 2000.

CHAPMAN, R.F. **The insects: Structure and function**. Cambridge: Cambridge University Press, 1998.

CHERRY, R.H. Seasonal phenology of white grubs (Coleoptera: Scarabaeidae) in Florida sugarcane fields. **Journal of Economic Entomology**, v.78, p.787–789, 1985.

COSTA, C.; VANIN, S.A.; CASARI-CHEN, S.A. **Larvas de Coleoptera do Brasil**. São Paulo: Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, 1988.

CPRH, Companhia Pernambucana do Meio Ambiente. **Diagnóstico Socioambiental do Litoral Norte de Pernambuco**. Recife, 2003.

DEMIATE, I.M.; LARA, P.S.B.; NOGUEIRA, A.; WOSIACKI, G. Propriedades físicas, químicas e funcionais de amido de maçã. **Semina: Ciências Agrárias**, v.24, p.299–306, 2003.

DIERINGER, G.; DELGADO, L. Notes on the biology of *Cyclocephala jalapensis* (Coleoptera: Scarabaeidae): An endemic of eastern Mexico. **Southwestern Entomologist**, v.19, p.309–311, 1994.

DIERINGER, G.; ESPINOSA, J.E.S.S. Reproductive ecology of *Magnolia schiedeana* (Magnoliaceae), a threatened cloud forest tree species in Veracruz, Mexico. **Bulletin of the Torrey Botanical Club**, v.121, p.154–159, 1994.

DYAR, H.G. The number of molts of Lepidopterous larvae. **Psyche**, p.420–422, 1890.

ENDRÖDI, S. **The Dynastinae of the world. Series Entomologica**. Dordrecht: Dr W. Junk. Publishers, 1985.

ESPERK, T.; TAMMARU, T.; NYLIN, S. Intraspecific variability in number of larval instars in insects. **Journal of Economic Entomology**, v.100, p.627–645, 2007.

FREITAS, M.C.J.; TAVARES, D.Q. Caracterização do grânulo de amido de bananas (*Musa* AAA-Nanicão e *Musa* AAB-Terra). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.25, p.217–222, 2005.

GALVÃO, C.; ROCHA, D.S.; CUNHA, V.; PRESGRAVE, O.A.F.; JURBERG, J.; CARCAVALLO, R. Influência da temperatura no ciclo de vida de *Triatoma melanosoma* Martínez, Olmedo & Carcavallo, 1987 (Hemiptera, Reduviidae). **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v.94, p.851–854, 1999.

GANHO, N.G.; MARINONI, R.C. Algumas características da reprodução e ontogênese de *Epilachna paenulata* (Germar) (Coleoptera, Coccinellidae, Epilachninae). **Revista Brasileira de Zoologia**, v.17, p.445–454, 2000.

GARCÍA, G.L.; ORTEGA-ARENAS, L.; HERNÁNDEZ, H.G.; GARCÍA, A.A.; NÁPOLES, J.R.; CORTÉS, R.R. Descripción de las larvas de tercer instar de Melolonthidae (Coleoptera) asociadas al cultivo de *Agave tequilana* var. Azul y su fluctuación poblacional en Jalisco, México. **Neotropical Entomology**, v.38, p.769–780, 2009.

GASSEN, D.N. Benefícios de escarabeídeos em lavouras sob plantio direto. **Prociur**, p.159–168, 2001.

GAVOTTO, A.L.R. Ciclo biológico de *Cyclocephala signaticollis* Burm. (Col. Scarabaeidae) y caracteres específicos de su larva. **Revista de Investigaciones Agropecuarias**, v.1, p.151–161, 1964.

GIBERNAU, M.; BARABÉ, D.; CERDAN, P.; DEJEAN, A. Beetle pollination of *Philodendron solimoesense* (Araceae) in French Guiana. **International Journal of Plant Sciences**, v.160, p.1135–1143, 1999.

GOTTSBERGER, G. Some pollination strategies in Neotropical savannas and forests. **Plant Systematics and Evolution**, v.152, p.29–45, 1986.

GOTTSBERGER, G. Flowers and beetles in the South American tropics. **Botanica Acta**, v.103, p.360–365, 1990.

GOTTSBERGER, G. Pollination and evolution in neotropical Annonaceae. **Plant Species Biology**, v.14, p.143–152, 1999.

GREBENNIKOV, V.V.; SCHOLTZ, C.H. The basal phylogeny of Scarabaeoidea (Insecta: Coleoptera) inferred from larval morphology. **Invertebrate Systematics**, v.18, p. 321–348, 2004.

HANGAY, G.; ZBOROWSKI, P. **A guide to the beetles of Australia**. Collingwood: Csiro Publishing, 2010.

HERNANDEZ, M.C. R.; GUTIERREZ, M.O.; ALDANA, L.L.L.; VALDES, M.E.E. Fecundity of the sisal weevil, *Scyphophorus acupunctatus* (Coleoptera: Curculionidae), on *Polianthes tuberosa* (Liliales: Agavaceae). **Florida entomologist**, v.89, p.518–520, 2006.

HINTON, H.E. Some general remarks on sub-social beetles, with notes on the biology of the Staphylinid, *Platystethus aren arius* (Fourcroy). **Proceedings of the Royal Entomological Society of London. Series A, General Entomology**, v.19, p.115–128, 1944.

HINTON, H.E. **The Biology of Insect Eggs**. Oxford: Pergamon Press, 1981.

IUCN. **International Union for Conservation of Nature**. Disponível em: <<http://www.iucnredlist.org/details/30758/0>>. Acesso em 08 abr. 2012.

KIRKWOOD, T.B.L.; AUSTAD, S.N. Why do we age? **Nature**, v.408, p.233–238, 2000.

KOBER, E.A.M. **Armadilha luminosa: informações técnicas**. Porto Alegre: Emater, 1982.

LAI, J.; KO, H. **For the Love of Rhinoceros and Stag Beetles, Second Edition**. Taipei: Morning Star Publisher, 2008.

LAMEPE/ITEP. **Instituto de Tecnologia de Pernambuco - Laboratórios de Meteorologia de Pernambuco**. Disponível em: <<http://www.itep.br/LAMEPE.asp>>. Acesso em 08 abr. 2012.

LUCENA, M.F.A. **Flora da Mata do CIMNC, Pernambuco, Brasil**. Recife: Centro de Pesquisas Ambientais do Nordeste, 2009.

MAIA, A.C.D.; SCHLINDWEIN, C. *Caladium bicolor* (Araceae) and *Cyclocephala celata* (Coleoptera, Dynastinae): A Well-Established Pollination System in the Northern Atlantic Rainforest of Pernambuco, Brazil. **Plant Biology**, v.8, p.529–534, 2006.

MAIA, A.C.D.; SCHLINDWEIN, C.; NAVARRO, D.M.A.F.; GIBERNAU, M. Pollination of *Philodendron acutatum* (Araceae) in the Atlantic forest of Northeastern Brazil: A single scarab beetle species guarantees high fruit set. **International Journal Plant Sciences**, v.171, p.740–748, 2010.

MARCHIORI, C.H.; SILVA, C.G.; CALDAS, E.R.; ALMEIDA, K.G.S.; CARVALHO, S.A.; PENTEADO-DIAS, A.M.; DIAZ, N.B.; GALLARDO, F.E. Parasitóides da subfamília Eucoilinae (Hymenoptera: Cynioidea: Figitidae) coletados em um remanescente de mata de cerrado em Itumbiara, GO. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.68, p.65–67, 2001.

MARTIN, J.G.A.; FESTA-BIANCHET, M. Age-independent and age-dependent decreases in reproduction of females. **Ecology Letters**, v.14, p.576–581, 2011.

MCMONIGLE, O. **The Complete Guide to Rearing Flower and Jewel Scarabs**. Brunswick Hills: Elytra and Antenna Insect Books, 2006.

MILANO, P.; FILHO, E.B.; PARRA, J.R.P.; CÔNSOLI, F.L. Influência da Temperatura na Frequência de Cópula de *Anticarsia gemmatalis* Hübner e *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). **Neotropical Entomology**, v.3, p.528–535, 2008.

MINER, F.D. Rearing technique for white grubs. **Journal of the Kansas Entomological Society**, v.21, p.58–59, 1948.

MONDINO, E.A.; LOPEZ, A.N.; CASTILLO, H.A.A.; CARMONA, D.M. Ciclo de vida de *Cyclocephala signaticollis* Burmeister, 1847 (Coleoptera: Scarabaeidae: Dynastinae) y su relacion con los factores ambientales. **Elytron**, v.11, p.145–156, 1997.

MORELLI, E. Descripción de la larva y de la pupa de *Cyclocephala signaticollis* Burmeister, 1847 (Coleoptera: Scarabaeidae: Dynastinae) y observaciones sobre su biología. **Elytron**, v.5, p.189–195, 1991.

MORELLI, E.; ALZUGARAY, R. Descripción de la larva de *Cyclocephala testacea* Burmeister, 1847 y clave para la determinación de larvas de cuatro especies del género *Cyclocephala* en el Uruguay (Coleoptera, Dynastinae). **Revista Brasileira de Biologia**, v.54, p.77–84, 1994.

NOWINSZKY, L. Nocturnal illumination and night flying insects. **Applied Ecology and Environmental Research**, v.2, p.17–52, 2004.

OLIVEIRA, C.M. **Coró-da-soja-do-cerrado *Phyllophaga capillata* (Blanchard) (Coleoptera: Melolonthidae): aspectos bioecológicos**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2007.

PACHECO, D.J.P.; CORRÊA, B.S. Potencial reprodutivo e longevidade do parasitóide *Telenomus podisi* Ashmead, em ovos de diferentes espécies de percevejos. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.27, p.55–59, 1998.

PARDO-LOCARNO, L.C.; MONTOYA-LERMA, J.; BELLOTTI, A.C.; SCHOONHOVEN, A.V. Structure and composition of the white grub complex (Coleoptera: Scarabaeidae) in agroecological systems of Northern Cauca, Colombia. **Florida Entomologist**, v.88, p.355–363, 2005.

PEREIRA, P.R.V.S.; SALVADORI, J.R. **Guia para identificação de corós rizófagos (Coleoptera: Scarabaeoidea: Melolonthidae) comumente encontrados em cereais de inverno, milho e soja no norte do Rio Grande do Sul**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2006.

PONCHEL, Y. 2006. **The Dynastidae of the word. Biologie et collect de quelques dynastides.** Disponível em: <<http://dynastidae.voila.net/biologie.html>>. Acesso em 08 ago. 2012.

POTTER, D.A.; GORDON, F.C. Susceptibility of *Cyclocephala immaculata* (Coleoptera: Scarabaeidae) eggs and immatures to heat and drought in turf grass. **Environment Entomology**, v.13, p.794–799, 1984.

POTTER, D.A.; POWELL, A.J.; SPICER, P.G.; WILLIAMS, D.W. Cultural practices affect root-feeding white grubs (Coleoptera: Scarabaeidae) in turfgrass. **Journal of Economic Entomology**, v.89, p.156–164, 1996.

QUEIROZ, M.M.C.; MELLO, R.P.; FREIRE, N.M.S. The effect of different proportions of males and females over the *Chrysomya albiceps* (Wiedemann 1819) (Diptera, Calliphoridae) biotic potential and longevity under laboratory conditions. **Memórias Instituto Oswaldo Cruz**, v.91, p.243–247, 1996.

RAMÍREZ-SALINAS, C.; MORÓN, M.A.; RAMÍREZ-CASTRO, A.E. Descripción de los estados inmaduros de três espécies de *Anomala*, *Ancognatha* y *Lygerus* (Coleoptera: Melolonthidae: Rutelinae y Dynastinae) com observaciones de su biologia. **Acta Zoológica Mexicana**, v.20, p.67–82, 2004.

RATCLIFFE, B.C. The Dynastinae scarab beetles of Costa Rica and Panama (Coleoptera: Scarabaeidae: Dynastinae). **Bulletin of the University Nebraska State Museum**, v.16, p.1–506, 2003.

RATCLIFFE, B.C.; CAVE, R.D. The Dynastine scarab beetles of Honduras, Nicaragua and El Salvador (Coleoptera: Scarabaeidae: Dynastinae). **Bulletin of the University of Nebraska State Museum**, v.21, p.1–424, 2006.

RATCLIFFE, B.C. More new species of *Cyclocephala* Dejean, 1821 from South America (Scarabaeidae: Dynastinae: Cyclocephalini). **The Coleopterists Bulletin**, v.62, p.221–224, 2008.

RIEHS, P.J. Fenologia de algumas espécies do gênero *Cyclocephala* (Coleoptera, Scarabaeidae) do leste e centro-Oeste do Paraná, Brasil. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, v.8, p.201–223, 2006.

RITCHER, P.O. Biology of Scarabaeidae. **Annual Review of Entomology**, v.3, p.311–334, 1958.

RITCHER, P.O. **White grubs and their allies**: Subfamily Dynastinae. Corvallis: Oregon State University Press, 1966.

RODRIGUES, S.R.; NOGUEIRA, G.A.L.; ECHEVERRIA, R.R.; OLIVEIRA, V.S. Aspectos biológicos de *Cyclocephala verticalis* Burmeister (Coleoptera: Scarabaeidae). **Neotropical Entomology**, v.39, p.15–18, 2010.

ROSE, M.R. **Evolutionary Biology of Aging**. New York: Oxford University Press, 1991.

SALVADORI, J.R.; OLIVEIRA, L.J. **Manejo de corós em lavouras sob plantio direto**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2001.

SANTOS, V.; ÁVILA, C.J. Aspectos bioecológicos de *Cyclocephala forsteri* Endrödi, 1963 (Coleoptera: Melolonthidae) no estado do Mato Grosso do Sul. **Revista de Agricultura**, v.82, p.298–303, 2007.

SCHATZ, G.E. **Reproductive ecology of tropical forest plants**: Some aspects of pollination biology in Central American forests. Paris: Parthenon Publishing Group Limited, 1990.

SILVA-TORRES, C.S.A.; MATTHEWS, R.W. Development of *Melittobia australica* Girault and *M. digitata* Dahms (Parker) (Hymenoptera: Eulophidae) parasitizing *Neobellieria bullata* (Parker) (Diptera: Sarcophagidae) Puparia. **Neotropical Entomology**, v.32, p.645–651, 2003.

STECCHAUNER-ROHRINGER, R.; PARDO-LOCARNO, L.C. Redescription de inmaduros, ciclo de vida, distribución e importancia agrícola de *Cyclocephala lunulata* Burmeister (Coleoptera: Melolonthidae: Dynastinae) en Colombia. **Boletín Científico Centro de Museos - Museo de Historia Natural**, v.14, p.203–220, 2010.

TRIPLEHORN, C.A.; JONNISON, N.F. **Estudo dos insetos**. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

VELOSO, H.P.; FILHO, L.C.O.; VAZ, A.M.S.F.; LIMA, M.P.M.; MARQUETE, R.; BRAZÃO, J.E.M.; FILHO, A.L.R.R.; DIAS, B.F.S.; PINTO, G.C.P.; MAGNAGO, H.; PEREIRA, J.B.S.; LIMA, J.C.A.; DAMBRÓS, L.A.; FURTADO, P.P.; KLEIN, R.M.; FILGUEIRAS, T.S.; BARROS, W.D.; SILVA, Z.L. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. Rio de Janeiro: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, 1991.

VOEKS, R.A. Reproductive ecology of the piassava palm (*Attalea funifera*) of Bahia, Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, v. 18, p. 121-136, 2002.

CAPÍTULO 2

**Comportamento e caracteres morfológicos relacionados à cópula de
Cyclocephala distincta Burmeister (Coleoptera: Dynastinae,
Cyclocephalini)**

RESUMO

O presente estudo objetivou obter informações sobre o repertório comportamental de cópula de *Cyclocephala distincta* Burmeister, uma espécie antófila comumente encontrada na Região Nordeste - Brasil, além dos caracteres morfológicos relacionados. Para isso, foi realizado um bioensaio em cativeiro com 20 casais. A seqüência do comportamento foi descrita usando o método de amostragem "todas as ocorrências" e as características morfológicas foram levantadas utilizando-se estereomicroscópio. Medidas dos caracteres morfológicos entre os sexos foram comparados pelo teste t de Student. Foi registrado um total de 37h 38min 11s de observação, sendo 17h 38min 11s para os casos positivos e 20h nos casos negativos de cópula. Definiram-se 13 categorias e 37 sub-categorias comportamentais, distribuídos entre as fases de pré-cópula, cópula e pré-soltura, com 19 sub-categorias compartilhadas entre o casal, e 15 e 3 exclusivas do macho e da fêmea, respectivamente. Durante a pré-cópula, a aproximação entre os sexos se deu principalmente pela "procura" do macho pela fêmea (65%). O primeiro contato físico, caracterizado pelo ato de encostar as antenas sobre partes específicas (cabeça, lateral do abdômen ou final do abdômen) do corpo do parceiro, esteve presente em 95% dos casais e foi realizado principalmente pelos machos. Na fase de pré-cópula também foi evidente a "Fase passiva de Parker", uma monta sem procura pela genitália, e comportamentos de movimentação de garras, pernas, corpo e asas. Em 95% dos casais as fêmeas apresentaram comportamento de rejeição ao macho, com o arrastar e posterior elevar o abdômem. Após o domínio do corpo da fêmea e introdução do edeago, o macho manteve a movimentação de cabeça e antenas e a indicação do término da cópula se deu quando a fêmea elevou o abdômem. Finalizada a cópula, a maioria dos machos permaneceu sobre o dorso da fêmea (80%), o que aumentava a rejeição dela. Na pré-soltura visualizaram-se as sub-categorias de esfregar a cabeça (50%) e edeago (30%) do macho sobre o dorso feminino. Não houve diferença do comprimento corporal entre os sexos, mas as fêmeas apresentaram maior largura corporal que os machos e os machos apresentam comprimento das pernas meso- e metatorácicas maior que das fêmeas. O edeago apresentou $2,8 \pm 0,2$ mm e $0,7 \pm 0,02$ mm de comprimento e largura, respectivamente e a largura média da depressão do élitro, registrado apenas nas fêmeas, foi de $2,0 \pm 0,2$ mm. Registrou-se 11 combinações possíveis de máculas, quatro (três exclusivas) nas fêmeas e sete (seis exclusivas) nos machos.

Palavras chave: Cyclocephalini. Etograma. Comportamento sexual.

2.1 INTRODUÇÃO

A subfamília Dynastinae compreende oito tribos com aproximadamente 1.500 espécies descritas (ENDRÖDI, 1985). Representam um grupo curioso dentre os Scarabaeidae devido às dimensões dos indivíduos de algumas espécies, que podem atingir mais de 20 cm de comprimento, e há estruturas particulares encontradas na cabeça e protórax, como chifres e tubérculos (ENDRÖDI, 1985). Essas particularidades tornam as espécies das tribos Dynastini e Oryctini mais bem estudadas, principalmente no que concerne a sua biologia reprodutiva. Os indivíduos dessas tribos apresentam acentuado dimorfismo sexual quanto ao tamanho do corpo e dos chifres; machos com corpo e chifres maiores tendem a ter maior sucesso reprodutivo, porque podem vencer conflito corporal com outros machos intraespecíficos, carregar as fêmeas e incrementar a atratividade (EBERHARD, 1978; KODRIC-BROWN; BROWN, 1984; PUKER *et al.*, 2011). No entanto, o conhecimento do comportamento reprodutivo envolvendo também outros táxons poderia prover informações sobre a importância desses insetos, particularmente em espécies cujos adultos, por se alimentarem de pólen, podem influenciar na biologia reprodutiva de plantas cantarófilas, como por exemplo, os besouros do gênero *Cyclocephala* (GOTTSBERGER, 1986; GIBERNAU *et al.*, 1999). Contudo, a verdade é que pouco se conhece sobre os aspectos reprodutivos das espécies de coleópteros desse gênero.

O papel dos adultos do gênero *Cyclocephala* como visitantes florais e polinizadores é bem documentado (GOTTSBERGER, 1988; MORÓN, 1997; RATCLIFFE, 2003; RATCLIFFE; CAVE, 2006), o horário de vôo dos besouros ocorre em sincronia com a emissão de fortes fragrâncias emitidas pelas plantas (crepuscular ou noturno), onde encontram abrigo, alimento e sítio de acasalamento (GOTTSBERGER, 1990; SCHATZ, 1990; BERNHARDT, 2000). De um modo geral, coleópteros que apresentam relação com plantas são atraídos inicialmente para fontes seguras de alimento e locais de reprodução, a partir da orientação dos insetos pelos aleloquímicos da planta, sem a influência de voláteis produzidos pelos outros besouros. Numa segunda etapa, a orientação dos besouros aumenta em resposta aos voláteis produzidos por um dos sexos e, posteriormente, por ambos os sexos (SCHLYTER; BIRGERSSON, 1999). Além de polinizadores, os dinastíneos do gênero *Cyclocephala* se destacam pela sua importância agrícola, na qual as larvas são consideradas potenciais pragas (RITCHER, 1966; POTTER *et al.*, 1996).

A única informação documentada sobre o comportamento sexual do gênero é para a espécie *C. lurida*. Fêmeas produzem um feromônio sexual que atrai machos coespecíficos e a liberação efetiva desse feromônio é controlada a partir de sua emergência do solo, sendo realizada no período crepuscular e em sincronia com a emergência e vôo dos machos. Então, os machos voam em direção às fêmeas e realizam movimentos em "zig zag" perto do solo. A cópula segue, muitas vezes, com vários machos tentando copular com uma única fêmea e após finalizar a cópula, ambos se enterram no solo (POTTER, 1980; HAYNES; POTTER, 1995a; HAYNES; POTTER, 1995b). Outro dado, é que machos de *C. lurida* foram atraídos e tentaram copular com as larvas da própria espécie, independente do instar. Nas larvas os extratos hexânicos encontrados foram definidos como atraentes para o macho, demonstrando a natureza química desta ação (HAYNES; POTTER; COLLINS, 1992; HAYNES; POTTER, 1995b).

Dando início a estudos com enfoque reprodutivo do gênero, será fornecido o primeiro detalhamento do repertório de cópula e os caracteres morfológicos relacionados de *Cyclocephala distincta*. Essa espécie ocorre na Guiana, Colômbia e Brasil (Amazonas, Bahia, Pernambuco, Rio de Janeiro, Santa Catarina e São Paulo) e o que se conhece até então é oriundo de seu papel como visitantes florais especializados de palmeiras (Arecaceae) (ENDRÖDI, 1985; VOEKS, 2002). Tais informações serão de grande utilidade em investigações sobre a biologia do grupo, auxiliando em futuras formulações de estratégias para manejos de criação, podendo favorecer, também, o entendimento das condições ecológicas que reduzem ou promovem a seleção sexual e a evolução dos diferentes sistemas de acasalamento (HUGHES *et al.*, 2000). Ainda, o conhecimento dos caracteres envolvidos em tais atividades poderão se tornar ferramentas complementares em estudos de taxonomia e sistemática do táxon (HUFFARD, 2007).

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

2.2.1 REPERTÓRIO COMPORTAMENTAL RELACIONADO À CÓPULA

Coleta dos indivíduos

Adultos de *Cyclocephala distincta* foram coletados em uma área de borda florestal (07°50'00" S e 35°06'00" W) situada no Campo de Instrução Marechal Newton Cavalcante (CIMNC), Abreu e Lima, Pernambuco. O clima é do tipo Tropical Chuvoso com verão seco e período chuvoso que tem início em abril e término em agosto. A área apresenta temperatura média anual de 25,2° C e precipitação média anual de 1610,7 mm (CPRH, 2003; LAMEPE/ITEP, 2012). A vegetação corresponde a Floresta Ombrófila Aberta e Estacional Semidecidual, ambos das Terras Baixas (VELOSO *et al.*, 1991; LUCENA, 2009).

A coleta foi realizada no período das 18h00 às 5h00, durante uma noite de cada mês por cinco meses (fevereiro, março, abril, agosto, setembro/2012). Para isso, utilizou-se armadilha luminosa, própria para coleta de insetos noturnos e fototáticos (ALMEIDA; RIBEIRO-COSTA; MARINONI, 2012). As coletas foram realizadas durante a lua minguante ou crescente, pelo fato dos insetos noturnos dependerem de estímulos luminosos para orientação e as fases da lua com baixa intensidade luminosa proporcionarem uma menor percepção entre a luz natural e a artificial (NOWINSZKY, 2004).

Os besouros capturados foram acondicionados em recipientes plásticos de 250 mL com terra vegetal (Gnúmus LTDA) e transportados para o Laboratório de Taxonomia e Ecologia de Insetos da Universidade Federal de Pernambuco. A confirmação da identificação taxonômica foi realizada pelo especialista Dr. Paschoal Coelho Grossi (UFPR). Os espécimes foram depositados na Coleção Entomológica da UFPE (CE-UFPE, Recife, Brasil).

Adaptação ao cativeiro

Os adultos coletados em campo (n = 40: 20♀; 20♂) foram isolados por 72h em terrários plásticos de 250 mL com 4 mL de terra vegetal (Gnúmus LTDA). Para alimentação foi oferecida

uma dieta (3g/cada) de maçã (*Malus* sp.) e banana (*Musa* sp.), repostada a cada três dias (MCMONIGLE, 2006; LAI; KO, 2008). A hidratação do solo foi mantida por pulverização manual de água (3mL/dia). Dados de temperatura e umidade foram registrados por termohigrômetro (7663.02.0.00 Incoterm - Porto Alegre, Brasil), sendo os indivíduos submetidos às condições ambiente de temperatura ($29,2 \pm 0,6^{\circ}\text{C}$), umidade relativa ($58 \pm 1,5\%$) e fotoperíodo (12:12h).

Procedimento de observação e “câmara de cópula”

A unidade experimental denominada "câmara de cópula" foi confeccionada em vidro transparente (15 x 15 x 10 cm), base coberta por papel filtro e coberta na parte superior com tecido *voil*. Os dois indivíduos do casal foram introduzidos na "câmara" simultaneamente, no centro, utilizando-se para tal pinça de ponta flexível. Após cada observação, o recipiente foi esterilizado com água, detergente neutro e álcool 70%, a fim de reduzir a influência de possíveis compostos secretados pelos insetos.

Um experimento piloto, utilizando-se cinco casais, foi estabelecido inicialmente para o reconhecimento das atividades. Posteriormente, o bioensaio foi realizado com 20 repetições, utilizando um casal em cada repetição e combinação aleatória dos indivíduos. As observações iniciaram às 18h00, período considerado de maior atividade para a espécie (observação pessoal). O ambiente das observações foi vedado para impedir a incidência de luz branca e iluminado por luz vermelha 15W, não detectável pelos besouros (CROWSON, 1981; EMLEN, 1997; GIRÓN-PÉREZ *et al.*, 2009).

A seqüência do comportamento foi descrita pelo método de amostragem "todas as ocorrências" (ALTMANN, 1974). Além das observações diretas, uma câmera de vídeo (Sony Handycam DCR-HC40) e uma fotográfica (Nikon D5100) foram utilizadas para documentar o experimento. A duração do repertório comportamental foi cronometrada. Para o fluxograma, foram consideradas as transições que ocorreram em pelo menos 20% dos casais. Na ocasião de não-domínio da fêmea pelo machos em até 2h de observação, o experimento foi finalizado. Para os casos positivos de cópula, a observação foi encerrada no momento em que o macho liberou a fêmea.

2.2.2 CARACTERES MORFOLÓGICOS RELACIONADOS À CÓPULA

Para compreender alguns dos comportamentos exibidos durante o repertório comportamental, foram analisadas determinadas estruturas morfológicas (externas e internas) dos indivíduos. Machos e fêmeas de *C. distincta* foram sacrificados em câmara letal contendo acetato de etila e em seguida, fervidos por 30s em água e dissecados. Posteriormente, o edeago foi fervido por 1 min em solução de água e hidróxido de potássio (0,3 mL), para clarificação (GURNEY; KRAMER; STEYSKAL, 1964).

Os caracteres analisados foram comprimento [= do pronoto ao ápice do élitro] e maior largura total do corpo (n = 30♀ e 30♂); comprimento de pernas e de antenas (n = 30♀ e 30♂); comprimento e largura do edeago (n = 30♂); largura da depressão do élitro (n = 30♀); forma do élitro (n = 30♀ e 30♂); padrão de máculas no pronoto e élitro (n = 60♀ e 60♂). Para análise morfológica utilizou-se estereomicroscópio Zeiss Stemi 2000-C (Carl Zeiss Light Microscopy - Göttingen, Germany) e para obtenção das fotos, estereomicroscópio Leica M205C com câmara de vídeo DFC295 e sistema de montagem Leica LAS Montage (Leica Microsystems - Wetzlar, Germany). Os valores das medidas foram comparados entre os sexos pelo teste t de Student (BIOESTAT 5.0).

2.3 RESULTADOS

2.3.1 REPERTÓRIO COMPORTAMENTAL RELACIONADO À CÓPULA

Durante o repertório comportamental, três fases foram verificadas: pré-cópula, cópula e pré-soltura. Houve registro de 13 categorias e 37 sub-categorias, com 19 sub-categorias compartilhadas por machos e fêmeas, 15 exclusivos dos machos e três exclusivos das fêmeas (Tabela 1). Dos 20 pareamentos realizados, 10 resultaram em cópula e a outra metade não, apesar de ter havido contato entre os indivíduos em 90% dos casos.

No etograma (Tabela 2), as fases estão dispostas em ordem cronológica e nelas se organizam todas as categorias e sub-categorias existentes. Posteriormente, um fluxograma

proporciona uma noção completa da sequência das sub-categorias mais frequentes na espécie (Figura 1 e 2).

Tabela 1. Fases de pré cópula, cópula e pré soltura de *Cyclocephala distincta*. Qualificação e quantificação dos comportamentos em 20 casais observados. ♂: macho exibe o comportamento; ♀: fêmea exibe o comportamento; ♂/♀: macho e fêmea exibem o comportamento; ♂♀: macho exibe o comportamento sujeitando a fêmea; (-) ausência do comportamento.

	Casos positivos de cópula		Casos negativos de cópula	
	♂	♀	♂	♀
Pré cópula				
Tanatose ♂/♀	-	60%	40%	60%
Parar ♂/♀	40%	100%	100%	100%
Caminhar ♂/♀	70%	90%	100%	100%
Correr ♂/♀	100%	40%	30%	30%
Voar ♂/♀	-	10%	20%	20%
Escalar ♂/♀	80%	90%	100%	100%
Alisar ♂	-	-	10%	-
Encostar ♂/♀	100%	-	30%	70%
Subir ♂/♀	100%	10%	60%	70%
Inverter ♂/♀	60%	-	10%	10%
Caminhar sobre ♂/♀	50%	10%	60%	60%
Balançar perna ♂	10%	-	20%	-
Esfregar tarso ♂/♀	10%	10%	20%	50%
Acomodar asa ♂/♀	10%	20%	30%	30%
Rotacionar ♂	10%	-	50%	-
Deslizar perna ♂/♀	20%	20%	50%	80%
Balançar corpo ♂	-	-	10%	-
Balançar garra ♂/♀	20%	20%	80%	100%
Deslizar corpo ♂	10%	-	20%	-
Erguer corpo ♂/♀	-	-	10%	-
Rolar ♂/♀	30%	-	40%	-
Elevar ♀	-	100%	-	50%
Arrastar ♂/♀	-	100%	20%	40%
Decúbito dorsal ♂/♀	50%	10%	90%	50%
Decúbito lateral ♂/♀	100%	-	10%	-
Impulsionar ♂/♀	50%	100%	90%	50%
Segurar ♂/♀	100%	-	10%	20%
Resvalar ♂	100%	-	10%	-
Friccionar ♂	100%	-	-	-
Ajudar ♀	-	-	-	40%
Limpar ♀	-	-	-	10%

Expelir ♀	-	-	-	10%
-----------	---	---	---	-----

Cópula

Introduzir ♂	100%	-	-	-
Elevar ♀	-	100%	-	-
Retirar ♂	100%	-	-	-

Pré soltura

Retrair ♂	50%	-	-	-
Esfregar cabeça ♂	50%	-	-	-
Esfregar edeago ♂	30%	-	-	-
Balançar garra ♂/♀	30%	20%	-	-
Elevar ♀	-	80%	-	-
Arrastar ♀	-	80%	-	-
Expelir ♂	10%	-	-	-

Etograma

Tabela 2. Etograma do repertório de cópula de *Cyclocephala distincta* Burmeister (Scarabaeidae, Dynastinae) em cativeiro. Fase: caixa alta; Categoria: itálico; Sub-categoria: romana.

PRÉ CÓPULA

Imobilidade

Tanatose	Recolhe antenas e retrai todas as pernas, com ou sem decúbito dorsal.
Parar	Não recolhe as antenas e retrai ou não todas as pernas, sem decúbito dorsal.

Deslocamento

Caminhar	Desloca-se com velocidade média de 0,35 cm/s.
Correr	Desloca-se com velocidade média de 1,75 cm/s
Voar	Abertura lateral do primeiro e segundo pares de asas e impulso de vôo.
Escalar	Eleva o corpo verticalmente com pernas posteriores e se apóia na lateral do recipiente pelas pernas anteriores.

Encontro

Alisar	Macho aproxima o protarso ao pigídio da fêmea e desliza-o no sentido base-ápice.
Encostar	Aproxima as antenas à região da cabeça e/ou lateral do élitro e/ou final do abdômen do outro indivíduo.

Dança

Subir	Sobe no dorso do outro indivíduo.
Inverter	Sobe no dorso do outro indivíduo pela região posterior ou lateral do corpo e realiza um giro de 180° ou 90°, de modo a ficar com a cabeça na região posterior do corpo do outro.
Caminhar sobre	Sobe no dorso do outro indivíduo e caminha sobre este.
Balançar perna	Macho realiza decúbito dorsal e abre, eleva, abaixa e cruza todas as pernas.
Esfregar tarso	Fricciona o metatarso, repetidas vezes, no ápice do próprio élitro.
Acomodar asa	Abre e fecha os élitros, de modo a acomodar o segundo par de asas. Com ou sem vôo.
Rotacionar	Macho estagna em decúbito ventral e realiza voltas de 360° graus no local de parada.
Deslizar perna	Estagna em decúbito ventral e abre e fecha as pernas posteriores, deslizando-as na base do recipiente.
Balançar corpo	Macho estagna em decúbito ventral, fixa perna metatorácica esquerda na base do recipiente e move o corpo para frente e para trás.

Balançar garra	Estagna em decúbito ventral e eleva e abaixa garras mesotorácicas e/ou metatorácicas.
Deslizar corpo	Macho desliza o corpo em decúbito dorsal na base do recipiente, por impulso das pernas metatorácicas.
Erguer corpo	Corpos em posição frontal, macho segura o pronoto da fêmea com as pernas protorácicas, e eleva ambos os corpos verticalmente, apoiados pelas pernas metatorácicas.
Rolar	Corpos em decúbito lateral com ventres em paralelo, macho agarra o ápice do abdômen da fêmea com as pernas protorácicas, há movimento de empurra das pernas e os corpos rolam na base do recipiente.
<i>Agonístico</i>	
Elevar	Fêmea eleva abdômen e impulsiona as pernas metatorácicas contra as pernas metatorácicas, abdômen e/ou edeago do macho.
Arrastar	Indivíduo caminha com outro indivíduo sobre seu corpo, movendo-o conjuntamente.
<i>Desequilíbrio</i>	
Decúbito dorsal	Parte dorsal do corpo em contato com a base do recipiente.
Decúbito lateral	Parte lateral do corpo em contato com a base do recipiente.
Impulsionar	Abertura de todas as pernas, repetidas vezes, e apoio das pernas metatorácicas na base do recipiente, de forma a obter impulso e o corpo voltar ao decúbito ventral.
<i>Domínio</i>	
Segurar	Segura o élitro ou pronoto do outro indivíduo com as garras protorácicas.
Resvalar	Macho everte edeago, inclina abdômen em direção aos urômeros da fêmea e realiza movimentos laterais do edeago contra o pigídio da fêmea.
Friccionar	Macho realiza movimentos circulares com os tarsos mesotorácicos no ápice do élitro da fêmea, com cabeça apoiada sobre a base do élitro dela. Emissão de som.
<i>Colaboração</i>	
Ajudar	Fêmea em decúbito ventral se aproxima do macho, que está em decúbito dorsal, e exerce uma força com a cabeça na lateral do corpo deste, fazendo-o retornar ao decúbito ventral.
<i>Limpeza</i>	
Limpar	Fêmea abaixa a cabeça aproximadamente 45° em relação ao corpo, a inclina para um dos lados, posiciona a garra protorácica na base da antena e eleva a cabeça de modo que toda a superfície da antena é atritada com a região interna da garra.
<i>Eliminação</i>	
Expelir	Liberação de substância líquida pela região terminal do abdômen. Coloração amarela.
CÓPULA	
<i>Cópula</i>	
Introduzir	Macho insere edeago na abertura do pigídio da fêmea, eleva e abaixa a cabeça, repetidas vezes, num ângulo de 45° em relação ao seu corpo.
Retirar	Macho inclina o ápice do abdômen em região oposta ao corpo da fêmea e remove o edeago.
<i>Agonístico</i>	
Elevar	Fêmea eleva abdômen e impulsiona as pernas metatorácicas contra as pernas metatorácicas, abdômen e/ou edeago do macho.
PRÉ SOLTURA	
<i>Retração</i>	
Retrair	Macho recolhe o edeago dentro da sua cavidade abdominal.
<i>Guarda</i>	
Esfregar cabeça	Macho mantém o corpo sobre o dorso da fêmea e desliza a cabeça sob o dorso da mesma.
Esfregar edeago	Macho mantém o seu corpo sobre o dorso da fêmea, caminha sobre a fêmea e desliza o edeago sob o dorso da mesma.
Balançar garra	Estagna em decúbito ventral, eleva e abaixa garras mesotorácicas e/ou metatorácicas.
<i>Agonístico</i>	
Elevar	Fêmea eleva abdômen e impulsiona as pernas metatorácicas contra as pernas metatorácicas, abdômen e/ou edeago do macho.
Arrastar	Indivíduo com o corpo sobre o dorso do outro indivíduo é deslocado por ação do que está por baixo.
<i>Eliminação</i>	
Expelir	Liberação de substância líquida pela região terminal do abdômen. Coloração amarela.

Fluxograma

Figura 1: Sequência de pré-cópula, cópula e pré-soltura nos casos positivos de cópula. Os numerais representam a porcentagem de casais que realizaram as transições entre os comportamentos. Azul: realizado pelo macho; Vermelho: realizado pela fêmea; Preto: realizado por ambos.

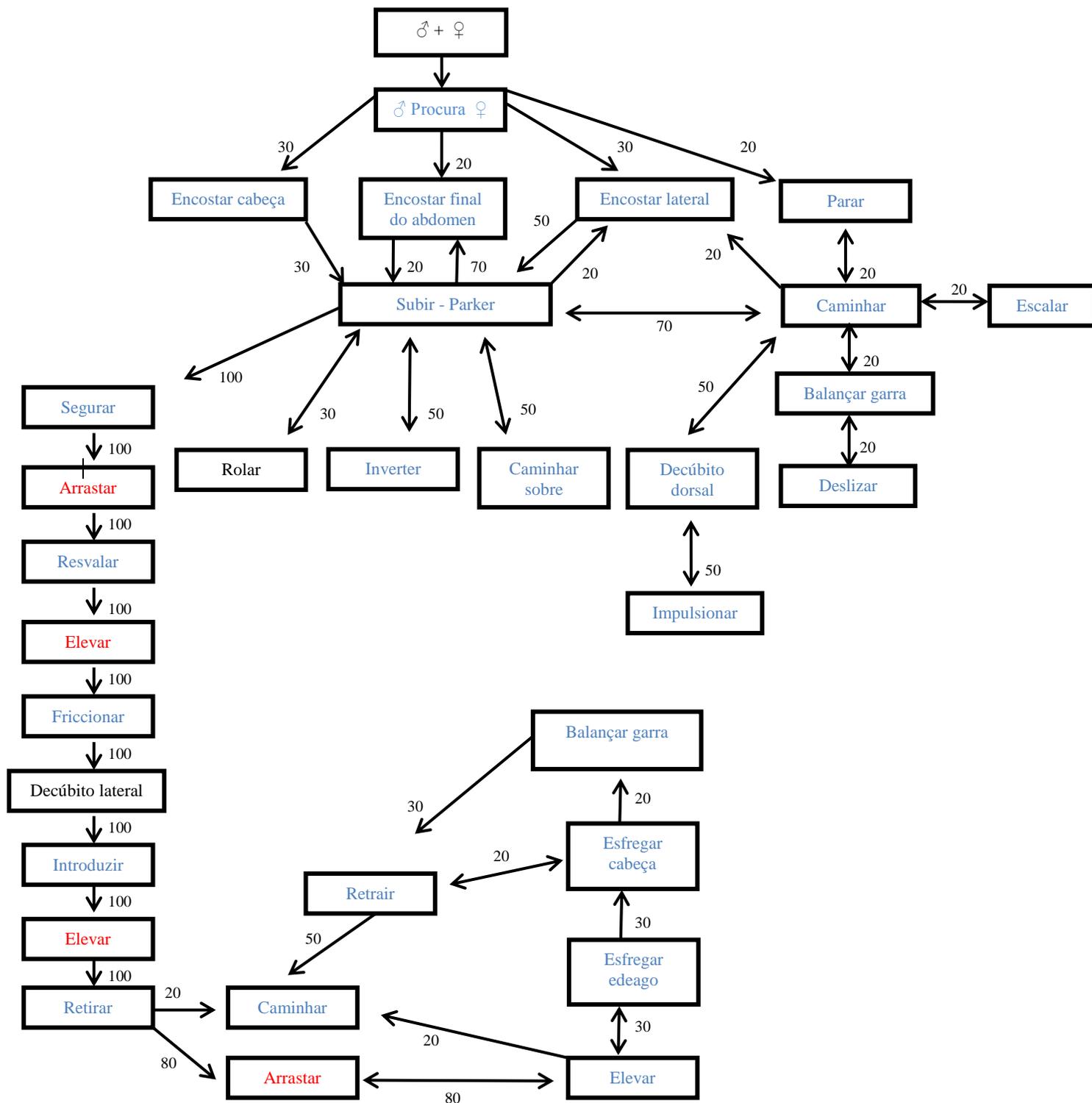
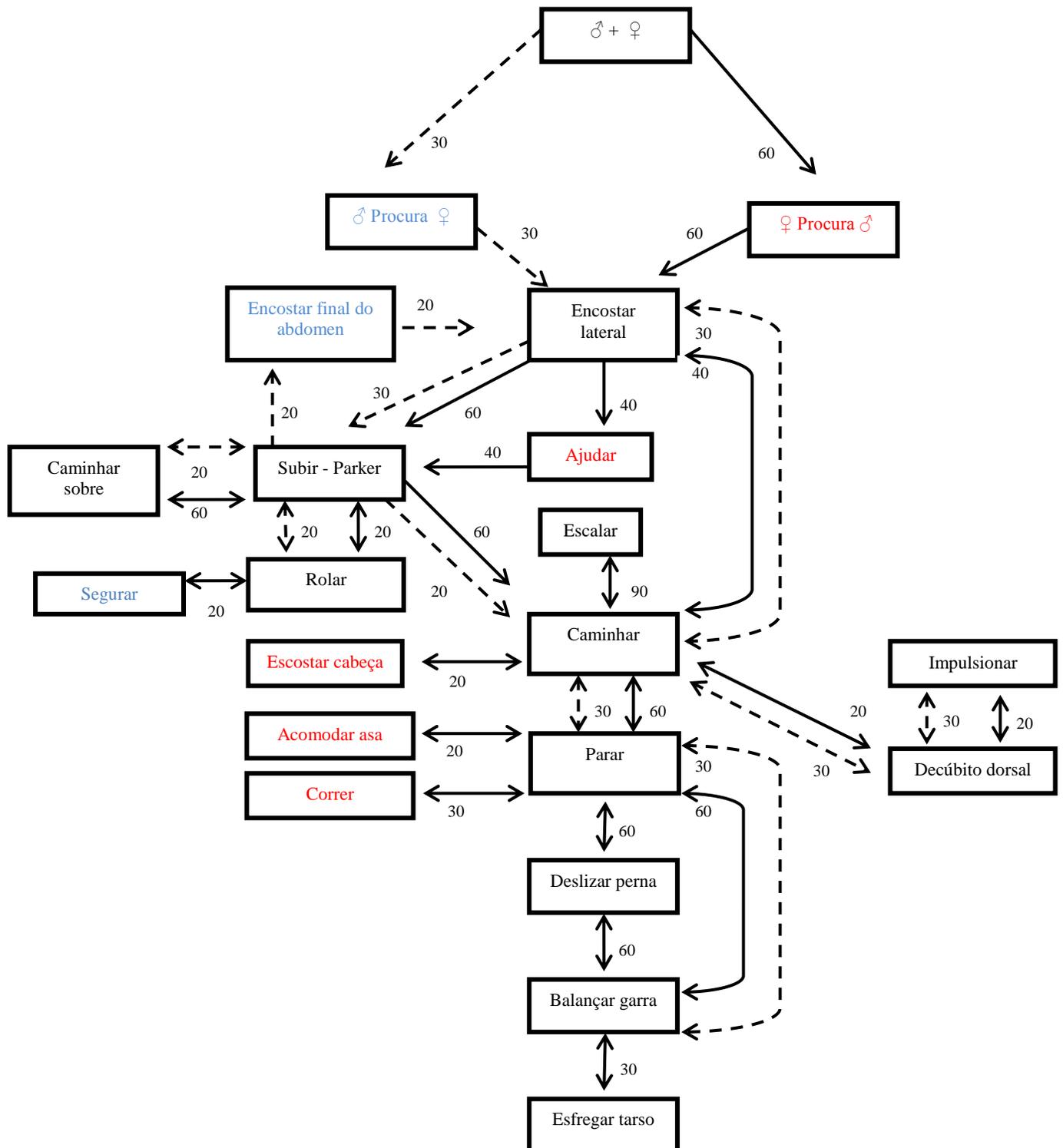


Figura 2: Sequência de comportamentos durante a fase de pré-cópula nos casos negativos de cópula. Os numerais representam a porcentagem de casais que realizaram as transições entre os comportamentos. Linha contínua indica a sequência da procura do macho pela fêmea e linha tracejada, da procura da fêmea pelo macho. Azul: realizado pelo macho; Vermelho: realizado pela fêmea; Preto: realizado por ambos.



Descrição qualitativa e quantitativa do repertório

Casos positivos de cópula

Pré-cópula

Ao serem colocados na câmara de cópula, machos e fêmeas exibiram um tipo de comportamento inicial específico. A preferência dos machos foi por locomoção, todos apresentaram o ato de correr, enquanto das fêmeas foi por imobilidade (60%), indicada pelo comportamento de tanatose. Posteriormente, teve início a aproximação entre os sexos. Esta ocorreu pela "procura", ato de caminhar, do macho pela fêmea (100%). Após o deslocamento de aproximação, ocorreu um "encontro" entre os sexos, o primeiro contato físico, caracterizado pelo ato de encostar as antenas sobre partes específicas do corpo do parceiro (Fig. 3A), presente em 100% dos casais, e realizado pelos machos. O primeiro encostar ocorreu pela lateral do élitro (n = 5♂), cabeça (n = 3♂) ou final do abdômen (n = 2♂). Após o primeiro encostar, o indivíduo também pôde explorar as outras regiões mencionadas.

A categoria denominada de "dança" iniciou com a monta (100%) do macho sobre a fêmea sem, no entanto, procura pela genitália, definida como a "Fase passiva de Parker" (Fig. 3B) (PARKER, 1970; SANTOLAMAZZA; CORDEIRO, 1998). A média foi de $2 \pm 1,4$ [1, 5] montas. Nesta fase também ocorreu movimentação de garras, pernas, corpo e asas, entretanto estes ocorreram em apenas 40% dos casais, e na maioria a cópula foi imediata. O ato de rolar, em que o macho realiza o ato sujeitando a fêmea a realizá-lo, foi o mais frequente (30%) e realizado antes do macho segurar a lateral do élitro da fêmea. O balançar garra (20%) foi realizado por ambos os sexos simultaneamente, enquanto o deslizar perna, pôde ser simultâneo (10%), exibido apenas por fêmeas (10%) ou por machos (10%). O acomodar asa ocorreu na ausência do vôo e foi realizado pelos dois sexos (10%), assim como o esfregar tarso (10%). O rotacionar (10%), balançar perna (10%) e deslizar corpo (10%), foram sub-categorias exclusivas do macho e o balançar perna esteve correlacionado com o deslizar corpo.

Durante as montas, a seqüência mais utilizada pelos casos positivos de cópula foi subir → segurar (30%) e subir → inverter → caminhar sobre → segurar (30%). Nas situações em que o macho realizou subir e/ou segurar, 100% das fêmeas apresentaram comportamento de rejeição

com o arrastar e posteriormente, o elevar abdômen. O desequilíbrio ocorreu durante a pré-cópula e foi mais freqüente em machos (50%) do que em fêmeas (10%). Todavia a taxa de decúbito dorsal dos machos nos casos negativos foi mais elevada (90%) que nos positivos (50%).

Após o macho segurar o élitro da fêmea, por meio da fixação da garra protorácica na depressão lateral do élitro e posicionar-se perpendicularmente ao corpo dela (Fig. 3C), ele apoiava sua cabeça sobre o dorso feminino e iniciava o resvalar e a fricção. A fricção resultou em produção de som. Ao mesmo tempo em que o macho realizava os comportamentos, a fêmea exibia a rejeição (arrastar e elevar). Logo, o macho realizava o decúbito lateral (Fig. 3D), intensificava a frequência dos comportamentos e então, progressivamente, a fêmea reduzia os comportamentos de rejeição.

Cópula

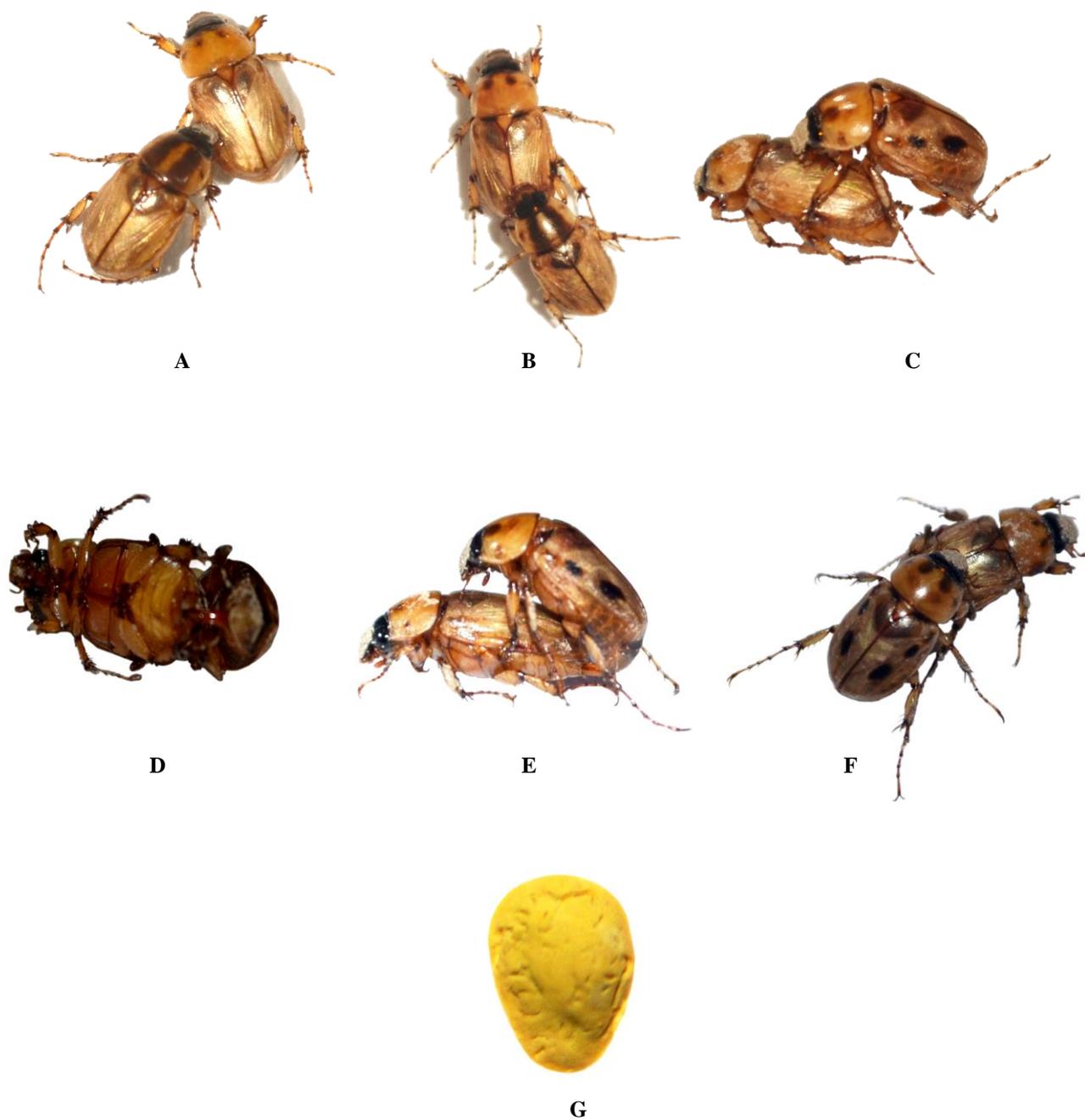
Após a sequência de sub-categorias sobrecitada, iniciava-se a cópula, caracterizada pela introdução do edeago na genitália da fêmea até sua retirada (Fig. 3E). Os comportamentos desenvolvidos durante a pré-cópula que sugestionaram o êxito de cópula podem ser indicados como: (1) macho procurar a fêmea; (2) macho exibir o ato de correr e baixa taxa de decúbito dorsal; e (3) macho forçar a cópula. A cópula teve início com o casal em decúbito lateral (100%) e posteriormente, o macho retornava seu corpo e o da fêmea para posição de decúbito ventral e elevava e abaixava a cabeça com movimentação das antenas e palpos maxilares; a fêmea permanecia parada, apenas movimentando as antenas. Aproximadamente 5s antes da retirada do edeago, a fêmea elevava o abdômen, indicando o término da fase.

Pré-soltura

A pré-soltura foi considerada a partir do momento em que o macho retirou o edeago e permaneceu sobre o dorso da fêmea, assumindo uma "posição de guarda". Todavia, em 20% dos casais, os machos liberaram a fêmea imediatamente após a retirada do edeago, sem que a mesma apresentasse comportamento de rejeição. Nos demais casais, o macho permanecia sobre o dorso da fêmea, com o edeago exposto (30%) ou retraído (50%) e a fêmea iniciava comportamentos de rejeição (arrastar e elevar) (Fig. 3F). O ato do macho de esfregar a cabeça sobre o dorso da fêmea foi mais freqüente (50%) do que o de esfregar edeago (30%). Durante esta fase, alguns casais

realizaram o ato de balançar garra (30%). O macho de um dos casais expeliu substância pela região terminal do abdômen (Fig. 3G).

Figura 3: Comportamentos de cópula de *Cyclocephala distincta*. **A** – Macho em encostar lateral na fêmea; **B** – Macho em ato de subir; **C** – Macho em segurar élitro da fêmea; **D** – Ato de decúbito lateral + Resvalar; **E** – Introduzir; **F** – Fêmea durante o arrastar; **G** – Material proveniente do ato de expelir. Adultos: 10 mm.



Casos negativos de cópula

Ao serem colocados na câmara de cópula, a preferência dos machos foi por tanatose (40%), caminhar (30%) e correr (30%). Destes machos, 60% tentaram montar (em 40% com presença de monta feminina), enquanto o restante não tentou e nesta situação ocorreu apenas monta por parte da fêmea. Posteriormente, a aproximação entre os sexos ocorreu pela "procura" da fêmea pelo macho (70%) ou do macho pela fêmea (20%) – apenas um casal não realizou aproximação. Após o deslocamento de aproximação, no "encontro" entre os sexos, o primeiro encostar ocorreu pela lateral do élitro ($n = 7♀ / 2♂$). Em apenas um dos casos, o macho aproximou o protarso ao pigídio da fêmea e o deslizou no sentido base-ápice.

A "Fase passiva de Parker" foi em média de $4 \pm 5,4$ [1, 15] montas para os machos, enquanto para as fêmeas que realizaram o comportamento foi de $1,5 \pm 1,7$ [1, 5]. Após este comportamento, as sub-categorias mais frequentes foram balançar garra (100%) e deslizar perna (90%). O balançar garra foi realizado por ambos os sexos simultaneamente (80%), ou exibido apenas por fêmeas (20%). O deslizar perna pôde ser simultâneo (40%), exibido apenas por fêmeas (40%) ou por machos (10%). O balançar perna ocorreu em 20% dos casais e um dos machos que realizou o ato morreu durante o bioensaio.

Durante as montas, a seqüência mais utilizada foi subir → caminhar sobre (70%). Nas situações em que o macho realizou subir e/ou segurar, 90% das fêmeas apresentaram comportamento de rejeição com o arrastar e, posteriormente, o elevar abdômen. Apenas uma fêmea não reagiu desta maneira e, nesta situação, o macho realizou apenas uma monta, seguida de descida, sem mais tentativas. Após um certo tempo, essa fêmea realizou o ato de expelir substância líquida pela região terminal do abdômen. Embora houvesse o subir do macho (60%), este apresentava dificuldades de segurar e dominar a fêmea e o comportamento de desequilíbrio ocorreu com maior frequência nos machos (90%) do que em fêmeas (50%). Em 40% dos casais houve o ato de ajudar por parte da fêmea, pois o macho não conseguia retornar sozinho ao decúbito ventral.

Duração das fases

Foi realizado um total de 37h 38 min 11s de observação, sendo 17h 38min 11s nos casos positivos de cópula e 20h nos casos negativos. O repertório comportamental completo, nos casos positivos, variou de 9h 56min 35s a 9min 57s.

Pré-cópula

A fase de pré-cópula teve duração média de 14min 30s \pm 19min 2s [4min 48s, 1h 7min 35s]. No entanto, em apenas um caso a duração foi maior que 15 minutos, e quando esse caso não foi considerado a média correspondeu a 8min 36s \pm 3min 58s [4min 48s, 14min 32s]. O tempo entre o macho conseguir dominar o corpo da fêmea e introduzir o edeago foi de 3min 48s \pm 1min 25s [1min 41s, 5min 35s]. Houve registro de 10 categorias e 32 sub-categorias comportamentais na fase de pré-cópula, dos quais 10 sub-categorias foram exclusivas do macho (três sub-categorias exibidas sujeitando a fêmea), quatro exclusivas da fêmea e 18 compartilhadas entre os sexos.

Cópula

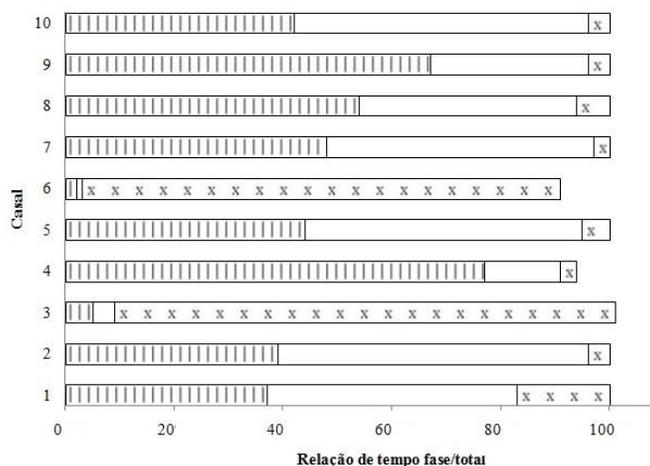
Apresentou duração média de 7min 39s \pm 2min 2s [4min 54s, 12min 3s]. Houve registro de duas subcategorias comportamentais exclusivas do macho e uma exclusiva da fêmea.

Pré-soltura

Essa fase teve duração média de 1h 17min 41s \pm 2h 54min 54s [15s, 8h 46min 55s]. Contudo, em apenas dois casos a duração foi maior que 3 minutos e, na exclusão destes casos, a duração média correspondeu a 54s \pm 54s [15s, 2min39s]. Houve registro de quatro categorias e sete sub-categorias comportamentais na fase de pré-soltura, dos quais quatro sub-categorias foram exclusivas do macho, duas exclusivas da fêmea e uma compartilhada entre os sexos.

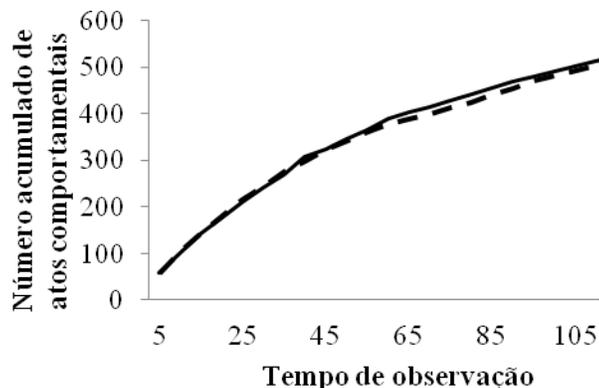
A relação entre a duração de cada fase e a duração total de observação, evidenciou que os casais permaneceram por mais tempo na cópula (50%).

Figura 4: Relação do tempo da fase e o tempo total observado (%), por casal, do repertório dos casos positivos de cópula de *Cyclocephala distincta*. Traços: pré cópula; Espaço branco: cópula; X: pré soltura.



Como durante as observações de reconhecimento, toma-se a decisão da hora de interromper um experimento, o mapeamento do tempo total gasto nas observações *versus* o número acumulado de diferentes comportamentos exibidos é essencial (LEHNER, 1996). O tempo de observação para os experimentos de *Cyclocephala distincta* não teve a assintota atingida, apesar de ter sido iniciada (Fig. 5). Esse resultado revela que os casos negativos de cópula deveriam ter sido interrompidos em período superior ao realizado, para que eliminasse a possibilidade de cópula.

Figura 5: Tempo total (min) de observações *versus* o número acumulado de diferentes comportamentos exibidos, por machos e fêmeas, nos casos negativos de cópula. Linhas contínuas indicam os machos e linhas tracejadas as fêmeas.



2.3.2 CARACTERES MORFOLÓGICOS RELACIONADOS À CÓPULA

A média do comprimento do corpo foi de $8,9 \pm 0,3$ mm e $9,1 \pm 0,4$ mm para machos e fêmeas, respectivamente. Não houve diferença significativa dos valores entre os sexos ($p > 0,05$; 0,0701). A média da largura do corpo foi de $8,0 \pm 0,3$ mm para os machos e $8,4 \pm 0,4$ mm para as fêmeas, sendo essa medida significativamente maior nas fêmeas ($p < 0,05$; 0,00008). As medidas de comprimento das pernas protorácicas, mesotorácicas e metatorácicas foram de $5,3 \pm 0,2$, $6,6 \pm 0,7$ e $8,0 \pm 0,6$ mm, para os machos; e $5,3 \pm 0,2$, $6,3 \pm 0,3$ e $7,3 \pm 0,5$ mm, para as fêmeas (Fig. 6A, 6B, 6C, 6D). Os machos apresentaram comprimentos das pernas mesotorácicas e metatorácicas significativamente maiores que os das fêmeas ($p < 0,05$; 0,047 e 0,000001).

O comprimento médio das antenas, em ambos os sexos, foi de $1,1 \pm 0,1$ mm (Fig. 6E). O edeago apresentou comprimento médio de $2,8 \pm 0,2$ mm e largura média de $0,7 \pm 0,02$ mm, e parâmeros simétricos, lisos e de ápices truncados (Fig. 6F; 6G). A depressão na região lateral do élitro ocorre apenas nas fêmeas e sua largura média foi de $2,0 \pm 0,2$ mm, e apresentou coloração escura, que pôde variar dependendo do grau de melanização (Fig. 6H). Os élitros de machos e fêmeas apresentaram disco densamente coberto com pequenas pontuações arredondadas, parte apical finamente reticulada e fosca e borda lateral preenchida de pêlos curtos e grossos (Fig. 6I).

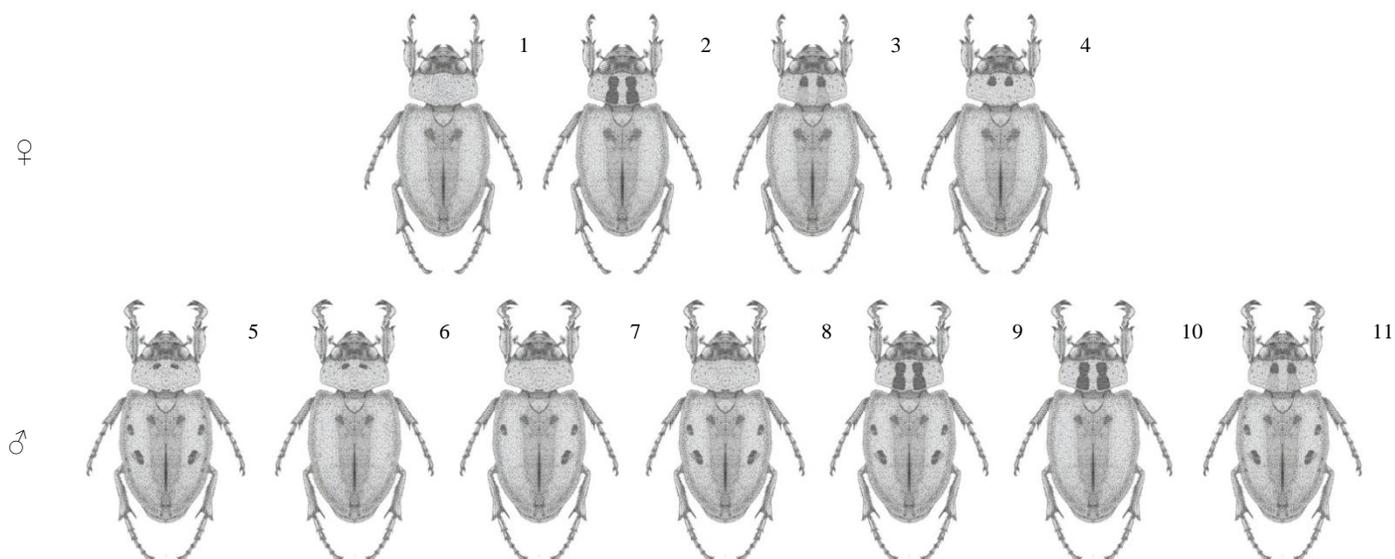
Figura 6: Caracteres morfológicos relacionados com a cópula de *Cyclocephala distincta*. **A** – Protarso do macho; **B** – Protarso da fêmea; **C** – Perna mesotorácica da fêmea; **D** – Perna metatorácica da fêmea; **E** – Antena do macho; **F** – Edeago vista ventral; **G** – Edeago vista lateral; **H** – Depressão lateral do élitro da fêmea; **I** – Cerdas da borda lateral do élitro da fêmea.





Registraram-se 11 combinações possíveis de máculas no pronoto e élitro. O pronoto apresentou quatro formas de máculas; o élitro, três (Fig. 7). Nas fêmeas houve quatro combinações possíveis, sendo três exclusivas deste sexo, e dentre as 60 fêmeas analisadas os percentuais quanto aos padrões foram de 25% (tipo 1), 28% (tipo 2), 25% (tipo 3) e 22% (tipo 4). Dos 60 machos analisados houve sete combinações possíveis, sendo seis exclusivas deste sexo, e percentuais de 35% (tipo 5), 13% (tipo 6), 3% (tipo 7), 22% (tipo 8), 15% (tipo 9), 5% (tipo 10) e 7% (tipo 11). Os padrões dos tipos 2 e 10 foram observados em indivíduos de ambos os sexos.

Figura 7: Padrão das máculas no pronoto e élitro de fêmeas e de machos de *Cyclocephala distincta*.



2.4 DISCUSSÃO

A aproximação entre os sexos pela "procura" do macho pela fêmea foi evidente durante o repertório de cópula de *Cyclocephala distincta*. A fase considerada como pré-cópula pode consistir de locomoção, movimentos de antenas e de asas (incluindo vibrações) que atuam como estímulos visuais e sonoros, em resposta aos quais os indivíduos elaboram padrões comportamentais apropriados (VIANA; VILELA, 1996). Em muitas espécies de besouros, o macho é o responsável pela estimulação da fêmea, e ele utiliza disso para obter receptividade ao acasalamento (WOJCIK, 1969; HEMPTINNE; DIXON; LOGNAY, 1996; CALYECAC-CORETERO *et al.*, 2004).

No entanto, percebeu-se que embora ocorresse a exibição de diversos comportamentos da "dança", como movimentação de garras, pernas, e partes delas, corpo e asas, muitas fêmeas não foram receptivas ao macho. A receptividade da fêmea pode estar relacionada a outros fatores além do estímulo, por exemplo, elas podem apresentar preferência por machos mais jovens (BECK; POWELL, 2000). A taxa de mutação tende a ser maior nos machos mais velhos e, supondo-se que as mutações têm efeitos deletérios, a qualidade genética masculina pode diminuir com a idade (CROW, 1997; BECK; POWELL, 2000).

O ato de encostar as antenas sobre partes específicas do corpo do parceiro, principalmente na lateral do élitro, foi mais freqüente nos machos. O uso das antenas sobre os élitros do parceiro é um comportamento utilizado para discriminar os heteroespecíficos, principalmente, pelo reconhecimento hidrocarbonetos cuticulares espécie-específicos (TAKAHASI; GASSA, 1995). As três principais classes de hidrocarbonetos cuticulares nos insetos correspondem aos alcanos, olefinas e metil-alcanos (LOCKEY, 1991). Como feromônios sexuais, os compostos cuticulares são explorados pelos receptores táteis e gustativos e, por serem pouco voláteis, agem apenas a curtas distâncias da aproximação do parceiro (TANAKA *et al.*, 1986; NOJIMA *et al.*, 2007). Há indícios de que o padrão de composição dos compostos cuticulares pode variar quanto ao sexo e maturidade sexual (LOCKEY, 1991; LAPOINTE; HUNTER; ALESSANDRO, 2004).

As sub-categorias realizadas durante a dança cuja funções puderam ser elucidadas foram: esfregar tarso e balançar corpo. O esfregar tarso já havia sido descrito para *Dedropaemon* (Coleoptera: Scarabaeidae) e foi sinalizado como indicativo de liberação de feromônio (VAZ-DE-MELLO; GÉNIER, 2009). Em *Tityus* (Scorpiones, Buthidae) o ato de balançar corpo foi denominado de "gingada masculina", correspondendo a uma sinalização mecânica do macho à fêmea que pode servir como uma ferramenta adicional ao reconhecimento do parceiro (OUTEDA-JORGE, 2010). Os comportamentos de balançar garra, deslizar perna e acomodar asas, registrados para a *C. distincta*, sugerem a emissão de vibrações.

A rejeição da fêmea e insistência do macho (denominados de luta pré-cópula), frequentes em *C. distincta*, demonstraram um sinal óbvio de conflito entre os sexos e indicam a ocorrência de seleção intersexual. Essa escolha favorece os machos mais manipuladores (mais aptos a forçar a cópula), visto que vários tentam copular, mas apenas alguns têm sucesso na cópula coerciva, definido pela insistência do macho e relutância da fêmea (CORDERO; EBERHARD, 2003). Tal habilidade comportamental pode sinalizar vigor e aptidão dos machos, que estariam sob seleção das fêmeas, mesmo que indiretamente (CORDERO; EBERHARD, 2003). Outra sinalização de vigor e aptidão dos machos de *C. distincta* pode consistir na exibição de comportamento inicial de correr e baixa taxa de decúbito dorsal, visto que a maioria dos indivíduos que exibiram tal comportamento obtiveram êxito de cópula.

Em outros grupos de invertebrados, há outra forma de comportamento dos machos defrontados com fêmeas resistentes à cópula. Os machos não exibem comportamento de coerção,

mas intensificam os padrões estimulatórios como forma de obter sucesso (PERETTI; CARRERA, 2005). O comportamento de cópula coerciva, em geral, está associado a cópulas que resultam em diminuição do tempo de forrageamento, aumento do risco de exposição a doenças e predadores, e redução da expectativa de vida (RICE, 1996; ALEXANDER; MARSHALK; COOLEY, 1997; ARQVIST, 1997; HOLLAND; RICE, 1998; PARTRIDGE; HURST, 1998; HOLLAND; RICE, 1999; JOHNSTONE; KELLER, 2000; GAVRILETS; ARNQVIST; FRIBERG, 2001; MOORE *et al.*, 2001; STUTT; SIVA-JOTHY, 2001; ARNQVIST; ROWE, 2002).

Durante o processo de domínio do macho sobre o corpo da fêmea, os comportamentos de resvalar e friccionar antes da introdução do edeago foram típicos em *C. distincta*. Esses métodos são desenvolvidos pelo macho para reduzir os comportamentos de rejeição da fêmea e prepará-la para a introdução do edeago, já que podem promover o relaxamento do duto copulatório (TALLAMY *et al.*, 2003). Outro efeito funcional da fricção da perna mesotorácica do macho nas bordas do élitro da fêmea é o de influenciar diretamente o número de fertilizações, mostrando que a corte está sob seleção críptica feminina (THORNHILL, 1983; EDVARDSSON; ARNQVIST, 2000). Evidências de órgãos auditivos já foram encontrados em *Cyclocephala* (FORREST *et al.* 1997), justificando a relação da emissão de som durante o ato de friccionar, como estímulo sonoro.

Durante a fase de cópula, o macho continuou com movimentação de cabeça, antenas e palpos maxilares sinalizando uma corte copulatória, ou seja, o macho continua emitindo estímulos que visam o aumento da receptividade da fêmea (THORNHILL; ALCOCK, 1983). Esse ato possibilita que as fêmeas avaliem os seus parceiros de acasalamento e decidam pela continuidade ou interrupção da cópula dentro de alguns minutos (EBERHARD, 1994; CORDERO, 1995; EBERHARD; CORDERO, 1995). Na finalização da cópula, o ato da fêmea de elevar o abdômen e, logo em seguida, do macho retirar o edeago, sugere que a duração da transferência de espermatozoíde é determinada pela fêmea (SCOTT, 1972; CORDERO, 1993).

Durante a fase pós-copulatória de *C. distincta*, foram percebidas as sub-categorias de esfregar edeago e cabeça. Em geral, quando há comportamento de guarda nos besouros, os machos liberam odores sobre o corpo da fêmea, para indicar ao macho subsequente que a fêmea já foi copulada (LEWIS; IANNINI, 1995; ARNAUD; HAUBRUGE, 1998). Como também, a

secreção de material pelo abdômen do macho pode funcionar como tampão genital, e em muitas espécies a variação de consistência e cor é usada como caráter taxonômico (PALUCH; CASAGRANDE; MIELKE, 2003). Algumas espécies de insetos utilizam a guarda ou associação pós-copulatória visando: (1) proteção ou assistência às fêmeas ou a sua prole; (2) transferência de componentes não-gaméticos por meio da ejaculação; (3) transferência de gametas extras, ou, posicionamento estratégico dos gametas dentro da fêmea; (4) utilização de sinais adicionais de cortejo que estimulam a fêmea a usar o esperma do macho para fertilizar os seus ovos; (5) prevenção de cópulas rivais (ALCOCK, 1994; WANTO; FISCHER, 2005). O pouco tempo de guarda observado para *C.distincta* pode estar relacionado à ausência de machos rivais, mas esse objetivo não foi avaliado durante o estudo. A postura de guarda foi também observada para *C. verticallis*, com os machos permanecendo sobre o corpo da fêmea, por um tempo médio de 11 min \pm 48 s [6, 20]. Neste caso, houve presença de machos rivais (RODRIGUES *et al.* 2010).

Nos insetos, a duração do repertório comportamental pode estar associada à maturidade sexual dos indivíduos, em que machos virgens costumam gastar mais tempo na corte e cópula do que machos experientes. No entanto, não se pode excluir a possibilidade de que as fêmeas possam controlar a duração da cópula com base na quantidade ou qualidade do material que é transferido, assumindo que exista diferença no ejaculado produzido pelo macho virgem e experiente (WANTO; FISCHER, 2005; ZAHN *et al.*, 2008). Para a espécie *C. verticallis* a duração média da cópula é de 19 min \pm 20 s [6, 37], cerca de três vezes maior que o observado em *C. distincta*. Embora seja um passo importante nos estudos de repertório comportamental, em insetos comumente não há observações de reconhecimento para decidir a hora de interromper um bioensaio, e a interrupção ocorre entre 10 e 60 minutos, mesmo os que apresentam mais de 20 horas de interação entre o casal (WANTO; FISCHER, 2005; ZAHN *et al.*, 2008; SILVA *et al.*, 2012).

A média do comprimento do corpo entre os sexos não apresentou diferença, entretanto a largura média do corpo foi significativamente maior nas fêmeas. Mesmo nas espécies onde o tamanho médio do corpo dos machos e fêmeas é indistinguível, é possível observar diferenças previsíveis entre os sexo quanto à forma do corpo (SCHWARZKOPF, 2005). Sabe-se que entre animais, as fêmeas devem exibir capacidades bem desenvolvidas para processar e armazenar nutrientes para a produção da prole, enquanto que os machos não sofrem pressão de tais

exigências reprodutivas, mas podem exibir atributos associados com o comportamento copulatório. Por exemplo, os traços morfológicos associados com a capacidade de acomodar a progênie no corpo deveriam ser consistentemente mais conspícuos nas fêmeas do que nos machos (BONNET *et al.*, 2010).

Apesar de ter sido registrada a semelhança no tamanho das antenas de machos e fêmeas de *C. distincta*, Endrödi (1985) aponta que nos dinastíneos o dimorfismo sexual é visualizado na última lamela da clava antenal, maior nos machos. Outra característica dimórfica facilmente identificável é a diferença de espessura entre os protarsos de machos e fêmeas de *Cyclocephala* (RATCLIFFE, 2003; RATCLIFFE; CAVE, 2006). No presente estudo, observou-se que esta característica encontra-se estritamente relacionada com a cópula, pois permite ao macho encaixar o protarso na depressão lateral existente no élitro da fêmea, e com isso ter um maior domínio sobre o corpo dela.

Um padrão de máculas foi verificado entre os indivíduos de *C. distincta*, entretanto no presente trabalho não foi possível estabelecer associação deste com comportamento sexual. As máculas não são um caráter diagnóstico para identificação de espécie de *Cyclocephala*, mas sim de morfotipos (MOORE, 2011). As espécies são primariamente identificadas pela forma da genitália masculina e da epipleura feminina (ENDRÖDI, 1985; RATCLIFFE, 2003; JAMESON; WADA, 2004; RATCLIFFE; CAVE, 2006). Nos insetos, os mecanismos que causam as diferenças intraespecíficas na melanização da cutícula são pouco entendidos, mas acredita-se que a variação do padrão dorsal das máculas, por exemplo em *Cyclocephala sexpunctata* Laporte, seja uma resposta fenotipicamente plástica decorrente dos diferentes níveis de umidade do solo durante a fase larval (MOORE, 2011). Outra hipótese é de que o grau de melanização afeta o *fitness* individual, já que indivíduos de *Drosophila melanogaster* Meigen com maior grau de melanização são resistentes à dessecação (PARKASH; MUNJAL, 1999).

Como a seleção sexual decorrente da escolha da fêmea resulta de qualquer mecanismo comportamental ou fisiológico a ela peculiar que torne um determinado fenótipo do macho mais bem sucedido para cópula (KIRKPATRICK; RYAN, 1991; ANDERSSON, 1994), as máculas de *C. distincta* podem, conseqüentemente, ser um caráter associado a seleção sexual da espécie, visto que os machos apresentaram maior taxa de melanização do que as fêmeas. Estas hipóteses

ainda não foram testadas em *Cyclocephala*, mas podem indicar uma interessante área de pesquisa futura.

Além dos estudos de observação animal em cativeiro, é evidente a necessidade de associar este com as observações no ambiente natural. Estudos conduzidos fora do ambiente natural do animal são contestados devido à dificuldade de observação, por exemplo, de como funciona o ato de procura do macho pela fêmea em campo, diante do espaço reduzido em que os animais se deslocam em cativeiro (PERETTI, 1991). As atividades de corte e cópula de *C. distincta* no campo podem puramente depender da ocorrência de plantas fornecedoras de abrigo, alimento e sítio de acasalamento, de temperatura e da umidade do solo (POTTER; GORDON, 1984; GOTTSBERGER, 1990; SCHATZ, 1990; BERNHARDT, 2000), pois são fatores que tendem a aumentar a densidade de indivíduos e as taxas de encontro entre os sexos (DENNIS; SHREEVE, 1988).

2.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALCOCK, J. Postinsemination associations between males and females in insects: The mate-guarding hypothesis. **Annual Review of Entomology**, v.39, p.1–21, 1994.

ALEXANDER, R.D.; MARSHALK, D.; COOLEY, J. **The evolution of mating systems in insects and arachnids**: Evolutionary perspectives on insect mating. Cambridge: Cambridge University Press, 1997.

ALMEIDA, L.M.; RIBEIRO-COSTA, C.S.; MARINONI, L. **Insetos do Brasil**: Coleta, Montagem, Preservação e Métodos para Estudo. Ribeirão Preto: Holos, 2012.

ALTMANN, J. Observational study of behavior: Sampling methods. **Behaviour**, v.49, p. 227–267, 1974.

ANDERSSON, M.B. **Sexual selection**. Princeton: Princeton University Press, 1994.

ARNAUD, L; HAUBRUGE, E. Mating behavior and mate choice in *Tribolium castaneum* (Coleoptera, Tenebrionidae). **Behavior**, v.136, p.67–77, 1998.

ARNQVIST, G. **The evolution of mating systems in insects and arachnids**: The evolution of water strider mating systems: causes and consequences of sexual conflicts. Cambridge: Cambridge University Press, 1997.

ARNQVIST, G.; ROWE, L. Antagonistic coevolution between the sexes in a group of insects. **Nature**, v.415, p.787–789, 2002.

BECK, C.W.; POWELL, L.A. Evolution of female mate choice based on male age: Are older males better mates? **Evolutionary Ecology Research**, v.2, p.107–118, 2000.

BERNHARDT, P. Convergent evolution and adaptive radiation of beetle-pollinated angiosperms. **Plant Systematics and Evolution** v.222, p.293–320, 2000.

BONNET, X.; DELMAS, V.; EL-MOUDEN, H.; SLIMANI, T.; STERIJOVSKI, B.; KUCHLING, G. Is sexual body shape dimorphism consistent in aquatic and terrestrial chelonians? **Zoology**, v.113, p. 213–220, 2010.

CALYECAC-CORTERO, H.G.; CIBRIÁN-TOVAR, J.; BAUTISTA-MARTÍNEZ, N.; LÓPEZ-COLLADO, J. Comportamiento de alimentacion, cortejo, copula y oviposicion de *Trichobaris championi* Barber (Coleoptera: Curculionidae). **Agrociencia**, v.38, p.365–373, 2004.

CORDERO, C. The courtship behavior of *Callophrys xami* (Lycaenidae). **The Journal of Research on the Lepidoptera**, v.32, p.99–106, 1993.

CORDERO, C. Ejaculate substances that affect female insect reproductive physiology and behavior: honest or arbitrary traits? **Journal of Theoretical Biology**, v.174, p.453–461, 1995.

CORDERO, C.; EBERHARD, W.G. Female choice of sexually antagonistic male adaptations: a critical review of some current research. **Evolutionary Biology**, v.16, p.1–6, 2003.

CPRH, Companhia Pernambucana do Meio Ambiente. **Diagnóstico Socioambiental do Litoral Norte de Pernambuco**. Recife, 2003.

CROW, J.F. The high spontaneous mutation rate: Is it a health risk? **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v.94, p.8380–8386, 1997.

CROWSON, R.A. **The biology of the Coleoptera**. London: Academic Press, 1981.

DENNIS, R.L.H.; SHREEVE, T.G. Hostplant-habitat structure and the evolution of butterfly mate location behaviour. **Zoological Journal of the Linnean Society**, v.94, p.301–318, 1988.

EBERHARD, W.G. Fighting behavior of male *Golofa porteri* beetles (Scarabaeidae: Dynastinae). **Psyche**, v.84, p.292–298, 1978.

EBERHARD, W.G. Evidence for widespread courtship during copulation in 131 species of insects and spiders, and implication for cryptic female choice. **Evolution**, v.48, p.711–733, 1994.

EBERHARD, W.G.; CORDERO, C. 1995. Sexual selection by cryptic female choice on male seminal products- a new bridge between sexual selection and reproductive physiology. **Trends in Ecology & Evolution**, v.10, p.493–496, 1995.

EDVARDSSON, M.; ARNQVIST, G. Copulatory courtship and cryptic female choice in red flour beetles *Tribolium castaneum*. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, v.267, p.559–563, 2000.

EMLÉN, D.J. Alternative reproductive tactics and male-dimorphism in the horned beetle *Onthophagus acuminatus* (Coleoptera: Scarabaeidae). **Behavioral Ecology and Sociobiology**, v.41, p.335–341, 1997.

ENDRÖDI, S. **The Dynastinae of the world. Series Entomologica.** Dordrecht: Dr W. Junk. Publishers, 1985.

FORREST, T.G.; READ, M.P.; FARRIS, H.E.; HOYA, R.R. A tympanal hearing organ in scarab beetles. **The Journal of Experimental Biology**, v.200, p.601–606, 1997.

GAVRILETS, S.; ARNQVIST, G.; FRIBERG, U. The evolution of female mate choice by sexual conflict. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, v.268, p.531–539, 2001.

GIBERNAU, M.; BARABÉ, D.; CERDAN, P.; DEJEAN, A. Beetle pollination of *Philodendron solimoesense* (Araceae) in French Guiana. **International Journal of Plant Sciences**, v.160, p.1135–1143, 1999.

GIRÓN-PÉREZ, K.; NAKANO, O.; SILVA, A.C.; ODA-SOUZA, M. Atração de adultos de *Sphenophorus levis* Vaurie (Coleoptera: Curculionidae) a fragmentos vegetais em diferentes estados de conservação. **Neotropical Entomology**, v.38, p.842–846, 2009.

GOTTSBERGER, G. Some pollination strategies in Neotropical savannas and forests. **Plant Systematics and Evolution**, v.152, p.29–45, 1986.

GOTTSBERGER, G. The reproductive biology of primitive angiosperms. **Taxon**, v.37, p.630–643, 1988.

GOTTSBERGER, G. Flowers and beetles in the South American tropics. **Botanica Acta**, v.103, p.360–365, 1990.

GURNEY, A.B.; KRAMER, J.P.; STEYSKAL, G.C. Some techniques for the preparation, study, and storage in microvials of insect genitalia. **Annals of the Entomological Society of America**, v. 57, p.240–242, 1964.

HAYNES, K.F.; POTTER, D.A.; COLLINS, J.T. Attraction of male beetles to grubs: evidence for evolution of a sex pheromone from larval odor. **Journal of Chemical Ecology**, v. 18, p. 1117–1124, 1992.

HAYNES, K.F.; POTTER, D.A. Sexual response of a male scarab beetle to larvae suggests a novel evolutionary origin for a pheromone. **American Entomologist**, v.41, p.169–175, 1995a.

HAYNES, K.F.; POTTER, D.A. Chemically Mediated sexual attraction of male *Cyclocephala lurida* (Coleoptera: Scarabaeidae) and other scarabaeid beetles to immature stages. **Environmental entomology**, v.24, p.1302–1306, 1995b.

HEMPTINNE, J.L.; DIXON, A.F.G.; LOGNAY, G. Searching behaviour and mate recognition by males of the two-spot ladybird beetle, *Adalia bipunctata*. **Ecological Entomology**, v.21, p.165–170, 1996.

HOLLAND, B.; RICE, W.R. Chase-away selection: antagonistic seduction vs. resistance. **Evolution**, v.52, p.1–7, 1998.

HOLLAND, B.; RICE, W.R. Experimental removal of sexual selection reverses intersexual antagonistic coevolution and removes a reproductive load. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v.96, p.5083–5088, 1999.

HUFFARD, C.L. Ethogram of *Abdopus aculeatus* (d'Orbigny, 1834) (Cephalopoda: Octopodidae): Can behavioural characters inform octopodid taxonomy and systematics?. **Journal of Molluscan Studies**, v.73, p.185–193, 2007.

HUGHES, L.; CHANG, B.S.; WAGNER, D.; PIERCE, N.E. Effects of mating history on ejaculate size, fecundity, longevity, and copulation duration in the ant-tended lycaenid butterfly, *Jalmenus evagoras*. **Behavioral Ecology and Sociobiology**, v.47, p.119–128, 2000.

JAMESON, M.L.; WADA, K. Revision of the genus *Peltonotus* Burmeister (Coleoptera: Scarabaeidae: Dynastinae) from southeastern Asia. **Zootaxa**, v.502, p.1–66, 2004.

JOHNSTONE, R.A.; KELLER, L. How males can gain by harming their mates: sexual conflict, seminal toxins, and the cost of mating. **American Naturalist**, v.156, p.368–377, 2000.

KIRKIPATRICK, M.; RYAN, M.J. The evolution of mating preference and the paradox of the lek. **Nature**, v.350, p.33–38, 1991.

KODRIC-BROWN, A.; BROWN, J.H. Truth in Advertising: The kinds of traits favored by sexual selection. **The American Naturalist**, v.124, p.309–323, 1984.

LAI, J.; KO, H. **For the Love of Rhinoceros and Stag Beetles, Second Edition**. Taipei: Morning Star Publisher, 2008.

LAMEPE/ITEP. **Instituto de Tecnologia de Pernambuco - Laboratórios de Meteorologia de Pernambuco**. Disponível em: <<http://www.itep.br/LAMEPE.asp>>. Acesso em 08 abr. 2012.

LAPOINTE, S.L.; HUNTER, W.B.; ALESSANDRO, R.T. Cuticular hydrocarbons on elytra of the Diaprepes root weevil *Diaprepes abbreviatus* (L.). (Coleoptera: Curculionidae). **Agricultural and Forest Entomology**, v.6, p.251–257, 2004.

LEHNER, P.N. **Handbook of Ethological Methods**. Cambridge: Cambridge University Press, 1996.

LEWIS, S.M.; IANNINI, J. Fitness consequences of differences in male mating behavior in relation to female reproductive status in flour beetles. **Animal Behavior**, v.50, p.1157–1160, 1995.

LOCKEY, K.H. Insect hydrocarbon classes: Implications for chemotaxonomy. **Insect Biochemistry**, v.21, p.91–97, 1991.

LUCENA, M.F.A. **Flora da Mata do CIMNC, Pernambuco, Brasil**. Recife: Centro de Pesquisas Ambientais do Nordeste, 2009.

MAIA, A.C.D.; SCHLINDWEIN, C.; NAVARRO, D.M.A.F.; GIBERNAU, M. Pollination of *Philodendron acutatum* (Araceae) in the Atlantic forest of Northeastern Brazil: A single scarab beetle species guarantees high fruit set. **International Journal Plant Sciences**, v.171, p.740–748, 2010.

MCMONIGLE, O. **The Complete Guide to Rearing Flower and Jewel Scarabs**. Brunswick Hills: Elytra and Antenna Insect Books, 2006.

MOORE, A.J.; GOWATY, P.A.; WALLIN, W.G.; MOORE, P.J. Sexual conflict and the evolution of female mate choice and male social dominance. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, v.268, p.517–523, 2001.

MOORE, M.R. **Disentangling the phenotypic variation and pollination biology of the *Cyclocephala sexpunctata* species complex (Coleoptera: Scarabaeidae: Dynastinae)**. Tese de Doutorado. Wichita State University, Kansas, 2011.

MORÓN, M.A. Notas sobre *Cyclocephala* Latreille (Coleoptera: Melolonthidae, Dynastinae) associadas con *Xanthosoma* Schott (Araceae) en Chiapas, México. **Giornale Italiano di Entomologia**, v.8, p.399–407, 1997.

NOJIMA, S.; SHIMOMURA, K.; HONDA, H.; YAMAMOTO, I.; OHSAWA, K. Contact sex pheromone components of the cowpea weevil, *Callosobruchus maculatus*. **Journal Chemical Ecology**, v.33, p.923–933, 2007.

NOWINSZKY, L. Nocturnal illumination and night flying insects. **Applied Ecology and Environmental Research**, v.2, p.17–52, 2004.

OUTEDA-JORGE, S. **Corte e aspectos da biologia reprodutiva do escorpião brasileiro *Tityus bahiensis* (Scorpiones: Buthidae)**. Dissertação de Mestrado. Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

PALUCH, M.; CASAGRANDE, M.M.; MIELKE, O.H.H. Tampão genital de *Actinote* Hübner, como caráter taxonômico (Lepidoptera, Nymphalidae, Acraeinae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v.47, p.573-580, 2003.

PARKASH, R.; MURJAL, A.K. Phenotypic variability of thoracic pigmentation in Indian populations of *Drosophila melanogaster*. **Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research**, v. 37, p. 133-140, 1999.

PARKER, G.A. Sperm competition and its evolutionary consequences in insects. **Biological Reviews**, v.45, p.525–567, 1970.

PARTRIDGE, L.; HURST, L.D. Sex and conflict. **Science**, v.281, p.2003–2008, 1998.

PERETTI, A.V. Comportamiento de apareamiento de *Zabius fuscus* (Thorell) (Buthidae, Scorpiones). **Boletín de la Sociedad de Biología de Concepcion**, v.62, p.123–146, 1991.

PERETTI, A.V.; CARRERA, P. Female control of mating sequences in the mountain scorpion *Zabius fuscus*: males do not use coercion as a response to unreceptive females. **Animal Behaviour**, v.69, p.453–462, 2005.

POTTER, D.A. Flight activity and sex attraction of northern and southern masked chafers in Kentucky turfgrass. **Annals of the Entomological Society of America**, v.73, p.414-417, 1980.

POTTER, D.A.; GORDON, F.C. Susceptibility of *Cyclocephala immaculata* (Coleoptera: Scarabaeidae) eggs and immatures to heat and drought in turf grass. **Environment Entomology**, v.13, p.794–799, 1984.

POTTER, D.A.; POWELL, A.J.; SPICER, P.G.; WILLIAMS, D.W. Cultural practices affect root-feeding white grubs (Coleoptera: Scarabaeidae) in turfgrass. **Journal of Economic Entomology**, v.89, p.156–164, 1996.

PUKER, A.; RODRIGUES, S.R.; TIAGO, E.F.; IDE, S.; FUHRMANN, J. Notes on biology and behavior of rhinoceros beetle *Enema pan* (Coleoptera: Scarabaeidae: Dynastinae). **Annals of the Entomological Society of America**, v.104, p.919–927, 2011.

RATCLIFFE, B.C. The Dynastinae scarab beetles of Costa Rica and Panama (Coleoptera: Scarabaeidae: Dynastinae). **Bulletin of the University Nebraska State Museum**, v.16, p.1–506, 2003.

RATCLIFFE, B.C.; CAVE, R.D. The Dynastine scarab beetles of Honduras, Nicaragua and El Salvador (Coleoptera: Scarabaeidae: Dynastinae). **Bulletin of the University of Nebraska State Museum**, v.21, p.1–424, 2006.

RATCLIFFE, B.C. More new species of *Cyclocephala* Dejean, 1821 from South America (Scarabaeidae: Dynastinae: Cyclocephalini). **The Coleopterists Bulletin**, v.62, p.221–224, 2008.

RICE, W.R. Sexually antagonistic male adaptation triggered by experimental arrest of female evolution. **Nature**, v.381, p.232–234, 1996.

RIEHS, P.J. Fenologia de algumas espécies do gênero *Cyclocephala* (Coleoptera, Scarabaeidae) do leste e centro-Oeste do Paraná, Brasil. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, v.8, p.201–223, 2006.

RITCHER, P.O. **White grubs and their allies**: Subfamily Dynastinae. Corvallis: Oregon State University Press, 1966.

RODRIGUES, S.R.; NOGUEIRA, G.A.L.; ECHEVERRIA, R.R.; OLIVEIRA, V.S. Aspectos biológicos de *Cyclocephala verticalis* Burmeister (Coleoptera: Scarabaeidae). **Neotropical Entomology**, v.39, p.15–18, 2010.

SANTOLAMAZZA, S.C.; CORDERO, A.R. Sperm competition, cryptic female choice and prolonged mating in the Eucalyptus Snout-Beetle, *Gonipterus scutellatus* (Coleoptera, Curculionidae). **Etología**, v.6, p.33–40, 1998.

SCHATZ, G.E. **Reproductive ecology of tropical forest plants**: Some aspects of pollination biology in Central American forests. Paris: Parthenon Publishing Group Limited, 1990.

SCHLYTER, F.; BIRGERSSON, G.A. **Pheromones of non-lepidopteran insects associated with agricultural plants**: Forest beetles. Wallingford: CAB International, 1999.

SCHWARZKOPF, L. Sexual dimorphism in body shape without dimorphism in body size in water skinks (*Eulamprus quoyii*). **Herpetologica**, v.61, p.116–123, 2005.

SCOTT, J.A. Mating of butterflies. **Journal of Research on the Lepidoptera**, v.11, p.99–127, 1972.

SILVA, C.C.A.; LAUMANN, R.A.; FERREIRA, J.B.C.; MORAIS, M.C.B.; BORGES, M.; COKL, A. Reproductive biology, mating behavior, and vibratory communication of the brown-

winged stink bug, *Edessa meditabunda* (Fabr.) (Heteroptera: Pentatomidae). **Psyche**, v.2012, p.1–9, 2012.

SIMMONS, L.W.; LLORENS, T.; SCHINZIG, M.; HOSKEN, D.; CRAIG, M. Sperm competition selects for male mate choice and protandry in the bushcricket, *Requena verticalis* (Orthoptera: Tettigoniidae). **Animal Behaviour**, v.47, p.117–122, 1994.

STUTT, A.D.; SIVA-JOTHY, M.T. Traumatic insemination and sexual conflict in the bed bug *Cimex lectularius*. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v.98, p.5683–5687, 2001.

TAKAHASI, S.; GASSA, A. Roles of cuticular hydrocarbons in intra-and interspecific Rhinotermitidae species. **Journal of Chemical Ecology**, v.21, p.1837–1845, 1995.

TALLAMY, D.W.; DARLINGTON, M.B.; PESEK, J.D.; POWELL, B.E. Copulatory courtship signals male genetic quality in cucumber beetles. **Proceeding of Royal Society of London**, v.270, p.77–82, 2003.

TANAKA, Y.; HONDA, H.; OHSAWA, K.; YAMAMOTO, I. A sex attractant of the yellow mealworm *Tenebrio molitor* L., and its role in the mating behavior. **The Journal of Pesticide Science**, v.11, p.49–55, 1986.

THORNHILL, R. Cryptic female choice and its implications in the scorpionfly *Harpobittacus nigriceps*. **The American Naturalist**, v.122, p.765–788, 1983.

VAZ-DE-MELLO, F.Z.; GÉNIER, F. Notes on the behavior of *Dendropaemon* Perty and *Tetramereia* Klages (Scarabaeidae: Scarabaeinae: Phanaeini). **The Coleopterists Bulletin**, v.63, p.364–366, 2009.

VELOSO, H.P.; FILHO, L.C.O.; VAZ, A.M.S.F.; LIMA, M.P.M.; MARQUETE, R.; BRAZÃO, J.E.M.; FILHO, A.L.R.R.; DIAS, B.F.S.; PINTO, G.C.P.; MAGNAGO, H.; PEREIRA, J.B.S.; LIMA, J.C.A.; DAMBRÓS, L.A.; FURTADO, P.P.; KLEIN, R.M.; FILGUEIRAS, T.S.; BARROS, W.D.; SILVA, Z.L. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. Rio de Janeiro: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, 1991.

VIANA, A.; VILELA, E. Comportamento de agregação e acasalamento de *Cosmopolites sordidus* Germar (Coleoptera: Curculionidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.25, p.347–350, 1996.

VOEKS, R.A. Reproductive ecology of the piassava palm (*Attalea funifera*) of Bahia, Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, v. 18, p. 121-136, 2002.

WANTO, M.M.; FISCHER, M.L. Comportamento sexual de *Tenebrio molitor* Linnaeus, 1785 (Insecta, Coleoptera). **Revista brasileira de Zoociências**, v.7, p.143–164, 2005.

WOJCIK, D.P. Mating behavior of 8 stored-product beetles (Coleoptera: Dermestidae, Tenebrionidae, Cucujidae, and Curculionidae). **Florida Entomologist**, v.52, p.171–197, 1969.

ZAHN, D.K.; GIRLING, R.D.; MCELFRISH, J.S.; CARDE, R.T.; MILLAR, J.G. Biology and reproductive behavior of *Murgantia histrionica* (Heteroptera: Pentatomidae). **Annals of the Entomological Society of America**, v.101, p.215–228, 2008.

2.6 CONCLUSÕES GERAIS

Diante dos resultados obtidos nesse trabalho, foi possível entender aspectos biológicos e comportamentais de *Cyclocephala distincta*, e demonstrar que a criação em cativeiro é viável e que a espécie apresenta aspectos biológicos e morfológicos distintos quando comparada as outras espécies descritas do gênero, com dois novos registros de caracteres taxonômicos para o gênero. Ainda, no que se refere à morfologia larval, esse estudo contribui para melhorar futuros planos de manejo de pragas agrícolas, pois oferece a caracterização detalhada dos imaturos da espécie, como também a chave de identificação das larvas de *Cyclocephala*, facilitando a sua identificação em meio à entomofauna edáfica. Padrões interessantes encontrados no repertório comportamental de cópula proporcionam uma visão detalhada sobre as estratégias utilizadas no grupo para obtenção do sucesso da cópula e reforça-se sugestões diversas de se estudar fatores que possam estar interagindo com as estratégias reprodutivas.